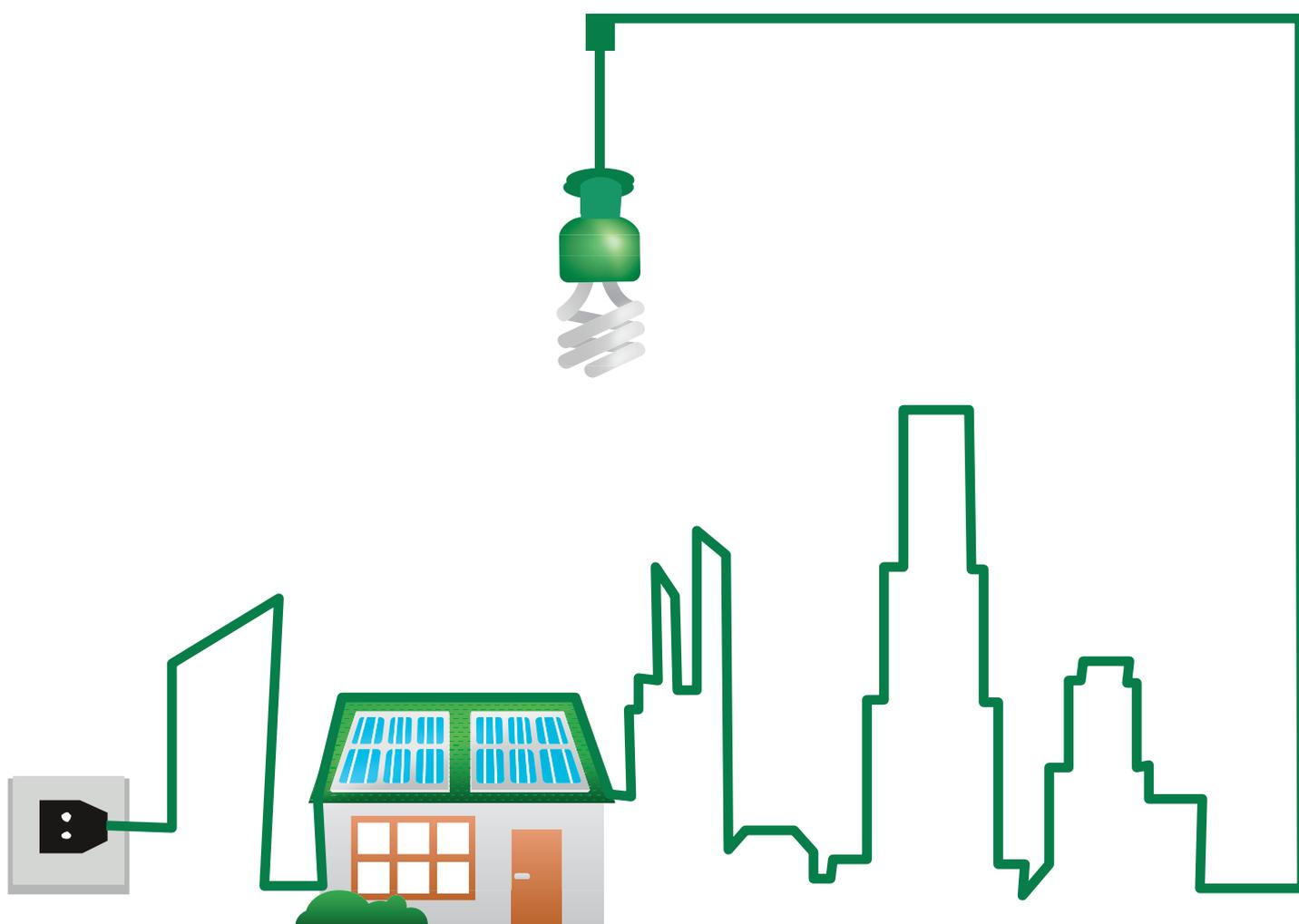


# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Agosto 2015 | 2ª Edição



## NESTA EDIÇÃO

- Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário
- Treinamento sobre Medição e Verificação – M&V
- Cooperação internacional Brasil-Alemanha



**PROGRAMA DE  
EFICIÊNCIA  
ENERGÉTICA**



# Mensagem da Diretoria

O Programa de Eficiência Energética (PEE) regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criado a partir de obrigação fixada nos contratos de concessão firmados, em 1998, entre as concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica e a Agência. Com o advento da Lei nº. 9.991, de 24 de julho de 2000, cometeu-se às concessionárias e permissionárias de distribuição o dever de aplicar montante anual mínimo de 0,5% de sua receita operacional líquida em ações de combate ao desperdício de energia elétrica.

Desde então, embora muitas mudanças tenham ocorrido, a essência do programa permanece inalterada: a promoção da eficiência energética. Ocorre que, apesar dos vários avanços para a obtenção de projetos mais robustos e estratégicos, ainda existem lacunas e deficiências. E é para colmatar essas lacunas e sanar essas deficiências que a ANEEL tem trabalhado, buscando, inclusive, alterações na legislação que impõe o dever de destinação de pelo menos 60% dos recursos do PEE para projetos voltados a consumidores de baixa renda. O objetivo da Agência é discutir melhor o assunto para alocar da forma mais eficaz os recursos, com vistas a viabilizar o desenvolvimento de projetos de eficiência energética dedicados com equidade às diferentes classes de consumo. Na prática, em um ambiente em que a tendência é de priorizar a oferta, são as ações equilibradas do regulador que

devem, no mínimo, não deixar o lado da demanda desprezado, ganhando-se espaços relevantes para a redução do custo da energia.

Neste segundo número da Revista de Eficiência Energética, são apresentados resultados relevantes de projetos executados no âmbito do programa regulado pela ANEEL, além de entrevistas sobre o Guia de M&V e sobre a Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário, e, ainda, de um artigo da GIZ sobre medidas de conservação de energia elétrica e combate ao desperdício.

Com esta publicação, reafirma-se a enorme responsabilidade e o compromisso da ANEEL, não só com sua missão de zelar pela qualidade, pela continuidade e pela modicidade dos serviços de energia elétrica, mas também com o futuro do setor e, mais ainda, com toda a sociedade brasileira.

Boa Leitura!

- 06 Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário
- 09 Conservação de energia e combate ao desperdício
- 11 Medição e verificação em projeto de Eficiência Energética
- 14 Cogeração através de Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal Vapor Saturado
- 17 Bônus para troca de eletrodomésticos
- 21 Projeto Piloto de Eficiência Energética Light Recicla
- 26 Contenção de perdas em sistemas de distribuição de água
- 29 Eficiência Energética em Indústria - Case 3M Ribeirão Preto
- 33 Iluminação de túneis utilizando tecnologia LED (Light Emitting Diode)
- 37 Logística Reversa de Refrigeradores no Programa de Eficiência Energética Baixo Poder Aquisitivo
- 41 Procel nas Escolas do Paraná

## Expediente

### Diretoria

Romeu Donizete Rufino (**Diretor-geral**)

### Diretores

André Pepitone da Nóbrega

Reive Barros dos Santos

José Jurhosa Júnior

Tiago De Barros Correia

### Supervisão técnica

Máximo Luiz Pompermayer

Superintendente (SPE)

Aurélio Calheiros de Melo Junior

Assessor (SPE)

### Produção

André Melo Bacellar (SPE)

Carmen Sílvia Sanches (SPE)

Lucas Dantas Xavier Ribeiro (SPE)

### Edição

Everton Luiz Antoni (SCR)

### Designer

Alessandra Lins (SCR)

### Revisão

Everton Luiz Antoni (SCR)

Sheyla Maria das Neves Damasceno (SPE)

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

SGAN 603 Módulos I e J

Brasília (DF) - CEP: 70.830-110

CNPJ 02.270.669/0001-29

Dúvidas, sugestões e comentários:

[spepee@aneel.gov.br](mailto:spepee@aneel.gov.br)

Read the articles in English at ANEEL website

[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)



## Editorial

O objetivo do Programa de Eficiência Energética (PEE) é promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

De 2008 até o final do ano de 2014, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) contabilizou 1.412 projetos de eficiência energética apresentados pelas concessionárias, com investimentos da ordem de R\$ 4,04 bilhões. Em 2014, o valor investido foi de R\$ 342,8 milhões. Esses projetos envolvem iniciativas relacionadas a aquecimento solar, baixa renda, a gestão energética municipal e cogeração, entre outros temas. Ao todo, houve uma economia de energia da ordem de 3.616 GWh no acumulado desse período.

A execução dos projetos possibilitou a redução da demanda no horário de ponta da ordem de 1.171 MW, o que contribuiu para reduzir a necessidade de investimentos na expansão da oferta.

No mesmo período, também foram realizadas substituições ou implantação de equipamentos

para combater o desperdício de energia.

Nesse sentido, destaca-se a troca de 1.101.291 geladeiras e de 48.875 aparelhos condicionadores de ar, além da instalação de 105.118 sistemas de aquecimento solar em substituição ao chuveiro elétrico. Houve, ainda, a substituição de 29.228.914 lâmpadas por modelos mais eficientes, e a troca de 1.084.912 lâmpadas por lâmpadas LED, que são mais econômicas.

Tais números reforçam, uma vez mais, o compromisso constante e inarredável da ANEEL em fomentar uma cultura de economia de energia, combate ao desperdício e de mudança de hábitos de consumo.

# Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário

Sheyla Maria das Neves Damasceno, coordenadora do Programa de Eficiência Energética da SPE/ANEEL, compartilha com os leitores as suas impressões sobre o Programa de Eficiência Energética Regulado pela ANEEL – PEE e sobre a Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 001/2014.

**Qual a regulação vigente para o Programa de Eficiência Energética Regulado pela ANEEL - PEE? E quais são os objetivos?**

**Sheyla Damasceno** - Em 02 de julho de 2013, foi publicada a Resolução Normativa nº 556, que aprovou os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. O Programa de Eficiência Energética Regulado Pela ANEEL - PEE tem como principal objetivo promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia, por meio de projetos que demonstrem não somente a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício, mas também a melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia, por meio da troca de equipamentos existentes por outros energeticamente mais eficientes e mudança de hábitos do consumidor final.

**Quando falamos do PEE, qual o montante de recursos/ano envolvidos? E qual a capilaridade do Programa?**

**Sheyla Damasceno** - Hoje, o PEE representa a maior fonte de recursos disponível para ações de eficiência energética no país. São aproximadamente R\$ 420 milhões por ano, que são utilizados por cerca de 100 distribuidoras na execução dos seus projetos. A operacionalização do PEE não acontece mediante a existência de um fundo específico, mas mantém o recurso na distribuidora de energia elétrica. Esta condição, estabelecida pela Lei nº 9.991/2000, conferiu ao PEE um maior espectro de atuação e melhor adesão às diferentes realidades dos mercados das distribuidoras. O PEE executa projetos em todos os estados brasileiros, beneficiando desde consumidores residenciais com tarifa social até grandes consumidores.

**Existem exemplos históricos que, no âmbito do setor elétrico, denotam a possibilidade de serem promovidas mudanças de comportamento por parte do consumidor final?**

**Sheyla Damasceno** - Existem, claro. E, em termos exemplificativos, podemos lembrar do racionamento de energia elétrica de 2001, ainda recente na memória de todos. Naquela ocasião, ficou muito evidente a capacidade de reação do setor elétrico pelo lado da demanda, por meio da mudança de comportamento do consumidor final. E é interessante observar que, além de uma redução do consumo de energia elétrica muito significativa durante o período de racionamento, houve impacto também no consumo dos anos subsequentes.



**Atitudes orientadas para eficiência energética devem ser adotadas como reação a um momento de crise ou, por outro lado, devem constituir uma prática constante?**

**Sheyla Damasceno** - Esta é uma questão muito importante, pois há quem associe ações de eficiência energética a eventuais momentos de crise. Na verdade, porém, isso é um erro, porque ações voltadas à eficiência energética devem ser uma prática constante do consumidor. É preciso incutir, na sociedade, uma cultura de eficiência energética, pois isso resulta num círculo virtuoso: além dos benefícios individuais para o consumidor, essa cultura de eficiência energética, uma vez disseminada, pode funcionar como um fator redutor da possibilidade de crises no sistema.

**Qual foi a intenção do regulador quando criou a modalidade de projeto prioritário?**

**“ações voltadas à eficiência energética devem ser uma prática constante do consumidor. É preciso incutir, na sociedade, uma cultura de eficiência energética.”**

**Sheyla Damasceno** - Desde que obedecem à legislação e regulamentação vigente, as distribuidoras de energia elétrica têm liberdade para definir sua carteira de projetos que serão executados com os recursos do PEE. O projeto de eficiência energética considerado prioritário no PEE, consiste em uma iniciativa da ANEEL, por meio da publicação de Chamada com características e critérios específicos aprovados pela diretoria da Agência. São projetos de grande relevância e/ou abrangência, cuja finalidade é testar, incentivar ou definir ações de destaque como política pública para incrementar a eficiência energética no país. Os projetos prioritários visam possibilitar a execução de políticas públicas de eficiência energética. Podem ser definidos no âmbito de programas governamentais de promoção da eficiência energética. **Apenas ações educativas são suficientes, ou há**

**outros estímulos possíveis para instigar o consumidor a adotar hábitos de eficiência energética?**

**Sheyla Damasceno** - As ações educativas são indispensáveis, mas não suficientes. Portanto, além dessas ações educativas, são implementadas a troca de equipamentos existentes por outros energeticamente mais eficientes, mudanças em processos de consumidores industriais, troca de resíduos urbanos por bônus em conta de luz, visando promover a reciclagem de lixo urbano e, conseqüentemente, a economia de energia obtida com a produção a partir do material reciclado em vez de matérias-primas virgens. Além destas ações, considerando que a geração de energia elétrica próxima à unidade consumidora é uma ação de eficiência energética, pois evita as perdas referentes ao transporte da energia, a partir da Resolução Normativa nº 556/2013, o PEE contempla projetos com geração distribuída de energia elétrica, com fontes incentivadas (hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada) com potência instalada de até 1 MW.

**Qual o objetivo da Proposta de Chamada de Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 001/2014: “AÇÕES DE COMUNICAÇÃO E MARKETING PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA”?**

**Sheyla Damasceno** - Este projeto prioritário visa estimular a mudança de comportamento do consumidor de energia elétrica, e, para tanto, considera-se a proposição de mecanismos de comunicação e marketing para a melhoria da eficiência energética no uso final de energia elétrica, tendo em vista

as seguintes perspectivas:

- Possibilidade de redução significativa do consumo de energia elétrica e/ou retirada de demanda no horário de ponta do sistema por meio da criação de hábitos mais eficientes e racionais de uso e manutenção dos equipamentos elétricos e da substituição de aparelhos obsoletos e ineficientes por outros de menor consumo e maior eficiência;
- Divulgar o Programa de Eficiência Energética Regulado pela ANEEL – PEE e ampliar o seu escopo de atuação, incluindo novos atores e melhorando a eficiência e a efetividade na aplicação dos recursos previstos em lei;
- Divulgar a existência de modalidades tarifárias que incentivam o uso eficiente das redes de distribuição, como a Tarifa Branca, e o consumo de energia, como o Sistema de Bandeiras Tarifárias e do sistema de pré-pagamento;
- Reduzir o valor da fatura de energia elétrica

dos consumidores finais e os índices de inadimplência e de perdas comerciais.

Visando aumentar os resultados dos projetos, além das ações educativas acima descritas, serão implementados mecanismo de concessão de bônus para a compra de equipamentos mais eficientes e substituição/descarte dos antigos, incluindo critérios que aperfeiçoem a aplicação dos recursos, de modo que a sinalização econômica seja a mais eficiente e racional possível. Deverá ser dada prioridade aos seguintes usos finais: ar condicionado, geladeira, lavadora de roupas e chuveiro elétrico. Essa ação busca incentivar a fabricação e a compra de equipamentos energeticamente mais eficientes, tomando

## “O que o regulador está buscando, em última análise, é estimular uma mudança de comportamento do consumidor...”

como referência o Selo Procel de Eficiência Energética e a Categoria A da Etiqueta do INMETRO, o que estimula a produção industrial, o crescimento da economia e o desenvolvimento sustentável.

A sinergia entre as diversas iniciativas voltadas à eficiência energética no país, tais como o Procel e Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, possibilita somar esforços, propiciando alocar os recursos disponíveis de forma que os benefícios obtidos, ou seja, a economia de energia e a retirada de demanda no horário de ponta do sistema elétrico, sejam maximizados.

### Quais foram os requisitos mínimos definidos na Chamada para submissão de projetos à ANEEL?

**Sheyla Damasceno** - Para submetê-lo à ANEEL, o projeto da empresa proponente deveria conter: campanhas educativas em escolas, comunidades, associações e demais entidades públicas e/ou da sociedade civil organizada; concessão de bônus para a compra de eletrodomésticos mais eficientes; elaboração de metodologia para avaliar os impactos de redução do consumo e da fatura de energia elétrica, e demanda evitada no horário de ponta; divulgação da logomarca do PEE; e, ainda, a

divulgação das tarifas horárias, das bandeiras tarifárias e do pré-pagamento.

### Quem são as entidades participantes do projeto?

**Sheyla Damasceno** - Participa da elaboração do projeto, na condição de proponente, qualquer empresa de distribuição de energia elétrica que tenha contrato de concessão ou permissão. A elaboração e posterior execução do projeto propriamente dito conta com a participação de empresa de comunicação e marketing contratada pela empresa proponente, comprovadamente capacitada para desenvolver o material de divulgação, as estratégias de comunicação, a definição das mídias, das formas e quantitativos de veiculação, do público-alvo a ser atingido, das pesquisas prévias e posteriores para a avaliação dos resultados e efetividade das ações.

### Quantas propostas foram submetidas à avaliação inicial da Agência? E qual o investimento correspondente?

**Sheyla Damasceno** - Foram submetidas à avaliação 8 (oito) propostas de projetos cooperados, com a participação de 27 distribuidoras de energia elétrica, correspondendo a um investimento de mais de R\$ 163 milhões, dos quais R\$ 117 milhões provenientes do PEE, e R\$ 46 milhões diretamente dos consumidores beneficiados pelo bônus.

