

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

LEONARDO BRIAN FAVATO

Indicadores de Eficiência Energética em Edifícios da USP: Concepção,
Aplicabilidade e Desdobramentos Energético - Ambientais Associados.

São Paulo

2005

Leonardo Brian Favato

Indicadores de Eficiência Energética em Edifícios da
USP: Conceção, Aplicabilidade e Desdobramentos
Energético - Ambientais Associados.

LEONARDO BRIAN FAVATO

Indicadores de Eficiência Energética em Edifícios da USP: Concepção, Aplicabilidade e Desdobramentos Energético - Ambientais Associados.

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental
Área de concentração: Mitigação de Impactos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Soares de Paiva

São Paulo

2005

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Centro de Informação Tecnológica do
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

F272i Favato, Leonardo Brian
Indicadores de eficiência energética em edifícios da USP: concepção, aplicabilidade e desdobramentos energético – ambientais associados. / Leonardo Brian Favato. São Paulo, 2005.
57p.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Mitigação de Impactos Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Soares de Paiva

1. Indicador de eficiência energética 2. Energia elétrica 3. Consumo de energia 4. Economia de energia 5. Edificações 6. Universidade de São Paulo 7. Conservação de energia 8. Gestão de energia elétrica 9. Qualidade de vida 10. Meio ambiente 11. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico II. Título

05-75

CDU 621.3:504.06(043)

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar esse trabalho ao meu orientador Prof. Dr. Marco Antonio Soares de Paiva, minha esposa Elesandra, meus pais Brasilino e Maria, aos familiares e amigos pelo apoio e paciência que tiveram durante a sua concepção e elaboração.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho, em especial ao Prof. Dr. Marco Antonio Saidel e toda a equipe do SISGEN “Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica da USP”, pelos incentivos e auxílio na extração e tabulação dos dados de consumo de energia elétrica das unidades da Universidade de São Paulo.

RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo principal apresentar a importância da monitoração do consumo energético e da utilização de indicadores de consumo na gestão do uso da energia elétrica em unidades consumidoras. Visa também estabelecer um paralelo entre a energia economizada por meio da implementação de medidas / ações de uso racional com a redução da queima de combustíveis utilizados para a geração de energia elétrica em termoelétricas que, por sua vez, reduz as emissões de CO₂, contribuindo para melhorar a qualidade de vida em nosso planeta.

O propósito, portanto, é difundir esses indicadores e demonstrar a importância de se economizar energia elétrica, correlacionando essa economia com os benefícios ambientais decorrentes da mesma.

Palavras-chave: Energia Elétrica – Economia de Energia – Gestão da Energia Elétrica - Indicadores de Eficiência Energética – Meio Ambiente.

ABSTRACT

The main goal of this research work is to show how important energy saving is and to propose a few indexes for the amount of electricity usage in a consuming unit in order that a good energy management plan be implemented. Another objective is to correlate the amount of electric energy saving with the decrease of fossil fuel consumption in thermoelectric power stations, which reduces CO₂ emission and promotes better ambiental health conditions.

Key-words: Electric Energy – Energy Saving - Management of Electric Energy – Energy Indexes - Environment.

Lista de ilustrações

Figura 1	Esquema de Ligação da Fibra Óptica Utilizada para Trafegar os Dados do SISGEN em Pirassununga.....	5
Figura 2	Relatório de consulta ao banco de dados disponibilizado pelo SISGEN.....	8
Figura 3	Gráfico do agrupamento de unidades por níveis de consumo diário..	12
Figura 4	Gráfico do PCT – Indicador Percentual de Consumo Total da CUASO.....	15
Figura 5	Gráfico do PCR – Indicador Percentual de Consumo Noturno verificado no Período de Faturamento Reservado.....	16
Figura 6	Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m ² – CUASO.....	17
Figura 7	Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m ² – Comparação entre FEA e Poli Elétrica.....	18
Figura 8	Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m ² – Comparação entre IO e IGC.....	19
Figura 9	Gráfico do CMU - Indicador de Consumo Médio Mensal por Usuários que utilizam o ambiente – CUASO.....	20
Figura 10	Gráfico do CMU – Indicador de Consumo Médio Mensal por Usuários que utilizam o ambiente – Comparação entre CCE e IGC..	21
Figura 11	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CUASO 2005.....	22
Figura 12	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CUASO 2004.....	22
Figura 13	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CUASO 2005.....	23
Figura 14	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – Reitoria Nova 2003.....	23
Figura 15	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – Reitoria Nova 2004.....	24
Figura 16	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – Reitoria Nova 2005.....	24
Figura 17	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CCE 2003.....	25
Figura 18	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CCE 2004.....	25
Figura 19	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – CCE 2005.....	25
Figura 20	Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m ² – FSP.....	26
Figura 21	Gráfico do DMU - Indicador de Demanda Máxima Mensal por Usuário – CUASO.....	27
Figura 22	Gráfico do DMU - Indicador de Demanda Máxima Mensal por Número de Usuários – Comparação entre IO e EEFE.....	28

Figura 23	Gráfico do Uso Final de Energia Elétrica nas Universidades Norte Americanas.....	31
Figura 24	Gráfico do Uso Final de Energia Elétrica na Universidade de São Paulo.....	33
Figura 25	Gráfico do Consumo Desagregado do MAC Ibirapuera.....	37
Figura 26	Levantamento dos Equipamentos Existentes no MAC Ibirapuera.....	45
Figura 27	Proposta de Novo Sistema de Iluminação para o MAC após o Diagnóstico Energético.....	46
Foto 1	Foto da Área de Exposição do MAC.....	38
Foto 2	Foto da Área Climatizada – Iluminação.....	39

Lista de tabelas

Tabela 1	Tabela dos consumos médios diários e dos dias Úteis e não úteis.....	11
----------	--	----

Lista de abreviaturas

DOE	U.S.A. Department of Energy
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
USP	Universidade de São Paulo
PURE USP	Programa para o Uso Eficiente de Energia Elétrica na Universidade de São Paulo

Sumário

Capítulo 1	
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contextualização e Perspectivas do Trabalho.....	1
1.2 Justificativa da Escolha do Tema.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo Geral.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Método.....	3
Capítulo 2	
2 TRANSMISSÃO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DAS UNIDADES CONSUMIDORAS.....	4
2.1 Transmissão das Grandezas Elétricas.....	4
2.2 Caracterização dos Perfis de Consumo de Energia Elétrica das Unidades Consumidoras.....	6
2.2.1 Coleta e análise dos dados energéticos.....	6
2.2.2 Definição de metodologia para estabelecer consumos por dia da semana e por dias úteis / não úteis das unidades consumidoras.....	9
2.2.3 Aplicabilidade / resultados esperados por meio da metodologia estabelecida.....	12
Capítulo 3	
3 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	13
Capítulo 4	
4 CORRELAÇÃO ENTRE A ENERGIA ELÉTRICA ECONOMIZADA X POSTERGAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TERMOELÉTRICAS.....	28
Capítulo 5	
5 GESTÃO ENERGÉTICA - MEDIDAS VISANDO O USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA.....	30
5.1 Implementação de um programa de uso racional de energia elétrica - os três pilares da gestão energética.....	32
5.1.1 Campanhas de conscientização (treinamento e divulgação).....	34
5.1.2 Sistema de gerenciamento de energia elétrica e sua importância(checagem mensal com as faturas emitidas pelas concessionárias).....	34
5.1.3 Gestão de faturas / contratos de energia elétrica da USP.....	35
5.1.4 Projetos de eficiência energética.....	36
5.1.5 Pesquisa de campo – diagnóstico energético.....	36
CONCLUSÃO.....	40
Referências Bibliográficas.....	42
Apêndice.....	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PERSPECTIVAS DO TRABALHO

“O primeiro choque petrolífero (1973/74) teve como conseqüência, entre muitas outras, lembrar que a energia é um bem esgotável, escasso e com preços atualmente instáveis” (Ferreira et Ferreira, 1994).

Racionalizar significa tornar racional ou mais eficiente. Segundo Ferreira et Ferreira (1994), eficiência energética é um conceito generalizado que se refere às medidas a serem implementadas ou já implementadas, bem como os resultados alcançados decorrentes da melhor utilização da energia. Portanto, racionalizar o uso da energia elétrica é um fator extremamente importante nos dias de hoje, uma vez que, ao não usarmos de maneira racional ou mais eficiente esse insumo, estamos simplesmente desperdiçando um potencial que poderia estar beneficiando outros processos produtivos ou residências.

“O uso eficiente de energia se constitui num pressuposto essencial para a concretização de uma estratégia energética em bases sustentáveis. A questão da eficiência está associada à noção de conservação de energia. Esta não pode ser entendida como uma mera redução do consumo. O objetivo de um programa de conservação não é simplesmente conservar energia, mas trabalho, porque é este que mede a eficiência da produtividade da energia. A energia nos é útil somente quando produz bens e serviços que atendam às necessidades humanas e garantam um adequado padrão de vida” (BERMANN, 2003).

Segundo Saidel et al. (2004), uma gestão concreta da energia elétrica requer procedimentos bem estruturados que envolvem, a grosso modo, a elaboração de diagnósticos energéticos para caracterização do consumo, um plano de ação para o uso eficiente dos equipamentos, estudos para uma melhor contratação da energia e um posterior programa permanente de acompanhamento das ações.

Portanto, a energia elétrica é, sem dúvida, um recurso extremamente importante e deve ser utilizada da melhor forma possível, ou seja, beneficiar os seres humanos e impactar o mínimo possível o meio ambiente. Para isso e, conforme Saidel et al. (1999) afirmaram, para alcançar os objetivos desejados, um Projeto ou Programa para o uso racional de energia elétrica deve ser implementado, pois ele visa a redução desses desperdícios, adequando o uso da energia à atividade desempenhada na instalação ou no processo, através da utilização de equipamentos adequados e da correta utilização destes por parte dos usuários.

A crise energética que assolou o país em 2001 serviu para despertar, mesmo que de forma punitiva (por meio de multas), a conscientização para a questão da utilização racional da energia elétrica. A partir desse momento histórico, as empresas também passaram a se importar cada vez mais em reduzir o consumo em suas plantas, uma vez que o custo do kWh vem se elevando gradativamente

desde então e representa hoje um item de custo relevante na saúde financeira das empresas. Esse fator incrementou desde então, a implantação de diversos Programas de Uso Racional de Energia Elétrica em todo o país.

1.2 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO TEMA

O que motivou a pesquisa em questão foi a constatação da oportunidade de difundir técnicas e ações que possam reduzir / racionalizar o consumo de energia elétrica em edificações, identificando também os benefícios diretos e indiretos que essas ações podem promover no meio ambiente. Verifica-se, claramente, que há falta de conhecimento de indicadores que correlacionem o uso da energia com os impactos ambientais.

Além disso, espera-se também avaliar a viabilidade de uma alternativa tecnológica aplicável a todos os projetos de implementação na área de sistemas de gerenciamento de energia elétrica. O sistema de gerenciamento a ser analisado é um novo procedimento de transmissão, coleta e análise dos dados de energia elétrica de uma instalação e, por meio de uma metodologia a ser desenvolvida no decorrer da pesquisa, transformar esses dados em ações efetivas no combate ao desperdício desse insumo tão importante que é a energia elétrica.

1.3 OBJETIVOS

Os objetivos da pesquisa são classificados em gerais e específicos.

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral é elaborar os indicadores de eficiência energética e apresentar, com exemplos práticos, a sua utilidade na gestão da energia elétrica nas edificações da Universidade de São Paulo, identificando ainda os benefícios ambientais associados.

1.3.2 Específicos

Os objetivos específicos são os seguintes:

- levantar informações sobre as tecnologias utilizadas na aquisição dos dados de consumo de energia elétrica, avaliando a possibilidade de utilização de redes Ethernet para o tráfego dessas grandezas;

- levantar e apresentar as limitações de alguns equipamentos que compõem um sistema de gerenciamento de energia elétrica por meio de transmissão de dados seriais;
- avaliar tecnicamente as tecnologias de transmissão de dados energéticos mais difundidas atualmente e propor a melhor solução;
- apresentar, por meio de um estudo de caso, a viabilidade ou não da utilização de um sistema de monitoramento que trafegue os dados energéticos por meio de uma rede Ethernet, tendo por base de comparação um sistema que opera atualmente com a tecnologia de transmissão de dados via serial;
- apresentar técnicas para o tratamento dos dados energéticos, sua análise e posterior utilização na estruturação de ações para a redução do consumo de energia elétrica; e
- estabelecer alguns indicadores de consumo de energia elétrica das instalações e outros indicadores energético-ambientais onde se demonstre a correlação entre energia elétrica economizada e os benefícios proporcionados ao meio ambiente decorrentes dessa economia.

1.4 MÉTODO

Os procedimentos adotados no desenvolvimento desta pesquisa foram os seguintes:

- a) revisão bibliográfica sobre as tecnologias existentes na transmissão de dados;
- b) análise de um estudo de caso para a transmissão e coleta dos dados de energia elétrica utilizando a tecnologia Ethernet – TCP/IP para uma instalação no campus da Universidade de São Paulo, localizada em Pirassununga, e comparação com a tecnologia utilizada atualmente;
- c) levantamento de dados globais de consumo de energia elétrica das unidades consumidoras da Universidade de São Paulo localizadas nos campi de Pirassununga e São Paulo capital;
- d) levantamento de dados físicos dessas unidades, como área construída, número de pessoas que utilizam o ambiente, entre outros, para possibilitar a elaboração dos indicadores energéticos;
- e) levantamento de dados sobre as relações entre a geração da energia elétrica e a queima de combustíveis, para possibilitar a criação de indicadores energético-ambientais que de alguma forma caracterizem essa associação para alguns cenários possíveis da geração;

f) análise dos dados e posterior comparação entre unidades consumidoras para verificar possíveis similaridades de perfis de consumo;

g) identificação e estruturação das possíveis ações capazes de reduzir o consumo de energia elétrica dessas instalações;

h) elaboração dos indicadores energéticos; e

i) elaboração dos indicadores energético-ambientais.

Cabe ressaltar que as referências bibliográficas obtidas / consultadas, serão citadas ao longo dos vários capítulos desse trabalho.

2 TRANSMISSÃO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS E CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

2.1 TRANSMISSÃO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS / DADOS ENERGÉTICOS

Segundo B&B Eletronics Manufacturing Company (2004), alguns sistemas RS-422 ou RS-485 possuem número de “nós” ou necessitam percorrer longas distâncias acima do que podem suportar. Repetidores de sinais são usualmente utilizados para transpor essas barreiras físicas. Um repetidor RS-458, pode ser colocado no sistema para dividir o sinal em múltiplos segmentos. Cada sinal reforçado pelo repetidor, é capaz de percorrer aproximadamente 1.200 metros de cabo.

Durante a implementação da monitoração remota do consumo de energia elétrica no campus da Universidade de São Paulo, localizado na cidade de Pirassununga, verificou-se que, na prática, a afirmação da B&B Eletronics não é verdadeira, pois em transmissões de dados seriais com distâncias superiores a 700 metros de cabo, não foi possível efetuar a coleta de dados dessas instalações mesmo utilizando os repetidores de sinal citados. Além disso, acima dessa distância, ocorre o comprometimento das demais transmissões neste mesmo “nó”, por meio do travamento de todas as comunicações seriais. Portanto, os “4000 feet” ou aproximadamente 1.200 metros indicados no artigo da B&B Eletronics, deve ser considerado apenas como valor ideal e não real.

Diante desta realidade, surgiu a idéia de pesquisar novas tecnologias capazes de trafegar esses dados de uma forma estável e confiável. Durante a pesquisa, ficou claro que uma opção interessante seria a de utilizar a rede Ethernet para tais fins e a fibra óptica como meio físico de transmissão. Segundo SAIDEL et al (2004), atualmente existem duas arquiteturas comumente utilizadas para a coleta destes dados junto aos medidores de energia elétrica: a arquitetura com rede de comunicação local ModBus (serial) e a arquitetura com protocolo TCP/IP, a qual utiliza Internet ou Intranet. O que se observa na prática é que os sistemas de monitoramento de energia elétrica, em sua grande maioria, trabalham sobre

plataforma serial para a transmissão dos dados energéticos. Essa tecnologia de transmissão apresenta vantagens no tocante aos custos e facilidade de instalação e, por isso, são amplamente utilizados. Na grande maioria das indústrias, essa é uma solução satisfatória, mas, quando ocorre a necessidade de transmitir os dados de monitoramento de uma cabine de energia elétrica a longas distâncias, as limitações e fragilidades da transmissão serial se tornam evidentes. Como alternativa tecnológica, pode-se utilizar as redes corporativas de dados que trabalham com protocolo TCP / IP. Essas redes estão presentes em praticamente todas as empresas, uma vez que a Internet se tornou muito popular. O passo seguinte, portanto, foi o de realizar um estudo de caso em Pirassununga.

Seguindo nessa linha, foram feitas as instalações da rede de fibra óptica, dos conversores e efetuadas as configurações. Na seqüência, passou-se à execução dos testes para comprovar a eficácia da rede de dados, durante os quais não ocorreram falhas na comunicação e os dados foram coletados corretamente. Foi observado ainda, que os dados eram atualizados quase que em tempo real, demonstrando desempenho superior ao da tecnologia de transmissão serial.

