



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA GESTÃO DA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Milthon Serna Silva
Cristiano Santos Carvalho
Roberto Felipe andrade Menezes
José Raimundo Teodoro Júnior
Luiz Marcos de Oliveira Silva

Resumo: A conservação e uso racional da energia elétrica são medidas que estão cada vez mais sendo tomadas pelas instituições que buscam menores gastos com o consumo de energia, o que pode ser conseguido através de ações simples objetivando resultados a curto e logo prazo. Essas ações devem ter como premissa básica que o padrão de conforto seja mantido, a instituição deve adequar-se as novas medidas de modo a não alterar suas funções cotidianas. Numa época em que a devastação do meio ambiente é um dos principais problemas a ser combatido, a eficiência energética assume um importante papel, contribuindo para que mais seja produzido com menos custo para o meio ambiente. Este artigo descreve as medidas tomadas pela Universidade Federal de Sergipe desde 2008, com o intuito de diminuir gastos com energia elétrica e os resultados obtidos até então.

Palavras Chaves: Eficiência Energética, gestão energética e Conservação de Energia Elétrica.

1. INTRODUÇÃO

A procura pela diminuição dos gastos com o consumo da energia elétrica estimula as instituições a investirem em estudos e análises nas áreas de economia e conservação de energia, onde ações como mudanças contratuais e conscientização do consumo no dia-a-dia, podem gerar economia de energia e retorno financeiro para a instituição.

Grande parte dos contratos de prestação de serviço de energia elétrica são assinados sem o devido conhecimento das possibilidades de enquadramento tarifário como, por exemplo, os tipos de tarifas disponíveis para cada tipo de consumidor, os prazos mínimos para ajuste de demanda contratada etc. Um contrato mal feito pode deixar os custos relativos a energia muito mais altos que o necessário. A contratação de demanda em excesso, bem como abaixo do mínimo necessário podem gerar igualmente custos extras, seja pelo pagamento de demanda não utilizada ou por pagamento de demanda de ultrapassagem respectivamente. Tendo um bom contrato de fornecimento o passo seguinte é combater o desperdício de energia elétrica. Isso pode ser feito através de medidas simples como campanhas de conscientização, troca de equipamentos ineficientes, adequação das instalações etc..

Na Universidade Federal de Sergipe, paralelamente a revisão dos contratos de fornecimento foi feita uma campanha de conscientização e uma análise dos equipamentos existentes no principal Campus da instituição, com o intuito de promover uma posterior troca ou remanejamento dos que não estivessem dentro de limites aceitáveis de eficiência.

Foi definido que os novos aparelhos de ar condicionado adquiridos pela Universidade seriam necessariamente de modelo certificados pelo PROCEL e que

em novas construções as luminárias deveriam possuir superfície refletora e usar lâmpadas tubulares de 32 W em vez de lâmpadas de 40 W.

Para gestão do Programa de Conservação de Energia foi criada uma CICE – Comissão Interna de Conservação de Energia, composta de gestores da instituição e professores e alunos do departamento de Engenharia Elétrica. Ao departamento de Engenharia Elétrica coube o papel de operacionalizar o programa, tendo em troca a garantia de que 50% dos recursos economizados fossem utilizados na aquisição e manutenção de equipamentos de laboratório.

A Universidade Federal de Sergipe como a maioria das instituições de ensino do país vem passando por um processo de expansão, tanto do número de alunos como de área construída. Por conta disso, o consumo de energia elétrica tende a crescer. Desde o ano de 2008 a evolução do consumo e demanda é monitorada mês a mês em todos os Campi, no intuito de se ter condições de alterar os valores contratados de demanda sempre que for necessário.

2. SITUAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ANTES DO PROJETO

Um importante fato a ser destacado é o de que o maior contrato da Universidade Federal de Sergipe é o de fornecimento de energia elétrica. Só no ano 2007, se gastou cerca de R\$ 2,1 milhões com esse serviço, em 2008 cerca de R\$ 2,45 milhões, em 2009 cerca de R\$ 3 milhões e em 2010 R\$ 3,4 milhões.