### Qual o prazo de execução dos projetos aprovados?

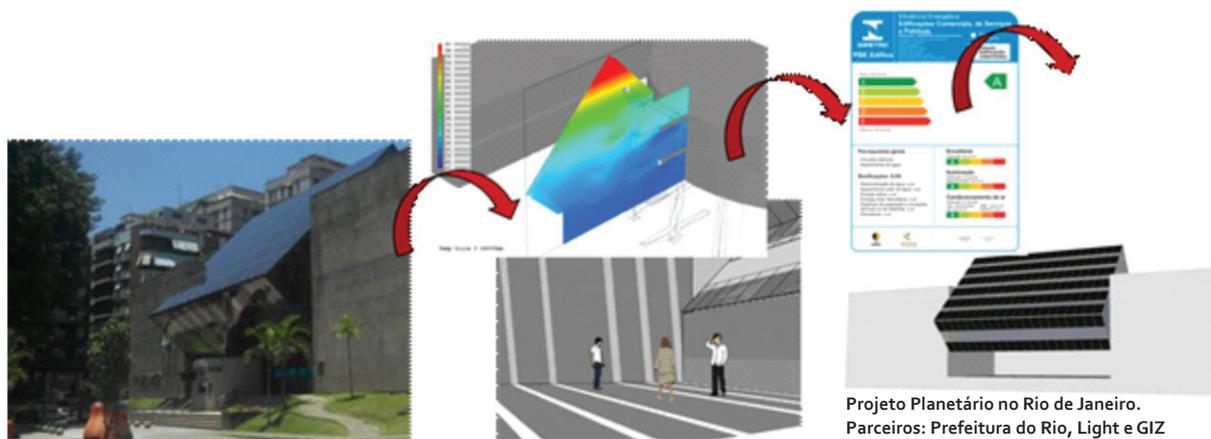
**Sheyla Damasceno** - O prazo para execução do(s) projeto(s) deverá ser de até 12 meses, prorrogável por igual período a critério da ANEEL. Esse prazo, no entanto, poderá ser prorrogado, desde que a necessidade seja devidamente justificada.

### Como serão mensurados os resultados dos projetos?

**Sheyla Damasceno** - Os resultados dos projetos deverão ser apresentados em relatórios técnicos, nos quais deverão constar: ações e mecanismos de comunicação e marketing e respectivos meios utilizados, campanhas educativas, entidades envolvidas, público-alvo e resultados em termos de energia economizada, demanda evitada no horário de ponta do sistema, impactos na fatura/tarifa de energia, redução de perdas comerciais e inadimplência, mudanças nos hábitos de consumo e alterações no mercado, bem como possíveis impactos em termos sociais e ambientais; metodologia de cálculo ou estimativa da energia economizada, da demanda evitada e dos demais impactos das ações implementadas. ■

# Conservação de energia e combate ao desperdício

Jan Köpke, José Henrique Zloccowick, Sebastian Schreier (GIZ)



Projeto Planetário no Rio de Janeiro.  
Parceiros: Prefeitura do Rio, Light e GIZ

**Parcerias com o setor empresarial promovem Eficiência Energética no âmbito da Cooperação Brasil-Alema-  
nha para o Desenvolvimento Sustentável**

Segundo um estudo atual da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ABESCO) sobre a eficiência energética, o Brasil desperdiçou 250 mil GWh de energia elétrica em seis anos, o que equivale a mais de R\$ 62 bilhões. O alto nível de desperdício de energia elétrica não só aumenta o preço de energia, como também reduz a competitividade do setor industrial e comercial. Em muitos casos, porém, implementar medidas de Eficiência Energética é bem simples, evita o desperdício e aumenta a competitividade econômica das empresas. No Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), o Ministério de Minas e Energia (MME) projeta um potencial de conservação de energia elétrica de 0,6 % por ano, chegando a uma redução de 106 mil GWh no ano de 2030.

## **A Eficiência Energética faz bem a seu bolso e ao meio ambiente**

A energia mais barata e menos poluente é aquela que não se consome. Por isso, o aumento da Eficiência Energética é considerado, internacionalmente, uma ferramenta poderosa na implementação de políticas de energia sustentável. O uso racional de energia tem importante contribuição para satisfazer a demanda futura de energia, garantir a segurança do fornecimento energético e melhorar a modicidade tarifária da energia elétrica, bem como para reduzir os impactos ambientais.

Você, leitor, também tem um papel importante para a conservação energia elétrica – e ainda se beneficia pela redução dos seus custos pelo consumo energético! Está comprovado que, para aproveitar as oportunidades de Eficiência Energética, é preciso uma visão integrada, tanto da oferta e da demanda energética quanto dos diversos agentes envolvidos (governo, setor privado e sociedade em geral).

Como empresa federal de utilidade pública, a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH apoia o Governo Federal da Alemanha em seus objetivos na área de cooperação internacional. O Brasil e a Alemanha, em conjunto, enfrentam os desafios globais de preservação da biodiversidade e o combate às mudanças climáticas. No Brasil, a Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável atua principalmente em duas áreas temáticas: Energias Renováveis e Eficiência Energética, além de Proteção e Uso Sustentável das Florestas Tropicais. A GIZ apoia os seus parceiros nos planos local, regional, nacional e internacional, tanto em questões estratégicas e conceituais quanto na implementação de suas metas políticas.

## **Tudo começa identificando medidas de conservação de energia elétrica**

Estima-se que ainda existem, em pratica-

mente todos os setores, grandes potenciais de conservação de energia, e, conseqüentemente, de redução de custos pelo consumo energético. Os primeiros resultados das análises feitas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para a construção de Curvas de Custo e Potencial (CCP) de conservação de energia confirmam a existência dos potenciais no setor industrial. A GIZ apoia, entre outros parceiros, a EPE para aprimorar alguns métodos de planejamento energético e de aquisição e organização de dados na área de Eficiência Energética. Dentro das atividades conjuntas com a EPE, destacam-se a elaboração de um banco de dados para a construção de CCPs (cfe. Nota Técnica DEA 10/14).

As CCPs têm se mostrado, a nível internacional, instrumentos úteis para apresentar de forma clara e de fácil entendimento o potencial de MEE e os seus benefícios econômicos. A EPE vem aplicando a metodologia de cálculo de CCP com o intuito de indicar quais os potenciais de Eficiência Energética nos diversos setores brasileiros. Atualmente, a metodologia está sendo levada à prática com uma primeira série de CCPs, em dez segmentos industriais: alimentos, alumina, bebidas, cerâmica, cimento, ferro-ligas, mineração, papel e celulose, química e siderurgia.

Os resultados das CCPs podem servir às distribuidoras e empresas privadas dos diversos setores como ponto de partida para a concepção de projetos de conservação de energia elétrica.

### **Da teoria à prática**

Projetos demonstrativos que demonstram o potencial e a viabilidade econômica de MEE quebram as barreiras de mercado que impedem a consideração e realização de projetos de Eficiência Energética. Para tanto, a GIZ busca realizar projetos piloto em parceria com o setor empresarial. O objetivo desses projetos é justamente demonstrar, em casos concretos, o valor adicional e os benefícios econômicos das MEE. Esses projetos tornam-se, dessa forma, exemplos que podem ser replicados. Tais projetos, como requisito, devem contribuir para atingir o objetivo comum no âmbito da cooperação Brasil-Alemanha: o combate às mudanças climáticas (por meio da conservação de energia elétrica, no caso em questão).

Para as empresas, uma parceria no âmbito desses projetos piloto pode trazer, como benefícios, assessoria técnica e acesso ao conhecimento sobre

melhores práticas para a conservação de energia. A título de benefícios relacionados com a realização de projetos de Eficiência Energética em geral, podem ser listados: o aumento da sua competitividade no mercado, a inovação tecnológica e a melhora da imagem pública como empresa/instituição que contribui para o cuidado com o meio ambiente.

O apoio da GIZ é variável conforme a natureza do projeto, podendo abranger desde a realização de estudos de identificação do custo e do potencial de MEE concretas de conservação de energia até a concepção dos projetos. A GIZ fornece o apoio através dos trabalhadores próprios da agência e por meio de consultores internacionais e nacionais, trazendo desse modo as experiências e metodologias da GIZ da Alemanha e as experiências em outros países.

A parceria entre a Prefeitura do Rio de Janeiro, a distribuidora de energia elétrica Light e GIZ, que visa realizar medidas de Eficiência Energética e gerar energia elétrica com placas fotovoltaicas no Planetário do Rio de Janeiro, exemplifica bem o arranjo institucional necessário e as vantagens de uma parceria com o setor empresarial. O projeto reúne o interesse da Prefeitura em tornar o Planetário uma referência no uso eficiente e na geração limpa de energia, os recursos da Light para realizar projetos de Eficiência Energética e a experiência alemã da GIZ no assessoramento dos seus parceiros para melhorar a Eficiência Energética e aumentar o uso das fontes renováveis de energia. Dessa forma, os parceiros combinam suas capacidades e juntos trabalham para alcançar o objetivo em comum – que, neste caso, consiste em reduzir o consumo energético do Planetário em aproximadamente 20% e gerar energia limpa a partir da energia do sol. A GIZ apoiou os parceiros em diversas fases do projeto, merecendo destaque a realização do diagnóstico energético do Planetário por peritos alemães e a concepção do projeto executivo para instalação de sistema fotovoltaico na fachada do prédio. O projeto encontra-se ainda em fase de implementação.

Durante os projetos, o acesso e contato com produtos alemães de inovação tecnológica de Eficiência Energética pode ser facilitado pela GIZ para a empresa parceira. Para tal fim, a GIZ organiza visitas técnicas a outros projetos de Eficiência Energética no Brasil ou até mesmo na Alemanha para mostrar os avanços tecnológicos no setor correspondente.

Para mais informações sobre a GIZ, acesse [www.giz.de](http://www.giz.de) ou entre em contato com o responsável pelas parcerias com o setor empresarial no Brasil [sebastian.schreier@giz.de](mailto:sebastian.schreier@giz.de).



## Medição e Verificação em Projeto de Eficiência Energética

Durante o ano de 2014, a SPE/ANEEL, em parceria com a GIZ Brasil, promoveu diversas edições do “Treinamento sobre Medição e Verificação em Projeto de Eficiência Energética”. O objetivo da capacitação foi treinar os técnicos das concessionárias e permissionárias na nova sistematização das metodologias de apuração dos resultados no âmbito do Programa de Eficiência Energética (PEE). As metodologias, baseadas no protocolo internacional de Medição e Verificação (M&V), representam uma iniciativa relevante para a avaliação mais criteriosa dos resultados dos projetos desenvolvidos no âmbito do PEE e na sua uniformização pelas diversas distribuidoras. Na entrevista abaixo, o professor Agenor Gomes Pinto Garcia, que ministrou o treinamento, compartilha com os leitores a sua experiência em projetos de M&V e as suas impressões sobre os objetivos, desafios e resultados do curso.

**Qual a sua formação? E a sua experiência profissional?**

**Agenor Garcia** - Sou formado em Engenharia Elétrica pela UFBA, com mestrado e doutorado em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Trabalhei cerca de 25 anos em indústrias, principalmente no Pólo Petroquímico de Camaçari, em manutenção e projetos. Desde 1997 tenho atuado em eficiência energética, tendo trabalhado em Empresas de Serviços de Conservação de Energia (ESCOs), na minha própria ESCO, na Empresa de Pesquisa Energética (EPE), com pes-

quisas na Universidade e com consultoria em eficiência energética, inclusive para a ANEEL, sob o patrocínio da GIZ – Agência de Cooperação Alemã.

**Qual o seu histórico anterior com instrumentos/ atividades de Medição & Verificação (M&V)?**

**Agenor Garcia** - Quando atuava em ESCOs, participei de alguns projetos de M&V. Em 2011, tive a oportunidade de fazer, no Chile, o curso de CMVP (Certified Measurement and Verification Professional), a convite da Fundación Chile, para quem tinha prestado alguns serviços. Este curso

de CMVP, da EVO – Efficiency Valuation Organization, certifica, da mesma forma, profissionais de todo o mundo em M&V, só alterando a língua em que é ministrado o curso. Depois da minha aprovação no curso, como a EVO estava querendo atuar no Brasil, convidou-me para ser instrutor desses cursos. Desde então, ministrei 7 cursos CMVP no Brasil, 4 no Chile e 2 no Uruguai, além de outros cursos em M&V não ligados à EVO.

### **É possível listar os principais objetivos e a importância da M&V nos dias atuais?**

**Agenor Garcia** - O objetivo da M&V é apurar os resultados de ações de eficiência energética, que é a energia que NÃO se consumiu com a ação após a implementação. Ou seja, como é a energia que não se consumiu, não existe fisicamente, não pode ser medida diretamente, como no caso de fontes renováveis, por exemplo. Assim, dizemos que a eficiência energética é a energia consumida depois da implementação de uma ação (troca de equipamento ou ação gerencial) subtraída da energia que teria sido consumida se não houvesse existido a ação. Já que a instalação antiga não existe mais, também não se pode medir diretamente essa energia. É preciso, antes da ação, elaborar um modelo matemático do uso da energia pela instalação antiga, para que este modelo possa estimar quanta energia seria consumida depois da ação. Um exemplo prático: troca-se um ar condicionado e mede-se o seu consumo em um mês de julho. Se formos comparar diretamente este consumo com o aparelho novo no mês de dezembro, por mais eficiente que seja, o novo vai consumir mais. Isto é: há que se corrigir o efeito da temperatura ambiente no uso da energia do ar condicionado antigo, para estimar quanto ele consumiria no mês de dezembro, nas mesmas condições do novo.

Somente as técnicas de M&V podem apurar com exatidão os resultados da eficiência energética. Assim, a sua aplicação é de fundamental importância para dar credibilidade e valorar as ações de eficiência. E, é claro, a eficiência energética nos dias atuais, com severas e crescentes restrições no uso da energia, precisa cada vez mais ser praticada e incentivada.

### **Resumidamente, qual a finalidade do Guia de M&V?**

**Agenor Garcia** - Um programa de política pública como o PEE, que faz uso do dinheiro do consumidor de energia elétrica, necessita demonstrar que tais recursos são bem aplicados. Nesse sentido, portanto, somente uma M&V bem feita pode dar credibilidade aos resultados das ações de eficiência energética. As ações do PEE, mormente em

pequenos aparelhos e em comunidades de baixa renda, representam um desafio adicional para as medições necessárias ao projeto de M&V. Assim, o Guia pretende ser uma ferramenta que todas as distribuidoras possam usar, fazendo a M&V de modo semelhante, de modo a somar resultados. Com a aplicação do Guia, teremos um excelente banco de dados do uso da energia e das ações de eficiência energética, que servirá para aprimorar essas ações e o próprio processo de M&V.

### **Quais os conceitos básicos de M&V que foram objeto de estudo no treinamento?**

**Agenor Garcia** - Os conceitos básicos de M&V são os que permitem formular o modelo do uso da energia descrito anteriormente e calcular os resultados de ações de eficiência energética, pois é preciso entendê-los e aplicá-los criativamente a cada projeto. Por exemplo: o conceito de variável independente (da energia) é o que se aplica ao referido caso do ar condicionado para a temperatura ambiente. A temperatura ambiente modifica decisivamente o uso da energia do ar condicionado, razão pela qual dizemos que trata-se de uma variável independente. Em cada projeto, devemos identificar as variáveis independentes e fazer um modelo matemático de como a energia varia em função dessas variáveis.

### **Existem passos/fases sequenciais de M&V a serem observadas num projeto inserido no âmbito do Programa de Eficiência Energética (PEE)?**

**Agenor Garcia** - Sim, e esse encadeamento está bem detalhado no PROPEE (módulo 8), que trata exclusivamente de M&V no PEE. A M&V acompanha todo o projeto, desde a definição das ações, quando já se deve antever como serão feitas as medições e qual vai ser o gasto com M&V. Antes da implementação, é necessário fazer as medições da instalação antiga (energia e variáveis independentes) e formular o modelo da energia, escrevendo um Plano de M&V, no qual se descreve como serão calculados os resultados das ações de eficiência. Depois de feita a implementação, mede-se novamente a energia e as variáveis independentes, e é feito o cálculo de quanta energia foi gasta e de quanta seria gasta pela instalação antiga, utilizando-se o modelo. Os resultados devem compor um outro documento, denominado Relatório de M&V.

### **Em termos práticos, e considerando a aplicabilidade das ações de M&V, quais os temas mais frequentes do PEE?**

**Agenor Garcia** - Há uma determinação legal de que 60% da receita do PEE deve ser aplicada em ações com comunidades de baixa renda. E isso é feito, nos dias de hoje, principalmente com troca de lâmpadas, geladeiras e ações no aquecimento d'água, melhorando o uso do chuveiro elétrico. Para cada uma dessas ações, há uma metodologia de M&V implantada no Guia. Pode-se, também, analisar a redução do consumo pela fatura da unidade consumidora, o que envolve um desafio adicional, mas acredito que será uma tendência futura no PEE, devido ao seu baixo custo e praticidade. Além disso, o PEE tem feito outras ações, relacionadas, por exemplo, à iluminação e a ar condicionado. Também os bônus para eletrodomésticos (mediante os quais o PEE paga uma parte de um equipamento eficiente comprado na rede varejista) vêm sendo cada vez mais usados, e têm desafios de M&V incorporados. Em tese, porém, qualquer ação que economize energia pode ser incentivada pelo PEE.

#### **De que forma foi construído o treinamento? Quais as etapas do curso?**

**Agenor Garcia** - O treinamento foi construído em conjunto com a equipe da SPE. Foram feitos cursos preparatórios (três com a equipe da SPE, e um com representantes das distribuidoras que mais participaram do processo de elaboração do Guia) antes de disseminá-lo, com todo o cuidado e critério para ter um bom resultado. Quanto ao curso propriamente dito, o conteúdo contempla, basicamente, a revisão dos conceitos e a aplicação de exercícios práticos de preenchimento das planilhas do Guia.

#### **Houve oportunidade para os alunos aplicarem, em exercícios simulatórios, os conceitos teóricos trabalhados?**

**Agenor Garcia** - Sim. Após a revisão dos conceitos, houve a realização de trabalhos em grupo, cada qual escolhendo uma ação de eficiência energética e discutindo como fazer a M&V naquela situação. Depois, o resultado era compartilhado e debatido em plenário com os demais grupos, sendo que essa troca de informações e impressões propiciou uma oportunidade ímpar de esclarecer a aplicabilidade da M&V.

