

PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA A SEEP - SENADO FEDERAL

Mário Hermes S. Viggiano

Arquiteto e Urbanista – Senado Federal

viggiano@senado.gov.br

Resumo

O sistema energético brasileiro passa por dificuldades e providências emergenciais devem ser tomadas. Dentre elas, a imediata redução do consumo de energia pelos usuários é uma das alternativas com mais chance de êxito a curto prazo. A importância do tema porém não se resume à economia por si. Na medida que se estabelecem estratégias de redução de consumo, somos obrigados a avaliar outros parâmetros que necessariamente estão interligados com a questão, que são os níveis de conforto dos usuários (temperatura, umidade, insolação, iluminação), a eficiência dos equipamentos envolvidos e a educação dos usuários para a correta utilização dos recursos energéticos.

O presente trabalho avalia a realidade energética da SEEP (Secretaria Especial de Editoração e Publicações – Senado Federal) a partir da análise da arquitetura (nove blocos com mais de 24 mil m² de área construída), de seus históricos de consumo, da contribuição individual dos funcionários (730 atuando em 4 turnos), da situação dos equipamentos envolvidos e da forma com que a energia é gerida e distribuída pelas unidades que compõem o complexo. A partir desta análise, são propostas iniciativas para a redução substancial do consumo de energia elétrica, consolidadas a partir das mais diversas alternativas que vão desde a educação através de campanhas até a substituição de equipamentos por outros mais eficientes.

1. INTRODUÇÃO

O sistema energético brasileiro moldado pela matriz de grandes centrais de geração hidroelétricas, passa por enormes dificuldades devido a uma período de redução das chuvas e consequentemente dos níveis dos reservatórios. Providências emergenciais devem ser tomadas e, dentre elas, a imediata redução do consumo de energia pelos usuários é uma das alternativas com mais chance de êxito a curto prazo. Além das medidas de emergência que afetam pontualmente o consumo imediato, providências conjunturais também devem ser estudadas, levando-se em conta tanto os fatores de contribuição para o planejamento energético global do país, quanto pela economia pecuniária advinda deste planejamento.

A questão energética brasileira tem sido fartamente analisada nos últimos 30 anos em decorrência da famosa crise do petróleo da década de 70: “O dramático aumento do preço do petróleo dos anos 70, combinado com aumentos das taxas internacionais de juros, repentinamente terminaram com a era da energia barata, levando a um questionamento do modelo de desenvolvimento adotado até então. A energia se tornou um forte limitante para o progresso econômico de muitos países em desenvolvimento. Ainda hoje, ela representa um fator de preocupação na área econômica e mais recentemente na área ambiental.” (Jannuzzi, 1997).

Mais do que urgente é o estabelecimento de estratégias para minimizar o consumo de energia nas edificações e ao “arquiteto cabe a concepção de projetos que possibilitem a execução de edifícios mais eficientes, logrando com essa postura o conforto dos usuários e o uso racional da energia. (Lamberts, 1997).

A importância do tema porém não se resume somente à economia por si. Na medida que se estabelecem estratégias de redução de consumo, somos obrigados a avaliar outros parâmetros que

necessariamente estão interligados com a questão, que são os níveis de conforto dos usuários (temperatura, umidade, insolação, iluminação), a eficiência dos equipamentos envolvidos e a educação dos usuários para a correta utilização dos recursos energéticos.

O presente trabalho pretende avaliar a realidade energética da SEEP (Secretaria Especial de Editoração e Publicações – Senado Federal) a partir da análise de seus históricos de consumo e da forma com que a energia é gerida e distribuída pelas unidades que compõem o complexo. A partir desta análise, serão propostas iniciativas para a **redução substancial do consumo de energia elétrica** neste órgão. O trabalho se divide em três partes. A primeira parte faz uma análise do consumo e demanda, das lâmpadas, ar condicionado e maquinário e da contribuição por categoria de consumo. A segunda parte faz uma síntese das propostas que compõem o projeto, custos e cronograma executivo e a terceira parte procede uma avaliação das soluções e dos possíveis resultados.

