

Eficiência Energética em Entidades Assistenciais

Jamilton W. Lobo, Valério J. Novak e Gustavo Klinguelfus

Resumo

O projeto Eficiência Energética em Entidades Assistenciais foi desenvolvido dentro do Programa de Eficiência Energética da Copel Distribuição S.A., visando a eficiência energética em 502 entidades assistenciais localizadas dentro do Estado do Paraná. O projeto foi desenvolvido seguindo os requisitos estabelecidos pela Aneel, contemplando a substituição dos sistemas de iluminação e aquecimento de água para banho antigos, pouco eficientes e que consomem grande quantidade de energia, por sistemas de iluminação mais eficientes e utilizando chuveiros elétricos com recuperadores de calor. Os resultados do projeto foram comprovados através de medições realizadas antes e após as medidas de eficiência energética.

Palavras-Chave

Conservação de Energia, Eficiência Energética, Entidades Assistenciais, Iluminação, Recuperador de Calor.

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do Programa de Eficiência Energética, regulamentado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a Companhia Paranaense de Energia (Copel) desenvolveu o Projeto Eficiência Energética em Entidades Filantrópicas Assistenciais [1]. O projeto buscou prover, aos consumidores de energia elétrica destes estabelecimentos, o conhecimento das vantagens obtidas com a eficiência energética, por exemplo as substituições de lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas, fazendo com que cresça o interesse em utilizá-las, hoje e no futuro. Com a implementação do projeto foi possível demonstrar aos consumidores contemplados que o uso seguro e sem desperdício da energia elétrica pode melhorar a qualidade de vida, preservar o meio ambiente e reduzir a conta de energia elétrica.

O projeto foi desenvolvido em 502 entidades assistenciais distribuídas em 125 cidades no Paraná. Foram substituídos 48.073 lâmpadas por tecnologias mais eficientes e 443 chuveiros elétricos convencionais por equipamentos com recuperadores de calor. Para comprovação dos resultados foram realizadas medições antes e após as medidas de eficiência energética, sendo medidos 568 pontos de iluminação e 20 sistemas de aquecimento de água antes e após, totalizando 1.136 medições do sistema de iluminação e 40 medições do sistema de aquecimento. O período de implantação iniciou-se outubro de 2009, sendo finalizado em dezembro de 2010.

Na Tabela I é apresentado resumo contendo informações sobre o projeto.

Tabela I. Quadro resumo do projeto de eficiência energética

| Quadro resumo do projeto | |
|--------------------------|--|
| Título do projeto | Eficiência Energética em Entidades Assistenciais |
| Concessionária | Copel Distribuição S.A. |
| Contratado | Rewatt. – Indústria e Comércio de Recicladores de Energia |
| Cliente | 502 entidades assistenciais distribuídas em 125 cidades do Paraná |
| Valor investido | R\$ 1.539.832,13 |
| Modalidade | Eficiência energética em entidades sem fins lucrativos, realizado com recursos não reembolsáveis |
| Tipo | Comércio / Serviços |

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Eficiência Energética regulado pela ANEEL e consta dos Anais do II Seminário de Eficiência Energética no Setor Elétrico (II SEENEL), realizado em Fortaleza/CE, no período de 17 a 19 de agosto de 2011.

J. W. Lobo, V. J. Novak e G. Klinguelfus trabalham na Copel Distribuição S.A. (e-mails: jamilton.lobo@copel.com; valerio.novak@copel.com; gustavo.k@copel.com).

2. ELABORAÇÃO DO TRABALHO

2.1. DESCRIÇÃO E DETALHAMENTO

O projeto promoveu a eficiência energética nos sistemas de iluminação de 502 entidades assistências localizadas no Estado do Paraná, dentro da área de Concessão da Copel Distribuição S.A., através da substituição de lâmpadas incandescentes e fluorescentes tubulares convencionais por sistemas mais eficientes, mantendo ou melhorando o nível de iluminamento e reduzindo os gastos das entidades beneficiadas com energia elétrica. Ao total foram substituídas 48.073 lâmpadas neste projeto.

A eficiência energética nos sistemas de aquecimento de água para banho também foi promovida, através da substituição de 443 chuveiros elétricos convencionais por sistemas chamados de recuperadores de calor da água do banho, oferecendo o mesmo conforto de utilização com menor consumo de energia.

Com as ações de eficiência energética adotadas buscou-se reduzir o consumo de energia elétrica nas entidades contempladas e a redução da demanda de potência no horário de ponta do sistema elétrico da Copel.

As principais etapas para o desenvolvimento do projeto foram:

- Realização de levantamento preliminar;
- Medições antes da eficiência energética;
- Aquisição de materiais e contratação de mão de obra para execução do projeto;
- Execução dos serviços;
- Medições após eficiência energética;
- Avaliação dos resultados e elaboração de relatório final.