#### **O grau de assimilação do conteúdo durante esses exercícios era mensurável?**

**Agenor Garcia** - Sim, porque além da exposição do trabalho em grupo, no final do curso foi feita uma avaliação nos moldes da prova da EVO (embora com um número reduzido de questões).

#### **Quais os principais desafios/dificuldades en-**

#### **frentados durante o processo de treinamento?**

**Agenor Garcia** - Além dos conceitos de M&V, que exigem uma certa experiência em eficiência energética, há também necessidade de realização de alguns cálculos estatísticos e de uso do Excel, conhecimentos esses que nem sempre são homogêneos nas turmas.

#### **Qual a sua impressão geral sobre o evento?**

**Agenor Garcia** - Fiquei muito satisfeito ao constatar o interesse das pessoas em aprender os conceitos de M&V e o comprometimento para fazer um bom trabalho de apuração dos resultados das ações de eficiência.

#### **E, para finalizar: qual a sua avaliação sobre a importância de eventos como esse no atual contexto do setor elétrico?**

**Agenor Garcia** - A realidade está mostrando, de forma inequívoca, o quanto as práticas de eficiência energética são absolutamente indispensáveis nos dias de hoje. Não faz nenhum sentido o mau uso da energia quando a sua geração é cara e representa sempre um forte impacto ambiental. Incentivar ações de eficiência energética não significa incapacidade de atender à demanda; ao contrário, é uma ação inteligente de melhor atender à demanda realmente necessária, otimizando os recursos disponíveis. A M&V, sob esse prisma, ajuda a dar credibilidade ao PEE e às ações de eficiência energética, além de difundi-las, uma vez que constituem a única forma de medir com precisão o gasto de energia evitado. Dessa forma, a partir da compreensão da M&V, é possível aumentar a eficiência energética no país e evitar o uso de recursos naturais escassos, com vistas a preservar a qualidade de vida das novas gerações.



# Cogeração através de Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal utilizando Vapor Saturado.

Alex Percio Leandro, Davidson Andreoni Rocha (CEMIG)

## Resumo

Este artigo abordará alguns obstáculos encontrados e superados durante a instalação e partida de um Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal que utiliza vapor saturado para cogeração de energia. Os entraves encontrados se concentravam principalmente nos parâmetros de coordenação e proteção do sistema. Após estudos detalhados de medições elétricas, foi possível avaliar as variáveis de controle e propor soluções tangíveis para adaptar o sistema chinês à realidade do sistema elétrico da planta local. A principal novidade dessa tecnologia diz respeito à forma de utilização do vapor (que se dá em seu estado saturado), pois grande parte das indústrias brasileiras possui esse potencial ainda não explorado. Essa tecnologia permite gerar energia na faixa de potência entre 50 e 1.500 kW, com preços bastante competitivos.

## Introdução

A implantação de projetos de eficiência energética em grandes consumidores é realizada no regime de contrato de desempenho, mediante o qual a concessionária investe 100% do valor necessário à implantação do projeto, e o cliente

amortiza esse investimento mensalmente com a economia de energia elétrica proporcionada.

Amortizado o investimento, a empresa começa a usufruir do benefício econômico da redução do consumo resultante do projeto de eficiência energética.

A Efficientia, que já atua nesse mercado há mais de dez anos, com desenvolvimento de projetos que utilizam contratos de desempenho, possui ampla experiência em viabilizar projetos em todos os segmentos.

Quando o projeto é considerado viável, a Efficientia, junto à concessionária de energia que atende a empresa, viabiliza o aporte de até 100% dos recursos financeiros para sua realização. Ressalte-se, ainda, que a Efficientia faz toda a tramitação com Cemig e ANEEL, além do acompanhamento da implantação e medição dos resultados.

A forma mais rápida de se fazer um projeto de eficiência energética utilizando os recursos das concessionárias de energia é através da prospecção de usos finais, sendo que, para todos os segmentos, a Efficientia realiza análises técnicas para os clientes localizados na área de concessão da Cemig. As premissas adotadas para a implementação da cogeração através do turbo gerador a parafuso helicoidal estão descritas conforme Tabela 1.

Quadro resumo do projeto	
Título do projeto	Cogeração - EMPRESA LTDA.
Empresa	CEMIG Distribuição S.A.
ESCO	Efficientia S.A.
Cliente	Empresa Ltda.
Valor investido	R\$ 2.300.000,00
Modalidade	Contrato de performance
Tipo	Cogeração
RCB	0,786%

## Objetivos

O projeto em questão foi concebido visando o aproveitamento, para a geração de eletricidade, de parte da energia contida no vapor utilizado no processo produtivo da empresa, sendo utili-

zada, de forma inédita no Brasil, uma tecnologia prospectada pela empresa Efficientia na China, denominada "Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal". Para o projeto, foi concebida uma potência média instalada de 250 kW e uma geração de

1.664,4 MWh/ano que representa um valor médio de 13,85% do consumo da empresa, com uma relação custo-benefício (RCB) de 0,786.

### Justificativas

Empresas que investem em projetos de eficiência energética podem economizar recursos, ganhar competitividade e amenizar a pressão sobre o aumento da oferta de energia. Para se garantir no atual mercado global, é preciso apostar em inovação e perseguir a eficiência em todos os setores, incluindo o consumo de energia.

Mesmo com alterações tarifárias e variações nos modelos energéticos, projetos de cogeração de energia e eficiência energética continuam a ser imprescindíveis para as empresas. Potenciais de eficiência energética estão presentes na maior parte das empresas [2].

Uma boa saída para indústrias e comércio nacional manterem a competitividade em relação ao mercado internacional e a outras empresas do mesmo setor, está nos programas de eficiência energética disponibilizados pelas empresas de serviços de conservação de energia e concessionárias.

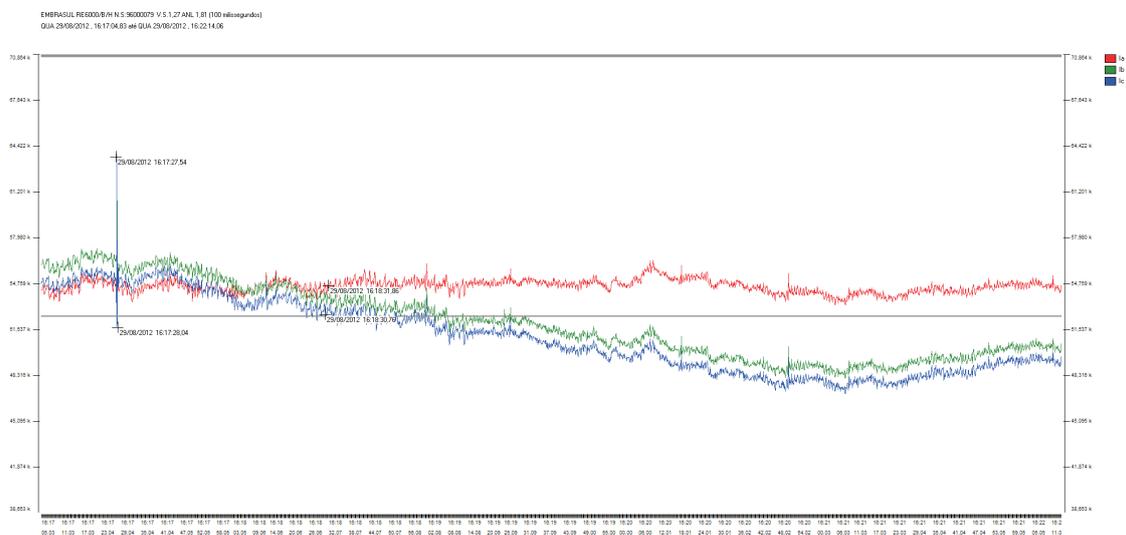
Diante desse cenário, a aplicação de um "Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal" representa uma grande novidade no que diz respeito à forma de utilização do vapor, que se dá em seu estado saturado, tornando a empresa mais eficiente e competitiva com outras do mesmo setor.

### Resultados Alcançados

Os componentes básicos do gerador são um par de parafusos helicoidais e uma carcaça. O vapor saturado, em sua expansão volumétrica, provoca a movimentação dos dois elementos helicoidais, convertendo a sua energia em força motriz, que por sua vez aciona um gerador elétrico.

Para aferição do funcionamento do sistema, foram realizadas medições através de um analisador de rede Embrasul modelo RE6000. Durante as medições, percebeu-se que o gerador não apresentava uma geração satisfatória dentro das premissas iniciais do projeto, uma vez que a geração era iniciada e, após alguns segundos, a proteção era atuada e retirava toda a planta e o gerador de funcionamento.

Diante de todos os dados apresentados nas medições do painel de proteção e no gerador, chegou-se à conclusão de que não existia apenas uma



condicionante para os problemas de atuação da proteção ao acionar a geração, uma vez que houve retirada do redutor de velocidade e alterações nas características do equipamento para adaptá-lo às condições da empresa.

Tendo em vista que existia um perfil anormal de resposta das correntes ao iniciar o processo de geração, fez-se necessário realizar teste do equipamento de modo mais minucioso, sendo que em tal caso foram encontrados os perfis de corrente de acordo com a Figura 1.

De acordo com a Figura 1, ocorreu um surto de corrente às 16h17, que se amorteceu em aproxi-

madamente 0,5 segundos; ou seja, houve um surto muito rápido de 0,31 ciclo. Todavia, existe no período entre 16h18 e 16h22 um afundamento e desequilíbrio de duas correntes em relação à corrente "A".

Esse desequilíbrio, detectado no painel de proteção e cronometrado em 1min e 20seg após entrada do gerador no sistema, culminou na atuação do relé, acarretando o TRIP.

A atuação do relé é uma evidência das causas pelas quais o gerador não pode ser operado em toda sua potência, enfatizando-se que, nesse momento, o gerador está com uma carga

aproximada de 95kW – com tal carga, e tendo em vista as características da rede Cemig, apenas o sistema interno na Empresa foi afetado, sendo que os des-balanceamentos das correntes não afetaram a rede.

No que tange aos valores de corrente, nos piores casos de afundamento houve uma variação de 13,4% da fase C com relação à fase A, e de 11,13% da fase B em relação à fase A, circunstância que se mantém nos instantes seguintes até a atuação dos relés de proteção da subestação (SE).

Na ocasião da instalação do gerador, o disjuntor principal, localizado na subestação interna da empresa, apresentava uma série de problemas mecânicos e elétricos, o que impediu, no comissionamento do gerador, que fosse detectada a incompatibilidade do sistema de geração com o sistema elétrico existente na indústria.

Tal incompatibilidade, inicialmente, causou certa confusão, uma vez que, o disjuntor local não atuando, foi cogitada a existência de problemas na subestação da Cemig, hipótese totalmente descartada ao analisar-se os sistemas de proteção da SE.

Resultados de medições realizadas nessa ocasião, foram avaliados os parâmetros de tensão, corrente, taxa de distorção harmônica de corrente, taxa de distorção harmônica de tensão e potência gerada, para os quais, de acordo com relatório disponibilizado pela Efficientia, foram encontrados os seguintes resultados:

- O banco de capacitor da Empresa para correção de fator de potência não estava funcionando, sendo que por algum período o gerador desempenhou a função do equipamento para correção do fator de potência.

- A planta estava operando com uma tensão superior aos valores recomendados pelos procedimentos de distribuição – PRODIST MODULO 8.

- Existia um afundamento anormal das correntes que eram enxergadas pelo sistema elétrico existente, como um curto circuito fase neutro acarretando a atuação da proteção 50/51 Sobrecorrente de Neutro e, conseqüentemente, a atuação dos disjuntores.

Em última análise, foi constatado o que ocasionava o afundamento de corrente e a conseqüente atuação da proteção da empresa e, posteriormente, a atuação da subestação da Cemig.

O problema estava em uma chave seccionadora da SE da empresa, sendo que tal incon-

formidade foi corrigida e possibilitou a utilização do Turbo Gerador a Parafuso Helicoidal sem restrições elétricas. A partir desse momento, a geração ocorreu normalmente, conforme premissas iniciais do projeto.

## Conclusões

A aplicação de uma nova tecnologia em sistema elétrico de potência – SEP, diferente do sistema para o qual o equipamento foi fabricado, deve ser realizado com uma série de cuidados, para que a nacionalização não se torne um entrave para o bom resultado do projeto.

O projeto apresentado neste artigo comprova tal assertiva, uma vez que, inicialmente, foi necessário um grande espaço de tempo para a engenharia da Efficientia entender os problemas apresentados na fase de ajuste da geração.

Se por um lado existe a dificuldade em compatibilizar novas tecnologias de cogeração de energia ao sistema, por outro, ao serem sanadas todas as pendências existentes relativas à geração, percebe-se que, com os devidos cuidados nas etapas iniciais do projeto, é possível executar diversas modalidades de projetos sem temer as diferenças entre sistemas.

Tendo a Efficientia, graças a este projeto, adquirido uma grande experiência nesta modalidade, recomenda-se que, para outros empreendimentos similares, sejam tomados os seguintes cuidados:

- Realização de toda uma reanálise da coordenação e proteção do sistema de geração, na ocasião de sua implantação, de modo que o comissionamento seja realizado com todos os equipamentos em perfeito estado de funcionamento.

- Análise dos relés, ajustes das curvas de abertura, atuação do TRIP e o tempo de atuação dos equipamentos de proteção, que em experiências anteriores com outros sistemas de geração se mostraram muito eficazes – atentando para o fato de que ajustes finos de proteção forcem a atuação de relés desnecessariamente, adicionando um índice de confiabilidade e seletividade pior ao processo.

- Os níveis de tensão de alimentação da subestação devem ser colocados restritamente dentro daqueles preconizados pelos procedimentos de rede.

- Sugere-se, por fim, uma revisão de todos os equipamentos de proteção como relés, TCs, TPs e disjuntores, para que, ao realizar o pré-comissionamento, sejam evitados problemas impeditivos de geração.

# Bônus para troca de eletrodomésticos

Nara Cardoso Marambaia, Ana Christina R. Mascarenhas (COELBA)

## Resumo

O Projeto Nova Geladeira Venda, desenvolvido pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - Coelba com recursos do Programa de Eficiência Energética, tem como objetivo substituir refrigeradores e lâmpadas ineficientes de consumidores residenciais moradores de comunidades populares que se inscrevam no CadÚnico do Governo Federal. Essa substituição de refrigeradores é realizada em parceria com lojas varejistas e a preços subsidiados.

Além de promover a redução do consumo e adequação da fatura de energia à capacidade de pagamento do cliente, o projeto colabora para a conservação do meio ambiente através da regeneração do gás CFC-R12 retirado e da reciclagem das sucatas dos refrigeradores antigos. O recurso oriundo da venda da sucata é destinado à manutenção de projetos de geração de emprego e renda em comunidades populares, principalmente o Vale Luz Coelba.

## Introdução

O Projeto Nova Geladeira Venda, desenvolvido pela Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia - Coelba com recursos do Programa de Eficiência Energética, tem como objetivo substituir 1.500 refrigeradores (1.000 unidades de modelo simples e 500 unidades de modelo duplex) e 6.000 lâmpadas ineficientes de consumidores re-

sidenciais moradores de comunidades populares que se inscrevam no CadÚnico do Governo Federal ou que já estejam inscritos (possuem NIS).

Essa substituição de refrigeradores é realizada em diversas etapas, em parceria com lojas varejistas e a preços subsidiados. O cliente deposita o cupom de inscrição em uma Loja Parceira ou Agência Coelba e aguarda o contato da equipe do projeto, que irá agendar uma visita à casa do cliente. Em seguida, o cliente será orientado a procurar o atendimento da Prefeitura para se inscrever no CadÚnico do Governo Federal. Somente após essa inscrição o cliente está apto a ir à loja parceira e realizar a compra de um dos equipamentos predeterminados. A loja parceira é responsável pela entrega do novo refrigerador e pelo recolhimento do equipamento antigo, o qual a concessionária enviará para a reciclagem.

O projeto foi iniciado em julho de 2012, mas a primeira venda foi registrada em outubro de 2012. Os bônus sofreram alteração em função da grande procura por refrigeradores duplex, passando para 100 unidades de modelo simples e 1.400 unidades de modelo duplex. No fim de janeiro de 2013, os 1.400 bônus dos refrigeradores duplex já estavam esgotados. Como o projeto ainda não foi encerrado, a redução de economia de energia ainda não foi calculada, mas outros resultados já podem ser observados com a execução do projeto.



## Quadro resumo do projeto

<b>Título do projeto</b>	Projeto de Venda Subsidiada de Refrigeradores para Consumidores de Baixo Poder Aquisitivo
<b>Concessionária</b>	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA)
<b>Cliente</b>	Residenciais com Baixo Poder Aquisitivo
<b>Valor investido</b>	R\$ 1.750.000,00 (hum milhão e setecentos e cinquenta mil reais)
<b>Valor da contrapartida</b>	R\$ 200.000,00 (duzentos mil reais)
<b>Modalidade</b>	A realização do projeto foi com recursos da distribuidora com oferta de bem
<b>Tipo</b>	Residencial
<b>RCB</b>	0,558 (previsto)

### Objetivos

As principais motivações para criar o "Projeto Nova Geladeira - Venda" foram a redução do consumo das famílias atendidas, a adequação do valor da conta de energia à sua capacidade de pagamento e a inscrição de consumidores no CadÚnico do Governo Federal. Espera-se uma redução anual de energia de 1.451,07 MWh e a retirada de 325,75 kW de demanda na ponta. A relação custo-benefício prevista para o projeto foi de 0,558.

### Justificativas

A inserção da população com baixo poder aquisitivo como cliente de uma empresa concessionária de energia elétrica não pode ser considerada concluída tão somente com a construção de redes e ligação das unidades e a consequente emissão de faturas de energia, pois esses clientes, que sofrem os efeitos dos desequilíbrios sociais e econômicos mais intensamente, precisam ter uma política de comercialização diferenciada por parte das concessionárias. (MASCARENHAS, 2003).

As principais causas do consumo elevado são o uso inadequado de energia elétrica gerado pela falta de informação sobre o uso racional, o uso de instalações elétricas precárias, a utilização de refrigeradores em péssimo estado de conservação e as construções sem ventilação e iluminação natural. (MASCARENHAS, 2003).

