



ESTUDO DE CASO - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO PRÉDIO DA ETUFOR

Fabielli Guerra de Oliveira (UFC)
fabielliguerra@yahoo.com.br
Marcos Ronaldo Albertin (UFC)
albertin@ufc.br

O trabalho em questão tem como objetivo demonstrar as melhorias e economias obtidas em relação a eficiência energética em um ambiente construído. Tendo como exemplo o estudo de caso realizado no prédio da Empresa de Transporte Público de Fortaleza (ETUFOR), órgão público da Prefeitura de Fortaleza responsável pela administração do Sistema de Transporte Públicos de Passageiros (STPP) do município, onde serão demonstrados todas as etapas, metodologia adotadas e o desenvolvimento da pesquisa, utilizando tabelas e planilhas para demonstrar que é possível diminuir até 50% (cinquenta por cento) os custos com energia elétrica. Com a economia obtida, a empresa pode investir em melhorias para reduzir mais ainda os custos, como por exemplo investindo em tecnologias modernas, adotando medidas que diminuem as agressões ao meio ambiente, além de ajudar a sociedade como um todo, pois com a economia de energia, as concessionárias poderão investir em novos usuários. Ressaltando que todos os procedimentos estão de acordo com as orientações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

Palavras-chaves: Eficiência Energética

1. Introdução

Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar as diferentes maneiras de minimizar os custos com energia elétrica em ambientes de trabalho, além de proporcionar melhoria e conforto nos mesmos. A comprovação da economia planejada e realizada será demonstrada no decorrer deste documento tendo como exemplo o trabalho de redução de custos elaborado na Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (ETUFOR), seguindo orientações do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).

1.1. Conceito

A expressão "redução de energia", na realidade, surgiu nos EUA, logo após a crise do petróleo, entre 1973 e 1978, e era mais aplicada relativamente à mudança de hábitos e rotina diária de pessoas e indústrias. Por isso, essa expressão foi um pouco criticada: o seu conceito traduzia não só a redução do consumo de energia, mas também estava associado a um percentual de perda de conforto. Ou seja, significava ter de abrir mão, por exemplo, da temperatura agradável de um ambiente com ar condicionado ou utilizar menos iluminação, o que, de certa forma, significa uma perda de conforto ou um aumento de incômodo. Mais tarde esse conceito evoluiu para o de eficiência energética ou melhoria da eficiência energética, cujo princípio é o uso racional de energia: podemos fazer as mesmas coisas que antes, produzir o mesmo que antes e, até, um pouco mais, utilizando menos energia. Esse conceito está mais voltado para a possibilidade de aumentar o rendimento do sistema, aumentando sua eficiência. Assim, ao produzir-se algo usando menos energia pode-se, do ponto de vista conceitual, encarar isso como se fosse uma geração de energia (LIMA, 2002).

De acordo com a teoria de Dias (1999) e Goldemberg (1998) "Conservar energia é manter ou melhorar o padrão de serviços e qualidade de vida, com menor custo no consumo de energéticos. Com a redução ou eliminação dos desperdícios, a partir de mudanças comportamentais (educação), aprimoramentos administrativos, ações corretivas e introdução de novas tecnologias, é possível conquistar diferenciais competitivos". Ou seja, a eficiência energética pode ser também interpretada como a maneira mais eficaz de usar a energia elétrica sem comprometer o conforto do ambiente de trabalho.

Através de todos esses conhecimentos e conceitos da finalidade que tem em conservação energética, sabe-se que um gerenciamento energético de qualquer instalação requer a adoção de estratégias adequadas, as quais devem ter suas estruturas baseadas nos sistemas energéticos existentes, nos hábitos de uso da edificação e dos sistemas e na opinião dos usuários e técnicos da edificação sobre a qualidade dos sistemas instalados.

Percebendo que os recursos naturais e financeiros ficam cada vez mais escassos e o projeto de engenharia tem custos bastante elevados, é necessidade inconteste que o planejamento e a elaboração de projetos adotem alternativas de redução de custos, porém sem aferir os aspectos técnicos, sociais e ambientais (GOMES, 2005).

2. Metodologia

Este trabalho trata-se de um estudo de caso realizado em 2006, no prédio da ETUFOR. O estudo em questão foi elaborado por uma das contribuintes da empresa que trabalha no departamento de planejamento da empresa, autora deste artigo.