2. ANÁLISE

A SEEP é uma Secretaria Especial encarregada das impressões oficiais do Congresso Nacional tais como o Diário do Congresso e Câmara e as atividades parlamentares dos Senadores. Compõe-se de parque gráfico com nove blocos e mais de 24 mil m² de área construída e 64 mil m² de área ocupada. Funciona com seus 730 funcionários durante 4 turnos de trabalho durante 6 dias por semana.

O gráfico 1 apresenta o consumo do ano de 2000 apresentado mês a mês. O valor indicado representa o total do consumo incluindo a soma dos valores no horário de ponta e no horário fora de ponta. O consumo total do ano foi de 2.976.731 Kwh e a média mensal 248.061 KWh. Nota-se uma redução substancial do consumo no mês de janeiro que coincide com as férias coletivas dos funcionários, no qual a SEEP funciona apenas com um turno no plantão. O gráfico 2 apresenta o consumo mês a mês do ano 2000 destacando o consumo no horário de ponta e fora de ponta. O gráfico 3 apresenta a demanda registrada por hora de um dia típico (segunda feira). A SEEP possui setores que funcionam 24 horas com 4 turnos. Note-se a queda acentuada após as 22 horas, horário no qual os funcionários do 2º turno terminam seu expediente de hora extra.

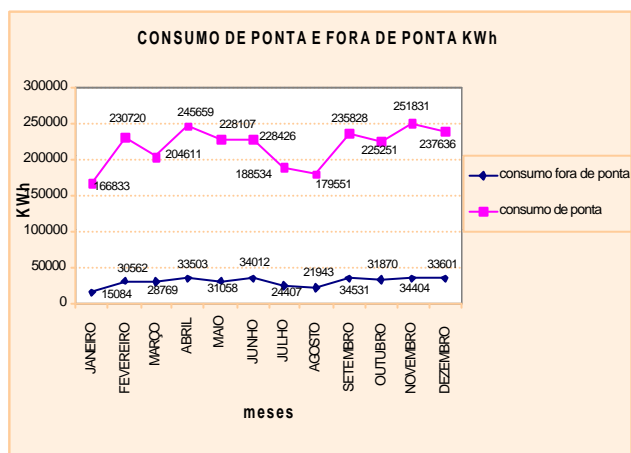
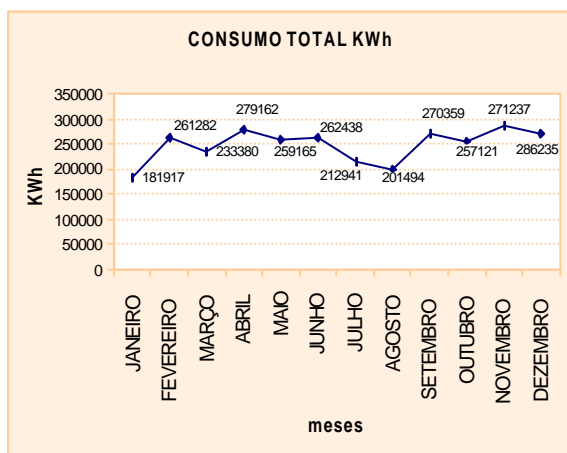


Gráfico 1 – Fonte: faturas de energia

Gráfico 2 – Fonte: faturas de energia

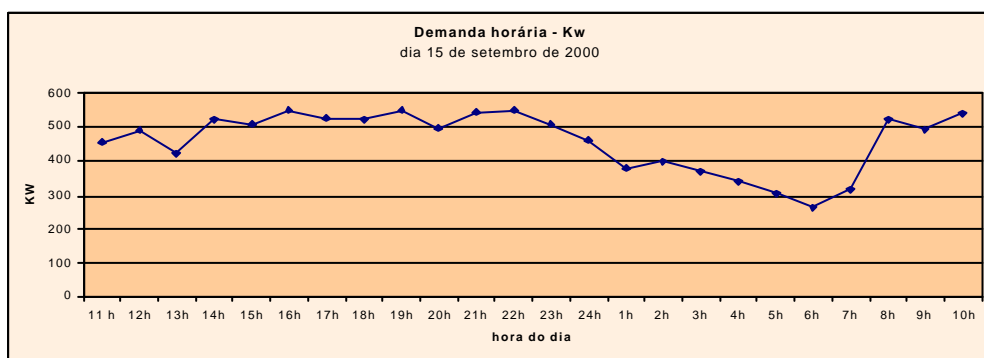


Gráfico 3 – Fonte: Memória de Massa fornecida pela CEB (Companhia de Eletricidade de Brasília)