Com base na Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE, o consumo sustentável de energia elétrica é aquele que corresponde a um valor de até 5% da renda familiar – mas essa realidade é praticamente inexistente nas camadas de renda até 3 (três) salários mínimos.

De acordo com a pesquisa realizada em 1999 pela Coelba, pelo Procel e pela Diagonal, em 3.700 domicílios de três comunidades populares da Cidade de Salvador, o consumo médio em comunidades populares varia de 96 a 139 kWh/mês; todavia, poderia ser reduzido para o intervalo de 81 a 121 kWh/mês, caso fossem adotados hábitos eficientes.

### Desenvolvimento do Projeto

O Projeto Nova Geladeira Venda é realizado, até o momento, na Coelba, concessionária de energia do estado da Bahia, e atende famílias moradoras de comunidades populares em Salvador, com o intuito de inscrever os clientes de baixo poder aquisitivo na Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) através da indução de que o cliente procure o atendimento da Prefeitura Municipal de Salvador para se inscrever no CadÚnico do Governo Federal.

Os principais desafios são relacionados à logística, incluindo desde a distribuição da equipe nas lojas varejistas parceiras, o recolhimento dos cupons de pré-inscrição nas urnas localizadas nas lojas e agências da Coelba, a triagem dos dados informados pelos clientes no cupom de pré-inscrição, o contato com o cliente via telefone para agendamento de visita domiciliar, a realização de visita domiciliar, o controle de venda nas lojas varejistas, o controle de entrega da geladeira antiga pela loja varejista até o processo de reciclagem do equipamento antigo.

O projeto está diretamente relacionado às três dimensões da sustentabilidade: i) ambiental - através da destinação adequada dos resíduos dos equipamentos antigos; ii) social - melhoria da qualidade de vida dos consumidores que podem refrigerar seus alimentos, adequação da conta à capacidade de pagamento, aumento do poder de compra e financiamento de projetos de geração de renda; iii) econômico - com a redução da inadimplência dos consumidores beneficiados, além da redução da demanda de energia no horário de ponta, postergando a necessidade de investimentos no sistema elétrico.

### Etapas de desenvolvimento

Os critérios para inscrição no Projeto Nova Geladeira Venda estão definidos no folder/ficha de inscrição:

- Ser titular de contrato de energia elétrica de

unidade consumidora residencial em comunidades populares (baixo poder aquisitivo) localizadas no município de Salvador;

- Possuir CPF coincidente com o constante na fatura de energia elétrica;
- Ter mais de 18 anos;
- Estar adimplente com a Coelba (podendo quitar os débitos para participar do projeto);
- Estar com fornecimento regular de energia;
- Apresentar média de consumo mensal dos 3 (três) maiores meses dos últimos 12 (doze) meses igual ou maior que 80 kWh/mês;
- Ter refrigerador antigo para entregar;
- Não estar participando de outro projeto de eficiência da Coelba;
- Depositar cupom de intenção de participação no projeto nas urnas localizadas nas lojas conveniadas e agências Coelba participantes;
- Procurar o órgão da Prefeitura responsável pelo Cadastro Único para programas sociais do Governo Federal e solicitar inscrição;
- Adquirir apenas os equipamentos predeterminados.

#### **A) Informação sobre o projeto nas Agências Coelba e Lojas Credenciadas, e inscrição através de urnas instaladas**

Nas lojas conveniadas e agências Coelba participantes foram disponibilizados banner de divulgação do projeto, folder/ficha de pré-inscrição e urna para depósito da ficha. Além disso, nas lojas conveniadas, os equipamentos do mostruário são sinalizados com um adesivo do projeto, indicando o valor a ser pago pelo cliente, e há atendentes do projeto que tiram dúvidas e orientam os clientes. Após o cliente se informar sobre o projeto e verificar que se enquadra nos critérios constantes na ficha de pré-inscrição, ele deverá preencher a ficha com seus dados e depositar o cupom na urna em uma das lojas e/ou agências.

#### **B) Triagem dos dados dos clientes**

As fichas são periodicamente recolhidas em todos os pontos de inscrição e levadas para o escritório. A equipe de back office irá verificar a validade dos dados informados pelos clientes, identificando aqueles que realmente atendem aos critérios do projeto ou não. Os clientes aptos a participarem do projeto são contatados por telefone para agendamento de visita domiciliar. Nessa etapa, porém, surge um grande entrave, pois muitos clientes informam números de telefones inválidos e/ou incorretos, que não atendem. Com isso, fica impossibilitado o contatos com muitos dos clientes inscritos.



#### **C) Visita domiciliar**

Durante a visita domiciliar, o supervisor do projeto valida o endereço do cliente (área de comunidade popular) e confere os seus dados. Feito isso, a geladeira em uso do cliente é selada com um adesivo inviolável, e, então, o cliente recebe um cartão de acompanhamento no projeto.

Esse cartão é o acesso do cliente à compra do refrigerador através do projeto. Durante a visita, o supervisor preencherá os dados do cliente no cartão, colocará a data e horário da realização da visita e irá carimbar e assinar o cartão no espaço da visita técnica.

#### **D) Inscrição no CadÚnico nos postos da prefeitura instalados nas Agências da Coelba**

Após a visita domiciliar, o cliente precisa se dirigir a um dos postos de atendimento da prefeitura, indicados pelo supervisor do Projeto Nova Geladeira Venda, para realizar a inscrição no CadÚnico. O cliente precisa atender aos critérios da inscrição no CadÚnico, e, ao efetivá-la, a atendente da prefeitura preencherá, carimbará e assinará o cartão de acompanhamento com os dados do atendimento CadÚnico.

#### **E) Aquisição do bônus para compra do equipamento nas lojas credenciadas**

Com o cartão de acompanhamento com carimbo nos dois espaços (visita técnica e atendimento CadÚnico), o cliente pode se dirigir às lojas parceiras e realizar a compra do equipamento. Chegando em uma das lojas conveniadas, o cliente deve procurar as atendentes do projeto e se informar sobre o procedimento da compra.

Nesse momento, o cliente assinará o contrato de participação no projeto e receberá o bônus no ato da compra do equipamento escolhido.

## F) Entrega do refrigerador novo e recolhimento da sucata

A entrega do refrigerador novo ao cliente é de responsabilidade da loja varejista parceira, assim como o recolhimento do refrigerador usado. As sucatas de refrigeradores recolhidas dos clientes são entregues à concessionária. O valor dos bônus só é repassado para a loja quando o quantitativo das vendas e a entrega das sucatas são conferidos.

### Resultados Alcançados

O Projeto de Nova Geladeira Venda Coelba foi iniciado em julho de 2012, com a disponibilidade de 1.500 bônus, sendo inicialmente

1.000 bônus para refrigerador de 1 (uma) porta e 500 bônus para refrigerador de 2 (duas) portas. No final de novembro de 2012, os bônus de refrigerador de 2 (duas) portas já estavam terminando e os bônus de refrigerador de 1 (uma) porta quase não tinham saído. Por conta disso, os bônus foram alterados: 100 bônus para refrigerador de 1 (uma) porta e 1.400 bônus para refrigerador de 2 (duas) portas.

Em 15 janeiro de 2013, já tinham sido recolhidas 3.959 fichas de inscrição. Hoje, esse quantitativo já ultrapassou as 4.000 fichas. No final de janeiro de 2013, os 1.400 bônus de refrigerador de 2 (duas) portas terminaram e uma 2ª edição do projeto foi iniciada com a inserção de novos bônus, conforme Tabela 1.

Tópicos	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13*	TOTAL
Fichas recolhidas	1.448	1.680	1.661	351	133	4.273
Clientes inaptos	98	172	164	234	31	699
Clientes visitados	154	896	772	772	261	2.866
Vendas efetuadas	78	449	531	418	191	1.667
Refrigerador 1 porta	3	9	9	8	3	32
Refrigerador 2 portas	75	440	522	410	188	1.635

Tabela 1. Quadro de Resultados Operacionais do Projeto Nova Geladeira Venda

Além disso, em torno de 50% dos clientes inscritos no projeto estavam sendo cadastrados na TSEE, conforme mostra a Tabela 2.

Tópicos	Qtde.	Percentual	Observação
Clientes inscritos no projeto venda	4.147	100%	100%
Clientes com NIS	2.527	61%	
Contratos com TSEE (B13)	2.263	90%	
Contrato sem TSEE (B11)	242	10%	Esses clientes estão sendo cadastrados quando efetuam a compra do refrigerador.
Contratos não identificados	22	1%	Esses clientes devem ter trocado titularidade e alterou o número da conta contrato.
Clientes sem NIS	1.620	39%	
Clientes com NIS enviados pela SETAD/PMS	272	17%	Esses clientes estão sendo cadastrados na TSEE.
Clientes ainda sem NIS	1.348	83%	Esses clientes se enquadram em duas situações: 1. Clientes com NIS ainda não enviado pela SETAD/PMS (prazo de 15 a 30 dias para recebimento do N° do NIS e posterior envio a Coelba) 2. Clientes que ainda não procuraram o atendimento da SETAD/PMS.

Tabela 2. Quadro de Resultados do Projeto Nova Geladeira Venda.

O Plano de M&V está sendo realizado considerando a metodologia de Retrofit Isolado, onde todos os parâmetros de influência do consumo são medidos. São feitas medições pré-retrofit. As medições pré-retrofit são realizadas por um período de 3 (três) dias consecutivos, em função do limitado tempo entre a aquisição do

equipamento na loja e o seu recebimento na residência, com registradores eletrônicos, com memória de massa e período de integralização de 15 (quinze) minutos. As medições pós-retrofit são similares.

Os resultados em relação à reciclagem de sucatas, arrecadação da venda de sucatas e redução de consumo de famílias beneficiadas pelo

projeto ainda estão sendo fechados, visto que o projeto é recente e encontra-se em andamento. O projeto está sendo fechado com a venda de 1.400 refrigeradores de 2 (duas) portas e 41 refrigeradores de 1 (uma) porta, com um investimento em torno de R\$1,45 milhão, e uma economia de energia esperada em torno de 1.000 MWh/ano, além da retirada na ponta de 250kW.

### Conclusões

O projeto apresentou uma grande aceitação junto aos clientes de baixo poder aquisitivo. Os bônus previstos para durar os 12 (doze) meses do projeto foram praticamente esgotados em 4 (quatro) meses de venda de equipamento. Essa rápida venda dos equipamentos gerou a inserção de uma 2ª edição do projeto para inclusão de novos bônus.

# Projeto Piloto de Eficiência Energética Light Recicla

Antonio Raad, Fernanda Mayrink e Vicente Guimarães (LIGHT SESA)

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados parciais obtidos no âmbito do projeto piloto de Eficiência Energética Light Recicla, desenvolvido em comunidades pacificadas do município do Rio de Janeiro. O projeto é focado em comunidades de baixa renda e consiste na troca de resíduos recicláveis por créditos na conta de energia. O projeto adota a premissa de que cada tonelada de lixo reciclado, ao retornar ao ciclo produtivo, possibilita uma economia de energia. Inicialmente, o projeto contempla 6 comunidades e beneficia diretamente 3.092 clientes, que trocam resíduos regularmente nos Ecopontos, com um bônus médio de R\$ 40,00. O valor investido desde o início do projeto até o momento (jan/2013) foi de aproximadamente R\$ 1,5 milhão, alcançando uma economia de 3.070,78 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta

de 554,14 kW, além da coleta de 4.329 litros de óleo e 871,43 toneladas de resíduos recicláveis (papel, metal, plástico e vidro).

### Introdução

Nos 31 municípios da área de concessão da Light existem mais de mil comunidades, com cerca de um milhão de moradores de baixo poder aquisitivo. Nos últimos anos houve mudanças importantes na realidade dessa parcela da população com as obras do PAC e, principalmente, com a instalação de Unidades de Polícia Pacificadora, que têm garantido a ocupação e pacificação dessas comunidades.

A pacificação tem significado o resgate da cidadania das pessoas que vivem nessas comunidades, com liberdade e acesso a direitos básicos. A pacificação implicou na normalização de muitos serviços, como o de água, telefonia, TV a



cabo e energia. Assim, os moradores passaram a ter novas responsabilidades, e, consequentemente, novas contas para pagar – a conta de luz, por exemplo. Geralmente a conta de energia estava inflacionada pela cultura do desperdício, uma vez que grande parte desses moradores viveu durante anos sem pagar pela energia consumida. As contas de energia com valores elevados geram um impacto considerável nos orçamentos domésticos das pessoas das comunidades pacificadas, e tal fator representava um cenário de risco para a Companhia, no que se refere à inadimplência e ao furto de energia.

Para reduzir esse risco, a Light começou a desenvolver, a partir de 2003, ações educativas sobre o uso eficiente da energia e a troca de equipamentos obsoletos por novos e mais eficientes, com Selo Procel, dentro do “Projeto Comunidade Eficiente”. Entretanto, vislumbrou-se a possibilidade de se fazer ainda mais, pois foi constatado que, mesmo após a pacificação, o problema da coleta e destinação do lixo persistia nessas comunidades, criando um ambiente de falta de higiene e propício à proliferação de doenças.

Assim, a Light iniciou, em 2011, o piloto do projeto de eficiência energética “LIGHT RECICLA”, inicialmente implantado na Comunidade Santa Marta e bairros vizinhos. O projeto teve sua primeira etapa concluída, e deverá ter a fase piloto totalmente concluída no 1ª semestre do corrente ano (2013). O projeto já investiu cerca de R\$ 1,5 milhão e alcançou uma economia de energia de 3.070,78 MWh/ano e reduziu 554,14 kW de demanda na ponta. Houve a coleta de 871,43 toneladas de resíduos recicláveis (papel, metal, plástico e vidro) e 4.329 litros de óleo. O número de participantes atingiu, em fevereiro de 2013, um quantitativo de 3.092 clientes que regularmente trocam resíduos por bônus na conta de energia. O quadro I resume as principais informações do projeto.

## Objetivos

O objetivo principal do projeto é adaptar e validar uma metodologia de troca de resíduos por bônus na conta de energia, aplicável à realidade dos consumidores da LIGHT, em sua área de concessão, considerando: processos educativos, software de controle, acompanhamento, desenvolvimento de parcerias e logística de coleta de descarte de resíduos. O objetivo secundário é organizar um programa de coleta seletiva de resíduos sólidos com valor de mercado e, assim, gerar renda para facilitar o pagamento das contas de energia da população, principalmente de baixa renda (mas não exclusivamente).

A abordagem social do projeto visa contribuir para uma mudança cultural e de atitudes no modo de vida da população, favorecendo o uso racional dos recursos, colaborando com práticas de cidadania e sustentabilidade. Também promove a integração “morro-asfalto”, uma vez que os bônus dos resíduos coletados em bairros vizinhos, de maior poder aquisitivo, podem ser doados às instituições sociais ou para outras pessoas cadastradas.

O projeto está sustentado em uma solução inovadora de eficiência energética. A premissa adotada é que cada tonelada de lixo reciclado, ao retornar ao ciclo produtivo, possibilita uma considerável economia de energia. Este trabalho apresenta o desenvolvimento e os resultados parciais deste projeto. Os principais resultados do projeto piloto estão baseados em dados recolhidos pelo sistema informatizado de controle e em uma pesquisa de opinião realizada em março de 2012. Nas 6 (seis) comunidades beneficiadas, foram recolhidos aproximadamente 871 toneladas de resíduos, gerando uma economia de energia elétrica anual de 3.071 MWh.

## Justificativa

Entre as justificativas do projeto estão: i) a redução das perdas e da inadimplência nas comunidades pacificadas, em função do aumento

### Quadro resumo do projeto

<b>Título do projeto</b>	Projeto Piloto de Eficiência Energética Light Recicla
<b>Empresa</b>	Light SESA
<b>ESCO</b>	3E Engenharia em Eficiência Energética Ltda.
<b>Cliente</b>	Moradores de Comunidades de baixa renda do município do Rio de Janeiro
<b>Valor investido</b>	R\$ 1,5 milhão (até jan/2013)
<b>Modalidade</b>	Recursos não reembolsáveis
<b>Tipo</b>	Piloto (Residencial/Baixa renda)
<b>RCB</b>	Prevista: 0,97 / Realizada: 0,90 (projetada)

Resíduo	Energia elétrica economizada por tonelada de produto (MWh/ton)*	Total Resíduos (ton)	Energia Economizada (MWh)	Fator de carga médio na ponta por classe de resíduos	Demanda na Ponta (KW)
Metal	5,30	50,88	269,66	0,37	45,58
Vidro	0,64	98,88	63,28	0,49	8,18
Papel	3,51	589,56	2.069,36	0,35	374,53
Plástico	5,06	132,11	668,48	0,34	125,85
Óleo (litros)	0,00	4329	-	0,00	-
<b>Total/Média</b>	<b>3,63</b>	<b>871,43</b>	<b>3.070,78</b>	<b>0,39</b>	<b>554,14</b>

Tabela 1- Síntese dos Resultados Energéticos do Projeto

da capacidade de pagamento dos clientes com os créditos na conta de luz obtidos pelos participantes; ii) a disseminação de conceitos sustentáveis de consumo racional de energia e de reciclagem de resíduos sólidos; iii) colaboração para a retirada dos resíduos das ruas e vielas das comunidades o que contribui para a saúde e bem estar dos moradores. Um dos objetivos específicos do Light Recicla é gerar visibilidade para que o projeto ganhe escala, possibilite a formação de novas parcerias e seja estendido para outras comunidades.

Assim os benefícios esperados do projeto são: gerar renda em áreas de baixa renda; diminuir o impacto ambiental provocado pelos resíduos sólidos; contribuir com a minimização da inadimplência e furtos de energia; elevar o índice de reciclagem dos resíduos sólidos; diminuir as doenças causadas pela poluição gerada pelo descarte inadequado do lixo; proporcionar uma mudança cultural na população em relação ao uso da energia e à destinação de resíduos sólidos; contribuir para o desenvolvimento e sustentação das UPP's.

### Resultados Alcançados

A implantação do projeto demandou o fortalecimento da relação com as entidades representativas das comunidades, para dar suporte ao relacionamento com a população. O trabalho de sensibilização dos moradores buscou esclarecer os benefícios em separar o material reciclável, reconhecer quais resíduos têm valor de mercado e organizar a troca por bônus na conta de energia.