A ETUFOR, órgão municipal responsável pela administração, planejamento, gerenciamento e fiscalização do Sistema de Transporte Público de Passageiros (STPP) do Município de

Fortaleza, com o objetivo de minimizar os valores cobrados nas faturas de energia elétrica, fez o levantamento de carga em todo o seu prédio administrativo referente à quantidade, potência e tipos de luminárias, lâmpadas, e condicionadores de ar.

O levantamento de carga foi utilizado no estudo para análise do custo pago pelo funcionamento dos referidos equipamentos e aparelhos, além de ajudar a analisar se a implantação da eficiência energética seria recomendável.

Para elaboração desse trabalho foram realizadas as seguintes etapas:

- Análise de Contrato de Fornecimento de energia com a Concessionária;
- Análise das Faturas Mensais de Energia Elétrica;
- Análise do Ambiente de Trabalho através de observação local;
- Levantamento de Carga Elétrica através de medições no prédio administrativo.

A seguir são detalhadas as etapas principais do método.

3. Desenvolvimento da Pesquisa

3.1. Análise de Contrato de Fornecimento de Energia com a Concessionária

A análise de contrato de fornecimento de energia entre a ETUFOR e a Companhia Energética do Ceará (COELCE) tem como objetivo adequar a modalidade e adotar a melhor tarifa para a empresa de acordo com o horário de funcionamento e a demanda a ser contratada pela mesma.

Na ETUFOR, essa etapa foi feita análise do contrato vigente do período, tendo como foco principal a adequação de demanda em kw (kilowatt) e a modalidade tarifária. Na época, o contrato da ETUFOR com a concessionária era de 140 kwh e a modalidade tarifária do tipo convencional. No sistema convencional a conta mensal leva em consideração o consumo (kilowatt por hora) e a demanda de energia (kw), sem diferenciação quanto aos horários do dia e períodos do ano.

Após estudos e modificação do horário do expediente da prefeitura de Fortaleza, foi refeito o contrato de fornecimento de energia com a concessionária local, no caso a COELCE, adequando a demanda de acordo com as necessidades e modificada a modalidade tarifária para horo-sazonal verde.

A modalidade tarifária horo-sazonal é caracterizada por apresentar preços diferenciados de demanda e consumo de energia elétrica de acordo com as horas do dia (ponta e fora ponta) e períodos do ano (seco e úmido). A tarifa verde é uma das modalidades de tarifa horo-sazonal, sendo uma modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas do dia e os períodos do ano, bem como de uma única tarifa de demanda de potência. (Resolução N° 456 de 29 de novembro de 2000).

3.2. Análise das Faturas Mensais de Energia Elétrica

Essa análise tem como objetivo acompanhar o consumo mensal de energia elétrica do prédio, juntamente com os seus custos, evitando que ocorra aumento sem justificativa do mesmo. Caso ocorra, deve-se tomar as providências cabíveis e medidas corretivas.

A análise da faturas é uma das principais ferramentas usada como indicador da redução do consumo. É através dela que podemos verificar se os resultados da implantação da efficientização energética foram alcançados, ou seja, se a redução de custos foi de pelo menos

20% .

Após a modificação da modalidade tarifária da ETUFOR no mês de março de 2006, a economia obtida foi de aproximadamente 50%. De acordo com a Figura 1, percebe-se nitidamente a redução dos custos ao longo dos meses do ano 2006.