Esse trabalho contribuiu muito no sentido de comprovar a viabilidade técnica de utilizar-se essa tecnologia de transmissão de dados, visando a aquisição dessas grandezas energéticas. O intuito foi demonstrar sua superioridade operacional por meio de uma comparação com o sistema serial utilizado atualmente. Além disso, essa nova tecnologia proveu à transmissão e coleta de dados maior confiabilidade e estabilidade.

O esquema da figura 1 representa como foi efetuado o estudo de caso no campus da Universidade de São Paulo localizado na cidade de Pirassununga:

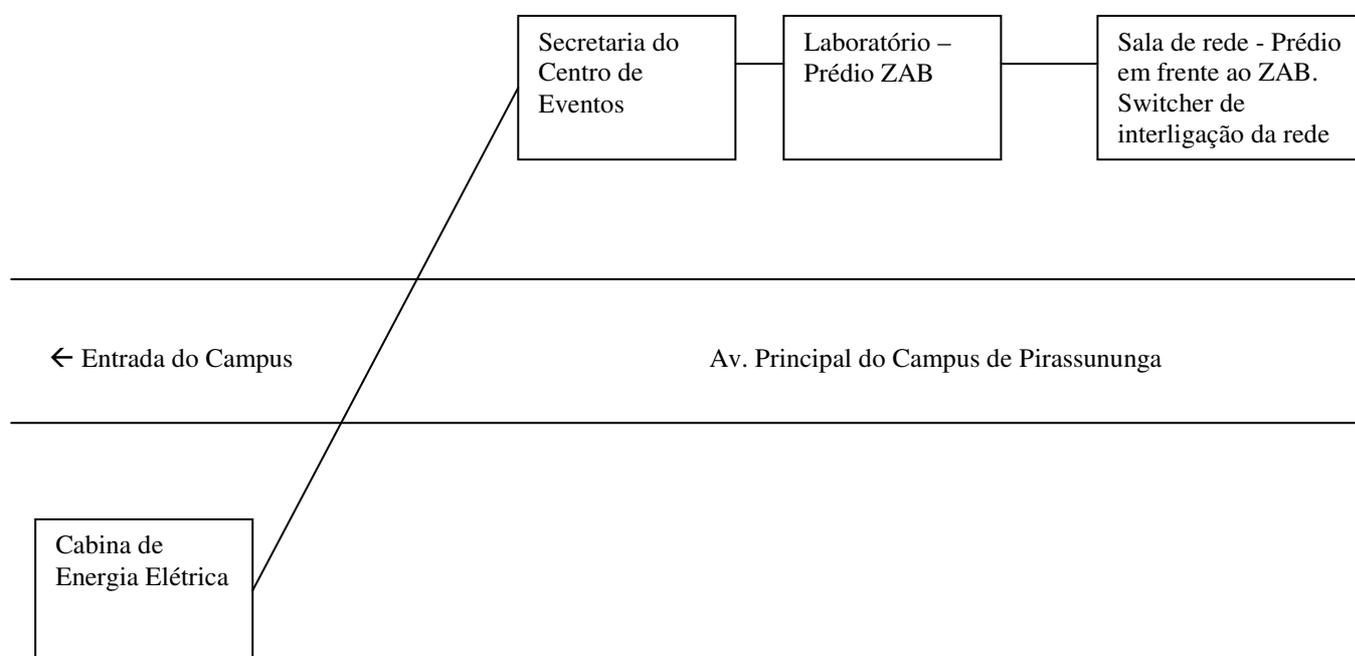


Figura 1 - Esquema de Ligação da Fibra Óptica Utilizada para Trafegar os Dados do SISGEN em Pirassununga (FAVATO, 2004)

Legenda:

Linha contínua interligando os quadrados – Fibra Óptica.

Cabina de energia elétrica – Cabina primária de Energia Elétrica onde estão instalados:

Registrador de Pulso, Conversor RS 485/UTP e o Conversor UTP/ Fibra Óptica.

Secretaria do Centro de Eventos e Laboratório do Prédio ZAB - Emendas Mecânicas na Fibra Óptica.

Sala de rede prédio em frente ao ZAB – Ponto de conexão da cabina de energia elétrica à rede de dados de Pirassununga através da última porta em uso do Switcher.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DAS UNIDADES CONSUMIDORAS

2.2.1 Coleta e análise dos dados energéticos

A coleta e a análise dos dados energéticos é uma etapa muito importante, pois se ocorrerem erros na interpretação ou no tratamento desses dados, haverá deterioração da qualidade do diagnóstico.

No Brasil, não existem muitos estudos sobre o comportamento do consumo das instalações elétricas, o que geralmente ocorre nas empresas é apenas a gestão / verificação das faturas de energia e a correta contratação de demanda para que não ocorram multas por ultrapassagem.

Para que as ações / decisões afetas à questão de eficiência energética sejam tomadas em uma unidade consumidora, o perfil de carga dessa instalação deve ser conhecido. O sistema de gerenciamento de energia elétrica é a ferramenta que proporcionará esse conhecimento, pois coleta os dados / grandezas elétricas e as converte em dados digitais que são transportados para um microcomputador, onde, por meio de um software de gestão, são disponibilizados ao usuário por uma interface gráfica de fácil compreensão, subsidiando as decisões, pois apresenta a curva de carga da instalação, além de grandezas como: demanda, consumo diário, potências ativa, reativa e aparente, fator de potência, entre outros, de acordo com os padrões das concessionárias de energia.

Esses estudos são importantes quando se vislumbra a gestão da energia, uma vez que, ao serem identificadas similaridades de comportamentos de consumo em algumas instalações, pode-se traçar ações de uso racional localizadas em alguns setores específicos ou ainda serem utilizadas estratégias de campanhas de conscientização dos usuários da região / setor onde ocorre o desperdício.

Outra ferramenta importante no auxílio da gestão de energia é a elaboração e utilização dos indicadores energéticos, pois, por meio deles, pode-se identificar o comportamento do consumo das unidades consumidoras ao longo do tempo e, estabelecer relações de sazonalidade e de patamares de consumo entre elas. Esses dados são muito importantes, uma vez que podem ser definidos valores

padrões que serão utilizados em projetos de novas instalações, levando em consideração informações como: o consumo por m² ou ainda o consumo por usuário. Portanto, com esta ferramenta, pode-se estabelecer limites padrões aceitáveis de consumo por ambiente e proporcionar análises de eficiência da instalação.

Seguindo nessa linha, os dados de consumo de energia elétrica das unidades consumidoras utilizados nesse trabalho, foram extraídos do SISGEN “Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica da Universidade de São Paulo” e foram utilizados, para efeito dos cálculos, os dados históricos de consumo disponíveis no sistema, os quais, foram coletados para um período de tempo de amostragem entre 2 meses até dois anos, variando de unidade para unidade.

Durante o período de amostragem, foi possível estabelecer o consumo de energia elétrica de cada uma das 20 unidades escolhidas para este trabalho.

A coleta dos dados energéticos foi executada através de consultas ao banco de dados do SISGEN, onde foi impresso o relatório de consumo mensal de cada unidade. Esses relatórios disponibilizavam o consumo diário de cada unidade e as demandas máximas registradas.

A figura 2 a seguir apresenta o tipo de relatório disponibilizado pelo SISGEN e que serviu como base para as análises do trabalho, onde o horário de ponta indicado, é definido no período compreendido entre 17:30 às 20:30h.

Consumo São Paulo



Consumo realizado entre 1/4/2005 e 18/4/2005 23:45:00

Demanda Contratada(kW):

ponta 12000

fora ponta 15000

CUASO

Meta 6000000

Constante medidor (Wh/pulso) 9600

Dia	Energia ativa(kWh)				Energia reativa(kvarh)				fator de potência			demanda máx(kW)	
	ponta	f. ponta	res.	total	ponta	f. ponta	res.	total	ponta	f. ponta	res.	ponta	f. ponta
01/04/05	34.685	183.706	38.122	256.512	15.994	82.013	0	98.006	0,90	0,89	1,00	13.018	16.320
02/04/05	0	58.714	31.373	90.086	0	29.030	0	29.030	1,00	0,88	1,00	0	7.142
03/04/05	0	109.478	35.779	145.258	0	55.334	0	55.334	1,00	0,86	1,00	0	6.912
04/04/05	34.522	187.834	36.019	258.374	15.341	82.118	0	97.459	0,91	0,90	1,00	12.941	16.934
05/04/05	33.773	171.360	37.507	242.640	14.842	72.854	0	87.696	0,91	0,90	1,00	12.250	14.208
06/04/05	36.797	187.978	37.123	261.898	16.512	81.427	0	97.939	0,90	0,90	1,00	13.517	16.858
07/04/05	39.072	197.366	38.515	274.954	17.846	86.371	0	104.218	0,90	0,90	1,00	14.400	17.664
08/04/05	34.973	195.283	39.744	270.000	15.725	86.352	0	102.077	0,90	0,90	1,00	13.517	17.050
09/04/05	0	121.824	36.317	158.141	0	59.462	0	59.462	1,00	0,88	1,00	0	7.603
10/04/05	0	102.509	35.366	137.875	0	49.517	0	49.517	1,00	0,86	1,00	0	6.874
11/04/05	37.354	193.670	34.838	265.862	16.838	83.606	0	100.445	0,90	0,89	1,00	13.978	17.318
12/04/05	38.294	198.864	38.582	275.741	17.280	87.408	0	104.688	0,90	0,90	1,00	14.016	17.434
13/04/05	36.883	194.842	38.774	270.499	16.522	85.930	0	102.451	0,90	0,90	1,00	13.786	17.203
14/04/05	37.507	190.176	37.987	265.670	16.646	83.309	0	99.955	0,90	0,89	1,00	13.901	16.973
15/04/05	35.098	188.256	38.035	261.389	15.763	82.147	0	97.910	0,90	0,90	1,00	13.248	16.627
16/04/05	0	121.968	36.499	158.467	0	60.240	0	60.240	1,00	0,87	1,00	0	7.565
17/04/05	0	104.678	35.414	140.093	0	51.917	0	51.917	1,00	0,86	1,00	0	6.605
18/04/05	34.310	173.971	33.936	242.218	15.053	74.294	0	89.347	0,91	0,90	1,00	12.518	15.590
Subtotal	433.26	2.882.477	659.93	3.975.677	194.36	1.293.331	0	1.487.693	0,90	0,86	1,00	14.400	17.664

Figura 2 – Relatório de consulta ao banco de dados disponibilizado pelo SIGEN

Quanto aos dados globais das unidades, como área (m²), número de alunos, etc., eles foram extraídos do anuário estatístico da USP de 2003, onde, após tratados, foram transformados em indicadores de eficiência energética. A metodologia utilizada para estabelecer esses indicadores será apresentada abaixo no capítulo 2.2.2.

2.2.2 Definição de metodologia para estabelecer consumos por dia da semana e por dias úteis / não úteis das unidades consumidoras

Para os períodos de amostragens analisados, verificou-se que havia muitas lacunas de dados que tornavam irreais os consumos de energia elétrica das unidades consumidoras, já que para algumas delas faltavam dias inteiros. Portanto, tornou-se necessário estabelecer uma metodologia para solucionar esse problema. Após a aplicação de alguns métodos, verificou-se que a melhor forma de preencher essas lacunas, seria conhecer o consumo por dia da semana de cada unidade consumidora, ou seja, os consumos característicos às segundas, terças, sábados, domingos, etc... Com isso, iniciou-se um árduo cálculo, onde, no final estabeleceu-se o consumo por dia da semana de cada uma das 20 unidades consumidoras por meio das médias registradas no período analisado de 2003 a 2005, os quais seguem apresentados pela tabela 1.

Na seqüência, foi possível também calcular os consumos médios por dia útil e não útil (incluindo-se os feriados como dias não úteis). No final do estudo, pode-se verificar dados interessantes, como no caso do campus CUASO, que apresentou um consumo aos sábados de 65% do total registrado em dias úteis. Aos domingos, essa relação foi de 59%, demonstrando que a Universidade também permanece bem ativa aos finais de semana.

Analisando as unidades separadamente, pode-se observar relações diversificadas para cada tipo de utilização dos ambientes, como no caso da Bibl. Químicas, que apresentou consumo aos sábados na faixa de 56% em relação aos dias úteis e aos domingos 39%, ficando evidente que a utilização da Biblioteca aos sábados é relativamente alta e aos domingos se mostra baixa.

No caso da Reitoria Nova, essa relação foi 38% aos sábados e 33% aos domingos, confirmando o esperado, já que se trata de uma unidade administrativa com funcionamento no horário comercial de segundas às sextas-feiras.

Para uma melhor visualização, segue abaixo a relação das unidades escolhidas para as análises e suas siglas de identificação na tabela 1.

UNIDADES DENTRO DA CUASO

- *CUASO Geral*: subestação geral de energia elétrica que abastece todo o campus universitário;
- *Bibl. Química*: serviços de biblioteca - Biblioteca do conjunto das Químicas;
- *Reitoria Nova*: unidade administrativa da universidade – Reitoria da Universidade;
- *MAC*: serviços culturais / exposições - Museu de Arte Contemporânea; e
- *Poli Elétrica*: unidade de ensino - Engenharia Elétrica da Escola Politécnica;

- *HU*: unidade de serviços de saúde a comunidade USP e Butantã - Hospital Universitário;
- *IO*: instituto de pesquisa – Instituto Oceanográfico;
- *IGC*: instituo de pesquisa – Instituto de Geociências;
- *CCE*: unidade de serviços de informática - Centro de Computação e Eletrônica;
- *FEA*: unidade de ensino - Faculdade de Economia e Administração;
- *Odontologia*: unidade de ensino que presta serviços de atendimento odontológicos - Faculdade de Odontologia;
- *Veterinária*: unidade de ensino que presta serviços de atendimento médico a animais - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia;
- *ICB I*: instituto de pesquisa - Instituto de Ciências Biomédicas;
- *EEFE*: unidade de ensino – Escola de Educação Física e Esportes; e
- *FAU*: unidade de ensino – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

UNIDADES FORA DA CUASO

- *FSP*: unidade de ensino – Faculdade de Saúde Pública;
- *FM*: unidade de ensino – Faculdade de Medicina;
- *EE*: unidade de ensino – Escola de Enfermagem;
- *IMT*: instituto de pesquisa – Instituto de Medicina Tropical; e
- *Pira*: Campus de Pirassununga – Consumo Geral do campus de Pirassununga.

Unidades	CONSUMOS MÉDIOS (kWh)								
	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM	D.Útil	D. Não Útil
CUASO	214.216	219.964	220.301	220.929	215.767	143.100	129.610	218.235	136.355
Bibl. Química	476	479	485	484	480	269	188	481	228
Reitoria Nova	3.121	3.172	3.174	3.181	3.089	1.203	1.044	3.147	1.124
MAC	4.179	4.203	4.173	4.113	4.104	3.549	3.524	4.155	3.536
Poli Elétrica	6.824	7.258	7.309	7.294	6.929	3.520	3.189	7.123	3.354
HU	19.478	19.058	20.107	20.014	19.382	15.889	15.177	19.608	15.533
IO	2.865	2.901	2.985	2.975	2.837	1.471	1.420	2.913	1.446
IGC	4.940	5.069	5.115	5.030	4.918	3.146	2.895	5.014	3.021
CCE	4.058	4.210	4.243	4.227	4.210	3.416	3.368	4.190	3.392
FEA	6.280	6.400	6.483	6.499	6.219	3.327	1.827	6.376	2.577
Odontologia	4.834	4.980	5.001	4.989	4.664	2.226	1.768	4.894	1.997
Veterinária	7.315	7.286	7.419	7.358	7.233	4.332	4.108	7.322	4.220
ICB I	8.482	8.579	8.758	8.751	8.369	5.446	5.292	8.588	5.369
EEFE	1.725	1.761	1.721	1.794	1.628	718	658	1.726	688
FAU	1.823	1.979	1.917	1.997	1.930	569	470	1.929	519
FSP	2.913	2.962	2.967	2.955	2.822	1.451	1.264	2.924	1.357
FM	14.452	14.459	14.739	14.534	14.262	8.484	8.118	14.489	14.489
EE	1.304	1.338	1.328	1.332	1.308	408	351	1.322	380
IMT	3.751	3.824	3.774	3.846	3.637	2.467	2.367	3.766	2.417
Pira	6.944	7.121	7.080	7.062	6.660	4.932	4.755	6.973	4.843

Tabela 1 – Tabela dos consumos médios diários e dos dias úteis e não úteis

Além da caracterização dos consumos em dias úteis / não úteis, outra contribuição importante do trabalho foi a divisão das unidades analisadas por grupos: A, B, C, D e E, os quais identificam os níveis / faixas de consumos diários, sendo A as unidades que consomem entre 10.001 a 20.000 kWh e E, entre 0 a 1000 kWh.

Abaixo a figura 3 apresenta essa extratificação por grupos.