No projeto Light Recicla clientes se cadastram nos postos de atendimento e recebem um cartão personalizado. A partir de então, o cliente pode separar seus resíduos sólidos descartáveis (papel, papelão, metal, vidro, plástico e óleo vegetal) e levá-los a um posto de coleta. No posto os resíduos são pesados e é calculado o valor do bônus, que é inserido no seu cartão. Cada resíduo dá direito a um valor de bônus, com base

no seu valor no mercado de reciclagem. Em fevereiro 2013, por exemplo, os valores dos bônus eram: 1kg de plástico PET = R\$ 1,00 de bônus; 1kg de latinha = bônus de R\$ 1,70; e 1 litro de óleo usado de cozinha = bônus de R\$ 0,45.

O cliente pode dar três destinações aos bônus gerados: i) pode ser registrado no cartão pessoal, gerando os créditos na sua conta de energia; ii) pode ser doado, como crédito para a conta de luz de alguma instituição social filantrópica cadastrada no projeto; ou, iii) pode ser doado para outro consumidor cadastrado no sistema. Os resíduos são destinados à indústria de reciclagem e o valor arrecadado é repassado aos consumidores que entregaram seus resíduos, ou às instituições que receberam doações.

### A Reciclagem de Resíduos e a Economia da Energia

O projeto Light Recicla tem como base um moderno conceito em projetos de eficiência energética: a reciclagem é um processo que poupa energia elétrica. Em suma, produzir um bem a partir de produtos reciclados é energeticamente mais eficiente do que produzir o mesmo bem em cadeias produtivas tradicionais com matérias primas primárias. Os dados apresentados na Tabela 1 consolidam os resultados energéticos do projeto até a presente data, e tem como base a pesquisa do Dr. Sabetai Calderoni (1997), apresentada no seu livro "Os Bilhões Perdidos no Lixo", que apresenta, para cada tipo de resíduo, a economia de energia possibilitada pelo processo de reciclagem. Por exemplo: produzir uma tonelada de metal a partir de materiais reciclados possibilita uma economia de 5,3 MWh em relação à produção da mesma quantidade de metal com processos convencionais.

Para estimar a economia de energia elétrica resultante do projeto Light Recicla foi utilizada como base a pesquisa de Produção de Re-

síduos e Lixo Urbano, para o município do Rio de Janeiro, publicada pela Companhia Municipal de Limpeza Urbana – COMLURB. Também foi realizada uma pesquisa de hábito e geração de resíduos recicláveis realizada em uma amostra de residências da Comunidade Santa Marta, Humaitá e Botafogo. Com base nesses dados adotou-se, como referência, o valor 15 kg/hab/mês para a simulação dos resultados energéticos. A energia elétrica economizada foi estimada considerando-se, dentre os clientes para as duas áreas, um mínimo de 27.500 unidades cadastradas no Light Recicla com 27,5% de aderência ao projeto, ou seja, 7.500 clientes participando efetivamente do projeto. Assim, a expectativa de coleta até o final do 1º semestre de 2013 era de 1.387 toneladas de resíduos nos 21 meses de operação da fase piloto. Tal montante geraria uma economia de energia anual de 5.102 MWh e redução de demanda na

ponta estimada em 1.088 kW.

#### 4.2 A Reciclagem de Resíduos e Redução de Demanda na Ponta.

O cálculo da Demanda Retirada na Ponta traz uma abordagem nova, introduzida por parte da LIGHT, para a avaliação dos resultados do Light Recicla como vetor de eficiência energética. O cálculo utiliza a fórmula básica de Fator de Carga, ou seja, Demanda Média dividida pela Demanda Máxima multiplicada pelo tempo de permanência na ponta. Para cada uma das variáveis foram adotados parâmetros conservadores que, durante o projeto, estão sendo acompanhados e ajustados quando necessário.

A premissa utilizada no processo de cálculo tem como base os consumidores que seguem a tarifação horo-sazonal, na qual o cálculo do fator de carga é definido de acordo com o horário de ponta, sendo:

$$F_{c \text{ ponta}} = \frac{\text{consumo}_{\text{mensal ponta}} \text{ KWh}}{\text{demanda}_{\text{ponta}} \text{ KW} \times \text{horas}_{\text{ponta}}}$$

- Tempo de Permanência na Ponta (h<sub>ponta</sub>): pela legislação, estipulam-se 3 horas como sendo o período efetivo. É de conhecimento geral que as empresas do Grupo A trabalham em turnos diretos, e que a redução ou parada de processos é muito mais onerosa do que o custo da energia na ponta (pela legislação ter-se-á 3h x 22dias/mês x 12 meses, num total de 792 horas/ ano).

- Fator de Carga (FC<sub>ponta</sub>): para definição do Fator de Carga, foi feito levantamento na base de dados da LIGHT do Fator de Carga dos Clientes Grupo A - Grandes Clientes, que produzem Metal, Vidro, Papel e Plástico, tendo sido possível definir um Fator de Carga Médio por setor produtivo. Dessa forma, pode-se acreditar que a energia consumida por setor terá o seu peso relativo garantido no cômputo geral da economia produzida pelo projeto.

A energia economizada apresentada é anualizada, utilizando-se no cálculo somente a parcela que deveria ser consumida na ponta e foi economi-

zada. Tem-se, assim, 8.760 horas/ano de consumo, das quais 792h horas estariam na ponta.

O Fator de Redução a ser aplicado é de aproximadamente 9% sobre o valor da energia economizada (9% = 792/8760). Considerando que algumas empresas podem ter executado ações de redução de demanda na ponta, foi definido, de forma conservadora, o fator de 1/20 para o cálculo da Energia Economizada na Ponta; ou seja, será utilizado somente 5% da energia economizada, conforme metodologia do Prof. Dr. Sabetai Calderoni.

- Demanda Reduzida na Ponta (kW): o valor de demanda reduzida na ponta (kW), por classe de resíduo, foi baseado no cálculo da Energia Economizada versus o Fator de Demanda Médio na Ponta para cada tipo de classe de cadeia produtiva, tendo-se como base os clientes da Light e o fator médio nos últimos 12 meses.

A equação que define o cálculo da redução de demanda na ponta é apresentada a seguir:

$$RDP \text{ (kW)} = (EE(MWh) * 1000 * 5\%) / (FC \text{ médio} * 792h) \text{ para 12 meses}$$

#### Resultados do Light Recicla

O Projeto Light Recicla vem sendo executado desde agosto de 2011, tendo seu início na Comunidade Santa Marta e no seu entorno. O projeto conta com 8 (oito) pontos de coleta

que beneficiam 6 (seis) comunidades. Até o final de janeiro de 2013, o Projeto Light Recicla tinha 3.585 clientes cadastrados e 2.972 clientes ativos (que são aqueles clientes que já realizaram a troca de resíduos por bônus), correspondendo

a uma taxa de adesão próxima a 83%. O projeto já distribuiu bônus no valor de R\$ 121.833,46 mil reais.

Com tais resultados, o projeto possibilitou uma economia de 3.071 MWh/ano e uma redução de demanda na ponta de 607 kW, além de 871 toneladas de resíduos coletados e 4.329 litros de óleo. Afora a economia de energia, deve-se salientar os benefícios indiretos ao meio ambiente, como a redução de emissões de carbono e a redução dos impactos ambientais e de saúde, difíceis de serem mensurados neste breve ensaio.

Buscando medir o retorno do projeto junto à população de comunidades beneficiadas, em março de 2012 foi realizada uma pesquisa de opinião com moradores. Os resultados da pesquisa ratificam o sucesso do projeto e do seu processo de mobilização e sensibilização: 80% das pessoas qualificam o projeto como bom ou excelente.

Os entrevistados citaram como principais benefícios do projeto: a limpeza das ruas (27%), a importância do projeto para a questão ambiental (25%) e desconto na conta da luz (23%). Foram ainda referidos como benefícios do projeto a reciclagem dos resíduos e a importância de dar uma destinação útil aos mesmos (ambos com 12%). Esses resultados mostram que os principais objetivos do projeto, destacados no item anterior, não só estão sendo alcançados, mas reconhecidos pelo público alvo do projeto.

## Conclusão

O Light Recicla é uma proposta que vai ao encontro da ideia de sustentabilidade do processo de pacificação, principalmente por seus atributos sociais, econômicos e ambientais. Os resultados apresentados mostram que o projeto tem sido bem sucedido nos seus principais objetivos e é bastante eficaz nos aspectos de sustentabilidade, responsabilidade social e eficiência energética.

Reduzir a conta de luz de pessoas e instituições sociais, gerando renda a partir da reciclagem dos resíduos que antes eram jogados fora, foi um dos objetivos conquistados e reconhecidos pelos clientes. Ainda mais importante do que ajudar a pagar as contas, o projeto está contribuindo para o resgate da cidadania e promovendo uma mudança no comportamento das pessoas. Como exposto, os clientes entrevistados avaliaram a limpeza das ruas e a redução do impacto desses resíduos no meio ambiente como os mais importantes benefícios do projeto.

A pesquisa de opinião realizada mostrou que o Light Recicla foi amplamente aprovado por seu público alvo, com quase 80% de avaliações positivas, abrindo caminho para uma série de novas parcerias com outras empresas e com o poder público. O Light Recicla é uma proposta com metodologia e resultados comprovados, que pode atuar sinergicamente com outras ações do poder público e da iniciativa privada para promover uma real transformação no Rio de Janeiro, com cidadania, inclusão e resultados sustentáveis.



# Contenção de perdas em sistemas de distribuição de água

Cristian Sippel, Diogo Angelo Stradioto e Cássio C. Miszewski (RGE)

## Resumo

Este documento apresenta os resultados do projeto "Eficientização no Setor de Serviços Públicos", realizado junto ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Caxias do Sul, através do Programa de Eficiência Energética da Rio Grande Energia (RGE). Este projeto teve como objetivo a redução de perdas no sistema de distribuição de água tratada da região, cujo índice de perdas é um dos maiores do Brasil. Foi realizada uma busca por vazamentos visíveis

e por vazamentos subterrâneos, através de técnicas de geofonização, em 350 quilômetros da rede de distribuição. O conserto desses vazamentos resultou em uma redução de 913.138,55 m<sup>3</sup>/ano de água e 1.521,36 MWh/ano de energia elétrica para bombeamento. Para perpetuar a conscientização do SAMAE para a importância do gerenciamento das perdas, fez parte do projeto um sistema de medição e controle em 40 pontos da rede de distribuição interligados com o centro de supervisão e operação de água.

## Quadro resumo do projeto

<b>Título do projeto</b>	Eficientização no Setor de Serviços Públicos - SAMAE
<b>Empresa</b>	Rio Grande Energia S.A. (RGE)
<b>ESCO</b>	APS Soluções em Energia S/A
<b>Cliente</b>	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - Caxias
<b>Valor investido</b>	R\$ 1.328.789,73
<b>Modalidade</b>	Programa de Eficiência Energética
<b>Tipo</b>	Serviço Público
<b>RCB</b>	Previsto: 0,29 Realizado: 0,22

## Introdução

As perdas nas redes de distribuição de água tratada sempre foram um dos maiores desafios para as empresas de saneamento, pois em muitas delas o volume de perdas ultrapassa o valor realmente consumido. O projeto realizado visou à redução de boa parte dessas perdas na região de Caxias do Sul, que está entre os líderes em perdas de água dos municípios brasileiros, com 61,3% de desperdício da água captada, segundo a Revista Saneamento Ambiental (2009). O desenvolvimento do trabalho foi dividido em 4 etapas:

• **Estudo de Setorização:** procedimento inicial para controlar o sistema, possibilitando um trabalho específico em cada área por meio de manobras e intervenções, sem atuar em toda a rede. Assim, foi possível selecionar a região de

abastecimento a ser pesquisada, resultando na escolha das regiões onde as pressões do sistema de distribuição eram mais elevadas e com registro histórico de consertos corretivos frequentes.

• **Pesquisa de Vazamentos:** após a setorização do sistema, iniciou-se a busca por vazamentos visíveis e não visíveis, mediante utilização de equipamentos especiais (geofones eletrônicos, mecânicos, hastes de escuta, correlacionadores de ruído) para a detecção, contemplando 350 km de tubulações. As perdas são classificadas em dois tipos: perdas reais (perdas físicas como vazamentos e transbordamento dos reservatórios) e perdas aparentes (perdas comerciais como erros de medição e fraudes). A ação de contenção de perdas focou apenas nas perdas reais, caracterizadas pelos vazamentos

visíveis e não visíveis nas tubulações.

• **Conserto de Vazamentos:** consistiu na identificação e no rápido atendimento para o conserto de vazamentos em tubulações, instalações e equipamentos danificados, que foi realizado pela equipe do SAMAE que já possuía mão-de-obra qualificada e empresa contratada para essa atividade. Assim, só aconteceram escavações onde realmente eram necessárias, causando o mínimo de transtorno possível para a população. As atividades de setorização, localização de vazamentos e conserto dos mesmos iniciaram em 21/06/2010 e foram concluídas em 09/01/2012.

• **Monitoramento:** para a prevenção de per-

das de água no sistema de bombeamento, foi implantado um sistema de monitoramento de grandezas elétricas e hidráulicas em pontos estratégicos do sistema de distribuição de água através de um Centro de Controle de Operações (Figura 1). A automação e supervisão dos principais sistemas de bombeamento do SAMAE visam à redução da pressão de distribuição, que é uma das principais causas de vazamentos e rupturas nas tubulações. O sistema de monitoramento também possibilitou a criação de indicadores e alarmes, sempre que a vazão mínima noturna (VMN) ultrapassar 40% da vazão máxima diurna (VMD), podendo acionar as equipes de pesquisa das perdas para deslocar-se para a região.

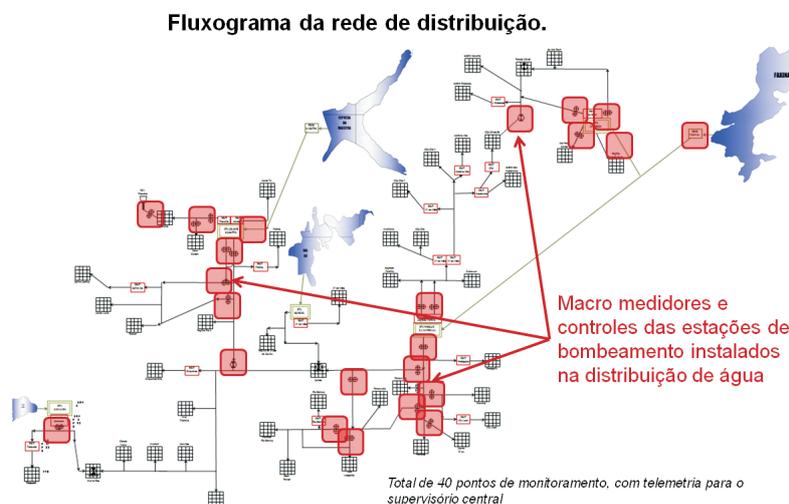


Figura 1. Fluxograma da rede de distribuição

## Objetivos

O projeto teve como objetivo a criação de um sistema de contenção de perdas de água tratada no município de Caxias do Sul. O programa prevê o monitoramento das regiões mais críticas da rede e o conserto de vazamentos, visando à redução do desperdício de água tratada, à redução dos níveis de pressão nas tubulações e à redução de energia elétrica utilizada pelas bombas de recalque.

## Justificativas

A última pesquisa divulgada pela Revista Saneamento Ambiental, referente ao ano base de 2009, apontou Caxias do Sul como uma das líderes em perdas de água entre os municípios brasileiros, com 61,3% de desperdício de água captada, e que, supostamente, não é aproveitada. Enquanto que São Paulo apresentou 32%, Florianópolis apresentou 17% e Curitiba 21%.

O alto índice de perdas não causa apenas desperdício de insumos para a realização do tra-

tamento da água bruta, mas também exige uma grande infraestrutura para abastecer a população e os vazamentos existentes, que causam uma "carga virtual" que não é utilizada e nem tarifada.

O monitoramento de pressões, vazões e o conserto de vazamentos trazem grandes benefícios para a população e para o município, pois altos índices de perdas não são mais toleráveis em uma época onde a sustentabilidade é essencial tanto no setor público quanto no privado.

## Resultados Alcançados

A perda da água desde a produção (quando retirada das fontes) até o consumo é calculada pela diferença entre a macro-medição (água disponibilizada) e a micro-medição (água consumida). Para quantificar os resultados dos consertos realizados, foram monitorados, através de um macro-medidor, 70 km de tubulações pertencentes ao bairro Conde D'eu, correspondente a 20% da área geofonizada. Houve monitora-

mento das vazões antes e depois das ações de contenção, para que fosse possível comparar os resultados dessa etapa, e foram encontrados 97 vazamentos visíveis e 46 vazamentos não-visíveis nesse trecho. Com o conserto dos vazamentos, o volume de água disponibilizado diminuiu,

reduzindo assim o percentual de perdas. Os resultados das medições são exibidos na Figura 2.

No projeto também foi contemplada a capacitação de duas equipes do SAMAE, possibilitando a criação de um setor responsável pela detecção e contenção das perdas de água.

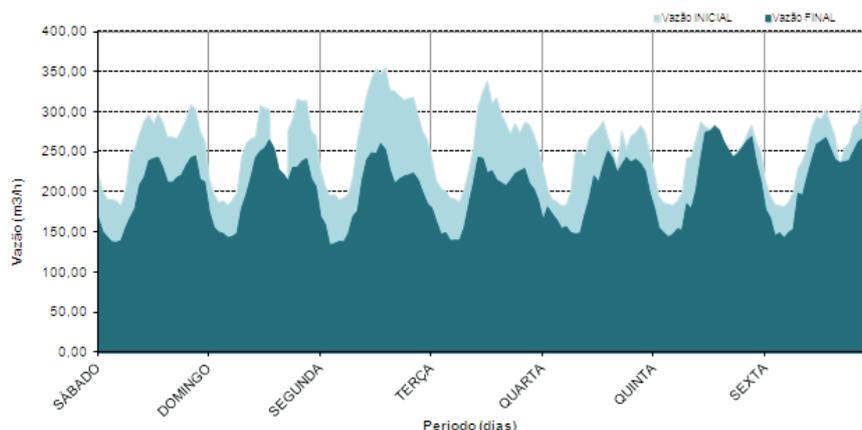


Figura 2 - Vazão macromedida antes e depois da performance no bairro Conde Deu.