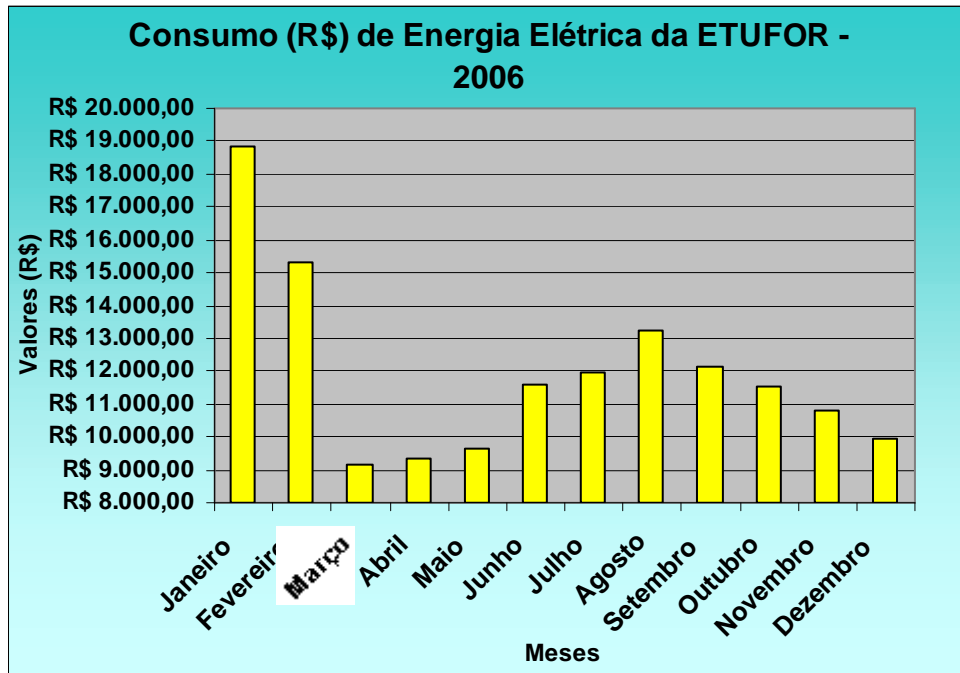


Figura 1. Gráfico do consumo de energia elétrica do prédio da ETUFOR/06.

A partir do mês de junho, observa-se que a energia teve aumento justificado pela compra de um maior número de equipamentos eletrônicos, tais como computadores, impressoras e condicionadores de ar .

3.3. Análise do ambiente de trabalho

Este foi o principal item considerado, onde é analisado todo o ambiente de trabalho, incluindo as instalações, *layout*, iluminação, temperatura, enquadrando-os de acordo com as condições exigidas na Norma Brasileira.

No ambiente de trabalho da ETUFOR foram analisadas as condições de trabalho existentes, verificando a potência das luminárias, a altura destas, a periodicidade de realização de manutenção tanto das lâmpadas quanto dos condicionadores de ar e suas respectivas potências e, se estes estão atuando na temperatura ideal. O foco nestes dois tipos de equipamentos é explicável por ser a iluminação, juntamente com a instalação de ar condicionado, responsável por 90% do consumo de energia neste tipo de instalação.

A manutenção dos equipamentos é muito importante, principalmente para que sejam evitados desperdícios. Pois, uma manutenção inadequada diminui a vida útil do aparelho ou sistema, além de aumentar o seu consumo e elevar as despesas.

3.4. Levantamento de Carga Elétrica

O levantamento de carga elétrica neste estudo engloba as lâmpadas e os condicionadores de

ar.

A tabela 1 mostra o levantamento de carga em relação a iluminação existente da sede da ETUFOR. Esta tabela informa o tipo de luminária, horas de uso, quantidade de luminárias, número de lâmpadas por luminária, potência da lâmpada (W), número de reatores por lâmpada, dissipação no reator (W), número de lâmpadas total, número de reatores total, potência total (kw) e consumo em kwh/mês.

Tipo Luminária	Horas de uso	Quant. de Luminárias	No. de lâmpadas por luminária	Potência Lâmpada (W)	No. de reatores por luminária	Dissipação no Reator (W)	No. de Lâmpadas total	Número de Reatores total	Potência Total (kW)	Consumo (kWh/mes)
1 x 40	2640	34	1	40	1	15	34	34	1,9	411,4
2 x 40	2640	153	2	40	1	15	306	153	14,5	3.197,7
4 x 40	2640	90	4	40	2	15	360	180	17,1	3.762,0
1 x 20	2640	21	1	20	1	10	21	21	0,6	138,6
2 x 20	2640	2	2	20	1	10	4	2	0,1	22,0
Fluoresc. HO 100W	2640	4	1	100	1	0	4	4	0,4	88,0
Incand. 60W	2640	3	1	60	0	0	3	0	0,2	39,6
Total		307	12	320			732	394	34,8	7.659,3

Tabela 1 – Sistema atual de iluminação do prédio da ETUFOR.

Observa-se que na empresa há 732 (setecentos e trinta e duas) lâmpadas, no prédio administrativo, com potência total de 34,8 kW dando um consumo total de 7.659,3 kWh por mês.

Na seqüência, a tabela 2 ilustra o levantamento de carga da sede da ETUFOR em relação à climatização existente. Nesta consta o tipo de condicionador de ar, horas de uso, quantidade, eficiência do equipamento, potência (W), potência total (kW) e consumo em kwh/mês.