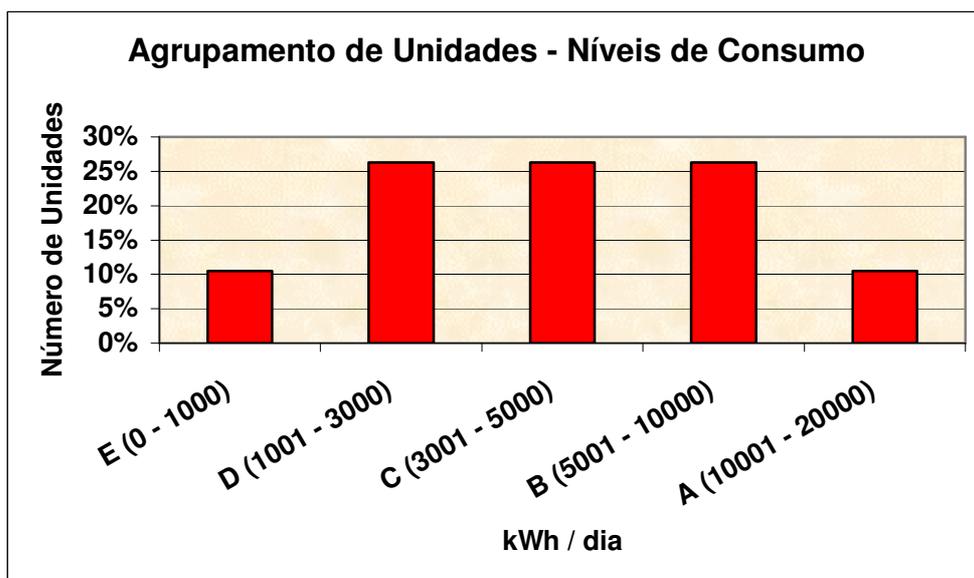


Figura 3 – Gráfico do agrupamento de unidades por níveis de consumo diário

2.2.3 Aplicabilidade e resultados esperados por meio da metodologia estabelecida

A grande contribuição desta etapa do trabalho foi a de proporcionar algo impossível até então, valores de referência para o preenchimento automático das planilhas de consumos de energia elétrica de cada unidade pelo SISGEN, eliminando assim as perdas de informação em caso de falha na coleta de dados por qualquer que seja o motivo.

Esse preenchimento não ocorria, pois não haviam valores de referência confiáveis, uma vez que faltava uma análise mais apurada dos dados individuais de cada unidade, o que ocorreu durante este trabalho.

3 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo Ferreira et Ferreira (1994), os indicadores energéticos podem ser definidos como macro-indicadores (quando caracterizam a eficiência de um país ou região) e micro-indicadores (quando caracterizam a eficiência de uma empresa, edifício ou habitação). Esses indicadores podem ser divididos em duas categorias em função dos seus objetivos:

- indicadores descritivos: quando caracterizam a situação de eficiência energética sem procurar justificativa para as causas ou desvios; e
- indicadores explicativos: quando explicam as razões pelas quais se deram variações ou desvios nos indicadores descritivos, ou seja, ajudam a identificar a contribuição dos vários efeitos sejam eles tecnológicos, estruturais ou de comportamento nas variações de eficiência energética.

Os indicadores descritivos e explicativos podem ser estabelecidos tendo em consideração dois critérios básicos:

- critério econômico: quando a eficiência energética é medida a um nível elevado de agregação, ou seja, tomando como base apenas o aspecto econômico, não caracterizando portanto a atividade com indicadores técnicos ou físicos;
- critério técnico-econômico: utilizado quando a eficiência é medida a um nível desagregado, ou seja, sub-setor, ramo de atividade ou utilização final, relacionando o consumo de energia com um indicador de atividade medido em unidades físicas como: toneladas de aço, número de ocupantes, etc.

Segundo CASTRO et al. (2001), indicadores de eficiência energética são definidos como sendo figuras de mérito que relacionam grandezas ligadas à energia elétrica consumida com outros tipos de grandezas, tais como: físicas, ocupacionais, modos de utilização, etc.

Nesse trabalho, será utilizado o indicador energético do tipo explicativo, pois o mesmo terá por objetivo ajudar a identificar a contribuição dos vários efeitos, sejam eles tecnológicos, estruturais ou de comportamento nas variações de eficiência energética. Além disso, será utilizado também o critério técnico-econômico, pois ele expressa a eficiência quando medida em sub-setor, ramo de atividade ou utilização final, relacionando o consumo de energia com outras grandezas, tais como: toneladas de aço, número de ocupantes, etc....

Para o desenvolvimento desses indicadores, foi utilizada a base de dados das monitorações remotas extraídas do SISGEN “Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica da Universidade de São Paulo”. Foram tratados os dados de 20 unidades consumidoras.

Os indicadores de eficiência energética são detalhados a seguir e apresentados através dos gráficos.

PCT - (Índice Percentual de Consumo Total)

O PCT tem por finalidade estabelecer a parcela de consumo de cada unidade de ensino no consumo total da CUASO, e é expresso por:

$$PCT = \frac{\text{Energia ativa da unidade}(kWh)}{\text{Energia total da CUASO}(kWh)}$$

Por meio deste indicador é possível verificar o quanto, percentualmente, cada unidade impacta no consumo total do campus Universitário, identificando os maiores consumidores, a fim de estabelecer políticas energéticas que promovam a redução do consumo, como segue apresentado nas análises dos indicadores abaixo.

Análise do Indicador

O indicador PCT trouxe contribuições relevantes para a gestão energética na Universidade, pois verifica-se que unidades como HU, Poli Elétrica, FEA, Veterinária e ICB I, se apresentam como os maiores consumidores do campus CUASO, uma vez que juntas representam aproximadamente 23% do consumo total, conforme apresentado na figura 4. Nesse sentido, Projetos de Eficiência Energética, mais especificamente substituição de equipamentos de iluminação e ar condicionado ineficientes por outros eficientes, foram iniciados nessas unidades. Esses projetos foram elaborados após efetuadas visitas e diagnóstico energético das instalações, conforme apresentado a título de exemplo no capítulo 5.1.5, que trata da unidade USP denominada MAC Ibirapuera – unidade destinada a exposições culturais, localizada no espaço do Parque do Ibirapuera, pavilhão da Fundação Bienal. Neste diagnóstico, foram apresentados os potenciais de redução de consumo, além dos custos envolvidos e o retorno de investimento.

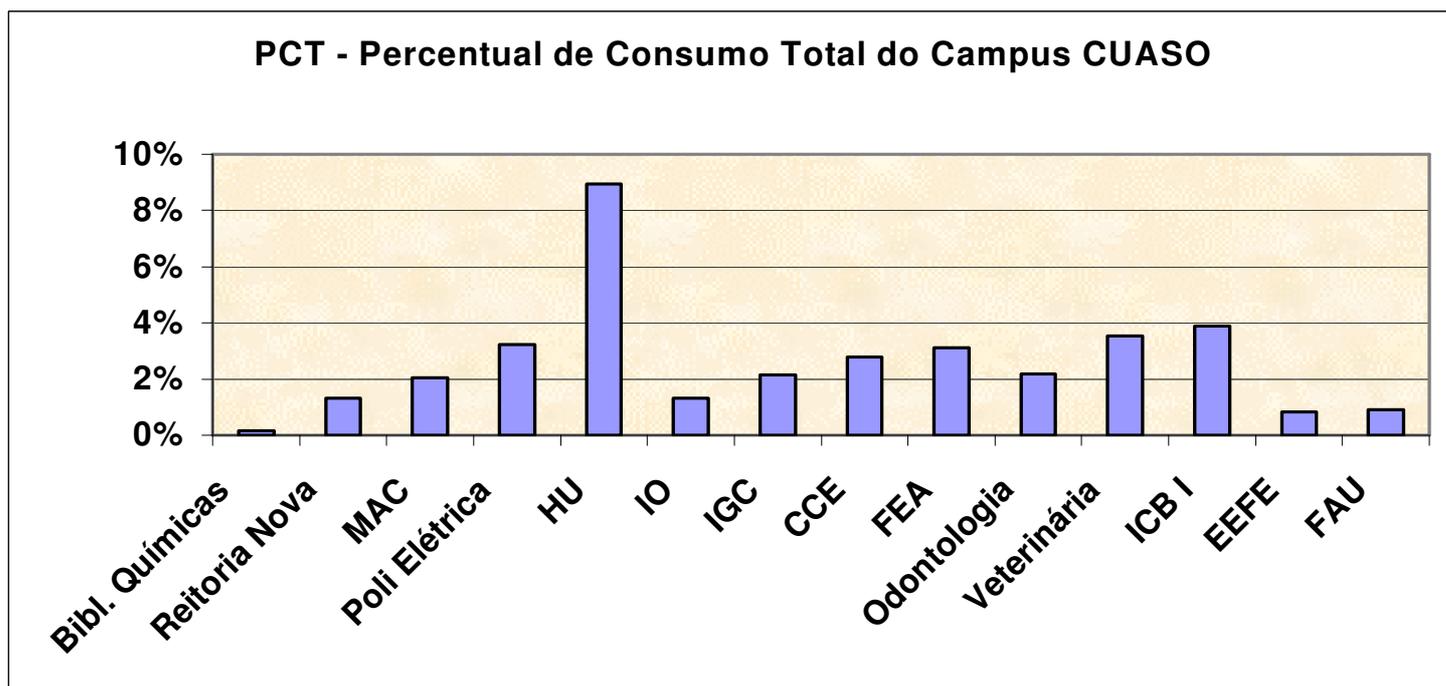


Figura 4: Gráfico do PCT - Indicador Percentual de Consumo Total da CUASO

PCR - (Índice Percentual de Consumo Noturno verificado no Período de Faturamento Reservado)

O PCR tem por objetivo caracterizar qual é o impacto do consumo noturno observado durante o Período Reservado de uma Unidade Consumidora (UC), no Consumo Total, e é expresso por:

$$PCR = \frac{\text{Energia no período reservado}(kWh)}{\text{Energia total da instalação}(kWh)}$$

Por meio deste indicador é possível verificar se a unidade consumidora está apresentando um consumo noturno muito alto, permitindo tomar decisões e medidas de uso racional de energia elétrica ao se constatar que ocorre o consumo exagerado de energia em um período onde isso é inesperado, conforme é apresentado a seguir.

Análise do Indicador

O indicador PCR alerta para um fato que muitas vezes passa despercebido, o consumo exagerado de energia elétrica nos períodos fora do horário de trabalho, ou seja, o consumo noturno que, em grande parte, refere-se à iluminação de segurança e ar condicionado para preservar equipamentos. Por meio deste indicador, foi possível identificar os grandes consumidores de energia nesse período, ou seja, CCE, MAC, HU e IMT apresentaram consumo noturno de 20% em relação ao seu total como pode ser observado na figura 5. Nos casos do CCE e MAC, o ar condicionado é um grande vilão, pois o CCE possui um Centro de

Processamento de Dados com grandes máquinas de informática e um sistema central de ar condicionado que é responsável por refrigerar essa área. O MAC, por sua vez, trata-se de um museu de artes, também possui um sistema central de ar condicionado responsável por manter a temperatura e umidade constantes nos ambientes, a fim de preservar suas obras de arte. No caso do HU, um projeto de eficiência energética já está em andamento, o qual substituirá toda a iluminação ineficiente por eficiente e, com isso, espera-se uma redução de aproximadamente 10% em relação ao seu consumo total. Quanto ao IMT, um diagnóstico energético será efetuado para avaliar o potencial de redução do consumo, mas estudos preliminares indicam que a iluminação em conjunto com aparelhos de ar condicionado de janela, são os grandes vilões nessa instalação, pois como em outras unidades da Universidade, eles permanecem ligados em horários sem necessidade.

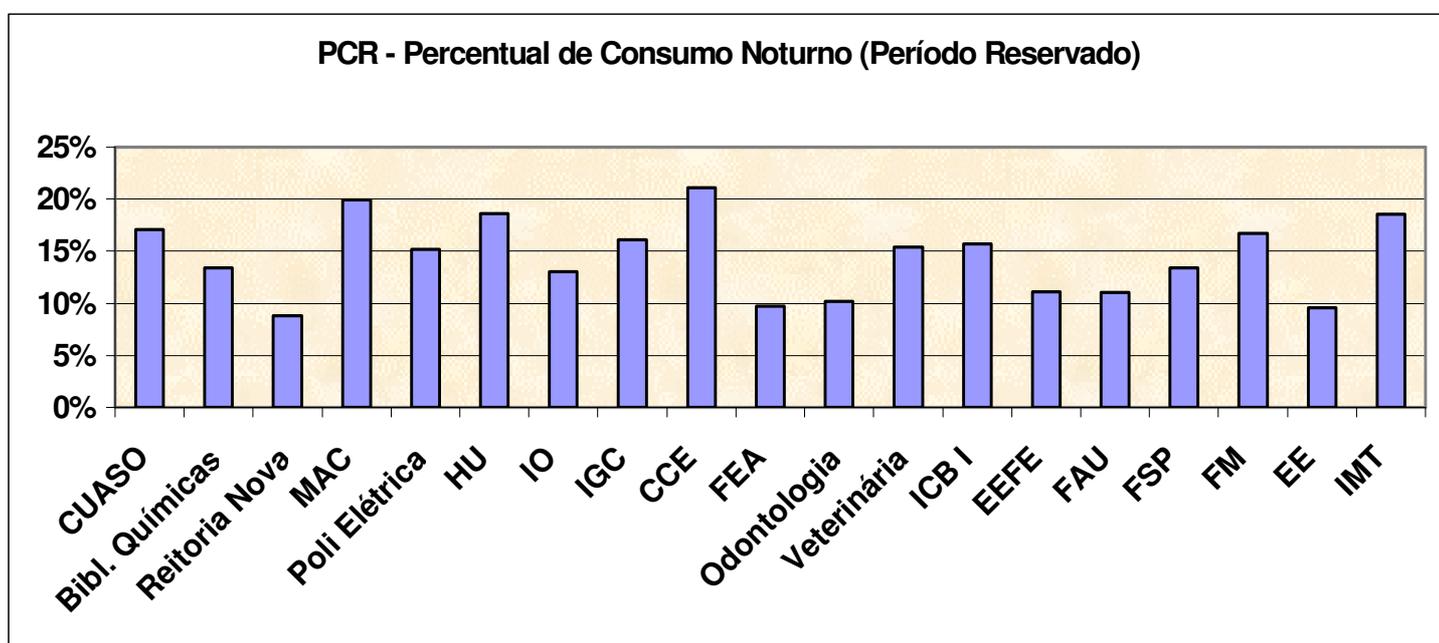


Figura 5: Gráfico do PCR – Indicador Percentual de Consumo Noturno verificado no Período de Faturamento Reservado

CMM - (Índice de Consumo Médio Mensal por m²)

O CMM é caracterizado pela razão entre o consumo médio mensal de cada unidade de ensino e a área construída em m², ou seja:

$$CMM = \frac{\text{Energia média mensal(kWh)}}{\text{Área construída(m}^2\text{)}}$$

Com este indicador, pode-se efetuar comparações entre as diversas unidades e estabelecer-se valores ideais de consumo por m², visando os futuros projetos de novos edifícios na Universidade. Abaixo seguem apresentadas essas análises.

Análise do Indicador

O indicador CMM tem por objetivo apresentar valores que servirão como base / referência para futuras padronizações visando projetos de novos edifícios na Universidade, ou ainda para adequar a níveis de consumo aceitáveis aos já existentes e que apresentem inconformidades. No caso da figura 6 que apresenta o indicador referente ao campus da CUASO, foi possível identificar que vem ocorrendo ao longo dos anos ações de uso eficiente de energia, pois apesar do aumento crescente de consumo de energia elétrica por conta da expansão das atividades / construção de novos prédios(laboratórios) verificado na Universidade, o indicador consumo por m² vem se mantendo relativamente estável durante o período estudado entre 2003 a 2005, levando em consideração que os valores de m² utilizados são constantes nos indicadores, ou seja, foram os mesmos para os três anos de análise, devido a última estatística de crescimento da Universidade ter sido publicada e disponibilizada com valores de 2003.