Com base nos dados do gráfico anterior, houve uma redução de 17,69% do volume de água disponibilizado para esse trecho e uma redução de 23,78% da VMN. Com os valores de volume de água recuperado após a performance, foi possível fazer uma projeção mensal e anual do volume de água tratada que era perdida na

região do Conde D'eu. Com o volume recuperado, multiplicado pelo custo do metro cúbico de R\$ 3,58, chegou-se a incríveis R\$ 1.370.886,42 anuais de economia, somente nos 70 km quantificados, do total de 350 km verificados. O quadro seguinte resume os cálculos realizados para quantificar os benefícios das ações realizadas.

Estimativa do volume recuperado			
	Volume Diário	Projeção Mensal	Projeção Anual
Volume disponibilizado antes da performance	6.012,09	180.362,55	2.164.350,60
Volume disponibilizado após a performance	4.948,39	148.451,79	1.781.421,43
Volume Recuperado	1.063,70	31.910,76	382.929,17
Redução do Volume em percentual	17,69%		
Valor Recuperado (3,58 R\$/litro)	R\$ 3.808,05	R\$ 114.240,52	R\$ 1.370.886,43

Tabela 1 - cálculo das economias alcançadas com o conserto dos vazamentos na Conde D'eu.

Somando a procura por vazamentos nos 70 km do bairro Conde D'eu com os 230 km restantes de outras áreas, foram localizados 221 vazamentos visíveis e 120 vazamentos não-visíveis. Com o conserto desses vazamentos, foi possível evitar um volume de água desperdiçado de 913.138,55 m<sup>3</sup> por ano, resultando em um gasto evitado de R\$ 3.269.036,62 relativo à produção de água que seria desperdiçada. Em termos de energia elétrica, houve a possibilidade do desligamento de um grupo moto bomba de 2000 CV

da Estação de Bombeamento de Água Bruta Faxinal por 456 horas em função da redução de demanda obtida. O resultado desse desligamento é a economia de energia de 1.521,36 MWh ao ano, e uma demanda evitada em horário de ponta de 304,38 kW.

### Conclusões

Grande parte do esforço das bombas que abastecem as tubulações de Caxias do Sul ocorre para suprir a alta quantidade de perdas devido a grande quantidade de vazamentos. Com a

contenção de vazamentos, o monitoramento e controle do sistema, foi possível desligar uma das três bombas que operam em horário de ponta na Estação de Bombeamento de Água Bruta Faxinal. O desligamento dessas bombas (de 2.000 CV cada), em horários de ponta, nos quais a energia é mais cara, resulta em grande economia de energia elétrica e de água.

A contenção de vazamentos é de fundamental importância para o bom desempenho e efetividade do sistema de bombeamento de água de uma região. A existência desses vazamentos acaba criando uma "carga virtual" de consumo que é atendida pelo sistema, mas não é tarifada, gerando enormes prejuízos para as empresas de saneamento. O

processo de geofonização é trabalhoso, mas necessário para esse tipo de situação, a fim de corrigir erros de infraestrutura e controle de pressão que causaram esses vazamentos. Além disso, o monitoramento que está sendo realizado nos diversos pontos da rede de distribuição de água do SAMAE é fundamental para que os vazamentos não ocorram novamente, e que todo o trabalho realizado não seja perdido. Além do sistema de monitoramento on line, foram capacitadas duas equipes do SAMAE para continuidade do trabalho. A geofonização foi realizada em 350 km dos 1.400 km totais de tubulações, e, com os bons resultados apresentados, está sendo estendida para mais trechos da cidade.

## Eficiência Energética em Indústria – Case 3M Ribeirão Preto

Gabriela Ferreira da Silva (CPFL Paulista)

### Resumo

O foco do projeto foi a redução de consumo de energia e de demanda no horário de ponta na unidade fabril da 3M do Brasil, localizada no município de Ribeirão Preto/SP, através do Programa de Eficiência Energética (PEE) da CPFL – PAULISTA. Foram priorizados os sistemas de ar condicionado do recinto fabril, substituindo-se os antigos equipamentos de produção de água fria com base em compressores a pistão por novos equipamentos (Chiller Turbocor Tosi) com

condensação a ar; instalação de Recuperador de Calor Entálpico em setor que, pelo processo desenvolvido, necessita de eliminação de ar interno frequente e temperatura de no máximo 22°C. Também foram contemplados sistemas de iluminação, exaustão, bombeamento para refrigeração e automação da caldeira. Os resultados atingidos são de aproximadamente 280kW de demanda retirada na ponta e 1.560MWh/ano de economia de energia, sendo que as duas primeiras ações apresentadas acima são responsáveis por 45% do resultado obtido.

### Introdução

O projeto foi realizado dentro do PEE, e seguiu rigorosamente as diretrizes e orientações do Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética da ANEEL. Na Tabela 1, temos um resumo do projeto, apresentando o RCB e o valor investido.



Quadro resumo do projeto	
Título do projeto	Eficientização na Indústria
Empresa	Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista)
ESCO	GCE do Brasil
Cliente	3M - Ribeirão Preto
Valor investido	R\$ 1.870.704,60
Valor da contrapartida (se houver)	Não há
Modalidade	Contrato de Performance celebrado com o cliente.
Tipo	Industrial
RCB	0,766

Através de levantamento técnico em campo e informações dadas pelo cliente, foram identificados os sistemas que seriam beneficiados pelo projeto de EE e posteriormente as soluções tecnológicas mais eficientes e viáveis, com as seguintes características:

- Sistemas de ar condicionado - Modernização do sistema de ar condicionado através de substituição do sistema antigo constituído por torres de resfriamento a pistão por Chiller Turbo-corr. Instalação do recuperador de calor entálpico.
- Refrigeração de equipamentos – Otimização do desempenho do sistema de bombas de água para refrigeração através de substituição de equipamentos e melhorias no desempenho dos sistemas existentes.

zação do desempenho do sistema de bombas de água para refrigeração através de substituição de equipamentos e melhorias no desempenho dos sistemas existentes.

- Equipamentos da casa de caldeiras - Substituição da bomba de alimentação da caldeira e automação do ventilador de fornecimento de ar para queimação.
- Sistemas de iluminação - Modernização do sistema de iluminação.
- Sistemas de Exaustão - Instalação de exaustores eólicos em prédio do recinto fabril.

Melhorias	Redução de energia (MWh)	Redução de demanda (kW)
Sistema Chiller 180TR	585,97	90,37
Recuperador de Calor	142,97	31,14
Sistema Chiller 20TR	48,29	8,14
Sistemas de refrigeração de equipamentos	101,53	11,79
Equipamentos da casa de caldeiras	184,28	24,16
Iluminação	457,34	87,50
Exaustores Eólicos	42,60	27,30
	<b>1.562,98</b>	<b>280,40</b>

Tabela 1 - Resumo Resultados Obtidos

Todas as informações para construção das economias geradas pelo projeto foram obtidas através de medições anteriores e posteriores ao retrofit, de acordo com o Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance (PIMVP), tipologias A e B. O período de execução do projeto, desde sua elaboração até a medição final, foi de 2 anos.

## Objetivos

Redução de consumo de energia e de demanda no horário de ponta por meio de implementação de projeto de eficiência energética. Foram considerados, no estudo de viabilidade e elaboração do Diagnóstico Energético, sistemas de ar condicionado, refrigeração de equipamentos, equipamentos da casa de caldeiras, iluminação e exaustão. O resumo das previsões consideradas para o projeto consta da Tabela 2.

Situação	EE [MWh/ano]	RDP [kW]	RCB
Previsto	2.273,59	272,10	0,629
Realizado	1.562,98	280,40	0,766

Tabela 2 - Resumo da economia e RCB previstas

### Justificativas

O trabalho foi baseado na crescente necessidade da indústria de estar sempre à frente em tecnologia e desempenho nos seus processos, para que possa produzir da forma mais segura, limpa e eficiente possível. A escolha dos sistemas abrangidos neste projeto decorreu da sua importância na contribuição da formação dos custos que a indústria possui com energia elétrica, além de serem pontos onde a modernização dos sistemas se fazia necessária.

### Resultados Alcançados

#### • Sistemas de Ar Condicionado

**Chiller 180TR:** Este sistema de ar condicionado está destinado à climatização. Foram substituídos os antigos equipamentos de produção de água fria, que funcionavam com base em compressores a pistão (obsoletos), por equipamentos modernos (o Chiller Turbocor Tosi), que possui condensação a ar e capacidade de refrigeração de 160 TR, sendo formado por duas unidades de 80 TR cada.

Com a instalação do novo equipamento, foi possível a desativação e retirada de duas torres de resfriamento e de todo o sistema de refrigeração à água da parte da condensação, uma vez que agora ela é feita a ar, eliminando-se tam-

bém as bombas de circulação de água e os ventiladores das torres. Não se utiliza mais água para o processo de condensação, e houve um ganho espacial para a indústria, sendo que toda uma sala de equipamentos foi desocupada.

O desempenho ideal é obtido através do controle de velocidade variável contínuo. Os compressores são ligados e desligados individualmente, de forma a atingir o melhor Coeficiente de Performance (COP). Uma ampla capacidade de modulação permite que pequenas cargas térmicas sejam atendidas, o que reduz o número de partidas do motor. O motor de compressão possui mancais magnéticos (figura 1), ou seja, não são mais necessários componentes para circulação, resfriamento e filtragem do óleo, e não há desgaste no mancal magnético, pois não há contato entre as peças móveis, o que faz com que o grau de eficiência permaneça otimizado e os custos de manutenção e serviço sejam reduzidos.

Também foram alvos do projeto os equipamentos auxiliares desse sistema, em especial as bombas de circulação de água gelada: foram instalados em substituições 3 novos conjuntos motobomba, cada um deles equipado com motor de potência de 10 CV, que entram em operação conforme a demanda.

Situação	Consumo (MWH/ano)	Demanda (kW)
Sistema Antigo	1.175,58	178,33
Sistema Atual	589,62	87,96
<b>Redução</b>	<b>585,97</b>	<b>90,37</b>

Tabela 3 – Informações da Ação – Chiller Turbocor

**Recuperador de Calor Entálpico:** em determinado setor fabril, é necessário que se mantenha uma temperatura de até 220C. Além disso, existem elementos tóxicos que são dispersos no ar através do processo tecnológico desenvolvido no local, o que faz com que frequentemente seja necessário eliminar o ar do interior do recinto (resfriado e com impurezas). Nesse ponto do sistema é que foi instalado um recuperador de calor entálpico.

Tal equipamento permite a recuperação da energia do ar frio que estava sendo rejeitado (figura 1), e, dessa forma, o ar lançado para o sistema de ar condicionado local é previamente resfriado, podendo-se diminuir a carga desses equipamentos. A troca de energia se dá por convecção através de placas especialmente desenvolvidas, sendo que não há contato do ar de saída (com impurezas) e o ar de entrada.

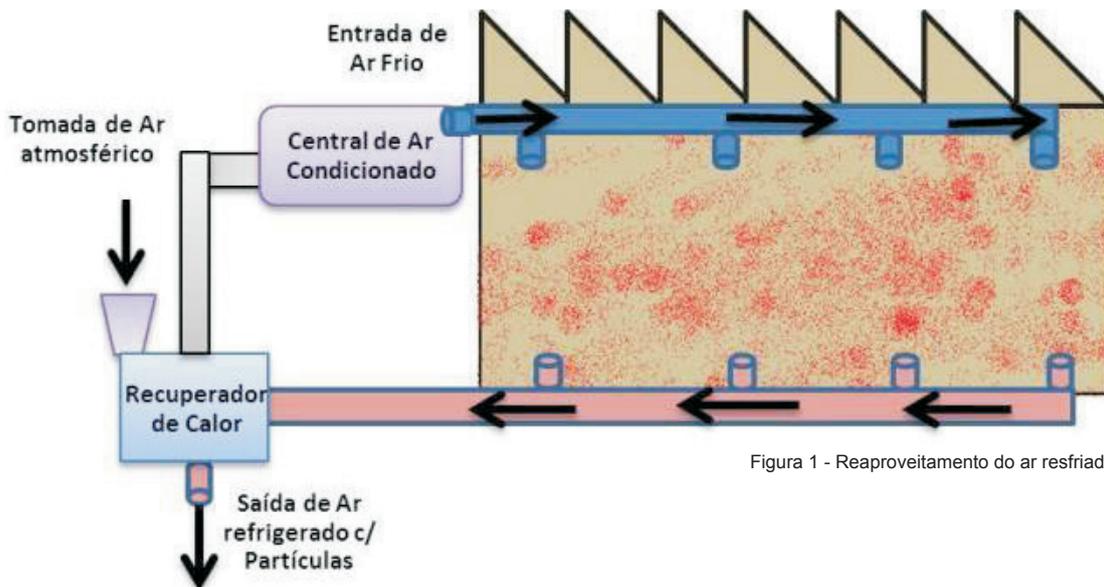


Figura 1 - Reaproveitamento do ar resfriado.

Situação	Consumo (MWH/ano)	Demanda (kW)
Sistema Antigo	353,25	66,28
Sistema Atual	210,28	35,14
<b>Redução</b>	<b>142,97</b>	<b>31,14</b>

Tabela 4 - Informações da Ação - Recuperador Entálpico

#### • Outros Sistemas

**Chiller 20TR:** substituição de um Chiller antigo, de 20TR, por um Tosi modelo Digital Scroll, com a mesma capacidade. Através de automação foi possível alterar o regime de operação do sistema auxiliar de fornecimento de água fria. O tempo total de funcionamento do sistema diminuiu, ainda que inalterado o regime de trabalho e o processo fabril desenvolvido no local.

**Refrigeração de equipamentos:** através de substituição de bombas e automação do sistema, foi possível controlar o funcionamento dos equipamentos.

**Casa de caldeiras:** uma das bombas de alimentação de água foi substituída por uma bomba de alta pressão, melhor. O fornecimento de ar dos queimadores das caldeiras é realizado por

ventiladores com potência de 20CV, e o controle da quantidade de ar fornecida para os queimadores era realizado através de comporta na entrada de ar, com o ventilador trabalhando com carga total. Foi instalado, depois da caldeira, um analisador de gás fixo que proporcionará o controle da correlação (combustível – ar) e a regulação do funcionamento do ventilador com um inversor de frequência, através do coeficiente de excesso de ar nos gases de exaustão.

**Sistemas de iluminação:** foi realizada a modernização de 1.350 pontos do sistema de iluminação da planta, tanto de ambientes internos quanto externos.

**Sistemas de ventilação:** ventiladores axiais (de 1,5kW cada) foram substituídos por exaustores eólicos.

Situação	Consumo (MWH/ano)	Demanda (kW)
Sistema Antigo	1.354,67	256,27
Sistema Atual	520,63	97,38
<b>Redução</b>	<b>834,04</b>	<b>158,89</b>

Tabela 5 - Informações da Ação – Outros Sistemas

## Conclusões

Os projetos de Eficiência Energética no setor industrial estão em uma demanda crescente junto à CPFL, uma vez que são cada vez mais essenciais e importantes, tanto para o próprio setor como para a concessionária, que vê nestes clientes possibilidades de expansão e melhorias para o PEE, pois a indústria representa 44,2% do consumo de energia elétrica no Brasil, segundo dados do Balanço Energético Nacional 2011, ano base 2010.

Através de projetos como este, é possível obter um consumo muito mais eficiente de energia elétrica, e também um melhor conhecimento sobre a influência desse insumo para os setores da indústria.

Além dos resultados obtidos em energia elétrica, também há resultados periféricos alcançados pelo projeto, como a redução no consumo de água para os casos de modernização nos sistemas de Chiller, principalmente no momento em que sua refrigeração passa a ser realizada a ar, e também na redução de consumo de gás combustível nas caldeiras através de otimização de seu sistema.

Enfim, todas essas iniciativas dentro da indústria se mostram importantes não apenas pelo caráter obrigatório e de vantagem financeira do projeto, mas também como métodos melhores e mais sustentáveis de produção.

# Iluminação de túneis utilizando tecnologia LED (Light Emitting Diode)

**Marcio Visini Carlos, Fernando Luis Britto Bacellar (AES Eletropaulo)**

## Resumo

Em continuidade aos trabalhos de modernização de túneis no município de São Paulo, será apresentado o projeto de eficiência energética implementado em 16 túneis da capital de São Paulo, dentro da área de concessão da AES Eletropaulo: João Paulo II (Anhangabaú), Maria Maluf, Fernando Vieira de Melo, Max Feffer, Noite Ilustrada, Tribunal de Justiça, Tom Jobin, Takeharu Akagawa (São Gabriel), Águia de Haia, Praça Roosevelt, Odon Pereira, Mackenzie, Zerbini, Padre Péricles, Pérola Byington e Complexo Viário José Roberto Fanganiello Melhem (Paulista). O projeto foi baseado em estudo e implantação de ações de melhoria nos sistemas de iluminação viária utilizando luminárias com tecnologia LED (Light Emitting Diode), que, além da grande economia, proporcionam excelente qualidade de luz (luz estável), sem o efeito flicker (cintilamento), excelente índice de reprodução de cores (IRC superior a 80 Ra) e atendimento às normas pertinentes.

## Introdução

O desafio inicial para implementação do projeto foi o de definir a carga a ser utilizada para

avaliação do cálculo da relação custo benefício (RCB), pois os túneis encontravam-se com os níveis de iluminância e regime de funcionamento das lâmpadas diferente do estabelecido pela Norma de Iluminação em Túneis (NBR 5181). Para isso, foi realizado um pré-diagnóstico envolvendo o levantamento básico de suas dimensões, velocidade máxima permitida de passagem de veículos, quantidade e potência das luminárias existentes, mapeamento das diferentes zonas de iluminância e período de funcionamento das luminárias existentes. Após o mapeamento desses dados detalhados por túnel, foi possível realizar a correção de linha de base, obtendo assim, a carga que seria necessária para estar em funcionamento o sistema antigo para o atendimento à referida norma, com vistas a comparar, de forma igualitária, ao novo sistema proposto, utilizando as luminárias com tecnologia LED a ser implantado.