Ar-condicionado (Btu/h)	Horas de uso/ano	Quant.	Eficiência do Equipamento	Potência (W)	Potência Total (kW)	Consumo (kWh/mes)
7000	2640	0	6,74	1.038,58	0,00	0,00
7500	2640	2	6,74	1.112,76	2,23	489,61
10000	2640	1	7,08	1.412,43	1,41	310,73
10500	2640	2	7,08	1.483,05	2,97	652,54
12000	2640	1	7,08	1.694,92	1,69	372,88
12500	2640	0	7,08	1.765,54	0,00	0,00
15000	2640	1	6,76	2.218,93	2,22	488,17
18000	2640	2	6,76	2.662,72	5,33	1.171,60
21000	2640	19	6,7	3.134,33	59,55	13.101,49

30000	2640	8	6,7	4.477,61	35,82	7.880,60
23000	2640	0	6,8	3.382,35	0,00	0,00
Total		36		24.383,22	111,22	24.467,63

Tabela 2 – Sistema de condicionadores de ar atual da ETUFOR.

A tabela 2 informa que a existência de 36 condicionadores de ar na empresa, com potência total de 111,22 kW, consumindo uma média de 24.467,63 kWh por mês.

4. Proposta de sistema mais econômico

O sistema proposto tem o objetivo de implantar melhorias e principalmente reduzir custos. A comparação do sistema anterior com o sistema proposto resultará na economia a ser obtida.

No caso da ETUFOR, acompanhando as orientações do PROCEL, fez-se o estudo comparativo dos custos e benefícios. Em relação à iluminação foi comprovado que a troca das luminárias existentes pela luminária de calha refletora, aberta e com porte para duas lâmpadas de 32W do tipo T8 e reatores eletrônicos, resultaria numa diminuição de aproximadamente 60% no consumo das lâmpadas, conforme proposto na tabela 3.

Tipo Luminária	Horas de uso	Quant. de Luminárias	No. de lâmpadas por luminária	Potência Lâmpada (W)	No. de reatores por luminária	Dissipação no Reator (W)	No. de Lâmpadas	No. de Reatores	Potência Total (kW)	Consumo (kWh/mes)
1 x 32	2640	34	1	32	1	0	34	34	1,1	239,4
2 x 32	2640	161	2	32	1	0	322	161	10,3	2.266,9
1 x 16	2640	21	1	16	1	0	21	21	0,3	73,9
2 x 16	2640	2	2	16	1	0	4	2	0,1	14,1
4 x 32	2640	70	4	32	2	0	280	140	9,0	1.971,2
LFC 15W	2640	3	1	15	0	0	3	0	0,0	9,9
TOTAL		291		143			664	358	20,8	4.575,3

Tabela 3 – Sistema de iluminação proposto para o prédio da ETUFOR.

Os aparelhos do sistema de climatização da empresa, devido à idade, consomem muito mais do que os condicionadores de ar que possuem o selo PROCEL. Com a troca desses por outros mais eficientes e funcionando com a temperatura adequada, é possível reduzir consideravelmente os gastos com energia elétrica, conforme demonstrado na tabela 4.

Ar-condicionado (Btu/h)	Horas de uso ano	Quant.	Eficiência do Equipamento	Potência (W)	Potência Total (kW)	Consumo (Kwh/mês)
7500	2640	2	6,74	1.112,76	2,23	489,61
10000	2640	1	7,74	1.291,99	1,29	284,24

12000	2640	3	8,74	1.373,00	4,12	906,18
15000	2640	1	9,74	1.540,04	1,54	338,81
18000	2640	2	10,74	1.675,98	3,35	737,43
21000	2640	19	11,74	1.788,76	33,99	7.477,00
30000	2640	8	12,74	2.354,79	18,84	4.144,43
Total		36		11.137,31	65,35	14.377,70

Tabela 4 – Sistema de climatização proposto para o prédio da ETUFOR.

Comparando as tabelas do sistema atual com o sistema proposto em relação à iluminação, concluímos que a troca reduzirá 3.084kWh no consumo, o que significa uma economia entorno de 40% a menos. Em relação ao sistema de climatização, a quantidade de aparelhos continuará a mesma, porém com maior eficiência, a implantação do novo sistema pode obtém-se uma redução de 10.089,93kWh por mês, ou seja, uma redução também de 40%.