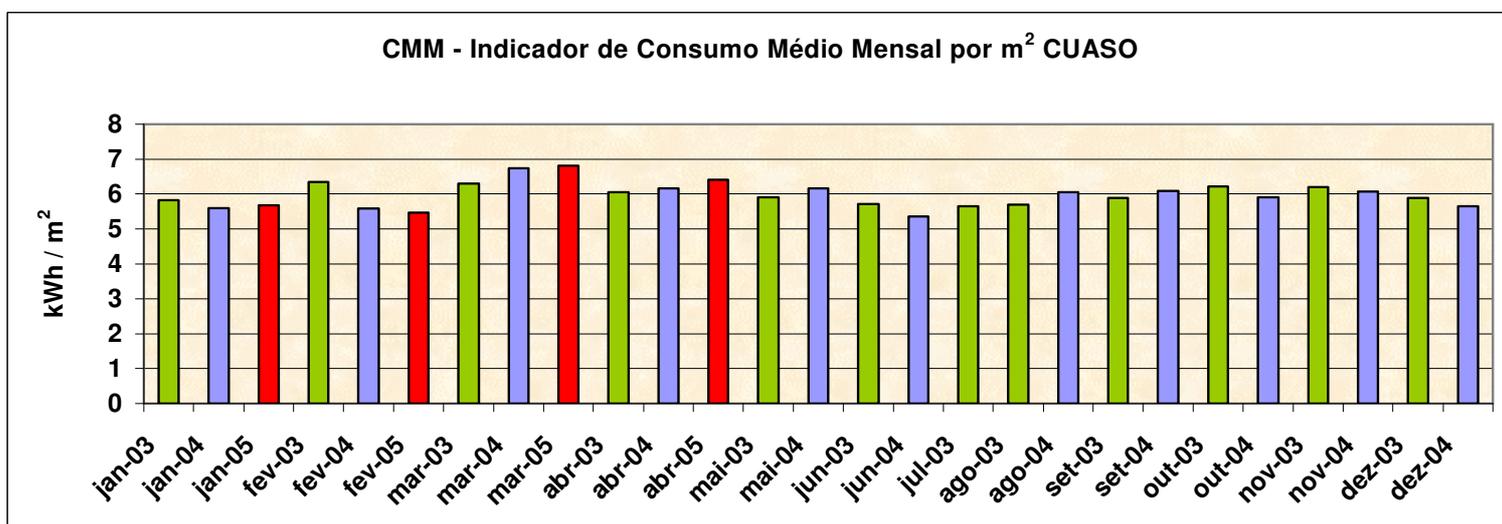


Figura 6: Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m² - CUASO

O CMM trouxe uma contribuição muito importante na gestão energética da Universidade, pois, através dele, foi possível identificar similaridades de consumo entre unidades, como por exemplo, as unidades FEA e Poli Elétrica, que apresentaram perfis de consumo muito próximos ao longo do tempo, conforme pode-se verificar através da figura 7.

Verificando as unidades in-loco, observou-se que elas possuem ocupação semelhantes em horários de atividade de ensino, ou seja, aulas em período noturno e finais de semana. Além disso, uma vistoria foi feita nos sistemas de iluminação, os quais em sua grande parte, apresentaram-se ineficientes do ponto de vista energético. Com isso, supõe-se que esses patamares de kWh / m² possam ser reduzidos em pelo menos 5%, tendo por base as inspeções e os cálculos preliminares efetuados em cada uma dessas unidades, o que para a Universidade, representaria uma economia de aproximadamente 0,29% no consumo total e, tendo por base que o custo do kWh praticado atualmente em uma unidade atendida em média tensão(sem impostos) é de aproximadamente R\$ 0,17, a economia mensal ficaria em torno de R\$ 3.060,00.

Outra contribuição importante que o indicador trouxe, foi a possibilidade de verificar que o kWh / m² ficou praticamente estável ao longo dos três anos. Isso comprova a aplicação prática das ações de uso racional de energia elétrica que vem sendo implementadas na Universidade conforme critérios sobre as áreas das unidades citado também no indicador CMM CUASO.

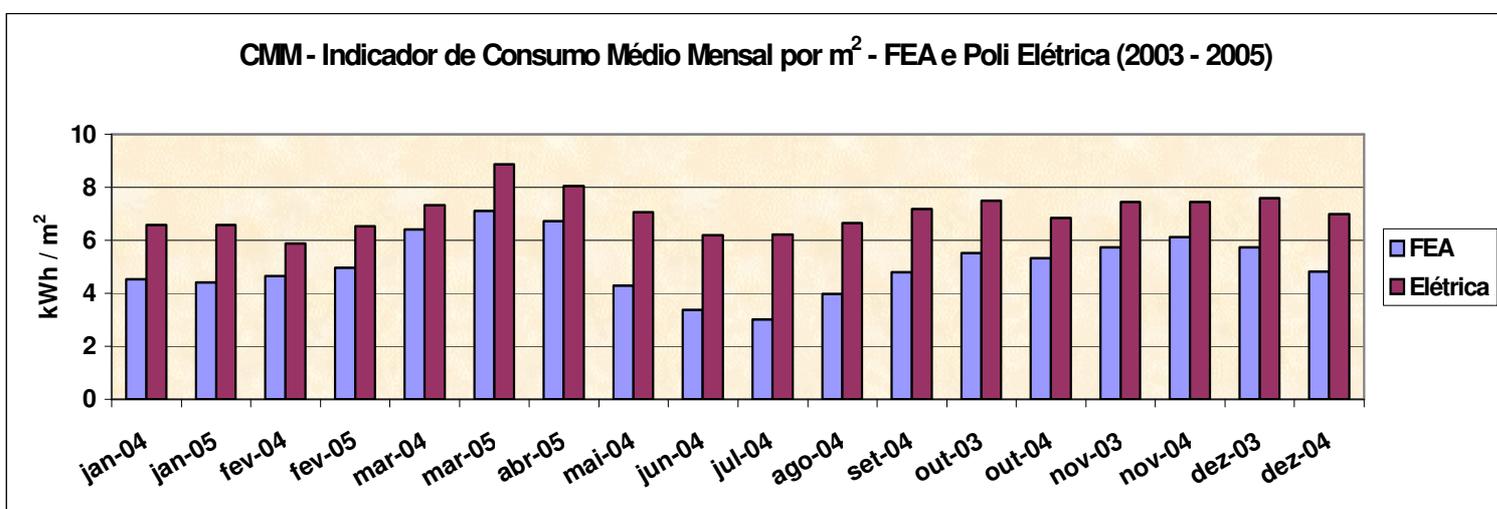


Figura 7: Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m² – Comparação entre FEA e Poli Elétrica

Outro exemplo com relação à identificação de similaridades de consumo entre unidades é apresentada na figura 8, que trata do perfil de consumo das unidades IO (Instituto Oceanográfico) e IGC (Instituto de Geociências). Efetuando uma visita in-loco, verificou-se que as unidades, apesar de possuírem atividades diferentes, apresentam similaridades de utilização / ocupação dos ambientes. Além disso, os sistemas de iluminação também apresentaram-se em sua grande maioria ineficientes, onde imagina-se que exista um potencial de redução de consumo em torno de 7%, tendo por base as inspeções e os cálculos preliminares efetuados. Vislumbrando essa possibilidade, pode-se estimar que ao se implementar essas ações de uso racional, a Universidade economizaria aproximadamente R\$ 2.360,00 mensais.

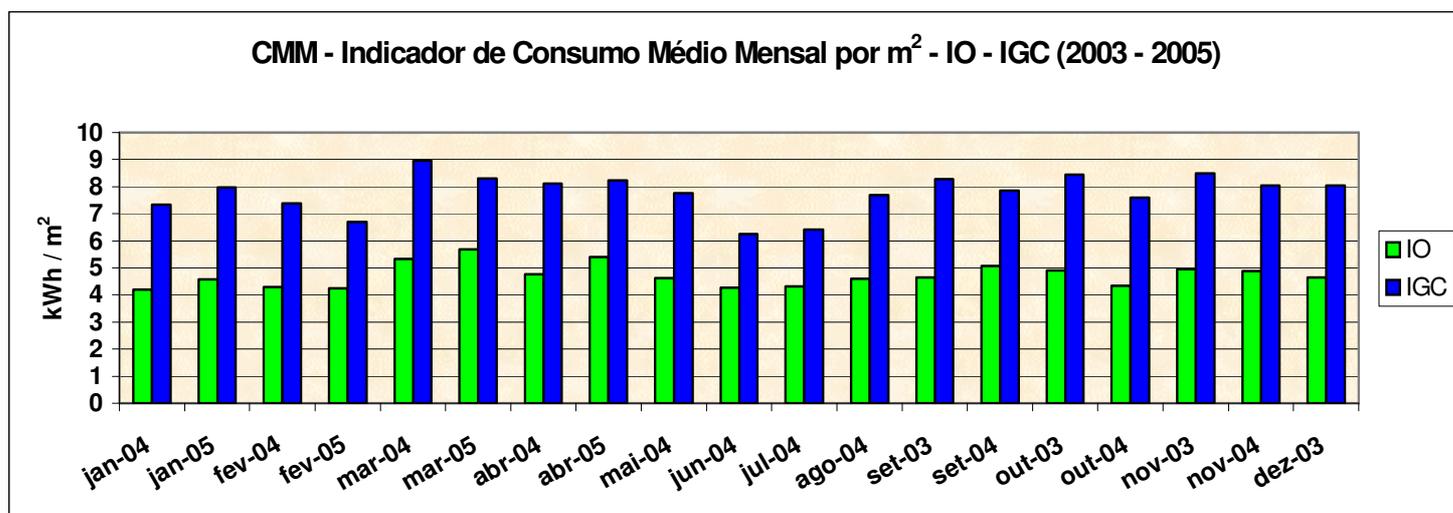


Figura 8: Gráfico do CMM - Indicador de Consumo Médio Mensal por m² – Comparação entre IO e IGC

CMU - (Índice de Consumo Médio Mensal por Número de Usuários que utilizam o Ambiente – Funcionários e Alunos)

O CMU é caracterizado pela razão entre o quanto cada unidade de ensino consome em média mensalmente, e o número de funcionários docentes, não docentes e alunos que utilizam os ambientes das unidades durante os meses, e é expresso por:

$$CMU = \frac{\text{Energia média mensal}(kWh)}{\text{Usuários}}$$

Com este indicador, da mesma forma que o CMM, pode-se efetuar comparações entre as diversas unidades e estabelecer-se valores ideais de consumo por número de usuários, de acordo com a ocupação dos ambientes.

Análise do Indicador

O indicador CMU apresentou um dado importante, pois o consumo verificado por usuário do ambiente mostrou-se muito diversificado para as várias unidades, variando muito de acordo com a especificidade de cada uma delas. No caso da CUASO, confirma-se mais uma vez que as ações de gestão da energia elétrica estão em andamento na Universidade pois, apesar da expansão contínua das atividades, o indicador quase não variou ao longo dos anos, conforme pode-se observar na figura 9. Se os dados de usuários que utilizam os ambientes fossem atualizados, fatalmente o CMU estaria menor em 2004 e 2005, mas infelizmente, os dados utilizados para a confecção dos indicadores são referentes ao anuário estatístico da USP de 2003.

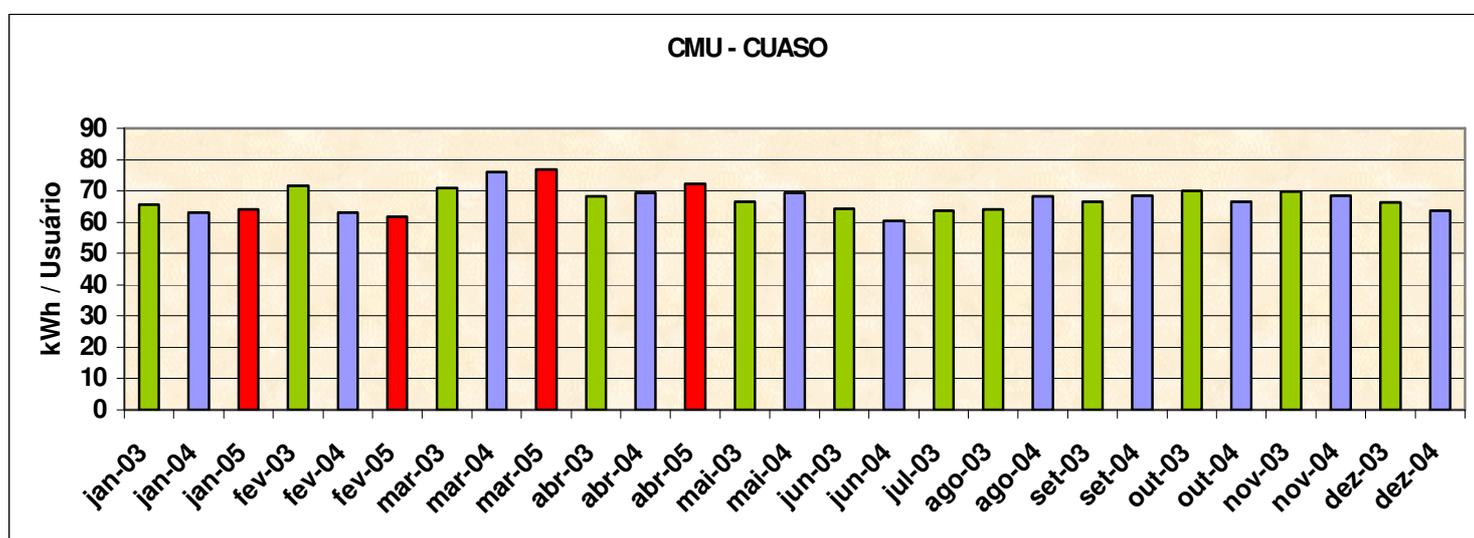


Figura 9: Gráfico do CMU - Indicador de Consumo Médio Mensal por Usuários que utilizam o ambiente - CUASO

No caso das unidades, o indicador também vem mantendo a estabilidade ao longo do tempo, conforme pode ser verificado através da figura 10 que toma como exemplo as unidades CCE (Centro de Computação Eletrônica) e IGC (Instituto de Geociências). Além disso, pode-se verificar similaridade de utilização dos ambientes uma vez que essas unidades, CCE e IGC possuem número semelhante de usuários.

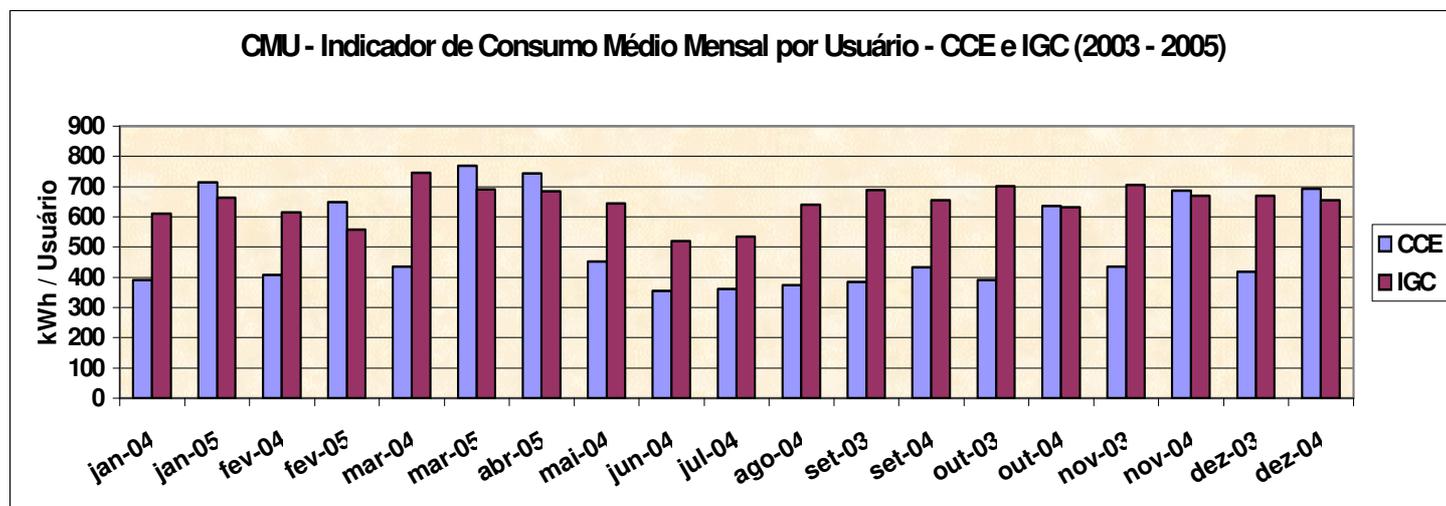


Figura 10: Gráfico do CMU – Indicador de Consumo Médio Mensal por Usuários que utilizam o ambiente – Comparação entre CCE e IGC

DMM - (Índice de Demanda Máxima Mensal por m²)

O DMM é caracterizado pela razão entre as demandas máximas registradas mensalmente pela área construída em m², ou seja:

$$DMM = \frac{\text{Demanda máxima mensal}(kW)}{\text{Área construída}(m^2)}$$

Com este indicador pode-se efetuar comparações entre as diversas unidades e verificar o valor ideal de demanda por m² a fim de padronizar valores para os futuros projetos de novos edifícios na Universidade, auxiliando inclusive no correto dimensionamento de carregamento dos transformadores.

Análise do Indicador

O indicador DMM assim como o CMM, tem por objetivo estabelecer valores referência para futuros projetos de novos edifícios ou adequar os já existentes. No caso deste indicador especificamente, sua maior contribuição para a Universidade, será a de prover subsídios para as equipes de manutenção no sentido de um correto dimensionamento de carregamento dos circuitos alimentadores e dos transformadores nas cabines primárias de média tensão.