2.2. AVALIAÇÃO

A avaliação do projeto está de acordo com a opção “A” do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) [2]. Inicialmente foi definida uma amostragem para medição de 442 pontos de iluminação e 20 sistemas de aquecimento de água para banho, antes e após a eficiência energética, conforme NBR 5426 (regime severo, nível I) [3]. Por razões de segurança, foram feitas medições em número acima do previsto, sendo medidos 568 pontos de iluminação e 20 sistemas de aquecimento de água para banho, antes e após as medidas de eficiência energética, totalizando 1.136 medições em pontos de iluminação e 40 medições no sistema de aquecimento de água para banho.

Antes da substituição das lâmpadas e chuveiros elétricos foram realizadas medições para aferição das condições iniciais do projeto. Após a eficiência energética realizou-se nova medição de forma a verificar a energia economizada (MWh/ano) e a redução de demanda em horário de ponta (kW). Baseando-se nos valores obtidos, foram identificados os benefícios advindos da substituição das lâmpadas e dos chuveiros elétricos por sistemas mais eficientes, com este resultado posteriormente expandido para todo o universo do projeto.

Na Tabela II é apresentado a amostragem definida para o projeto. Nota-se que na Tabela II os valores de amostragem referem-se a definição da amostra, sendo que a quantidade de medições efetivamente realizada é o dobro da especificada (mede-se uma vez antes e uma vez após a eficiência energética). Para o sistema de iluminação, com auxílio de um wattímetro portátil, foram realizadas medições instantâneas de demanda e estimado o horário de funcionamento. Para o sistema de aquecimento de água para banho, com auxílio de analisador de qualidade de energia, foi realizadas medições em um período de 24 horas, sendo monitoradas as grandezas consumo e demanda de energia elétrica. Com base nos dados obtidos, foi possível encontrar a economia de energia (MWh/ano) e a redução de demanda na ponta (kW) proporcionada pelo projeto.

Tabela II. Definição da amostragem para medição e verificação

| Equipamentos antes da eficiência energética | Equipamentos após eficiência energética | Quantidade total | Amostragem realizada |
|---|---|------------------|----------------------|
| Luminária 1x20W | Luminária 1x16W | 1.307 | 34 |
| Luminária 2x20W | Luminária 2x16W | 2.068 | 117 |
| Luminária 3x20W | Luminária 2x32W | 15 | 5 |
| Luminária 4x20W | Luminária 2x32W | 19 | 6 |
| Luminária 1x40W | Luminária 1x32W | 1.217 | 80 |
| Luminária 2x40W | Luminária 2x32W | 6.544 | 92 |
| Luminária 3x40W | Luminária 4x32W | 5 | 5 |
| Luminária 4x40W | Luminária 4x32W | 216 | 14 |
| Lâmpada incandescente 25W | Lâmpada fluorescente compacta 15W | 1 | 1 |
| Lâmpada incandescente 40W | Luminária 1x16W | 23 | 6 |

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-------|------------|
| Lâmpada incandescente 40W | Lâmpada fluorescente compacta 15W | 51 | 9 |
| Lâmpada incandescente 60W | Luminária 1x16W (hermética) | 137 | 33 |
| Lâmpada incandescente 60W | Lâmpada fluorescente compacta 15W | 1.280 | 57 |
| Lâmpada incandescente 100W | Luminária 2x16W (hermética) | 182 | 38 |
| Lâmpada incandescente 100W | Lâmpada fluorescente compacta 23W | 1.631 | 52 |
| Lâmpada incandescente 150W | Luminária 2x32W | 30 | 8 |
| Lâmpada incandescente 150W | Lâmpada fluorescente compacta 46W | 135 | 8 |
| Lâmpada incandescente 200W | Lâmpada fluorescente compacta 46W | 15 | 3 |
| Chuveiro elétrico convencional | Sistema recuperador de calor | 443 | 20 |
| Total da amostragem realizada | | | 588 |

2.3. ABRANGÊNCIA

O projeto foi concebido em municípios do Estado do Paraná, dentro da área de concessão da Copel Distribuição S.A., em entidades classificadas como assistenciais no cadastro da Copel em 29 de fevereiro de 2008. Foram beneficiadas ao total 502 entidades, distribuídas em 125 cidades, conforme Tabela III.