O Campus de São Cristóvão é a sede principal, e, como era de se esperar, é o responsável pela maior fatia desse gasto, cerca de 70% do total anual. A segunda unidade de maior consumo é o Campus da Saúde, onde funcionam o Hospital Universitário - HU, departamentos de

alguns cursos, salas de aula e laboratórios. Essa unidade representa cerca de 20% da conta anual de energia elétrica. Outras unidades de menor expressão são os Campi de Itabaiana e Laranjeiras. As demais unidades não são representativas por terem

valores de consumo pequenos e se enquadrarem em tarifa monômnia.

Na Tabela 1, são mostrados os custos mensais de cada unidade em 2010.

Tabela 1. Gastos com energia elétrica na UFS, 2010.

	Campus SC	Campus Saúde	Estação UFS	CULTART	MUHSE	Campus Rural	Campus Itabaiana	Biblioteca - Campus Laranjeiras	Campus de Laranjeiras	Serviço de Psicologia Aplicada	TOTAL
JANEIRO	138.258,44	50.395,66	5.401,18	972,18	519,13	1.355,70	9.736,92	1.373,57	4.515,74	184,69	212.713,21
FEVEREIRO	129.255,82	48.763,70	6.619,75	525,98	597,67	1.169,46	9.725,60	1.417,35	4.686,72	197,25	202.959,30
MARÇO	229.371,39	63.029,94	6.461,29	618,24	615,14	1.198,10	14.357,38	7.519,41	5.592,72	171,22	328.934,83
ABRIL	217.138,54	58.465,34	4.115,29	50,41	689,57	1.004,75	17.794,34	1.820,53	7.161,83	186,46	308.427,06
MAIO	228.154,56	61.302,64	5.095,13	837,83	705,04	806,30	19.531,03	1.179,00	7.392,61	174,21	325.178,35
JUNHO	179.797,26	51.556,67	1.866,95	866,50	711,32	824,57	13.455,20	1.108,12	6.388,45	192,59	256.767,63
JULHO	180.784,32	52.108,97	4.514,12	587,77	699,44	918,73	12.143,51	894,39	5.580,02	178,28	258.409,55
AGOSTO	179.578,88	42.784,20	6.619,19	716,80	622,26	812,05	12.128,25	874,29	5.337,49	179,38	249.652,79
SETEMBRO	255.853,05	43.628,84	4.912,36	732,55	702,85	997,39	14.831,04	765,17	6.594,09	212,04	329.229,38
OUTUBRO	232.779,09	51.316,91	4.713,36	869,25	636,66	1.153,17	17.864,09	651,19	7.185,77	281,62	317.451,11
NOVEMBRO	233.335,50	50.849,77	4.996,26	901,25	719,79	1.475,97	18.481,17	963,62	7.611,19	307,89	319.642,41
DEZEMBRO	207.786,81	50.899,41	5.172,53	878,48	831,63	1.686,22	14.464,35	1.366,01	5.827,81	249,08	289.162,33
TOTAL	2.412.093,66	625.102,05	60.487,41	8.557,24	8.050,50	13.402,41	174.512,88	19.932,65	73.874,44	2.514,71	3.398.527,95

3. MEDIDAS REALIZADAS

Como ações iniciais foram feitas revisões dos contratos de atendimento de energia elétrica entre a UFS e a Concessionária de local. Além disso, realizou-se uma vistoria completa de todo o sistema de condicionamento de ar.

Também em 2008, foi criado um concurso que envolveu toda a comunidade acadêmica para escola das melhores idéias de economia de energia. O vencedor do concurso recebeu uma bolsa por três meses para ajudar na campanha de conscientização.

Para o acompanhamento da evolução do consumo e demanda das unidades da UFS, foram desenvolvidas planilhas que simulam as possibilidades de enquadramento tarifário, a demanda contratada ideal e a viabilidade do uso de grupo gerador no horário de ponta.

A análise das contas de energia elétrica consiste na avaliação dos seguintes pontos:

- Análise do consumo de energia elétrica, em kWh;
- Análise das demandas medidas e faturadas, em kW;
- Análise do fator de potência;
- Análise do enquadramento tarifário.

É através da avaliação dos pontos citados que pode-se:

- a) Conhecer o comportamento e de que forma a energia elétrica é consumida na instalação;
- b) Verificar o gasto da empresa com as contas de energia elétrica, em reais;

- c) Verificar a contribuição do consumo, em kWh, e da Demanda, em kW, no valor final da conta de energia elétrica, em reais;
- d) Verificar se a demanda contratada condiz com a demanda medida;
- e) Observar se o valor do fator de potência está dentro do que determina a legislação;
- f) Verificar se a modalidade tarifária escolhida é a melhor para a instalação.