Nesse sentido, as figuras 11, 12 e 13 apresentam a variação ao longo dos anos de 2003, 2004 e 2005 respectivamente, do índice de demanda dentro do campus

CUASO, a qual permaneceu dentro da faixa aceitável do ponto de vista da eficiência energética, indicado em diversas literaturas, faixa esta que varia entre 10 e 20 W / m². Essa constatação reforça a importância das ações de redução de consumo de energia elétrica finalizadas e em andamento e da política energética existente dentro da Universidade lideradas pelo PUnE “Programa para o Uso Eficiente de Energia Elétrica da USP”, tendo por base os valores de m² do anuário estatístico da USP de 2003. No entanto, observa-se também que em determinados meses, as demandas máximas registradas ultrapassam o valor de demanda contratada, que está em torno de 16.880 kW. Cabe ressaltar que dentro da CUASO existe somente uma unidade de faturamento por parte da concessionária que é a subestação principal de energia elétrica, a qual segue denominada no trabalho como CUASO.

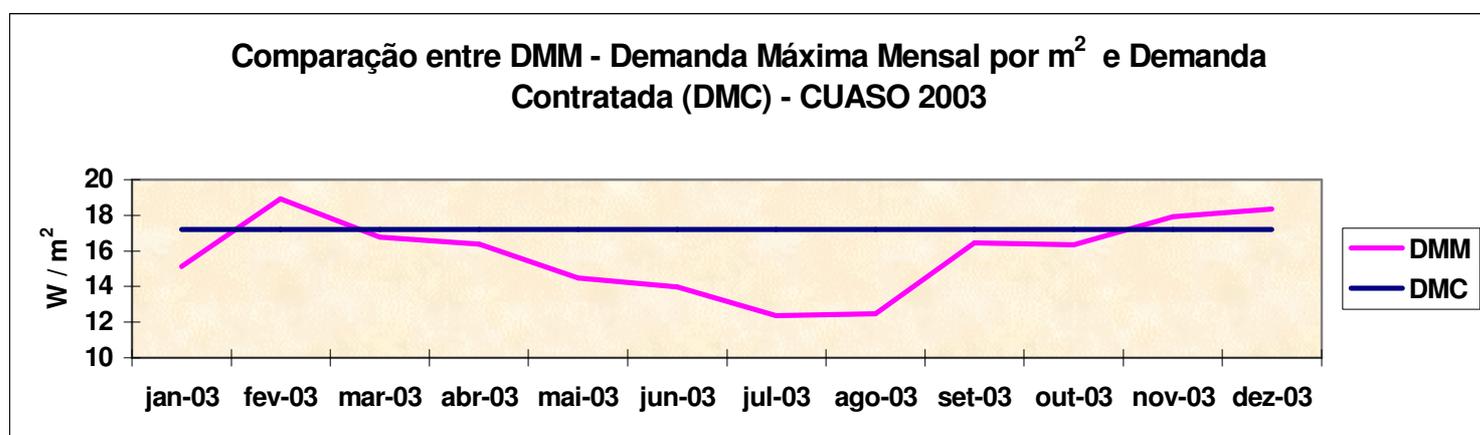


Figura 11: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CUASO 2005

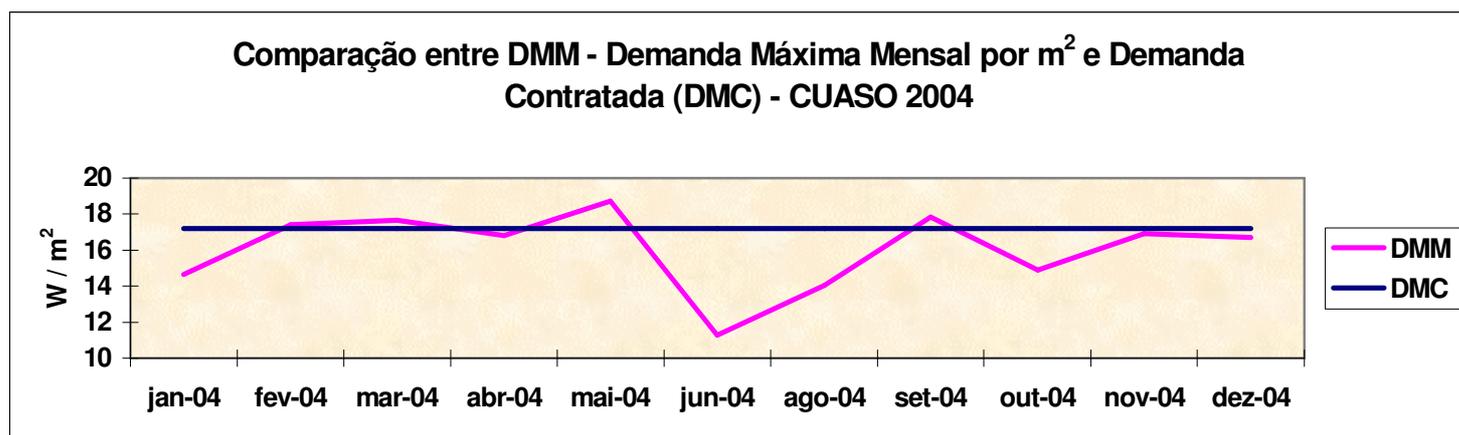


Figura 12: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CUASO 2004

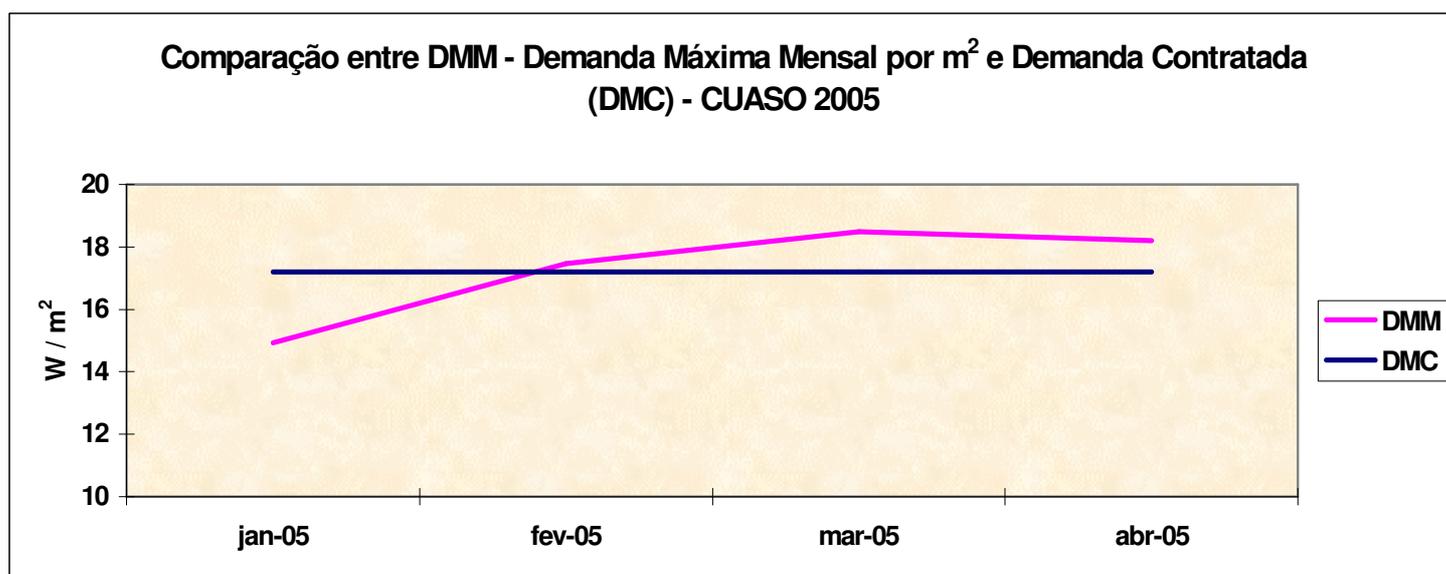


Figura 13: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CUASO 2005

Seguindo nesta linha, pode-se verificar dois exemplos interessantes de unidades dentro da CUASO (Reitoria Nova e CCE). Uma apresenta valores de demanda abaixo do valor provável a ser contratado, que é 17 W / m². Os dados para os anos de 2003, 2004 e 2005 são apresentadas respectivamente nas figuras 14, 15 e 16.

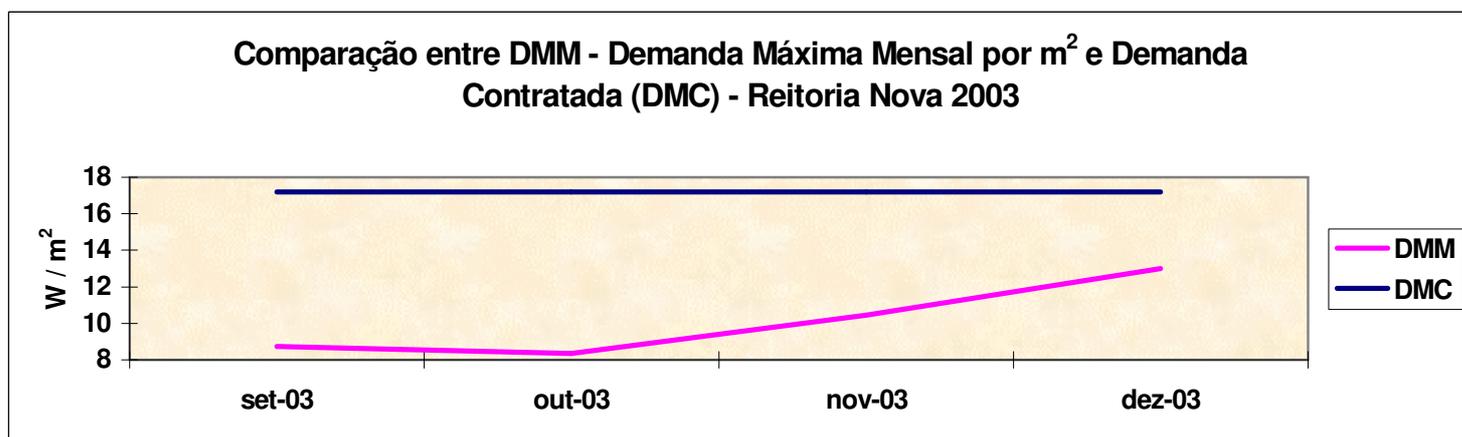


Figura 14: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – Reitoria Nova 2003

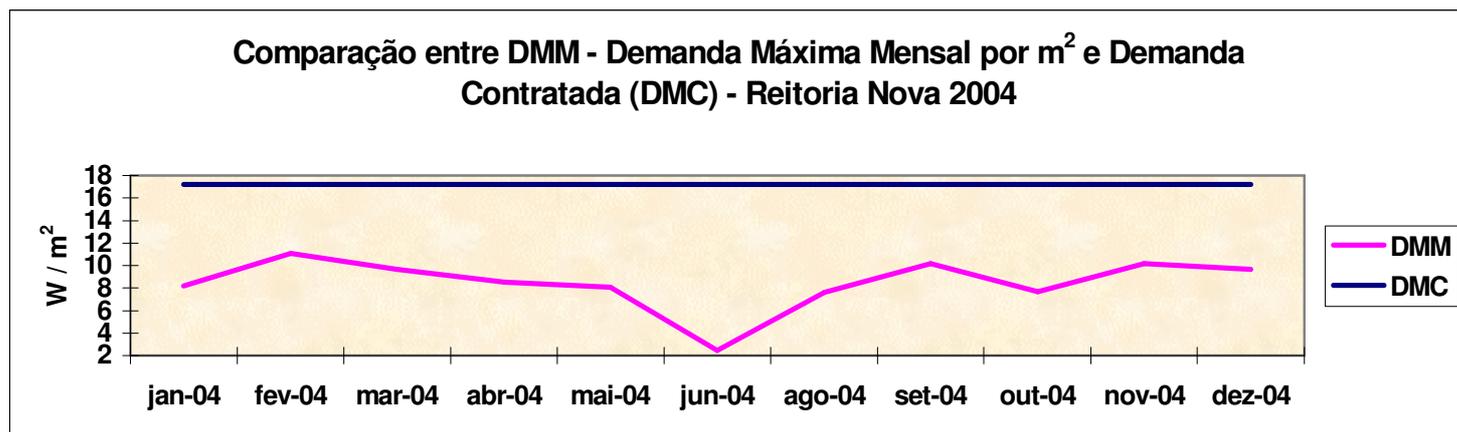


Figura 15: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – Reitoria Nova 2004

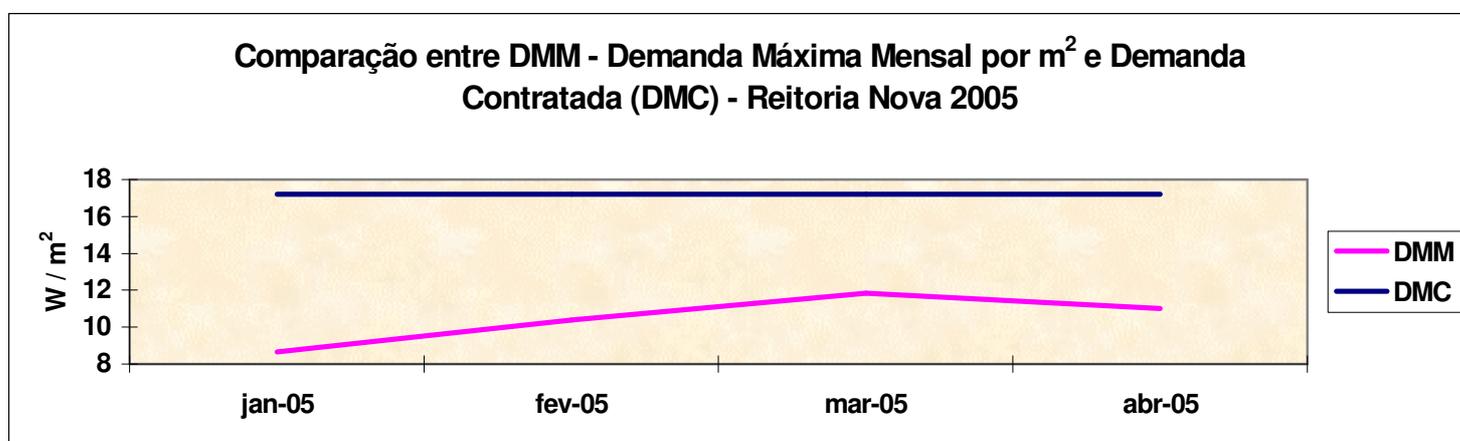


Figura 16: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – Reitoria Nova 2005

A outra unidade (CCE) apresenta valores acima do previsto (inclusive bem acima da faixa considerada ideal do ponto de vista da eficiência energética que varia entre 10 e 20 W / m²), mostrando mais uma vez a grande diversidade existente dentro da USP. Os dados para os anos de 2003, 2004 e 2005 são apresentadas respectivamente nas figuras 17, 18 e 19.