A tabela 1 apresenta a quantidade de lâmpadas instaladas, distribuídas pelos prédios que compõem a SEEP. A tabela 2 apresenta a quantidade de aparelhos de ar condicionado individuais de janela e das centrais existentes. A tabela 3 nos apresenta um resumo das áreas, funcionários e equipamentos envolvidos no trabalho. A tabela 4 lista o maquinário pesado com o seu respectivo consumo e tempo de funcionamento.

Tabela1

LEVANTAMENTO DE LÂMPADAS EM FUNCIONAMENTO			
Bloco	Quant.	tipo	potência W
1	545	Fluorescente	40
2	252	Fluorescente	65
2	149	Fluorescente	40
2	32	Fluorescente	40
3	252	Fluorescente	40
4	175	Fluorescente	40
4	147	Fluorescente	20
4	20	Fluorescente	15
5	38	Fluorescente	40
6	101	Fluorescente	40
6	10	Fluorescente	20
7	416	Fluorescente	40
7	25	Dicróica	60
7	3	Incandescente	60
8	71	Fluorescente	40
9	94	Fluorescente	40
externa:	27	vapor	250
externa:	62	Fluorescente	40
externa:	4	Incandescente	100
total	2423		

Tabela 2

AR CONDICIONADO		
Equipamento	Potência W	Quantidade
7.500 BTUs	980	7
12000 BTUs	1270	4
18.000 BTUs	1990	40
21.000 BTUs	2300	27
30.000 BTUs	2970	28
Turbina de exaustão	4712	1
Bomba de água 1	1140	2
bomba de água 2	3450	2
Bomba	14.060	2
Bomba	19.760	2
Torre de arrefecimento	3914	2
Câmara fria	13186	1
Geladeira/freezer	2266	1
Self 1	15.770	2
Self2	9.702	1
Self 3	4.730	3
Self 4	6.666	1
Self 5	23.940	2
Self 6	14.375	1
Self 7	1.386	1
Sistema água gelada	71.440	1
Fan Colls	440	10
Compressor 1	5.700	2
Compressor 2	47.500	1
Secador	2.400	1

Tabela 3

setor	MAQUINÁRIO GRÁFICO	potência kw	tempo h	consumo KWh
Acabamento	MARTINI 3006	20,50	22	451,00
	MARTINI AUTOBINDER	8,70	3	26,10
	STAHL ST90	4,50	12	54,00
	MARTINI GRAMPO	7,60	20	152,00
	MIRUNA	1,10	1	1,10
	MIRUNA	1,10	1	1,10
	ASTRONIC 180	6,50	16	104,00
	DOBRADEIRA KD78/4	3,00	18	54,00
	DOBRADEIRA STAHL I	2,80	12	33,60
	DOBRADEIRA STAHL II	2,80	18	50,40
	DOBRADEIRA STAHL III	2,80	18	50,40
	DOBRADEIRA STAHL IV	2,00	12	24,00
	PLASTIFICADORA RICAL SIMPLEX	7,60	18	136,80
	PLASTIFICADORA RICAL SIMPLEX	7,60	18	136,80
	TERMOLAMINADORA ACF TM/760	30,00	12	360,00
	ENVELOPADEIRA WD HELIOS	12,50	12	150,00
	ENVELOPADEIRA WD SB-GS-HK	16,90	8	135,20
	MÁQUINA DE CLICHÊ	0,75	3	2,25
	ENDEREÇADORA CMC	11,40	18	205,20
	MÁQUINA DE PICOTAR	1,10	1	1,10
	MÁQUINA DE FURAR	1,10	1	1,10
	PRENSA CICKLOP	1,50	1	1,50
	PRENSA LARESE	1,50	1	1,50
Corte	SHNEIDER	3,80	desat	-
	POLAR MOHR 137	3,80	22	83,60
	WOHLEMBERG 155	3,80	22	83,60
	TRILATERAL WOHLBERG I	3,80	18	68,40
	TRILATERAL WOHLBERG II	3,80	18	68,40
	TRILATERAL PERFECTA	4,30	18	77,40
Encadernação	POLITRON	3,80	8	30,40
	MAQUINA CHANFRADEIRA KLEIN	0,56	2	1,12
	MAQUINA COSTURA PFAFF	0,56	6	3,36
	GUILHOTINA WOHLBERG 76	3,00	12	36,00
	MÁQUINA ARREDONDAR LOMBO	1,10	2	2,20
	DOURAR FUNTIMOD	2,20	12	26,40
	MÁQUINA DE DOURAR	4,50	12	54,00
	MÁQUINA ESCANTEAR	0,77	manual	-