Adicionalmente, são relatados alguns desafios correlatos aos serviços de execução pertinentes à implementação de um projeto de tal vulto em uma grande metrópole como a cidade de São Paulo.

A tabela 1 indica os principais números relativos ao projeto.

Quadro resumo do projeto	
Título do projeto	Modernização dos sistemas de iluminação
Empresa	AES Eletropaulo
ESCO	MGD Engenharia, Alper Energia, Construtora Senal e Conecta empreendimentos
Cliente	Prefeitura do Município de São Paulo
Valor investido	R\$ 31.907.121,93
Valor da contrapartida	Não houve contrapartida do Município.
Modalidade	A realização do projeto foi com recursos não reembolsáveis.
Tipo	Poder público
RCB	Relação custo-benefício prevista: 0,799 e realizada: 0,774

## Objetivos

O principal objetivo relacionado ao projeto é a promoção da modernização do sistema de iluminação dos túneis de São Paulo, adequando os níveis de iluminância estabelecidos pela NBR 5181, utilizando um sistema de iluminação de longa durabilidade, com alto índice de reprodução de cores e resistente, devendo apresentar construção robusta instalada de forma a dificultar furtos e vandalismo, preparado para limpeza com utilização de jatos fortes de água, exigindo um grau de proteção IP66.

De acordo com a NBR 5181, a iluminação de túneis possui níveis de iluminância diferenciados para os diferentes períodos do dia, devendo ser observada a velocidade máxima permitida para a passagem dos veículos e a necessidade de que, no período diurno, haja uma iluminação mais forte na entrada do túnel, a qual, à medi-

da em que se avança para dentro do túnel, seja gradativamente reduzida, adequando-se à acomodação visual no restante do túnel. Durante a noite, o nível de iluminância é reduzido, de forma uniforme em toda sua extensão.

Objetivou-se também avaliar a viabilidade de implementação através da metodologia de correção da linha de base, a qual permite igualar, para comparar de forma justa, as potências reais necessárias para obtenção dos mesmos índices de iluminância do sistema antigo no novo proposto.

Através da metodologia de cálculo para correção de linha de base, foi prevista uma economia entre o sistema projetado e o sistema antigo, com reduções da ordem de 18.216 MWh/ano no consumo de energia e 2.946 kW de redução de demanda em horário de ponta, mediante um investimento de, aproximadamente, R\$ 32 milhões, com uma RCB prevista de 0,799.

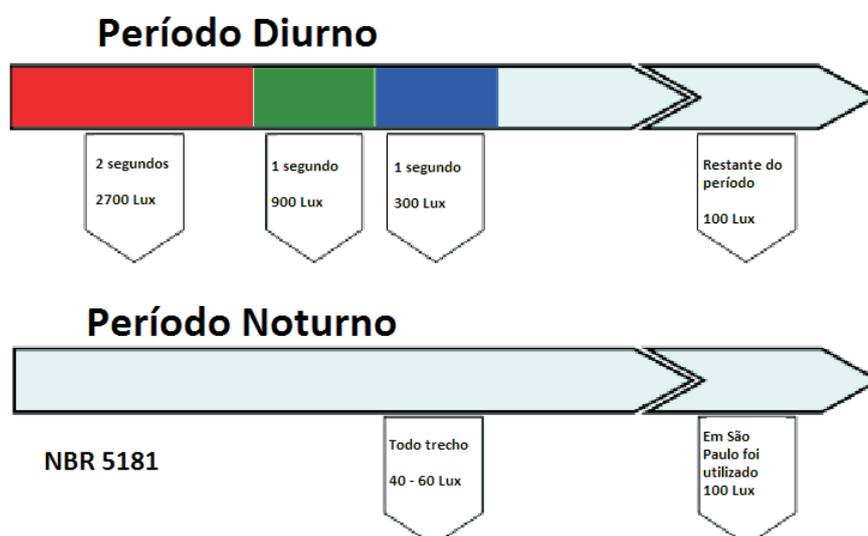


Figura 1: Níveis de iluminância nos diferentes períodos do dia implementados nos túneis de São Paulo



### Justificativas

A iluminação urbana possui significativa influência na rotina das grandes cidades, pois valoriza os espaços públicos, empreendimentos comerciais e vias de circulação, além de contribuir para redução da criminalidade.

A iluminação de túneis, com sua regulamentação diferenciada, desempenha esse importante papel social, razão pela qual deve ser foco de atenção do poder público para manutenção de seus índices de iluminância e continuidade em seu funcionamento, mantendo um alto nível de segurança para quem lá transita. Adicionalmente, muitos desses túneis possuem uma configuração arquitetônica que pode ser destacada, de modo a torná-los, além de uma passagem viária, um marco de referência na cidade.

Após a implementação das obras, observou-se que diversas montadoras de veículos utilizaram o interior dos túneis como cenário de fundo em cenas de propaganda de seus veículos – e isso demonstra, de forma inequívoca, como esses locais ficaram atrativos, e com alto índice de reprodução de cores.

Principais benefícios do sistema implementado:

- Redução da potência e consumo em 82% com a elevação do nível de iluminamento;
- Redução de custos relativos à manutenção (serviços de reparos e substituição);

- Redução significativa de furtos de cabos e vandalismo, através da reestruturação do sistema de cabeamento, com a troca da posição das luminárias e cabos de alimentação elétrica das laterais para o eixo central do túnel;

- Aumento de segurança e visibilidade;

- Elevação do Índice de Reprodução de Cores (IRC), de 25 Ra para acima de 80 Ra nas luminárias de LED;

- Valorização arquitetônica dos túneis com a implementação de iluminação de destaque nos emboques e desemboques dos túneis Tribunal de Justiça, Anhangabaú e Maria Maluf, e em vários pontos do túnel sob à Praça Roosevelt, utilizando luminárias LED nas cores azul e branca;

- Reduzida depreciação do fluxo luminoso durante a sua vida útil;

- Fator de potência superior a 0,92;

- Acendimento imediato em interrupções transitórias no fornecimento de energia, melhorando as condições de segurança dos usuários.

Adicionalmente, o novo sistema implementado está alinhado ao desenvolvimento da tecnologia tida como “futuro da iluminação”; porém, foi cuidadosamente avaliado quanto a sua qualidade antes da contratação e aquisição dos equipamentos, tendo como base a experiência anterior obtida com a aplicação através do Programa de Eficiência Energética da ANEEL,

utilizando a tecnologia LED no Túnel Ayrton Senna, o qual, após 2 anos de implantação, mantém uma ótima performance e qualidade da iluminação.

### Resultados Alcançados

O sistema antigo possuía 15.557 luminárias com lâmpadas de vapor de sódio instaladas nas laterais da pista de forma direta, e encontrava-se bastante depreciado, com constantes problemas de furto de cabos devido à localização de sua instalação, além de uma condição de falhas frequentes.

O novo sistema conta com 6.913 luminárias de LED de 93W branco, de forma direta, instaladas, em sua grande maioria, no teto dos túneis. A iluminação decorativa foi constituída por 380 luminárias de formato e focos diferentes das convencionais, visando melhor adequação nos túneis escolhidos para recebê-las, sendo predominantemente na cor azul e branca, instaladas nos emboques, trecho interno e desemboques das pistas. Além disso, 34 luminárias LED de 300W foram instaladas no viário externo entre 2 túneis.

Para avaliação inicial da situação de iluminância, potência das luminárias, forma de funcionamento e consumo, foi realizado um levantamento detalhado em cada túnel envolvido no programa. Com base nos dados coletados, foi possível realizar o cálculo da correção de linha de base. Feito isso, foram elaborados projetos luminotécnicos básicos utilizando arquivos eletrônicos de luminárias LED, resultando na visualização da potência necessária para atendimento dos níveis adequados de iluminância estabelecidos na NBR 5181.

Para avaliação da viabilidade, foi considerada a redução prevista de demanda e consumo do sistema utilizando luminárias LED, e os custos previstos de elaboração de projetos, gerenciamento, construção de rede e de aquisição de materiais. Após os cálculos, verificou-se que seria possível viabilizar a implantação desse importante projeto para os usuários das vias contempladas.

A metodologia utilizada para correção da linha de base foi encaminhada para análise da ANEEL, que, após avaliá-la, indicou concordância para implementação.

Para elaboração final dos projetos luminotécnico e elétrico, houve necessidade de um levantamento topográfico detalhado utilizando teodolito digital e avaliação da parte estrutural, com testes de resistência em toda extensão do túnel, para fins de definir os tipos de fixações das luminárias e dos suportes, além do encaminhamento das eletrocalhas.

A implementação do sistema ocorreu ex-

clusivamente durante o período da madrugada, entre 23h30 e 04h30, de domingo à quinta-feira, em razão da necessidade de fechamento dos túneis e desvio do tráfego. A atividade também levou em consideração o monitoramento constante do índice de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> existentes no interior do túnel, visto que o sistema de exaustão das pistas, em alguns túneis, apresentava falhas no período de execução do projeto.

Nos túneis Anhangabaú e Roosevelt, a implementação ocorreu no período da madrugada, e com as pistas apenas parcialmente fechadas, pois, por se tratarem de vias de ligação extremamente movimentadas, não era possível seu bloqueio total em nenhum momento.

Para evitar desconforto e risco aos motoristas, foi necessária a construção da nova rede sem desativar a antiga, sendo esta retirada somente após a conclusão, testes e aprovação do novo sistema.

Para locação e furação das lajes, foram utilizados equipamentos que facilitassem a mobilidade e não gerassem poluição, tais como andaimes e plataformas elétricas.

Para avaliação final das economias, utilizou-se a metodologia A do protocolo internacional de medição, realizando de forma amostral medições instantâneas nos circuitos e utilizado o período médio de funcionamento de circuitos de iluminação avançados definidos na Resolução ANEEL nº 414, na qual se considera 11h52m para circuitos com funcionamento noturno, 12h08m para circuitos diurnos e 24 horas para circuitos diurnos. Como resultado final, foram obtidos os seguintes resultados:

**Energia Economizada: 18.883,43 MWh/ano**

**Demanda Evitada: 3.104,89 kW**

**Relação Custo Benefício – RCB: 0,7739**

**Custo da demanda evitada (R\$/kW): 529,42**

**Custo da energia economizada (R\$/kWh): 179,24**

### Conclusões

Os investimentos aportados neste projeto de inovação tecnológica e melhoria do sistema de iluminação dos túneis traduziram-se em elevados ganhos à população que utiliza essas vias, devido à qualidade da iluminação implementada, ao elevado índice de reprodução de cores e à confiabilidade no funcionamento do sistema. Para a Prefeitura, houve a valorização do espaço público e redução de gastos com a manutenção, pois o novo sistema possui garantia de 5 anos para os materiais (luminárias e a rede do sistema elétrico), e a isso soma-se a redução de consumo e de demanda, principalmente durante o horário de ponta.

# Logística Reversa de Refrigeradores no Programa de Eficiência Energética Baixo Poder Aquisitivo

Rodrigo Costa (CPFL Paulista)

## Resumo

O programa "Substituição de Refrigeradores" consiste na adoção de processos ambientalmente sustentáveis para a logística reversa de refrigeradores. O projeto está voltado ao descarte dos refrigeradores antigos, com média de uso de 10 anos, que são substituídos por modelos mais eficientes, com selo PROCEL, dentro do "Programa Rede Comunidade", da CPFL Paulista.

## Introdução

A substituição dos refrigeradores envolve um processo de logística, iniciado com a retirada do equipamento antigo da casa do cliente, por um transporte feito por uma empresa contratada pela CPFL Paulista e de uma planta industrial preparada para efetuar a manufatura reversa. Na planta, o equipamento é 100% destruído, obedecendo a um processo que permite capturar e processar devidamente

O projeto é voltado a atender clientes de baixo poder aquisitivo, e visa promover, também, a inclusão social dos beneficiados.

## Justificativas

Um refrigerador representa, em média, 30% do consumo de energia elétrica nas residências. A substituição desse equipamento por outro, mais eficiente e moderno, reverte-se em ganhos para o consumidor e para o meio ambiente, pois promove o uso racional e eficiente de energia.

Porém, a simples troca do equipamento, sem o descarte ambientalmente correto do antigo, poderia causar danos ao meio ambiente. Nesse sentido, a CPFL Paulista desenvolveu um programa que compreende a destruição de 100% do equipamento, e tal processo permite que os gases nocivos ao meio ambiente sejam devidamente capturados e processados. Também transforma os agentes químicos, permitindo que sejam reutilizados como matéria prima em várias indústrias, e recicla materiais, como cobre, alumínio, plásticos, vidros e outros.

Aos benefícios gerados ao meio ambiente por meio deste projeto, inclui-se a diminuição do consumo de energia, que resulta em menor demanda do sistema elétrico. Adicionalmente, a

Quadro resumo do projeto	
Título do projeto	Eficientização em Clientes de Baixo Poder Aquisitivo - 2011/2012
Empresa	Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista)
ESCO (se houver)	MGD Engenharia, Alper Energia, Construtora Senal e Conecta Indústria e Comercio Fox de Reciclagem e Proteção ao Clima Ltda.
Cliente	Consumidor Residencial Baixa Renda, nas cidades de: Araraquara, Barretos, Barrinha, Descalvado, Ibaté, Pirangi, Pitangueiras, Ribeirão Preto, São Carlos, Sertãozinho, Taquaritinga, Aracatuba, Balsamo, Bauru, Botucatu, Cedral, Guapiacu, Guaraci, Ibira, Jau, Lins, Mirassol, Mirassolandia, Neves Paulista, Palestina, Penapolis, Potirendaba, São Jose do Rio Preto, Uchoa, Americana, Hortolândia, Monte Mor e Nova Odessa.
Valor investido	R\$ 8,9 milhões refrigeradores e 16,88 milhões global
Valor da contrapartida	Não houve
Modalidade	Projeto executado com recursos não reembolsáveis
Tipo	2-Baixa Renda
RCB	1,47 refrigeradores e 0,25 global



CPFL atende a normas de manufatura reversa de refrigeradores e à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), antecipando-se às exigências e indo além das previsões, destruindo os gases nocivos ao meio ambiente ao invés de reaproveitá-los.

Na planta para a qual o refrigerador foi encaminhado para manufatura reversa, o processo compreende três fases: (I) captação de refrigerante e óleo, (II) captação do agente de expansão e (III) destruição e transformação dos (H)(C) FCs. Esse processamento atende à norma NBR 15833, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

#### **Fase I: Captação de Refrigerante e Óleo**

Os trabalhos são iniciados pelo corte do cabo de energia dos aparelhos. Na sequência, é feita uma vistoria, a fim de detectar a presença de itens perigosos, como interruptores de mercúrio ou capacitores. Caso esses materiais sejam encontrados, procede-se a retirada, que é feita manualmente. Também são recolhidas eventuais peças soltas, prateleiras de vidro e/ou de plástico.

Os aparelhos, então, são levados à estação de desgaseificação. Em posições previamente determinadas, têm seus compressores

perfurados com dispositivos apropriados. Dessa forma, os fluidos refrigerantes e o óleo são sugados do compressor. Por meio de um tubo, ambos os materiais são enviados, separadamente, para a destruição e transformação dos gases de efeito estufa (fase III do processo). O óleo é levado diretamente para a unidade de destruição in loco, onde substitui combustível virgem, servindo como fornecedor de energia térmica. Os gases de efeito estufa, por sua vez, são destruídos.

Os compressores são retirados com cortadores hidráulicos industriais, enquanto que as tubulações de cobre e as peças de aço inoxidável da parte externa do gabinete dos aparelhos podem ser removidas manualmente. O restante do gabinete é encaminhado para a fase II, que está ligada ao final da seção de logística da fase I, iniciando-se com a estação de elevação.

#### **Fase II: Captação do Agente de Expansão**

Os gabinetes dos aparelhos são transportados para um nível acima da câmara trituradora, onde são despejados. Nessa etapa, são utilizados um sistema de portão hermeticamente fechado e um funil, que garantem o máximo nível de recuperação dos gases de efeito estufa. Após triturados, tem início o processo de separação de matéria prima. Esse estágio inclui a remoção das partes de ferro, feita por um separador magnético permanente, e a separação dos flocos e felpas de poliuretano, transportando-os, por sistemas de tubulação de baixa pressão, até a unidade de tratamento.

O restante da matéria prima é levado por esteiras rolantes, onde ocorre uma segunda separação magnética. As sobras desse material seguem, posteriormente, para uma esteira vibratória, onde são separadas por contracorrente combinada com tambor de neodímio, processo que separa os materiais em frações de alumínio/cobre, plásticos, lã de vidro e borracha. Todas essas partes são acondicionadas em big bags, por meio de esteiras rolantes na unidade de entrega de materiais.

O sistema de tubulação de baixa pressão leva os flocos de poliuretano até a prensa de pelletização, onde uma matriz com dois moinhos na câmara de prensagem faz a moagem das frações de espuma e, posteriormente, a prensagem por meio das matrizes. A pressão e o calor existentes fazem com que a espuma seja completamente desgaseificada. Depois de uma eclusa de roda celular, os grânulos são transportados até a unidade específica de resfriamento. Lá, finalmente são liberados, via unidade de entrega de fração para coleta em big bags.

#### **Fase III: Destruição e Transformação**

dos (H)(C)FCs

A fábrica de reciclagem tem diversos pontos de sucção equilibrada, para onde seguem os fluxos de ar, que incluem gases de efeito estufa. Esse transporte se dá por meio de um sistema de tubulação, que conta com um ponto em que é feita a medição do volume de ar e a concentração de gases dos tipos CFC-11, CFC-12, HFC-134a, HCFC-141b. Isso permite o contínuo monitoramento e a documentação dos gases de efeito estufa capturados e processados.

Os fluxos de ar passam por filtros, que removem as partículas de poliuretano. Depois, o ar entra no processo térmico, onde são quebradas as moléculas dos diversos gases para, depois, serem recombinados em forma de ácidos. Mediante o processo térmico, a fase III produz uma solução de ácidos diluídos, que pode substituir matéria prima em várias indústrias.

Na saída do processo, é liberado um fluxo de ar e vapor limpo, monitorado por um ponto de medição do volume do fluxo de ar e da concentração de gases. O objetivo dessa etapa é determinar continuamente o fluxo de saída de massa dos tipos de gás relevantes ao meio ambiente.