Tabela III. Relação de municípios contemplados pelo projeto em ordem alfabética.

| Relação de municípios contemplados no projeto em ordem alfabética | | | | |
|---|-------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
| Almirante Tamandaré | Alto Paraná | Altonia | Alvorada do Sul | Apucarana |
| Arapongas | Arapoti | Araucária | Assis Chateaubriand | Astorga |
| Bandeirantes | Barbosa Ferraz | Bela Vista do Paraíso | Califórnia | Cambará |
| Cambé | Campo Mourão | Cândido de Abreu | Capanema | Carambeí |
| Cascavel | Castro | Chopininho | Cianorte | Cidade Gaúcha |
| Colombo | Congonhinhas | Conselheiro Mairinck | Cornélio Procópio | Cruzeiro do Iguaçu |
| Curitiba | Dois Vizinhos | Engenheiro Beltrão | Faxinal | Florestópolis |
| Foz do Iguaçu | Francisco Beltrão | Goioere | Guarapuava | Guaratuba |
| Ibaiti | Ibiporã | Icaraima | Iporã | Iracema do Oeste |
| Iretama | Jaguapita | Jaguariaíva | Jandaia do Sul | Jataizinho |
| Jesuítas | Joaquim Távora | Kalore | Lapa | Laranjeiras do Sul |
| Loanda | Londrina | Mallet | Mamboré | Mandaguaçu |
| Mandaguari | Manoel Ribas | Marialva | Marilândia do Sul | Maringá |
| Medianeira | Moreira Sales | Nova América Colina | Nova Aurora | Nova Fátima |
| Nova Prata do Iguaçu | Ortigueira | Palmas | Palmeira | Palotina |
| Paraíso do Norte | Paranaguá | Paranavaí | Pato Branco | Pinhais |
| Pinhalão | Piraquara | Planaltina do Paraná | Planalto | Ponta Grossa |
| Porecatu | Porto Amazonas | Pranchita | Primeiro de Maio | Quedas do Iguaçu |
| Ribeirão do Pinhal | Rio bom | Rolândia | Santa Cecília Pavão | Santa Fé |
| Santa Isabel do Ivaí | Santa Mariana | Santo Antonio Platina | Santo Ant. Sudoeste | São Carlos do Ivaí |
| São Jerônimo da Serra | São João | São João do Ivaí | São José dos Pinhais | São Mateus do Sul |
| São Miguel do Iguaçu | São Pedro do Ivaí | São Seb. da Amoreira | Saporema | Sarandi |
| Senges | Sertanópolis | Tamarana | Tapejara | Telêmaco Borba |
| Terra Boa | Terra Rica | Toledo | Tupassí | Ubiratã |
| Umarama | União da Vitória | Uraí | Vera Cruz do Oeste | Wescleslau Braz |

2.4. METAS E BENEFÍCIOS

Os valores de energia economizada e a redução de demanda na ponta do projeto, tanto os previstos no inicialmente no projeto quanto os verificados em campo com os resultados das medições e verificações estão detalhados na Tabela IV.

Tabela IV. Metas previstas e realizadas no âmbito do projeto.

| Metas previstas e realizadas do projeto | | | |
|---|-----------------|------------------|--|
| Item | Metas previstas | Metas realizadas | |
| Energia economizada (MWh/ano) | 810,69 | 1.417,12 | |
| Redução de demanda na ponta (kW) | 449,20 | 367,49 | |
| Relação custo benefício – RCB | 0,7255 | 0,5306 | |

Ao substituir lâmpadas do sistema antigo por equipamentos mais eficientes e com vida útil significativamente

maior, bem como suas respectivas luminárias, e substituir os chuveiros por equipamentos recuperadores de calor, o projeto trará em conjunto os seguintes benefícios:

- Redução das despesas com manutenção dos equipamentos;
- Redução das interrupções dos serviços provocadas pela queima de lâmpadas;
- Difusão de uma cultura que privilegia os processos de desenvolvimento sustentáveis, valorizando a conservação de energia, do meio ambiente e dos recursos naturais;
- Apoiar e fortalecer campanhas internas de combate ao desperdício em todas as áreas;
- Melhores condições aos profissionais e beneficiados que permanecem nas entidades contempladas.

2.5. METODOLOGIA DE CÁLCULO DAS METAS

Foram adotados os procedimentos estabelecidos pelo Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética [1]. Custos evitados de demanda e energia estão de acordo com a Resolução Aneel nº 839, de 23 de junho de 2009, para fator de carga 70%. Para os cálculos, foram adotadas as seguintes premissas::

- Taxa de desconto, $i = 8\%$ a.a.
- Custo unitário de perdas de potência, $CED = 419,42$ R\$/kW
- Custo unitário de perdas de energia, $CEE = 154,22$ R\$/MWh

2.6. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Na Tabela V são apresentados os tipos de equipamentos a serem instalados nas entidades, bem como suas quantidades previstas e realizadas.

Tabela V. Metas físicas para o sistema de iluminação

| Metas físicas para o sistema de iluminação | | |
|--|---------------------|----------------------|
| Especificação | Quantidade prevista | Quantidade realizada |
| Lâmpada fluorescente tubular 16W | 6.382 | 5.967 |
| Reator eletrônico 1x16W | 1.566 | 1.467 |
| Reator eletrônico 2x16W | 2.408 | 2.250 |
| Luminária eficiente 1x16W | 641 | 591 |
| Luminária eficiente 2x16W | 1.108 | 1.023 |
| Luminária hermética 1x16W | 925 | 876 |
| Luminária hermética 2x16W | 1.300 | 1.227 |
| Lâmpada fluorescente tubular 32W | 16.180 | 15.317 |
| Reator eletrônico 1x32W | 1.382 | 1.217 |
| Reator eletrônico 2x32W | 7.399 | 7.050 |
| Luminária eficiente 1x32W | 1.139 | 984 |
| Luminária eficiente 2x32W | 5.002 | 4.881 |
| Luminária eficiente 4x32W | 170 | 119 |
| Luminária hermética 1x32W | 243 | 233 |
| Luminária hermética 2x32W | 1.815 | 1.727 |
| Luminária hermética 4x32W | 121 | 102 |
| Lâmpada fluorescente compacta 15W | 1.365 | 1.332 |
| Lâmpada fluorescente compacta 23W | 1.853 | 1.560 |
| Lâmpada fluorescente compacta 46W | 184 | 150 |
| Total iluminação | 51.183 | 48.073 |

As metas previstas e realizadas, referentes a efficientização no sistema de iluminação das entidades assistenciais, são apresentadas na Tabela VI.

Tabela VI. Metas previstas e realizadas para o sistema de iluminação

| Metas previstas e realizadas para o sistema de iluminação | | |
|---|-----------------|------------------|
| Item | Metas previstas | Metas realizadas |
| Energia economizada (MWh/ano) | 670,79 | 1.271,62 |
| Redução de demanda na ponta (kW) | 409,52 | 291,83 |
| Relação custo benefício – RCB | 0,7196 | 0,5015 |

2.7. SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA PARA BANHO

A Tabela VII são apresentados os tipos de equipamentos a serem instalados nas entidades, bem como suas quantidades previstas e realizadas.

Tabela VII. Metas físicas para o sistema de aquecimento de água para banho

| Metas físicas para o sistema de aquecimento de água para banho | | |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| Especificação | Quantidade prevista | Quantidade realizada |
| Sistema recuperador de calor para banho | 443 | 443 |
| Total aquecimento de água para banho | 443 | 443 |

Um diferencial neste projeto é que foram desenvolvidos sistemas para banho em cadeirantes. O recuperador de calor consiste em uma serpentina, estando esta posicionada junto ao chão logo abaixo do chuveiro, a fim de aproveitar a água quente vertente do próprio chuveiro. Esta serpentina dificulta e até mesmo impossibilita o banho de cadeirantes, uma vez que a cadeira de rodas não pode ser posicionada sobre a serpentina. Para solucionar este problema foi desenvolvido uma espécie de plataforma, que permite o acesso de uma cadeira de rodas ao chuveiro com recuperador de calor.

As metas previstas e realizadas, referentes a eficiência no sistema de aquecimento de água para banho das entidades assistenciais, são apresentadas na Tabela VIII.

Tabela VIII. Metas previstas e realizadas para o sistema de aquecimento de água para banho

| Metas previstas e realizadas para o sistema de aquecimento de água para banho | | | |
|--|------------------------|--------|-------------------------|
| Item | Metas previstas | | Metas realizadas |
| Energia economizada (MWh/ano) | | 139,90 | 145,50 |
| Redução de demanda na ponta (kW) | | 89,68 | 75,66 |
| Relação custo benefício – RCB | | 0,7538 | 0,7852 |

3. CONCLUSÕES

Os resultados do presente projeto foram analisados a partir dos dados obtidos durante as etapas de medição e verificação do projeto [1]-[2]. Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que os objetivos principais do projeto foram alcançados.

Com este projeto a Copel buscou promover o uso eficiente de energia elétrica, contribuindo assim com a otimização do sistema elétrico e postergando os investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Tal feito foi realizado através da economia de energia e a redução de demanda na ponta resultantes da execução do projeto.

A significância ambiental do projeto também é destacada, uma vez que os equipamentos ineficientes retirados do sistema elétrico foram descartados corretamente conforme lei ambiental vigente.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agência Nacional de Energia Elétrica, “Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética”, resolução Normativa nº 300 de 12 de fevereiro de 2008.
- [2] Efficiency Valuation Organization, “Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance”, abril de 2007.
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos, janeiro 1985.