5. Resultados alcançados

A seguir são comentados os resultados realizados e planejados e em relação ao ambiente do trabalho e a economia obtida.

5.1 Melhoria no Ambiente de Trabalho

Quando trabalhamos a efficientização energética dentro dos departamentos, trabalhamos com o *layout* destes, objetivando melhorias tanto no conforto térmico como no ergonômico.

No caso da ETUFOR os principais estudos feitos foram em relação ao posicionamento das lâmpadas e sua altura e a temperatura dos condicionadores de ar.

5.2 Aplicações da Economia Obtida com a Eficiência Energética.

Com a economia obtida com a efficientização é possível investir em tecnologia moderna, como os monitores dos computadores, cada vez mais econômicos, ficando comprovado que o monitor tipo LCD (Liquid Crystal Display) pode reduzir em 40% o consumo de energia e sua eficiência é de 65%, são mais confortáveis para os olhos, ocupam menos espaço na mesa de trabalho, além de emitir quase nenhuma radiação nociva. Atualmente, a ETUFOR está com projeto para trocar os seus monitores CRT (Catodic Ray Tube) por monitores LCD.

Com os recursos financeiros economizados, as empresas também podem investir em outras áreas que possam reduzir mais os custos. Mais especificamente, a ETUFOR está estudando o projeto de implantação do sistema de engenharia para a reutilização da água, tanto na sede da empresa com nos seus sete terminais de integração.

A água a ser reutilizada teria proveniência da água da chuva que seria armazenada e utilizada para a lavagem das plataformas dos terminais. Na sede, a água de reuso, também proveniente da chuva, seria utilizada para lavar os carros da empresa e regar o jardim. A ação de reuso da água tem como principais benefícios diminuir o desperdício da água e a economia de cerca de 20% nas suas faturas, além de contribuir com a preservação do meio ambiente.

5. Conclusão

O combate ao desperdício de energia elétrica trás vantagens para todos envolvidos, pois o usuário passa a gastar menos energia e o setor elétrico poderá investir no atendimento de novos usuários gerando novos emprego, além de contribuir com o meio ambiente em evitar o

aumento do aquecimento global, as agressões ambientais decorrentes da construção de usinas hidrelétricas ou ao funcionamento de usinas termelétricas. Os resultados deste trabalho estão de acordo com as orientações do PROCEL.

Foi feito novo contrato de fornecimento de energia com a concessionária local, obtendo redução inicial de 50% na fatura de energia elétrica da empresa. Além da implantação do sistema de manutenção dos referidos equipamentos.

O trabalho previu os benefícios das trocas dos condicionadores de ar e das lâmpadas e suas respectivas calhas por equipamentos mais eficientes que podem obter maior redução na fatura de energia elétrica da ETUFOR.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEE. Resolução N°456 de 29 de novembro de 2000. Atualização: maio de 2005. Capturado em <www.aneel.gov.br> em 12.03.2006.

DIAS, R. A. *Impactos da substituição de equipamentos na conservação de energia.* Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica em Transmissão e Conservação de Energia da Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 1999.

GOLDEMBERG, J. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, 234p. São Paulo, 1998.

GOMES, H. P. *Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento – Análise Econômica de Projetos,* ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 2005.

LIMA, P. F. *Conservação de Energia: Aprendendo com a Crise.* Cadernos da Fundação Luís Eduardo Magalhães. Energia Novos Cenários, 3ª edição – Salvador, 2002.

LOPES, J. C. *Manual de Tarificação da Energia Elétrica,* PROCEL 2ª edição. São Paulo, 2002.

MAGALHÃES, L. C. Orientações Gerais Para Conservação de Energia Elétrica em Prédios Públicos. PROCEL 1ª edição. São Paulo, 2001.

MANUAL DE ADMINISTRAÇÃO DE ENERGIA. Secretaria de Energia do Governo do Estado de São Paulo, 2001. Capturado em <www.aneel.gov.br> em 11.04.2006.

PENA, S. M. *Sistema de Ar Condicionado e Refrigeração.* PROCEL 1ª edição. São Paulo, 2002.

RODRIGUES, P. *Manual de Iluminação Eficiente,* PROCEL 1ª edição. São Paulo, 2002.

VII ENCAC. Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais sobre Conforto no Ambiente Construído. 2005

RESOLUÇÃO N°456 DE 29 DE NOVEMBRO DE 2000 – ANEEL. Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica, (Atualização: Maio de 2005).