Dessa forma, o refrigerador é totalmente destruído e transformado, e são reciclados quase 100% dos materiais retirados, como aço, cobre, alumínio, plásticos, vidros e outros.

O ponto de maior atenção em todo processo é a manipulação do fluido refrigerante. De acordo com a norma da ABNT, o fluido refrigerante pode ser destinado à regeneração, o que atende às legislações ambientais vigentes e ao estipulado pelo protocolo de Montreal, tratado internacional em vigor desde 1989, em que os 150 países signatários – dentre eles o Brasil – se comprometem a não emitir substâncias que empobrecem a camada de ozônio. Por essa razão, o grupo CPFL Energia só contrata empresas que, ao tratarem o fluido refrigerante, gerem resíduos que causem o menor impacto ambiental, de forma a contribuir para a redução do aquecimento global.

A logística reversa de refrigeradores, com destruição e transformação do fluido refrigerante, vai além das recomendações da NBR 15833, da ABNT. Nessa norma, está previsto que o fluido refrigerante pode ser regenerado e reaproveitado. A CPFL optou por destruir completamente os fluidos refrigerantes que causam danos ao meio ambiente, prática aderente ao princípio de sustentabilidade nos negócios, adotado pela Companhia.

Os processos adotados não só atendem às legislações ambientais vigentes e às previ-

sões do protocolo de Montreal, como a elas se antecipam. É que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), apesar de regulamentada, ainda não está plenamente em vigor. O protocolo de Montreal, por sua vez, estipula que os hidroclorofluorcarbonos (HCFCs), gases usados como fluidos refrigerantes em geladeiras, tenham seu consumo estabilizado até 2016, e totalmente erradicado até 2040. Ao destruí-los, portanto, a CPFL Paulista já atende, de forma antecipada, a essa previsão.

O projeto também se diferencia pelo fato de a CPFL Energia contratar apenas as empresas que adotem, em seus processos de implantação de projetos e obras de concessionárias, práticas voltadas à preservação ambiental, incluindo o correto tratamento do fluido refrigerante, de forma a gerarem resíduos que causem o menor impacto ambiental. Essa decisão está alinhada com a visão ambiental e de sustentabilidade, que norteia os negócios da Companhia.

Os clientes, por sua vez, são influenciados, de forma positiva, por passarem a ter um eletrodoméstico novo e por terem suas contas de energia reduzidas. Ao multiplicar a economia de energia gerada por cada equipamento substituído, há uma redução expressiva de consumo e de demanda de energia ao sistema nacional, o que adia a necessidade de construção de novas usinas geradoras de energia, diminuindo os impactos socioambientais causados por elas.

## Resultados Alcançados

Esse projeto demandou recursos na ordem de R\$ 8,9 milhões, em 11.100 refrigeradores substituídos. Tais valores foram custeados pelo



Programa de Eficiência Energética, que utiliza 0,5% da Receita Operacional Líquida (ROL) da concessionária para ações voltadas à eficiência energética.

O consumo de energia do refrigerador doado é 57,14% menor, em média, do observado nos aparelhos antigos. Com isso, a menor demanda de energia dos aparelhos novos, nos anos 2010/2011, resultou em uma economia de 5.728 MWh/ano e redução de 817 kW de demanda em horário de ponta.

Esse menor consumo de energia evitou que fossem emitidas 236 toneladas de CO<sub>2</sub>. A fase seguinte à substituição dos aparelhos, que é o processo de destruição e transformação total dos fluidos refrigerantes, também beneficia o meio ambiente, pois evitou a emissão de 14.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes no período. Em relação aos gases que causam danos à camada de ozônio, todo o processo evitou a emissão de 1.951 Kg de CFC-11 equivalentes.

Esses ganhos ambientais, gerados tanto pela substituição dos refrigeradores quanto pela logística reversa do projeto, são informados aos clientes beneficiados, ação que ajuda a disseminar uma nova cultura energético-ambiental. Tal fator, somado à economia gerada, a cada um deles, de 17% em média na conta de energia, reverte-se em grande satisfação por participarem e serem beneficiados pelo projeto.

## Conclusões

O Projeto de "Substituição de Refrigeradores" já é consagrado entre os programas de Eficiência Energética em várias concessionárias do país, e a destruição e destinação dos refrigeradores também já faz parte da maioria desses projetos. A CPFL Energia, através da CPFL Paulista e posteriormente das suas outras 7 (sete) distribuidoras, foi uma das pioneiras ao adotar o processo de acordo com a norma NBR 15833, e, como diferencial, optou pelo processo no qual os fluidos refrigerantes contendo (H)(C)FCs fossem completamente eliminados. Dessa forma, contribui-se para a redução do efeito estufa no presente e no futuro.

Nesse processo, também, todos os materiais são passíveis de reaproveitamento, o que contribui para o meio ambiente e está alinhado com a nova política nacional de resíduos sólidos. Indiretamente, ainda, proporciona economia de energia nas indústrias produtoras de matérias primas e redução no consumo de matéria prima virgem.

Os resultados alcançados foram acima das expectativas, reforçando a ideia de que no futuro a logística reversa possa ser difundida para todas as tipologias de projetos do manual de Eficiência Energética.



# Procel nas Escolas do Paraná

Rodrigo Costa (COPEL)

## Resumo

O presente artigo tem por objetivo avaliar os resultados obtidos e as dificuldades encontradas no projeto de eficiência energética "Procel nas Escolas", executado pela Companhia Paranaense de Energia (COPEL) em parceria com a Secretaria de Estado da Educação (SEED). O projeto em questão orientou professores e alunos sobre a importância de usar da melhor forma a energia elétrica, divulgou amplamente bons exemplos com tal finalidade, visando à postura cidadã e à prática de atitudes sustentáveis. Os resultados obtidos foram coletados e analisados segundo a metodologia Procel, e pioneiramente avaliados conforme os conceitos preconizados pela avaliação econômica de projetos sociais, confirmando a plena viabilidade do projeto e servindo de experiência real para a melhoria dos projetos futuros similares. Foram instruídos 140.000 alunos em 180 escolas espalhadas pelo Estado, sendo economizados 5.821,20 MWh/ano,

e retirados 1.661,30 kW de demanda na ponta, conforme os critérios do Procel Educação.

## Introdução

O investimento em educação traz benefícios econômicos que viabilizam financeiramente os projetos sociais. Considerando também os benefícios indiretos, que via de regra são os maiores benefícios, os projetos educacionais são opções preferenciais para a aplicação de recursos. Orientada a aplicar recursos com sabedoria, a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) e a Secretaria de Estado da Educação (SEED) firmaram um convênio para a execução do projeto Procel nas Escolas.

Foi utilizada a metodologia recomendada (Procel Educação) visando instruir, conscientizar, demonstrar, criar hábitos e combater o desperdício de energia elétrica através de conceitos de eficiência energética, além de efetivar benefícios públicos através da melhor utilização da energia

## Quadro resumo do projeto

Título do projeto	Procel nas Escolas - Copel
Empresa	Copel Distribuição S.A. (COPEL)
Cliente	SEED – Secretaria de Estado da Educação
Valor investido	R\$ 302.243,00
Valor da contrapartida	Não houve
Modalidade	Recursos não reembolsáveis
Tipo	Projeto Educacional.

elétrica. O programa agrega ao processo educativo informações complementares, com vistas à difusão das medidas de conservação de energia, meio ambiente, cidadania e ética entre professores e estudantes dos três níveis de ensino.

Para a execução do projeto, foram criteriosamente selecionadas pela Secretaria de Educação 180 escolas públicas espalhadas por todo o Estado do Paraná, difundindo dessa forma o Programa em muitos municípios e instruindo 140.000 alunos durante o ano letivo de 2012.

Os resultados obtidos foram coletados

e analisados segundo a metodologia Procel, e avaliados conforme os conceitos preconizados pela avaliação e gestão de projetos sociais [2, 3 e 4], confirmando então a plena viabilidade do projeto e servindo de experiência real para a melhoria de projetos futuros.

O efeito multiplicador da educação perpetua o conhecimento adquirido para além das comunidades escolares e perdura durante um prazo muito maior do que o período de avaliação do projeto, gerando benefícios adicionais às metas almejadas.



### Objetivos e Metodologia

Os objetivos para a execução do projeto foram: difusão de conhecimento específico através da capacitação de professores e da instrução de grande quantidade de estudantes em todas as regiões do Estado, disseminação dos conceitos de sustentabilidade, conservação de energia, preservação ambiental, cidadania e ética.

As metas de eficiência energética foram: economia de energia de 5.821,20 MWh/ano e retirada de 1.661,30 kW de demanda na ponta, conforme os critérios do Programa de Eficiência Energética – Procel Educação.

Para reforçar o critério de viabilidade, foram feitos estudos pioneiros e enriquecedores com avaliações conforme os conceitos recomendados pela “avaliação econômica de projetos sociais” [2], confirmando a plena viabilidade do projeto e a garantia do retorno do investimento feito, com benefícios produzidos a curto, médio e longo prazo.

O estudo econômico foi desenvolvido em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a avaliação de impacto, com análise e tratamento dos dados e dos resultados. Em virtude deste estudo foram selecionadas escolas em várias e diferentes regiões do Estado, “pulverizando” ao máximo o projeto e buscando atender a maior diversidade possível de regiões, alunos e condições sociais. A grande quantidade de alunos e a grande diversidade atendida trouxeram informações e dados seguros, que foram analisados financeira e estatisticamente, representando ao máximo a realidade do Estado. Na segunda etapa do estudo foi analisado o retorno econômico

do projeto, os benefícios econômicos do projeto social, o custo do projeto, o retorno esperado e a razão custo-benefício. O custo do projeto foi conseguido com o acompanhamento administrativo e financeiro, porém os benefícios são inúmeros e apenas o benefício da economia de energia e retirada da demanda na ponta, que são dados mais fáceis de mensurar e valorar, já tornam o projeto muito viável ( $RCB < 0,2$ ). Os benefícios indiretos de projetos sociais, mais difíceis de mensurar, via de regra são os maiores e mais importantes benefícios, contribuindo ainda mais para a plena viabilidade do projeto.

O estudo de “gestão de projetos sociais” [3] orientou para assuntos de gestão administrativa e financeira do projeto, e a realização de articulações de apoio e complementaridade de expertises. O convênio com a Secretaria de Estado da Educação (SEED) foi fundamental para o sucesso do projeto, pois somou esforços, acrescentou uma complementaridade de expertise, de mão de obra e, principalmente, coube à SEED a realização da tarefa de instruir os alunos de diversas partes do Estado, conforme a metodologia Procel Educação – Eficiência nas Escolas.

Ressalvamos que nenhuma das metodologias citadas e que foram aplicadas ao projeto substituiu alguma parte da metodologia do Procel Educação – Eficiência nas Escolas. Tais metodologias, encontradas nas literaturas citadas [2, 3 e 4] das referências bibliográficas deste informe técnico, foram utilizadas como complementação na busca de maior sucesso do projeto.

As avaliações dos professores sobre o curso também foram analisadas e arquivadas, ser-

vindo como sugestão de melhorias para os projetos futuros. O feedback dos professores e dos envolvidos com o projeto é fundamental para a melhoria contínua do processo.

### Justificativas

Os maiores benefícios oriundos de projetos sociais são os benefícios indiretos obtidos principalmente pelo efeito multiplicador que a educação proporciona. Analisando apenas os dados de energia economizada (EE) e retirada de demanda da ponta (RDP), calculados pelo total de alunos atingidos (140.000) e segundo a metodologia Procel, pode-se calcular a relação custo benefício (RCB) analogamente aos cálculos dos RCBs de projetos industriais, comércio e serviços, etc. Assim, calculando o RCB desta forma:

$RCB = (\text{Valor Presente dos Custos} / \text{Valor Presente dos Benefícios})$  ou, aproximadamente,  $RCB = \text{Custo/Benefício}$ .

$\text{Benefício} = EE \times CEE + RDP \times CED$ , sendo:

EE = energia economizada = 5.821,20 [MWh/ano] e RDP = redução de demanda na ponta = 1.661,30 [kW]

CEE = R\$ 190,80 por [MWh] e CED = R\$ 387,48 por [kW]; (valores da baixa tensão na vigência do projeto)

Calculando, obtém-se o valor aproximado do RCB do projeto:

$RCB = 302.243,00 / 1.754.405,48 \Rightarrow RCB = 0,172$

O RCB = 0,17 alcançado com este projeto é incomparável com a quase totalidade dos demais projetos de outras tipologias (comércio e serviços, industrial, baixa renda, poder público, rural, etc.), sendo muito mais vantajoso.

Mencionamos "RCB aproximado" pois não foram adicionados os benefícios indiretos, que em projetos sociais são, via de regra, os maiores benefícios dos projetos.

Além dos benefícios diretos, como a redução da demanda no horário de ponta (kW) e a

economia de energia (MWh/ano), outros benefícios também podem ser destacados:

- a conscientização dos usuários com relação ao combate ao desperdício de energia;
- promoção do uso eficiente de energia servindo como exemplo de ação a ser seguida;
- redução de demanda que possibilita à concessionária de energia atender novos consumidores sem investimentos adicionais;
- otimização do sistema elétrico com consequente redução de custos;
- redução da geração térmica e consequente redução nas emissões de gases causadores do efeito estufa;
- contribuição para o sucesso do país quanto ao cumprimento das metas acordadas em protocolos internacionais sobre emissões de gases causadores do efeito estufa;
- disseminação dos conceitos de sustentabilidade, cidadania e meio ambiente;
- aproximação da concessionária de energia com a população do estado;
- melhoria da qualidade de vida da população.

Os conceitos preconizados pela "avaliação de projetos sociais"[2], nos indicam a viabilidade de projetos com RCB menor ou igual a 1 (um), ou seja, o custo equivalente ao benefício direto, pois os benefícios indiretos são difíceis (e quase impossíveis) de mensurar com precisão, mas contribuem para a diminuição significativa do RCB, tornando os projetos viáveis do ponto de vista financeiro.

Concluiu-se, então, que um RCB menor que 0,2 calculado levando em consideração apenas os benefícios econômicos de energia economizada e redução de demanda na ponta, torna o projeto muito viável e comprova a excelência da metodologia empregada no projeto – metodologia Procel Educação.

Ações aplicadas em educação ainda apresentam efeitos multiplicadores, que perpetuam o



conhecimento adquirido para além das comunidades escolares e perduram durante prazos muito maiores do que o período de avaliação do projeto, gerando benefícios adicionais às metas almejadas.

Os temas abordados com os alunos são relacionados ao meio ambiente, conservação de energia, responsabilidade social, cidadania, ética e sustentabilidade, entre outros, auxiliando na formação de cidadãos mais conscientes e melhores preparados às necessidades do mundo moderno.

### Resultados Alcançados

Foram capacitados 2.000 professores, que serão multiplicadores do conhecimento, e instruídos 140.000 alunos em 180 escolas espalhadas pelo Estado, sendo economizados cerca de 5.821,20 MWh/ano e retirados aproximadamente 1.661,30 kW de demanda na ponta, conforme os critérios do Procel Educação.

A viabilidade do projeto utilizando a metodologia Procel é assegurada pela obtenção das metas estipuladas no projeto, sendo confirmada e reforçada pela "avaliação econômica de projetos sociais" [2], demonstrando plena viabilidade econômica.

Do ponto de vista apenas dos benefícios diretos, alcançamos um RCB = 0,17. Para efeito de comparação o RCB aceito pela ANEEL em seu PEE – Programa de Eficiência Energética, deve ser igual ou menor que 0,8.

A metodologia utilizada foi testada e, durante o projeto, foram recebidas muitas sugestões dos professores e anotadas todas as divergências e dificuldades encontradas, de forma que tais dados e informações servirão para a melhoria dos projetos futuros.

Entre as dificuldades encontradas, podem ser destacadas: o envolvimento de grande número de profissionais da concessionária de energia (que não possuem formação nem experiência na área pedagógica), a falta de tempo e disponibilidade dos professores escolares, o empenho da equipe de técnicos e educadores para desenvolver o projeto (discutir, planejar, projetar, orçar, licitar, treinar, capacitar, gastar recursos, administrar, avaliar, supervisionar, gerir, etc.). Sem envolvimento maciço de profissionais da empresa concessionária de energia, não se consegue executar um projeto educacional em nível estadual. Para as concessionárias de ener-





gia, é muito mais fácil “gastar” recursos de eficiência energética em outras tipologias de projeto, praticamente todos menos viáveis.

A viabilidade do projeto foi confirmada e reforçada com a aplicação dos conceitos da “avaliação econômica de projetos sociais” [2], e o estudo desenvolvido, muito útil e largamente empregado em projetos governamentais, auxiliará em novos projetos similares.

### Conclusões

Utilizando a metodologia e os critérios definidos pelo programa Procel Educação (Eficiência nas Escolas), é possível assegurar que a viabilidade de projetos educacionais aplicados em eficiência energética é notória, pois são grandes os benefícios gerados e o retorno do investimento é obtido. Aplicando tradicional metodologia da área financeira, “avaliação econômica de projetos sociais” [2], também é demonstrada a plena viabilidade econômica do projeto executado Procel nas Escolas. Ainda, comparando a relação entre o valor gasto [R\$] e os benefícios alcança-

dos (redução de energia [MWh/ano] e redução de demanda na ponta [kW]), podemos afirmar que a relação custo / benefício em projetos educacionais de eficiência energética é muito mais atrativa do que a de muitos projetos convencionais de eficiência energética, como aqueles que visam a substituição de equipamentos elétricos nos ramos de comércio e serviço, indústria, etc.

Foram recebidas muitas sugestões por parte dos instrutores e professores, que preencheram guia de avaliação sobre o curso, interagiram de forma muito positiva durante as palestras e treinamentos, e debateram em alto nível sobre a metodologia que tiveram contato, sendo as informações colhidas de grande importância para o maior sucesso de projetos futuros. Os projetos baseados na metodologia Procel Educação, por serem projetos educacionais, deverão estar em melhoria contínua para sempre se adequarem e permanecerem compatíveis com os temas atuais da sociedade, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos.



**PROCEL**  
PROGRAMA NACIONAL  
DE CONSERVAÇÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA