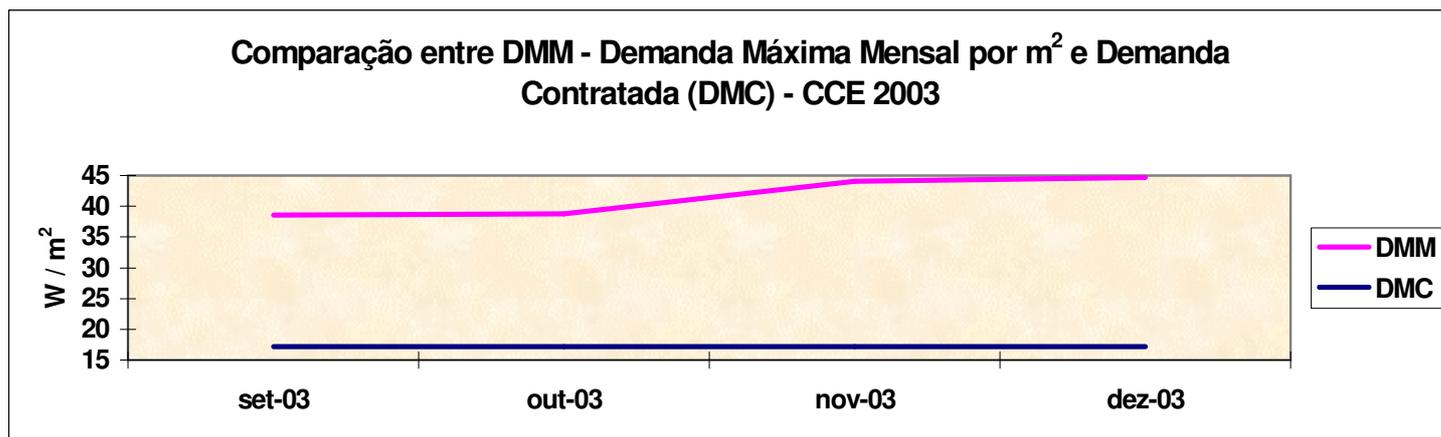


Figura 17: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CCE 2003

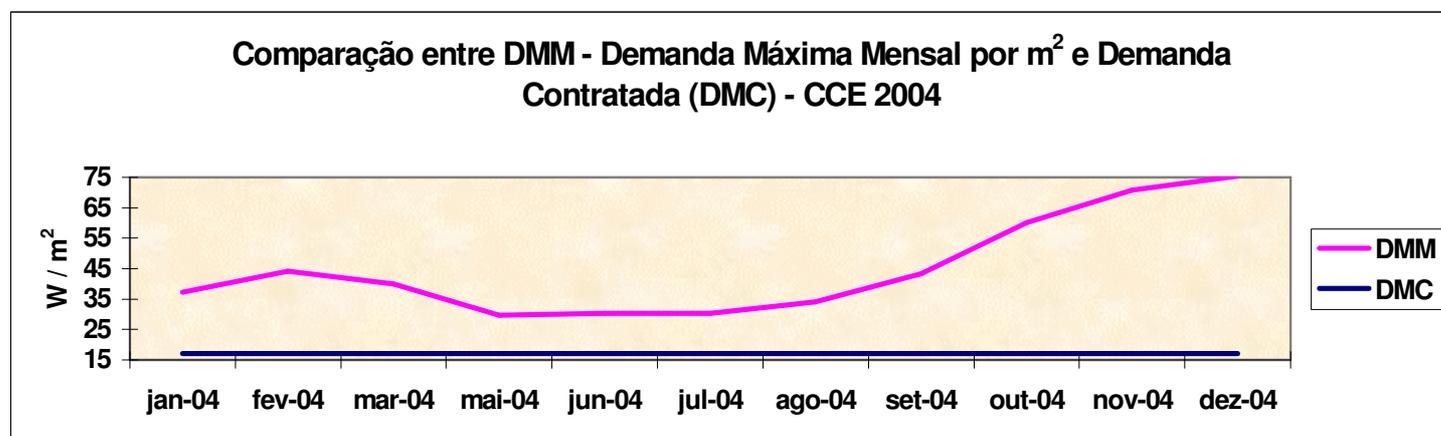


Figura 18: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CCE 2004

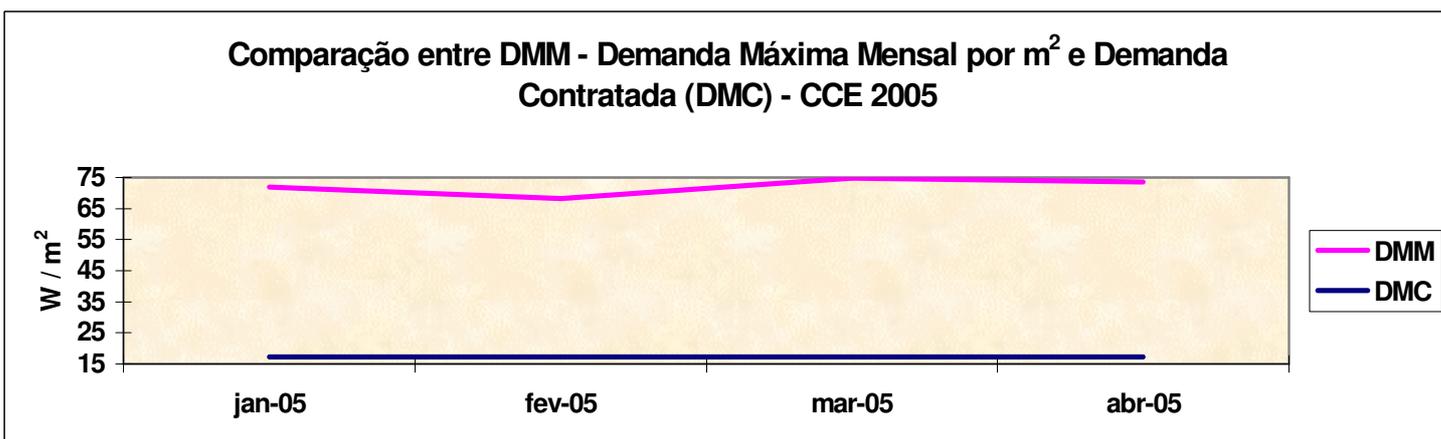


Figura 19: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m² – CCE 2005

Outro exemplo interessante é a Faculdade de Saúde Pública, unidade Fora da CUASO que recebe da concessionária de energia, alimentação em média tensão e na análise do indicador ao longo dos anos de 2003 a 2005, se mostrou abaixo da faixa de $20 \text{ W} / \text{m}^2$ e do valor da demanda contratada junto à concessionária, que é de 338 kW, ou seja, DMC de 17,4 já que a unidade possui uma área construída de 19.401 m^2 . Observando atentamente esse indicador apresentado pela figura 20, pode-se verificar que, em alguns meses, a demanda registrada está bem abaixo da contratada, configurando em um gasto excessivo para a Universidade. Portanto, um estudo mais apurado deve ser efetuado a fim de adequar esse valor, de modo que ao longo do ano, essa relação seja mais vantajosa do ponto de vista econômico.

Após visita à unidade e cálculos preliminares, verificou-se que o potencial de redução da demanda é cerca de 5%. Propõe-se, portanto, a implementação de medidas visando a conscientização para uso racional da energia elétrica. Essa conscientização pode prever cartazes demonstrando a importância de se economizar energia, etiquetas para colar nos microcomputadores e interruptores, além de palestras nas unidades complementando a campanha. Tendo por base os cálculos preliminares citados, pode se prever uma redução de pelo menos 2% no valor da demanda registrada, representando uma queda do índice de $12 \text{ W} / \text{m}^2$ para aproximadamente $10 \text{ W} / \text{m}^2$. Durante o racionamento de energia que se estendeu de junho de 2001 a Fevereiro de 2002, esse conjunto de ações proporcionou à Universidade uma redução de cerca de 7.292 MWh, ou seja, aproximadamente R\$ 900.000,00. Para se ter idéia dessa redução, é como se a unidade ficasse totalmente desligada durante um mês inteiro.

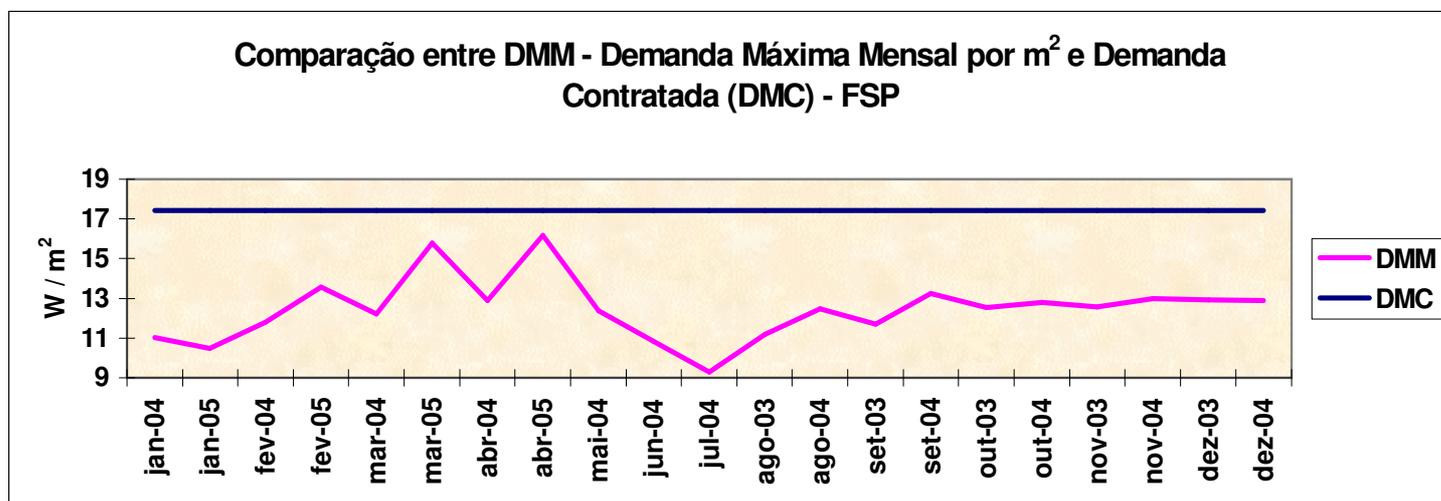


Figura 20: Gráfico do DMM - Indicador de Demanda Máxima Mensal por m^2 - FSP

DMU - (Índice de Demanda Máxima Mensal por Usuários)

O DMU é caracterizado pela razão entre as demandas máximas registradas mensalmente pelo número de usuários que utilizam os ambientes da unidade e é expresso por:

$$DMU = \frac{\text{Demanda máxima mensal (kW)}}{\text{Usuários}}$$

O índice DMU contribuiu com informações importantes, mesmo com a constatação desse índice se mostrar muito diversificado para cada tipo de unidade, foi possível verificar a estabilidade nos valores de demanda / usuário ao longo dos anos, levando em consideração os valores de usuários serem do anuário de 2003. Isso ratifica a política de gestão energética implementada dentro da Universidade de São Paulo e comprova mais uma vez que as ações de uso racional estão surtindo efeito, pois se os valores de 2004 e 2005 estivessem disponíveis, o índice se apresentaria menor em relação a 2003, já que o número de usuários dos ambientes vem aumentando gradativamente ao longo dos anos. A figura 21 apresenta esta estabilidade do campus CUASO.

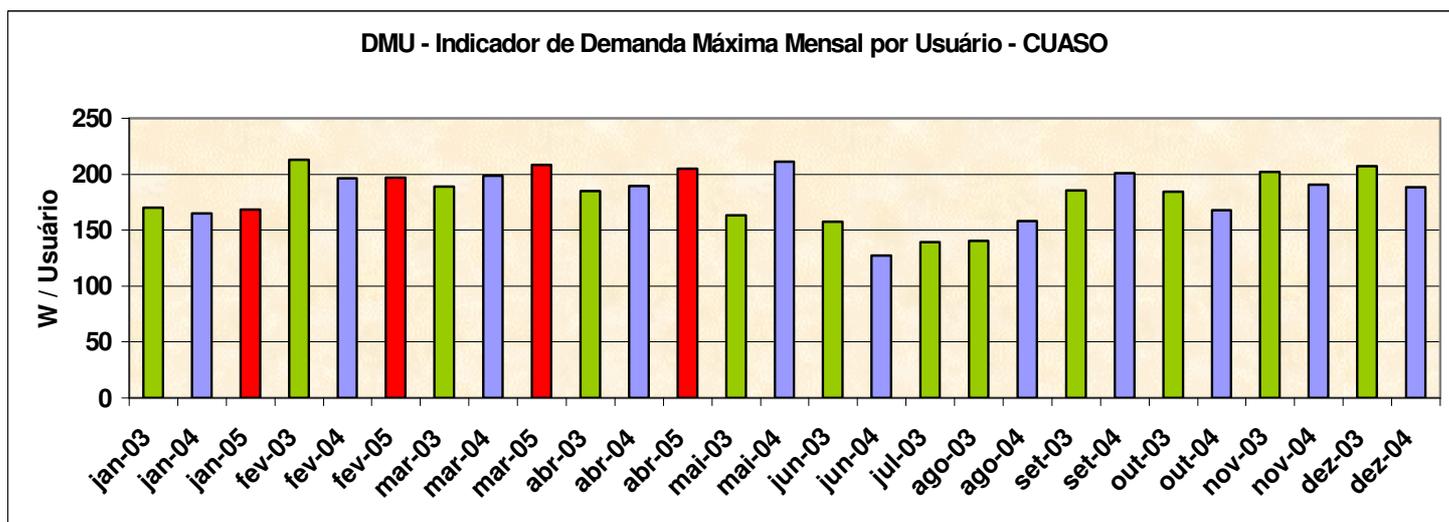


Figura 21: Gráfico do DMU - Indicador de Demanda Máxima Mensal por Usuário - CUASO

No caso das unidades, o indicador também apresenta a estabilidade ao longo do tempo levando em consideração os fatores citados e, foi possível observar também similaridades de demandas registradas por unidades que possuem

número de usuários semelhantes, conforme pode ser verificado através da figura 22.

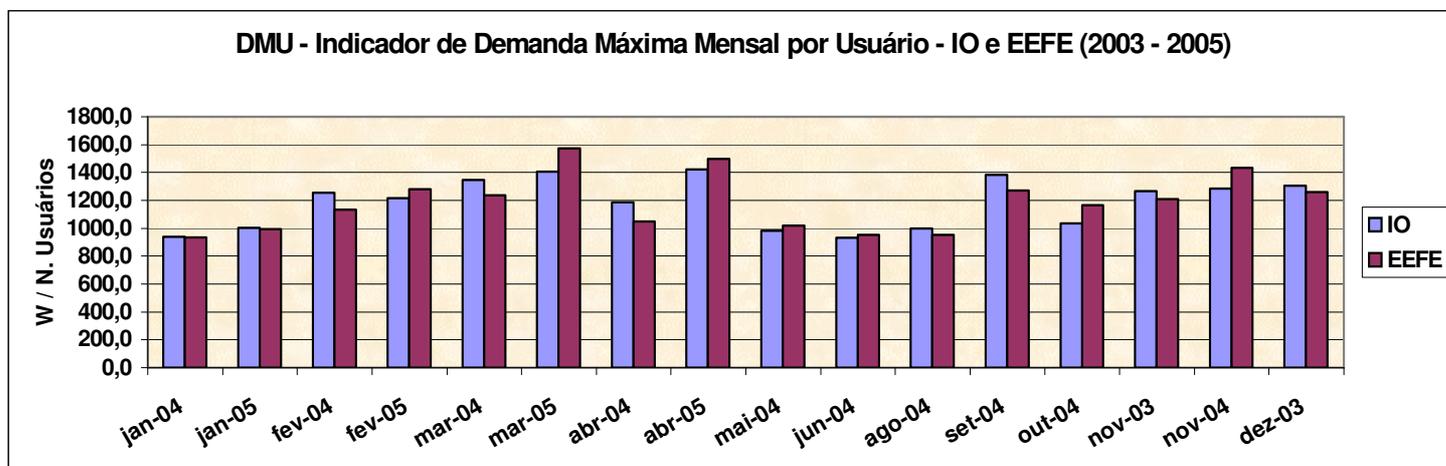


Figura 22: Gráfico do DMU - Indicador de Demanda Máxima Mensal por Número de Usuários – Comparação entre IO e EEFE

4 CORRELAÇÕES ENTRE A ENERGIA ELÉTRICA ECONOMIZADA X POSTERGAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TERMOELÉTRICAS

“Não existe energia limpa. Em maior ou menor grau, todas as fontes de energia provocam danos ao meio-ambiente” (BERMANN, 2003, p.67).

Nas termoelétricas, por exemplo, a energia elétrica é gerada por meio da queima de algum tipo de combustível, geralmente de origem fóssil, o qual eleva as concentrações de CO₂ na atmosfera, contribuindo para o agravamento do efeito estufa. Da mesma forma, as centrais hidroelétricas impactam o meio ambiente, pois para sua implementação são necessárias imensas áreas de alagamento, deslocando a população local, a fauna e a flora, além do que, pode ocasionar o apodrecimento das árvores que por ventura venham a ser alagadas causando a emissão de metano para a atmosfera.

Contudo, deve-se procurar alternativas tecnológicas ou ações que visem minimizar tais impactos. Esse trabalho pretende identificar e apresentar indicadores energético-ambientais no intuito de demonstrar a importância da economia de energia sobre o meio ambiente. Para isso, serão apresentados indicadores do tipo energético-ambientais, cujo objetivo será o de correlacionar, por meio de cenários possíveis de geração dentro da matriz energética nacional, tendo como exemplo a redução das unidades consumidoras da Universidade de

São Paulo e o quanto se pode deixar de emitir concentrações de CO₂ na atmosfera por estes kWh economizados.

A maior contribuição dessa parte do trabalho é o de proporcionar, informar e conscientizar a sociedade de uma realidade que muitas vezes não é conhecida, além de fomentar futuras pesquisas acerca deste tema. Nesse trabalho, serão apresentadas as correlações entre a energia elétrica economizada e o quanto isso impacta nas emissões atmosféricas provenientes da geração de energia elétrica por meio da queima de óleo e de madeira.

Conseqüentemente, será demonstrado o quanto deixa de ser queimado desses combustíveis por kWh economizado, tomando como base as relações de Vianna (2004).

Considerações de Cenários Possíveis

A idéia principal é demonstrar correlações entre a economia de energia elétrica e um possível abatimento nas emissões atmosféricas. Seguindo nessa linha e tomando como referência as relações de Vianna(2004), pode-se considerar os seguintes cenários:

- 1- A queima de 1m³ de madeira representa o equivalente à geração de 2800 kWh de energia;
- 2- A queima de 3,105 litros de óleo representa aproximadamente 10 kWh de energia gerada; e
- 3- A cada 10 kWh de energia elétrica economizada, deixam de ser emitidos 4 kg/h de CO₂ na atmosfera.

Portanto, ao aplicar-se essas relações trazendo para o cenário da Universidade de São Paulo e as considerações abordadas durante o diagnóstico energético apresentado no capítulo 5.1.5, pode-se considerar as seguintes situações:

- 1- Pesquisa de Campo - Unidade USP MAC Ibirapuera

Por meio das medidas / ações descritas nesse trabalho e apresentadas por meio do diagnóstico energético do capítulo 5.1.5, onde o consumo mensal da instalação foi medida em 43,5 MWh, pode-se dizer que ao se economizar 4% deste consumo, valor este identificado como possível de ser reduzido após cálculos preliminares, ou seja, 1,74 MWh, deixaria de ser queimado 0,6 m³ de madeira, 528 litros de óleo e de ser emitidos 680kg/h de CO₂ na atmosfera.