3.1. Renegociação do Contrato de Fornecimento de Energia

Cada unidade consumidora da Universidade tem seu próprio perfil de consumo e demanda que pode ou não depender do calendário acadêmico da instituição. É o perfil de consumo que determina o tipo de tarifa que será aplicada na conta de energia.

A priori, por nunca ter sido feita uma avaliação precisa das contas, a medida tomada logo de início no projeto foi a de estudar o histórico anual do consumo e demanda para avaliar as possibilidades de renegociação do contrato de fornecimento junto à concessionária.

O primeiro relatório emitido identificou que a melhor tarifa para o campus Itabaiana era a horo-sazonal verde subgrupo A4 em vez da tarifa convencional subgrupo A4. Nas unidades Fapese e Cultart, verificou-se que o pagamento de contratado de demanda não era necessário e estas unidades foram levadas da tarifa convencional subgrupo A4, na qual paga-se por consumo e demanda para a convencional subgrupo B3, na qual paga-se apenas por consumo.

3.2. Campanha de Conscientização do Uso de Energia

O consumo de energia se dá, na prática, através do acionamento dos dispositivos elétricos. E como estes estão presentes em praticamente qualquer atividade humana, um meio efetivo para economia de energia é a promoção do uso racional e comedido da mesma.

Visto isso, fez-se logo necessária no projeto uma Campanha de Conscientização geral das pessoas, enfatizada na publicação de cartazes, adesivos e *banners* espalhados por toda a universidade com frases de efeito sobre o uso racional da energia elétrica e imagens de impacto relacionadas ao tema.

Além disso, outro aspecto importante da campanha foi distribuição de brindes para alunos, docentes e funcionários; como canetas, canecas, chaveiros e adesivos. Utensílios estes, que são naturalmente utilizados pelo público alvo, contribuindo com a eficiência da divulgação.

Embora a redução do consumo provocada pela campanha publicitária não possa ser medida diretamente, ela promove a expansão das idéias que ultrapassam os limites da universidade, contribuindo de forma positiva com a imagem da instituição e seus órgãos, podendo resultar em parcerias posteriores junto ao projeto.

Na Figura 1, têm-se exemplos de artes dos *banners* utilizados na campanha, localizados propositalmente em pontos estratégicos, como o restaurante universitário e a biblioteca, buscando a atenção do público frequentador dos locais.



Figural: Campanha de conscientização do uso da energia elétrica na Universidade Federal de Sergipe - UFS, 2008.

3.3. Estudo da Iluminação dos Prédios

Para o processo de efficientização do sistema de iluminação se dar de maneira a não interferir nos padrões de conforto visual, deve-se primeiramente conhecer os níveis de iluminância atuais e os recomendados para cada tipo de ambiente.

Níveis ideais estes, estabelecidos pela norma técnica NBR-5413 da ABNT, que determina, para cada tipo de ambiente, o nível ideal de iluminância, de acordo com as atividades a serem desenvolvidas no local.

Uma vez conhecido o nível de iluminância, pode-se fazer o cálculo luminotécnico, que determina o número de luminárias necessárias para o ambiente em questão. Cálculo este, feito a partir de características do ambiente como comprimento, largura, pé-direito e altura do plano de trabalho, além das cores e

tipos de materiais empregados na sua construção.

Para as atuais instalações da UFS, onde a quantidade de luminárias, bem como suas posições e outras características já foram determinadas, a análise da iluminância foi feita comparando-se a medida realizada com um luxímetro com a simulação via software e os valores recomendados pela ABNT.

De acordo com os resultados do estudo, diferentes medidas de economia são discutidas do ponto de vista financeiro, avaliando-se os impactos da adoção das mesmas na conta de energia elétrica. Bem como sua viabilidade de execução.

Na Figura 2, é ilustrado o cálculo luminotécnico realizado para uma sala de aula padrão de medidas 12x8x3m (Pé direito x Comprimento x Largura), ambientetípico das universidades federais, com uma iluminância média de 360lx.