	MAQUINA CANTO METALICO	0,22	manual	-
	MAQUINA ASPIRAL	0,38	8	3,00
Ofset	GTO I	1,10	12	13,20
	GTO II	1,10	12	13,20
	ROLAND I	22,50	12	270,00
	ROLAND II	22,50	12	270,00
	SORK I	9,80	12	117,60
	SORK II	9,80	15	147,00
	SORK III	9,80	15	147,00
	SORK BICOLOR	11,70	12	140,40
	SPEEDMASTER	61,00	15	915,00
	CROMOSET	152,00	15	2.280,00
	GOSS COMMUNITY	19,00	15	285,00
	MAQUINA LAVAR ROLOS	0,38	1	0,38
Fotolito	SCREEN	13,00	20	260,00
	PROCESSADORA EXEL	9,40	20	188,00
	PROCESSADORA EXEL	9,40	0	-
	PRENSA ULTRA V	4,40	0	-
	PRENSA ULTRA V	4,40	5	22,00
	PRENSA 44-BD ELENCO	5,50	20	110,00
	PRENSA 44-BD ELENCO	5,50	15	82,50
	PRENSA ASCOR	4,40	0	-
	PROCESSADORA POS ELENCO	6,60	15	99,00
	PROCESSADORA NEG. ELENCO	6,60	20	132,00
	PROCESSADORA NEG. GLUNZ	6,60	12	79,20
				-
Tipográfica	MAQUINA LEQUE I	1,50	18	27,00
	MAQUINA LEQUE II	1,50	18	27,00
	MAQUINA LEQUE III	1,80	16	28,80
	MAQUINA TIPOGRÁFICA I	4,40	16	70,40
	MAQUINA TIPOGRÁFICA II	4,40	16	70,40
	MAQUINA TIPOGRÁFICA III	4,40	16	70,40
	MAQUINA SERRA	1,50	8	12,00
	MAQUINA SERRA	0,75	8	6,00
	MAQUINA SERRA	0,75	3	2,25
	MAQUINA CHANFRADORA	1,50	2	3,00
	MAQUINA RELEVO AMERICAN	1,50	6	9,00
	MAQUINA LUDLOW	5,00	18	90,00
	TOTAL			2.668,03

Tabela 4

ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	24.722,35 m ²
CONSUMO POR M ²	120.35 kwh/m ² ao ano
ÁREA TOTAL DO TERRENO	64.000,00 m ²
ATIVIDADE PRINCIPAL	Impressão dos diários
TURNOS DE TRABALHO	4
QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS NA ATIVA	730 funcionários
QUANTIDADE DE LÂMPADAS EM FUNCIONAMENTO	2423 unidades
QUANTIDADE DE COMPUTADORES EM FUNCIONAMENTO	240 unidades
QUANTIDADE DE AR-CONDICIONADOS DE JANELA	115 unidades

Por fim, o gráfico 4 apresenta o consumo estimativo percentual por categoria de consumo.