- 2- Campus da Universidade de São Paulo da Capital - CUASO

Por outro lado, se as ações se estenderem para todo o campus CUASO, que por sinal já se encontram em andamento, onde o consumo mensal gira em torno de 6.214.860 kWh e a demanda máxima em torno de 20 MW, estima-se que no mínimo 5% do consumo total pode ser reduzido, ou seja, aproximadamente 310.743 kWh, o que significa deixar de queimar aproximadamente 111 m³ de madeira, 96.500 litros de óleo e deixar de emitir 124.300 kg/h de CO₂ na atmosfera.

Com isso, tendo por base os dados do BEN “Balanço Energético Nacional”, conclui-se que essa redução de consumo de energia no campus CUASO, representaria abaixar o valor de demanda em torno de 1 MW, ou seja, diminuir 0,006% da geração por termoeletrica na matriz energética nacional, uma vez que a geração em 31/12/2003 utilizada para os cálculos estava em torno de 16.705,3 MW, contribuindo assim, significativamente com o meio ambiente e, possivelmente postergando a implementação de novas termoeletricas.

5 GESTÃO ENERGÉTICA - MEDIDAS VISANDO O USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

“Uma das linhas de ação para promover o uso racional e eficiente de energia elétrica é a intervenção junto a instalações consumidoras. Através de ações que otimizem os sistemas de cada uso final de energia elétrica presentes na instalação, é possível reduzir seu consumo sem comprometer seu desempenho. Para analisar a viabilidade técnica e econômica dessas ações, é preciso, inicialmente, determinar a forma como a energia elétrica está sendo utilizada, procedimento este chamado de diagnóstico energético, permitindo propor soluções que aumentem a eficiência dos sistemas analisados bem como calcular os respectivos potenciais de conservação. Conhecidos esses potenciais, é possível analisar a viabilidade econômica das soluções propostas, devendo ser implementadas aquelas que apresentarem as maiores vantagens técnicas e econômicas.” (ALVAREZ; SAIDEL, 2001).

Ainda segundo Saidel et al. (1999), um projeto que vise o uso racional e eficiente de energia numa instalação, de um modo geral, cumpre três etapas:

- análise das instalações, onde são consideradas as atividades realizadas, as características físicas do local, as condições de ocupação, etc...;
- elaboração de um ou mais projetos, a serem submetidos a seleção e análise dos responsáveis em razão de exigências estipuladas; e
- implementação do projeto escolhido, com a posterior análise dos resultados obtidos, a fim de confirmar o desempenho desejado ou especificar mudanças e adaptações necessárias para se alcançar os objetivos desejados.

Seguindo nesse sentido, iniciou-se uma análise do consumo de energia elétrica em alguns edifícios da Universidade de São Paulo – USP por meio dos dados extraídos do sistema de gerenciamento de energia da USP. A estratégia é conhecer como a energia elétrica é utilizada no campus universitário e, a partir disto, estabelecer medidas para reduzir o gasto com a energia e eficientizar as instalações.

Segundo o DOE “U.S. Department of Energy” (2004), as Universidades consomem energia como se fossem mini cidades. Devido a essa importância, o DOE mantém um programa de redução de energia, chamado de Programa de Tecnologia para Edifícios, de onde os edifícios universitários recebem informações, ou como eles denominam, “ways to save energy” que certamente já serviram de base para alguns programas de uso racional de energia elétrica espalhados pelo Brasil. Algumas dessas ações são descritas a seguir:

- reduzir os custos com energia instalando sistemas centralizados de controle para aquecimento, refrigeração e iluminação do campus;
- reduzir iluminações mal dimensionadas e prover conforto, aproveitando a luz natural e incorporando iluminação artificial eficiente como as lâmpadas fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas entre outras; e
- economizar energia e água através de sistemas solares de aquecimento de água nos banheiros e chuveiros.

O DOE promoveu um estudo sobre o perfil de consumo dos usos finais de energia elétrica nas Universidades americanas e extratificou este estudo conforme pode-se observar na figura 23.

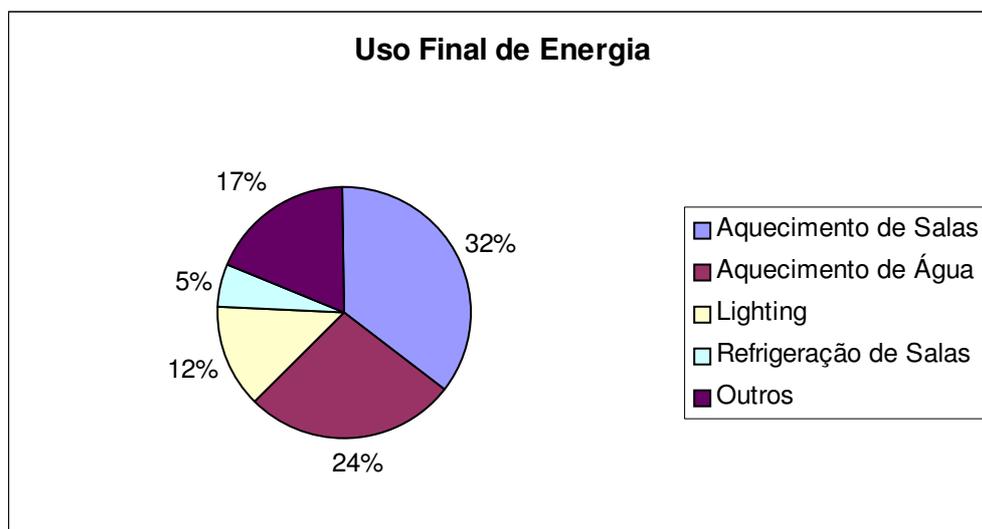


Figura 23: Gráfico do Uso Final de Energia Elétrica nas Universidades Norte Americanas (DOE, 2004)

Como pode-se observar, os Programas de Economia de Energia Elétrica são fundamentais em qualquer instituição que se preocupa com o uso da energia elétrica e, para que quaisquer destes Programas possam ser implementados com sucesso, em qualquer setor da sociedade, deve-se dispor de um grande leque de ações que visem atingir de forma direta ou indireta seus objetivos. Nesse sentido e, tendo como linha de estratégia a conscientização da sociedade para a questão energética-ambiental, o conhecimento do que e de que forma a energia está sendo gasta e posteriormente, transformar esse conhecimento em ações efetivas visando efficientizar as instalações elétricas, seguem abaixo algumas ações, as quais serão detalhadas no capítulo 5.1.5, que podem e devem fazer parte de um Programa de Uso Racional e Eficiente de Energia, aplicável não somente às Universidades, mas sim a todos os setores da sociedade:

- campanhas de conscientização demonstrando a importância do uso racional de energia;
- utilização do sistema de gerenciamento de energia elétrica no intuito de conhecer as instalações e identificar como é uso de energia e onde ocorrem os desperdícios;
- gestão das faturas de energia (eliminação das multas por baixo fator de potência e atraso no pagamento das faturas);
- intervenção no processo de aquisição dos equipamentos por meio de sua correta especificação, priorizando o aspecto da eficiência energética, entre outras; e
- projetos de substituição de equipamentos de ar condicionado ineficientes e substituição de sistemas de iluminação ineficientes.

5.1 IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE USO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - OS TRÊS PILARES DA GESTÃO ENERGÉTICA (ADMINISTRATIVO, TECNOLÓGICO E COMPORTAMENTAL)

Comparando os estudos realizados na Universidade de São Paulo em 1997 por Alvarez et al. (2001), o qual é representado pela figura 24, os usos finais com energia elétrica possuem características diferentes das apresentadas pelo DOE nas Universidades Norte - Americanas. Por exemplo, a iluminação corresponde a 31% do gasto final com energia na USP, enquanto nas Universidades Americanas, esse percentual não passa de 12%. Com relação aos grandes “vilões” consumidores de energia elétrica nas Universidades: o aquecimento de ambientes e de água se destacam nas Norte – Americanas com parcela de 56%, e o item outros equipamentos (geladeiras, freezers, estufas e autoclaves), contribuem com aproximadamente 46% na Universidade de São Paulo. Esse fato não chega a ser surpreendente, pois apesar de se tratar de edifícios de atividades similares, cada

instituição de ensino possui sua peculiaridade, dependendo das suas áreas de atuação. Além disso, o clima Norte - Americano é bem diferente do Brasileiro, influenciando assim sensivelmente a parcela de contribuição quanto ao uso dos sistemas de ar condicionado e de iluminação.

Verifica-se, portanto, que um Programa de Uso Racional de Energia Elétrica pode, em primeiro momento, abordar os usos finais mais simples do ponto de vista técnico e financeiro. Nesse caso, os sistemas de iluminação e ar condicionado tem mais chance de serem viáveis, uma vez que correspondem juntos por 52% do consumo total da Universidade de São Paulo e, qualquer intervenção tecnológica ou comportamental(educacional) nesses sistemas, irá gerar grandes economias de energia elétrica e, conseqüentemente, de recursos financeiros.

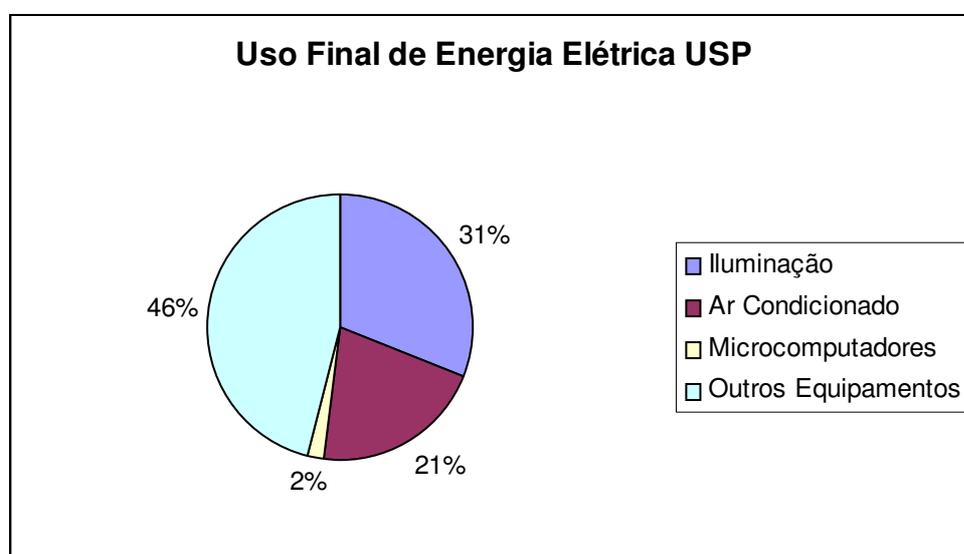


Figura 24: Gráfico do Uso Final de Energia Elétrica na Universidade de São Paulo

Segundo PURE (2004), existem diversas formas de se incentivar e implementar ações de economia de energia elétrica. Portanto, o intuito desse trabalho será não somente apresentar essas medidas, mas sim identificar estratégias concretas e realistas, visando incorporar conceitos no cotidiano de cada cidadão, demonstrando a importância de se utilizar de forma racional a energia elétrica. Essas estratégias e suas ações seguem abaixo estratificadas de maneira que possam ser implementadas por meio de um Programa de Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica. Essa estratificação está dividida para uma melhor compreensão, sob a égide dos três pilares da gestão energética, ou seja, administrativo, tecnológico e comportamental.

5.1.1 Campanhas de conscientização (treinamento e divulgação)

- *Campanhas de Conscientização (Treinamento e Divulgação)*

O Treinamento e a Divulgação, são fatores essenciais dentro das campanhas de conscientização. Abaixo, seguem algumas atividades que podem ser desenvolvidas:

- Sensibilização da sociedade – sensibilizar a sociedade, através da divulgação das ações de economia da energia e da eficiência energética, desenvolvendo assim a conscientização sobre a importância da energia em nossas atividades. Para isso, a distribuição de folder's, marcadores de livro, etiquetas para interruptor e computadores com alerta para serem desligados, cartazes, outdoors é fundamental.
- Agentes disseminadores – treinar pessoal para visitar as instalações das empresas, com o objetivo de esclarecer dúvidas de como economizar energia, divulgando as motivações e formas de ação do Programa, constituindo em um ponto de apoio para uma campanha de divulgação e conscientização sobre o uso racional e a economia de energia;
- Curso para aperfeiçoamento profissional de eletricitistas – promover cursos aos eletricitistas para disseminar e / ou atualizar os conceitos sobre eficiência energética e conservação de energia, fazer uma reciclagem de conhecimentos, discutir as questões da crise de energia e uniformizar as informações nas questões de projeto e manutenção elétrica;
- Palestras – promover palestras de difusão de conceitos de eficiência energética e economia de energia, visando divulgar, conscientizar e aproximar as pessoas para a questão do uso racional da energia e dos impactos ao meio ambiente; e
- Publicação de trabalhos – publicar livros, artigos, entre outros, no intuito de divulgar as ações e resultados do Programa de Economia de Energia.

5.1.2 Sistema de gerenciamento de energia elétrica e sua importância na checagem / comparação mensal com as faturas emitidas pelas concessionárias

- *Sistema de Gerenciamento de Energia Elétrica*

Implementação de um sistema de gerenciamento da energia elétrica com o intuito de acompanhar monitoramento dos dados energéticos. Esse monitoramento é realizado através do software de monitoração que trata essas informações e as apresenta, numérica e graficamente, na forma de grandezas energéticas que caracterizam o uso da energia elétrica. Tais grandezas são apresentadas segundo os três segmentos horo-sazonais (Ponta, Fora de Ponta e Reservado), diferenciados graficamente por cores para uma melhor visualização.

Podem ser monitorados:

- demandas ativa, reativa e aparente, armazenando os valores máximos ocorridos;
- energias ativa, reativa e aparente;
- fator de potência armazenando sua natureza capacitiva ou indutiva bem como valores mínimos ocorridos;
- tensões de linha e de fase; e
- correntes.

É um poderoso instrumento para a mudança de hábitos e racionalização do consumo de energia, permitindo o acompanhamento contínuo das cargas elétricas, segundo os mesmos critérios de medição das concessionárias de energia. Ou seja, deve ser utilizado como instrumento não só de gestão das unidades consumidoras, mas também de contra-prova nas faturas mensais de energia elétrica expedidas pelas concessionárias de energia, uma vez que tal sistema possui o recurso de ser configurado para emitir relatórios cobrindo o mesmo período de leitura da concessionária e apresenta a evolução a cada 15 minutos do consumo e demanda registrados. Com isso, erros de faturamento e eventuais discrepâncias poderão ser sanados.

5.1.3 Gestão de faturas / contratos de energia elétrica da USP

- *Software para gestão das faturas de energia*

Ainda segundo PRe (2004), para saber como economizar energia é necessário conhecer como ela está sendo gasta. Para isso, um software de gestão de faturas é necessário. Esse software, por meio da elaboração de um banco de dados com as informações das faturas de energia, tem por objetivo levantar indicadores de eficiência como custo da energia paga, por exemplo: R\$ / MWh e porcentagem da incidência de multas nas faturas. Além disso, através da análise das faturas de energia das unidades consumidoras, os erros de faturamento podem ser revistos.

Para que serve?

Quando o número faturas mensais de energia é grande e distribuídas em várias cidades e nas maiores empresas de distribuição de energia elétrica do Estado, somente com a implementação de um banco de dados como este, seria possível visualizar informações sobre o consumo de energia elétrica de qualquer uma das unidades consumidoras, permitindo disponibilizar estas informações para todos os interessados, acompanhando o dispêndio e, ao mesmo tempo, promovendo a gestão de energia elétrica.

Como funciona?

Os primeiros bancos de dados elaborados eram alimentados localmente por uma única pessoa, a qual preenchia os dados de todas as faturas de energia elétrica. A evolução foi grande, e hoje, esse tipo de software é on-line, isto é, a alimentação dos dados se processa de forma dinâmica e rápida via página WEB na Internet. Assim, é possível descentralizar os lançamentos, ou seja, cada responsável ou responsáveis pelas unidades consumidoras, alimentam o banco de dados com as informações do uso de energia elétrica e o órgão que promove a gestão energética da empresa pode analisar todas as informações das unidades espalhadas pelo país via Web e tomar as providências necessárias.

5.1.4 Projetos de eficiência energética

- *Projetos de Eficiência Energética*

A idéia é a reserva anual de recursos visando implementar projetos viáveis do ponto de vista técnico e econômico, sempre com o objetivo de tornar mais eficientes as instalações elétricas das unidades consumidoras. São privilegiados projetos nas seguintes áreas:

- troca de lâmpadas, reatores e luminárias por outros mais eficientes energeticamente;
- troca de equipamentos de ar condicionado; e
- troca das fontes de energia convencionais por outras alternativas, como: aquecimento de água por meio da queima de gás ou por placas solares e todos os outros projetos que apresentem economia de energia e benefício ambiental.