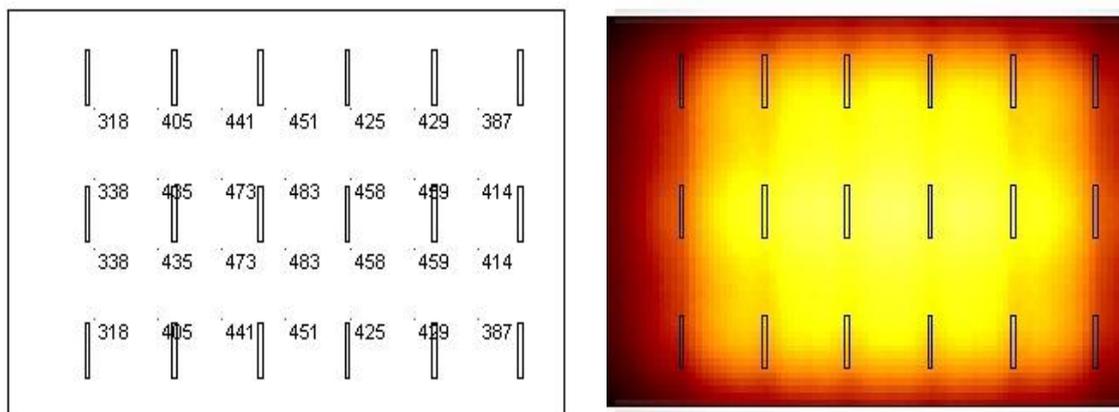


Figura 2: Iluminância em gradiente da sala de aula padrão.

3.4. Diagnóstico da Qualidade e do Uso dos Equipamentos

O uso de aparelhos elétricos nas atividades diárias é corriqueiro e necessita de grande atenção para que não existam desperdícios.

Os aparelhos analisados pelo projeto com maior destaque foram às lâmpadas e luminárias e os aparelhos de ar condicionado. O último recebeu um destaque maior devido ao grande número de aparelhos e o seu uso intensivo por conta do clima da região. Entre os principais problemas encontrados, pode-se destacar:

- A falta de vedação entre o meio externo e a sala;
- Uso de aparelhos de capacidade térmica inferior ao mínimo necessário para o ambiente;
- Aparelhos instalados a poucos centímetros do piso;
- Falta de manutenção periódica;
- Aparelhos muito antigos e pouco eficientes.

Na figura 3, é mostrado um gráfico do número de aparelhos de ar condicionados de acordo com o ano de sua aquisição.

Observa-se que mais de 25% possuía idade superior a uma década, em 2007.

O levantamento da situação do sistema de iluminação identificou que em diversos ambientes, como salas de aulas e laboratórios. As lâmpadas eram esquecidas ligadas sem que houvesse pessoas no recinto. Como tentativa de melhorar tal situação, o sistema de iluminação ganhou grande destaque na campanha de conscientização.

Tecnicamente foram observados os seguintes problemas:

- Má distribuição das luminárias e uso de apenas um interruptor para todas as luminárias de uma mesma sala, em ambientes administrativos;
- Falta de limpeza nas luminárias;
- Uso de luminárias sem superfície refletora.

A partir do conhecimento do sistema em funcionamento foi possível sugerir uma série de medidas de economia. Como o *retrofit* dos equipamentos antigos, conseguindo através de um convênio com a concessionária local, que teve como ponto de partida as planilhas do levantamento feito pela CICE.

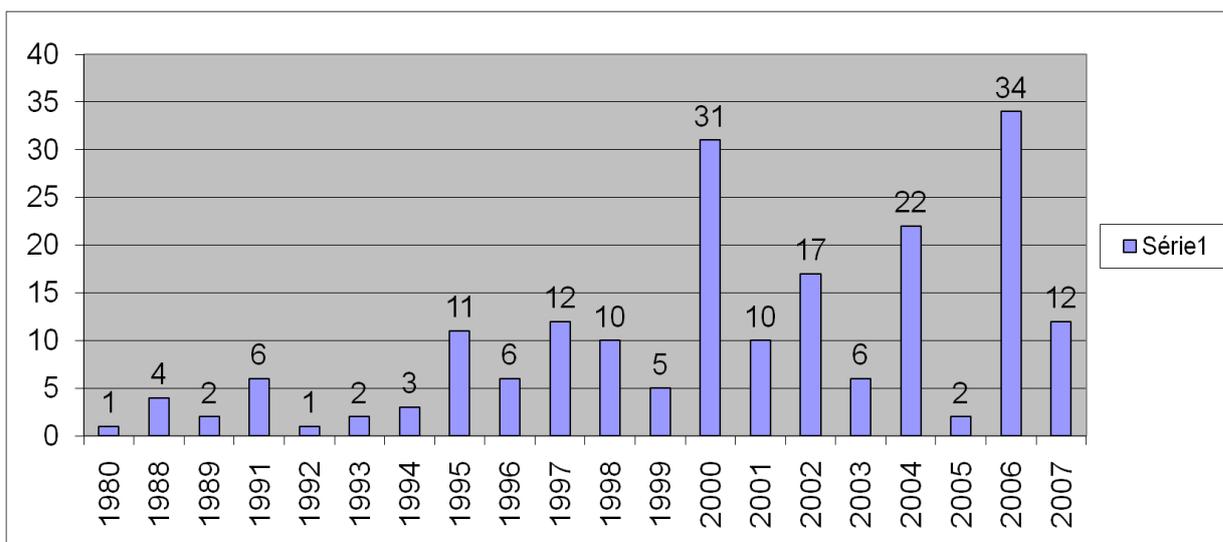


Figura 3: Número de aparelhos de ar condicionado de acordo com o ano de aquisição pela universidade, 2008

3.5. Retrofit de Equipamentos

Com base nos diagnósticos obtidos nas etapas anteriores, foi realizada a troca dos equipamentos ineficientes, obedecendo as premissas de manter, ou até melhorar, os padrões de conforto. O projeto foi financiado por um dos programas de Eficiência Energética da concessionária de distribuição local, Energisa Sergipe - Distribuidora de Energia S/A.

Esta ação procedeu-se sobre os sistemas com maior potencial de redução da Universidade: o Sistema de Iluminação e o Sistema de Condicionadores de Ar.

Foi promovido um levantamento dos equipamentos em situação mais crítica, do ponto de vista energético, para realização do *retrofit*.

Onde, para o Sistema de Iluminação foram executados:

- troca de 2208 lâmpadas fluorescentes tubulares modelo T10, que possuem baixa relação lumens por watt, por 1744 lâmpadas modelo T8, que possuem maior relação lumens por watt;

- troca de 92 lâmpadas do tipo incandescente por 92 lâmpadas do tipo LFC (Lâmpada fluorescente Compacta);
- troca de 6 lâmpadas do tipo Mista 250W por 6 lâmpadas Vapor Metálico 70W;
- troca de 10 lâmpadas do tipo Mista 500W por 10 lâmpadas Vapor Metálico 150W;
- troca de 904 pontos da unidade, de luminárias antigas, com rendimento abaixo de 60%, por 904 luminárias com alumínio anodizado de alta refletância, sendo que essas últimas têm um rendimento de 75%;

E para o Sistema de Condicionadores de Ar:

- retirada de 134 equipamentos em condições precárias de funcionamento para a instalação de 134 condicionadores de ar de alto rendimento;
- tipologia das instalações compreendem em 85 equipamentos de janela e 49 equipamentos split.

Em relação à execução das ações propostas, obteve-se como resultado a perspectiva de economia de

aproximadamente 90 mil reais por ano. Como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do *retrofit* para o Sistema de Iluminação.

SISTEMA ATUAL	
Tipode Equipamento	Iluminação Convencional
Quantidade	1002 (pontos de instalação)
Potência Total(kW)	101,75
Energia Estimada(MWh/Ano)	272,23
SISTEMA PROPOSTO	
Tipode Equipamento	Iluminação Eficiente
Quantidade	1002 (pontos de instalação)
Potência Total(kW)	61,75
Energia Estimada(MWh/Ano)	160,71
RESULTADOS ESPERADOS	
Redução de Potência na Ponta(kW)	34,00
Energia Conservada(MWh/Ano)	111,51
Economia(%)	40,96
Benefícios Anualizados(R\$)	34.895,05

Tabela 3. Resultados do *retrofit* para o Sistema de Condicionadores.