5.1.5 Pesquisa de Campo – Diagnóstico Energético

Para que seja possível implementar um projeto de aumento da eficiência energética de forma adequada, um diagnóstico energético das instalações envolvidas deve ser efetuado, ou seja, todas as peculiaridades devem ser conhecidas para que sejam identificados pontos potenciais para a redução de consumo de energia elétrica. Nesse intuito, segue abaixo um estudo realizado nas instalações do MAC Ibirapuera, unidade USP localizada no espaço do Parque do Ibirapuera, pavilhão da Fundação Bienal o qual ilustra bem as medidas visando o uso racional de energia.

Nas visitas realizadas pelos representantes do PURE/USP (Programa para o Uso Eficiente de Energia Elétrica na Universidade de São Paulo) às instalações do

MAC, identificou-se um potencial de economia de energia elétrica e assim, serão descritas a seguir, orientações e propostas para a utilização dos equipamentos visando a eficiência de todas as instalações.

Sistema de Iluminação

As instalações do MAC são divididas em duas grandes áreas de exposição, auditório, depósito de materiais, salas de controle, sala administrativa, banheiros e copa. O sistema de iluminação é composto, em sua maioria, por lâmpadas de 40 W com reator eletromagnético, com exceção da área de exposição climatizada que tem como iluminação predominante, lâmpadas halógenas de 300 W. Este sistema é responsável por um consumo atual de aproximadamente 8,7 MWh/mês o que representa cerca de 20% do consumo total da instalação, conforme ilustrado no gráfico da figura 25.

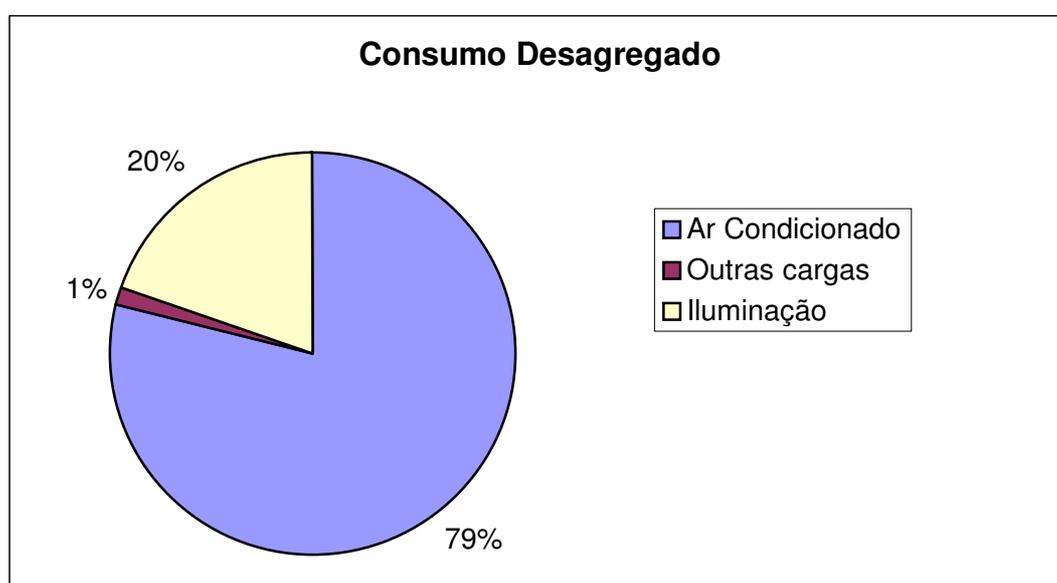


Figura 25: Gráfico do Consumo Desagregado do MAC Ibirapuera

Para identificar a potência instalada total do sistema de iluminação e seu consumo mensal estimado, foram levantados os dispositivos de iluminação existentes nos diversos ambientes da instalação e seus horários de funcionamento, como apresentado no Apêndice, figura 28. Para os cálculos efetuados nessa planilha são utilizados os valores nominais dos dispositivos (lâmpadas e reatores).

Boa parte das luminárias são ligadas quando se inicia o expediente (9:00 h) e permanecem acesas até o final do expediente (19:15h), mesmo com o ambiente sem ocupação humana. O sistema de iluminação possui considerável potencial de redução de consumo, utilizando-se de lâmpadas e reatores com maior eficiência energética e estabelecendo uma rotina mais racional de uso da iluminação que visa o aproveitamento da iluminação natural e o desligamento do sistema quando não houver ocupação.

A figura 29 apresentada no Apêndice, simula a troca de lâmpadas de 40W e reatores eletromagnéticos por lâmpadas fluorescentes de 32 W com reator

eletrônico, e substituição das lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas PL de 20W. O resultado da simulação mostra um potencial de redução de demanda de 6,3 kW e de consumo de 1,7 MWh/mês, ou seja, uma diminuição de aproximadamente 4% no consumo total de energia elétrica.

Tal medida possui viabilidade econômica de médio prazo, exigindo um investimento da ordem de R\$ 20.700,00, resultando num tempo de retorno simples (pay-back) do investimento, em aproximadamente, 30 meses.

Durante o estudo desta instalação, ficou constatado que o sistema atual apresenta aproximadamente 180 lux de iluminação médio, enquanto o mínimo recomendado pela Norma da ABNT NBR 5413 é de 200 lux. A foto 1 apresenta essa área para um melhor entendimento.



Foto 1 : Foto da Área de Exposição do MAC

O resultado da simulação com o novo sistema de iluminação, sendo lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W com reator eletrônico (fator de fluxo unitário), onde nível de iluminação médio estimado é de 220 lux.

Sistema de Ar-Condicionado

O MAC possui uma área climatizada de aproximadamente 1800 m², com sistema de ar-condicionado contendo 4 máquinas com potência nominal de 31 kW.

Foram observados dois importantes fatores que podem ser agravantes no uso do sistema de ar-condicionado, que são apresentados a seguir:

Iluminação

A exposição de obras de arte e eventos de natureza semelhante, que necessitam de uma temperatura controlada, geralmente são evidenciados pela qualidade e tipo de iluminação que, no caso da área climatizada do MAC, é feita através de lâmpadas halógenas de 300 W.



Foto 2: Foto da Área Climatizada – Iluminação

Este tipo de iluminação, tem como característica, a emissão de luz através do aquecimento de filamento metálico, que juntamente com a luz, produz também calor. Esta característica afeta o sistema de ar-condicionado, aumentando o consumo de energia elétrica.

Período de Utilização

Observou-se também que, durante os períodos em que não há exposição nem a utilização e/ou ocupação da área climatizada, o sistema de ar-condicionado é mantido ligado durante o dia inteiro, o que aumenta consideravelmente o consumo. Este fato foi comprovado no ato da visita que os representantes do PUR realizaram no MAC. A foto 2 ilustra um momento em que isso ocorreu.

Abaixo seguem algumas orientações, com o intuito de tornar as instalações do MAC mais eficientes do ponto de vista energético:

- troca das lâmpadas de 40 W e reatores eletromagnéticos de baixo fator de potência, por lâmpadas de 32 W e reatores eletrônicos com fator de potência unitário;
- estudar a possibilidade de troca da iluminação do ambiente climatizado por lâmpadas com característica de luz fria, ou seja, que não utilizem o aquecimento de filamentos metálicos para emissão de luz;
- criar procedimento de rotina com os horários e períodos de funcionamento dos equipamentos e iluminação dos ambientes;
- instalar (onde possível e viável) interruptores para auxiliar no desligamento da iluminação dos ambientes quando não houver ocupação;
- manter fechados salas e ambientes com sistema de ar-condicionado, a fim de não solicitar demasiadamente o sistema;
- remanejamento dos ambientes, aproveitando ao máximo a iluminação natural dos ambientes; e
- manter paredes e tetos limpos e com cores claras (sempre que possível), aproveitando a refletância dos mesmos.

A aplicação das orientações acima pode trazer um grande benefício econômico ao MAC, que fará com que os custos com energia elétrica sejam minimizados, além do que, conscientiza funcionários e público para o uso da energia elétrica com maior eficiência e racionalidade.

CONCLUSÃO

Dentre as contribuições desse trabalho, destacam-se:

- foi comprovada a viabilidade técnica de utilizar-se a tecnologia de transmissão de dados TCP / IP visando a aquisição dessas grandezas energéticas, ao invés da tecnologia mais comum que é a serial RS 485;

- foram estabelecidos os consumos por dia da semana, dias úteis e não úteis de cada uma das 20 unidades consumidoras no período analisado de 2003 a 2005;
- foi efetuada a divisão das unidades analisadas por grupos: A, B, C, D e E, os quais identificam os níveis / faixas de consumos diários;
- foram identificados os maiores consumidores do campus CUASO como HU, Poli Elétrica, FEA, Veterinária e ICB I através do indicador percentual de consumo total da CUASO - PCT;
- foram identificados os grandes consumidores de energia no período reservado como CCE, MAC, HU e IMT por meio do indicador percentual de consumo no período reservado - PCR;
- foram identificadas as similaridades de consumo entre unidades, como por exemplo, FEA e Poli Elétrica e de valores referência para projetos de novas instalações elétricas através do indicador de consumo mensal por m^2 - CMM;
- foram confirmadas as ações de gestão da energia elétrica em andamento na Universidade devido aos indicadores terem permanecido estáveis ao longo dos anos analisados, apesar dos valores de ocupação e área construída em m^2 serem referentes ao anuário estatístico de 2003;
- foi proporcionado subsídio para as equipes de manutenção no sentido de um correto dimensionamento de carregamento dos circuitos alimentadores e dos transformadores nas cabines primárias de média tensão por meio do indicador de demanda máxima mensal por m^2 - DMM;
- foi possível informar e conscientizar a sociedade das correlações entre a energia elétrica economizada e o quanto isso impacta nas emissões atmosféricas provenientes da geração de energia elétrica por meio da queima de óleo e de madeira; e
- foi apresentada a importância de se utilizar um sistema de gerenciamento remoto de energia elétrica para conhecer os perfis de consumo das unidades USP e ser contraprova na checagem das faturas mensais de energia elétrica emitidas pelas concessionárias de energia.

Conclui-se, portanto, que é possível traçar estratégias para a redução do consumo nesses locais por meio das implementações dos projetos de eficiência energética, novas campanhas para a conscientização visando o uso racional de energia, além de treinamento ao pessoal de segurança para que somente as luzes essenciais fiquem acesas durante a noite. Com essas medidas, supõem-se que ocorra uma redução imediata de no mínimo 2% no consumo geral da CUASO, obtidos através de cálculos preliminares, o que representaria uma economia de aproximadamente 125.000 kWh e R\$ 21.000,00 mensais. Além disso, acredita-se trazer benefícios ao meio ambiente através dessa redução, conforme apresentado no capítulo 4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIANNA, J.N.S. Energias Renováveis Capítulo 3.3 Biomassa. In: CURSO SOBRE ENERGIA E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2004, Brasília, DF. Anais eletrônicos. Disponível em:

<<http://www.unbcds.pro.br/upload/cursos/cap3.1.1formas.pdf>> Acesso em: 02/07/2004.

FERREIRA, J.J.; FERREIRA, T.J. Economia e Gestão da Energia. Lisboa: Texto Editora, 1994

LIMA JR., A. W. Tecnologias de rede & comunicação de dados. São Paulo: ALTA BOOKS, 2002.

LIMA JR., A. W. Tudo sobre fibras óticas – teoria e prática. São Paulo: ALTA BOOKS, 2001.

HELD, G. Comunicação de dados. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2003.

CARVALHO, J. E. M. Introdução às redes de micros. São Paulo: MAKRON BOOKS, 1998.

B&B ELECTRONICS MANUFACTURING COMPANY. RS 422/485 Application Note. Disponível em <http://www.bb-elec.com/tech_articles/rs422_485_app_note> Acesso em: 29 mar.2004.

BERMANN, C. Energia no Brasil: para quê? para quem?. 2.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

FACULDADE DE ENGENHARIA SÃO PAULO. Apostila do Curso sobre Redes de computadores da Faculdade de Engenharia São Paulo. São Paulo, 1999.

SAIDEL, M. A.; GIMENES, A. L. V.; ROSA, L.H.L. Requisitos de Um Sistema de Informação Autônomo para Suporte à Gestão de Energia. In: TRANSMISSION AND DISTRIBUTION - IEEE/PES T&D LATIN AMERICA, 2004. São Paulo, SP. Anais...São Paulo: GEPEA USP, 2004.

PURE - Programa para o Uso Eficiente de Energia Elétrica na USP. Consulta geral a homepage. Disponível em: <<http://www.pure.usp.br>> Acesso em: 21 jan. 2005.

ALVAREZ, A.L.M.; SAIDEL, M.A. Uso racional e eficiente de energia elétrica: Metodologia para a determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares. São Paulo, 2001.

DOE – U.S. Department of Energy - Building Technologies Program. Consulta geral a homepage. Disponível em:

<http://www.eere.energy.gov/buildings/info/university/index.html>> Acesso em: 01 fev. 2005.

CASTRO, M.S.S.; SHIMOZAKO, T.T. Uso de Indicadores de Eficiência Energética como Parâmetros para Gestão de Energia. Projeto de Formatura, 2001.

SAIDEL, M.A.; ALVAREZ, A.L.M.; SILVA, M.O.; KANAYAMA, P.H. A Utilização de índices na implementação e na avaliação do desempenho de projetos de conservação e uso racional de energia. São Paulo, 1999.

Anuário Estatístico da Universidade de São Paulo de 2003. Consulta geral a homepage. Disponível em: <<http://www.sistemas.usp.br>> Acesso em: 05 maio. 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE

RELATÓRIO TÉCNICO DE LUMINOTÉCNICA																	
LEVANTAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE ILUMINAÇÃO EXISTENTES																	
DIAGNÓSTICO: MAC - Pavilhão BIENAL																	
DEP.	TIPO	QTE.	LOCAL	Horas de Atividade		INCANDESCENTE		FLUORESCENTE				MISTAS		Lamp. Halogenas		Pot. Inst. (kW)	Energia Cons. Prevista (kWh) Mensal
				Dias Uteis	Finais de Semana	60W	Potência Total (W)	1 x 40W	2 x 40W	4 x 40W	Potência Total (W)	160W	Potência Total (W)	300 W	Potência Total (W)		
	AMBIENTE																
01	Corredor	1	3º Andar	24:00	24:00		-		2		184		-		-	0,18	132,48
02	Escada	1	3º Andar	0:30	0:30		-				-	1	160		-	0,16	2,40
03	Banheiro	2	3º Andar	24:00	24:00		-		2		368		-		-	0,37	264,96
04	Copa	1	3º Andar	10:00	10:00		-	1			50		-		-	0,05	15,00
05	Sala Administrativa	1	3º Andar	10:00	0:00		-			5	920		-		-	0,92	202,40
06	Anfiteatro	1	3º Andar	2:00	2:00		-			14	2.576		-	4	1.200	3,78	226,56
07	Sala de Exposição Climatizada	1	3º Andar	7:00	7:00		-	14			700		-	37	11.100	11,80	2.478,00
08	Area de Exposição	1	3º Andar	10:00	10:00		-			96	17.664		-		-	17,66	5.299,20
09	Sala de Materiais	4	3º Andar	1:00	1:00	1	240				-	1	640		-	0,88	26,40
TOTAL						4	240,00	15	6	115	22462,00	5	800,00	41	12300,00	35,80	8647,40

Figura 26: Levantamento dos Equipamentos Existentes no MAC Ibirapuera

RELATÓRIO TÉCNICO DE LUMINOTÉCNICA															
Proposta de Iluminação															
DIAGNÓSTICO: MAC - Pavilhão BIENAL															
DEP.	TIPO	QTE.	LOCAL	Horas de Atividade		FLUORESCENTE				MISTA		Lamp. Halogenas		Pot. Inst. (kW)	Energia Cons. Prevista (kWh)
				Dias Úteis	Finais de Semana	PL 20W	1 x 32W	2 x 32W	4 x 32W	Potência Total (W)	160W	Potência Total (W)	300 W		
Conjunto: Reator + Lâmpada (W)						20	35	67	134		160		300		
01	Corredor	1	3º Andar	24:00	24:00	-	-	2	-	134	-	-	-	0,13	96,48
02	Escada	1	3º Andar	0:30	0:30	-	-	-	-	-	1	160	-	0,16	2,40
03	Banheiro	2	3º Andar	24:00	24:00	-	-	2	-	268	-	-	-	0,27	192,96
04	Copa	1	3º Andar	10:00	10:00	-	1	-	-	35	-	-	-	0,04	10,50
05	Sala Administrativa	1	3º Andar	10:00	0:00	-	-	-	5	670	-	-	-	0,67	147,40
06	Anfiteatro	1	3º Andar	2:00	2:00	-	-	-	14	1.876	-	-	4	3,08	184,56
07	Sala de Exposição Climatizada	1	3º Andar	7:00	7:00	-	14	-	-	490	-	-	37	11,59	2.433,90
08	Área de Exposição	1	3º Andar	10:00	10:00	-	-	-	96	12.864	-	-	-	12,86	3.859,20
09	Sala de Materiais	4	3º Andar	1:00	1:00	1	-	-	-	80	1	640	-	0,72	21,60
TOTAL						4	15	6	115	16.417	5	800	41	29,52	6.949,00

Figura 27: Proposta de Novo Sistema de Iluminação para o MAC após o Diagnóstico Energético