SISTEMA ATUAL	
Tipode Equipamento	Condicionador de Ar tipo Janela
Quantidade	134
Potência Total(kW)	242,09
Energia Estimada(MWh/Ano)	543,26
SISTEMA PROJETADO	
Tipode Equipamento	Condicionadores de Ar tipo janela
Quantidade	134
Potência Total(kW)	253,28
Energia Estimada(MWh/Ano)	569,17
SISTEMA PROPOSTO	
Tipode Equipamento	Condicionadores de Ar tipo Janela e Split
Quantidade	134
Potência Total(kW)	175,23
Energia Estimada(MWh/Ano)	406,58
RESULTADOS	
Redução de Potência na Ponta(kW)	59,31
Energia Conservada(MWh/Ano)	162,59
Economia(%)	28,57
Benefícios Anualizados(R\$)	56.605,61

O retorno financeiro total do capital investido no *retrofit* que foi de aproximadamente 535 mil reais, seria previsto para cinco anos, caso fosse investido pela própria instituição.

Mas, também, a economia anual com a redução do consumo não é a única fonte de retorno. Como benefícios para a Universidade Federal de Sergipe é possível citar a redução nos custos de manutenção

de equipamentos e a melhoria das condições de trabalho e conforto.

Para a concessionária a possibilidade de postergação de investimentos no sistema de distribuição e para a sociedade o conforto advindo da implantação de equipamentos modernos, os quais aumentam a luminosidade do ambiente e o conforto térmico das instalações.

3.6. Estudo do Progresso no Consumo de Energia

Após alguns meses da criação da CICE, o projeto já pode fazer uma avaliação das medidas adotadas e com recursos obtidos com o próprio programa adotar novas prioridades.

A unidade FAPese possuía dois pontos de recebimento de energia elétrica, tendo assim duas contas de energia elétrica separadas. A unificação das contas era uma exigência antiga da concessionária. Para a Universidade, a junção das contas possibilitaria um melhor gerenciamento do consumo na unidade. Foram realizadas as obras necessárias para o atendimento unificado, com recursos advindos dos resultados obtidos pela CICE.

Outra unidade que sofreu modificações em suas instalações foi o Centro de Cultura e Arte (Cultart). As modificações visaram corrigir problemas no ponto de recebimento da concessionária que não atendia às normas técnicas da distribuidora.

Na Figura 4, é mostrada a evolução do consumo e da demanda do campus São Cristóvão para os horários de ponta e fora de ponta. Observa-se que existe uma tendência de crescimento que é devida à expansão da instituição. O acompanhamento mensal das contas é usado para definir ajustes nos valores

contratados e identificar eventuais mudanças bruscas de consumo.

3.7. Estudos de Qualidade de Energia

Além do acompanhamento baseado nas faturas de energia elétrica. Em algumas situações, é necessária uma análise mais detalhada da instalação elétrica que é feita com o uso de analisadores e qualidade de energia elétrica.

O monitoramento das variáveis da rede elétrica permite diagnosticar alteração de caráter qualitativo, como presença de harmônicos e variações nos níveis da tensão elétrica.

Os analisadores têm sido usados principalmente para identificar horários de ocorrência de baixo fator de potência em unidades que venham a apresentar eventuais cobranças em suas faturas.

Os equipamentos já foram instalados no Hospital Universitário e no Campus São Cristóvão algumas vezes.

4. MEDIDAS ATUAIS

Após de três anos de projeto, já foram alcançados resultados consideráveis que vão desde mudanças de comportamento dos usuários a troca de vários equipamentos por outros mais eficientes.

Além disso, está previsto ainda para 2011 a segunda parte do convênio com a Energisa que prevê o *retrofit* de outra parcela de aparelhos de ar condicionado.

Para o Campus São Cristóvão está previsto para 2013 a construção de uma subestação de 69/13.8 kV. A demanda do Campus vem crescendo e ao ultrapassar o patamar de 2500 kW pode-se optar pela compra de energia na tensão de 69 kV.

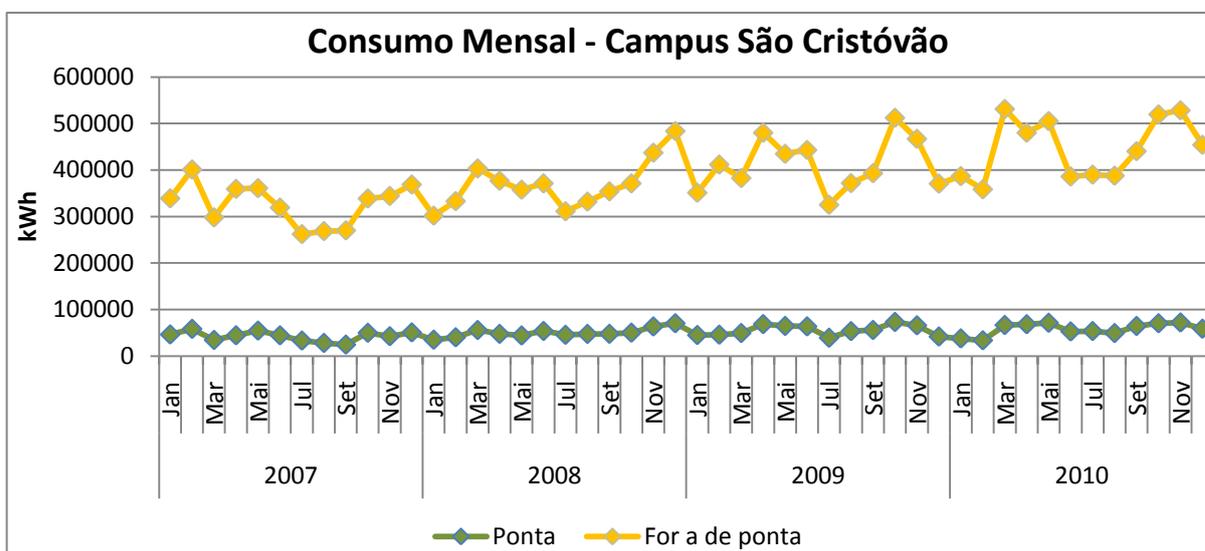
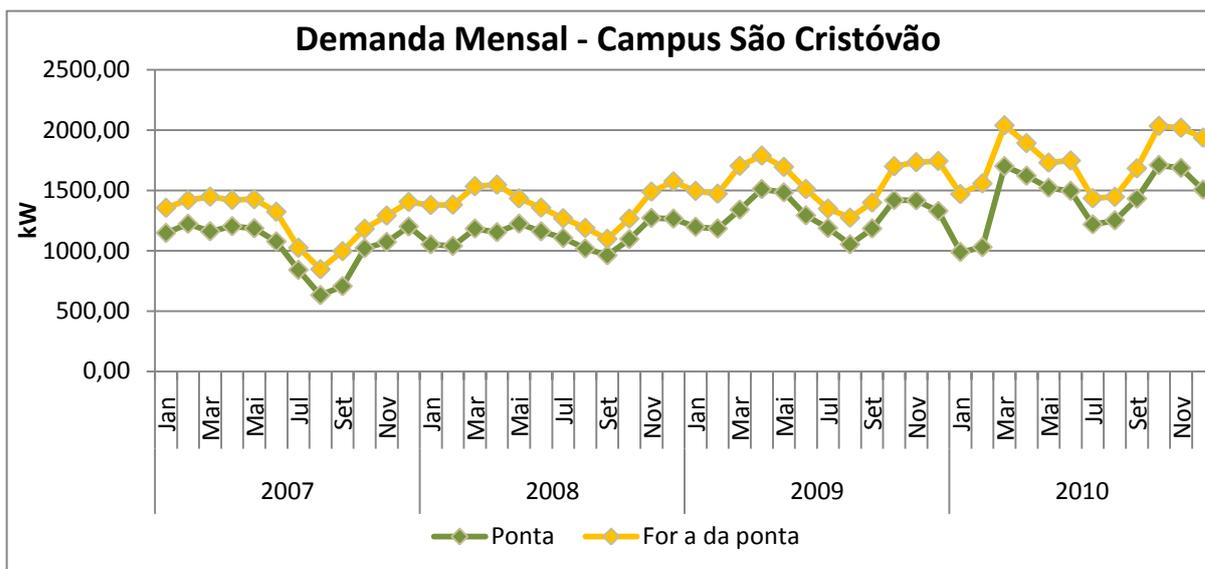


Figura 4: Comportamento do consumo e demanda do campus São Cristóvão, 2007-2010.

Nesse nível de tensão o enquadramento tarifário da unidade será na tarifa horo-sazonal azul subgrupo A3. Nela os valores pagos por consumo e demanda são consideravelmente menores que em 13.8 kV, que é usado atualmente. Estimativas feitas com os valores de demanda e consumo atuais indicam um potencial de redução de gastos nessa unidade superior a 15%. Este projeto está em fase de licitação.

Outra alternativa interessante, é a instalação de grupos geradores nas unidades com enquadramento horo-

sazonal, que vem sendo estudada desde 2007.

Atualmente está sendo avaliada a possibilidade do estabelecimento de um convênio com a empresa distribuidora de gás de Sergipe - SERGAS para instalação de um Grupo Gerador a gás no Campus São Cristóvão para atendimento no horário de ponta. Os estudos realizados apontam um tempo de retorno do investimento relativamente curto.

Também está em andamento a instalações de medidores de energia individuais para cada uma das subestações

do Campus São Cristóvão. Esta é a principal unidade da UFS e possui atualmente demanda contratada de 2100 kW e um total de onze subestações. O uso de medição descentralizada proporcionará uma melhor avaliação do consumo de energia elétrica na unidade, a partir disso é possível:

- Conhecer a curva de carga dos diversos órgãos do Campus;
- Saber a importância de cada órgão na fatura final de energia elétrica;
- Identificar locais com consumo de energia reativa excedente;
- Identificar locais com possibilidade de uso de controladores de demanda;
- Descobrir pontos de desperdício de energia em horários fora do expediente da instituição.

Os medidores já foram instalados em duas subestações e a execução do projeto esta em andamento.

5. CONCLUSÕES

Em uma organização do porte da Universidade Federal de Sergipe, para que um projeto de Eficiência Energética tenha êxito, devem-se seguir etapas bem definidas de análise, ação e manutenção dos avanços conquistados.

Para a análise fez-se necessário um levantamento geral dos equipamentos e atividades realizadas na universidade, seguido de um estudo da viabilidade das medidas a serem tomadas, como *retrofit* e

renegociações de contratos. Com atenção para os aspectos de viabilidade econômica e manutenção dos padrões de conforto.

Por conseguinte, traçados os planos e medidas a serem tomados, tem-se a parte de execução dos mesmos. O que não se dá da maneira convencional, como por exemplo, o *retrofit*, que a princípio trata-se de uma troca de equipamentos ineficientes por outros eficientes, mas que, além disso, necessita de uma revisão do projeto original com o objetivo de encontrar a melhor posição de instalação, por exemplo.

No desenvolvimento das atividades notou-se que tão importante quanto as etapas anteriores, é a de manutenção da eficiência geral da instituição. Visto que o cenário da Universidade Federal de Sergipe é de expansão e naturalmente com o passar do tempo suas atividades, equipamentos e instalações mudam, alterando o cenário do consumo e trazendo novos paradigmas de eficiência.

Em síntese, o direcionamento do grupo de trabalho deve ocorrer nos focos de desperdício, identificando as oportunidades de melhoria de eficiência e acompanhando constantemente estes pontos específicos como os contratos de compra de energia elétrica.

Parte dos recursos economizados foi utilizada na compra de novos equipamentos e na montagem do laboratório de Eficiência Energética do Departamento de Engenharia Elétrica da UFS que proporciona a possibilidade de desenvolvimento de pesquisas na área.

Referências Bibliográficas

COSTA, G. J. Correa da. *Iluminação econômica: cálculo e avaliação*. Ed. EDIPUCRS, Porto Alegre – RS, 2006.

LOPES, J. Castrillon. *Manual de tarifação da energia elétrica*. Eletrobrás, Brasília, 2002.

MAGALHÃES, L. Carlos. *Orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos*. Eletrobrás, Brasília, 2001.

PENA, S. Meirelles. *Sistemas de ar condicionado e refrigeração*. Eletrobrás, Brasília, 2002.

ROCHA, L. R. Ribetti.; MONTEIRO, M. Aurélio (2002). *Gestão energética*. Eletrobrás, Brasília, 2002.

SANTOS, A. H. Moreira. *Eficiência energética, Teoria e prática*. Ed. da FUPAI, Itajubá – MG, 2007.

SANTOS, A. H. Moreira. *Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos*. Ed. da EFEI, Itajubá – MG, 2006.