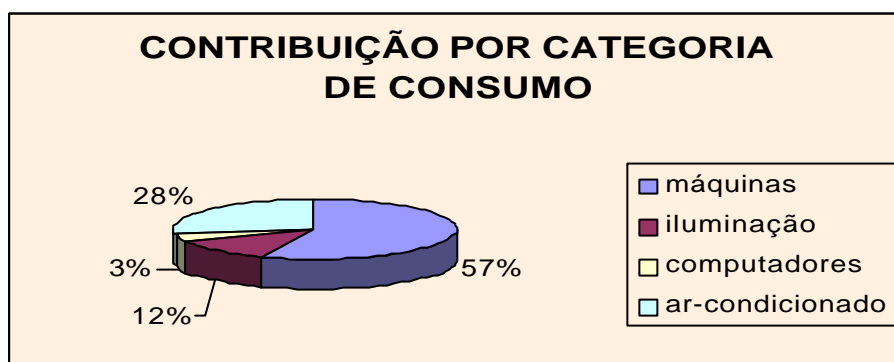


Gráfico 4

3. SÍNTESE DAS PROPOSTAS

As propostas apresentadas serão enquadradas em três categorias distintas. O objetivo deste enquadramento é reuni-las de forma a se visualizar um planejamento efetivo de ações baseadas na facilidade de execução, quantidade de investimento a curto, médio e longo prazo e o possível retorno deste investimento.

O Nível 1 reúne propostas que são facilmente executáveis a curto prazo, com baixo investimento e com retorno imediato do investimento. O Nível 2 reúne propostas que são facilmente executáveis a curto prazo mas que demandam um investimento considerável com um retorno a médio prazo. O Nível 3 reúne propostas com execução complexa, altos montantes de investimentos e retorno a longo prazo, propiciando, no entanto, índices elevados de economia em termos de quantidade total de Kwh.

3.1 Propostas do Nível 1

3.1.1. Campanha de conscientização

A campanha de conscientização tem por objetivo educar o usuário com relação aos aspectos envolvidos com a eficiência energética. O usuário deve ser capaz, ao final da campanha, de discernir os benefícios para si e para a comunidade advindos do uso racional da energia elétrica. A campanha envolve o apelo visual através de cartazes, literatura de fácil compreensão através de uma cartilha distribuída aos funcionários e de palestras efetuadas por especialistas.

3.1.2. Adequação da quantidade de iluminação às necessidades específicas

Esta proposta compreende o estudo das necessidades específicas de cada ambiente e de cada tarefa acarretando, em consequência, uma avaliação mais precisa a cerca da quantidade de iluminação a ser fornecida.

3.2 Propostas do Nível 2

3.2.1. Adequações da arquitetura

Esta proposta compreende a avaliação dos ambientes críticos de trabalho e a apresentação de soluções de projeto que envolvam ações físicas no espaço e nos materiais. Como exemplo, podemos citar a abertura de janelas e a abertura de clarabóias de iluminação nos tetos.

3.2.2 Retrofit de luminárias

O *Retrofit* nada mais é do que uma reciclagem de uma luminária que encontra-se em uso, com o intuito de melhorar seu desempenho que é considerado como a relação entre o fluxo luminoso da luminária em serviço dividido pelo fluxo luminoso da lâmpada (Lumicenter, 2000). Fluxo luminoso é a quantidade total de luz emitida por uma fonte, em sua tensão nominal de funcionamento, medido em lúmen (lm). A iluminância é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte, ou seja, é a quantidade de luz que está chegando em um ponto, sendo medida em lux (lx) (Osram, 2001). A partir da análise de um *retrofit* experimental, foi constatado que a luminária original oferecia 740 lux a altura do plano de trabalho (75 cm) funcionando com 4 lâmpadas fluorescentes 40W. A luminária após o *retrofit* passou a oferecer 690 lux com apenas 2 lâmpadas fluorescentes de 40 W, ou seja, o rendimento desta luminária teve um acréscimo de 79%.

3.2.3 Troca de lâmpadas

A troca de lâmpadas é uma das providências de maior eficiência dentre as apresentadas neste relatório. Consiste basicamente na substituição das lâmpadas em uso (fluorescente 40W) por lâmpadas de maior eficiência e menor consumo. A Eficiência Luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido e a energia elétrica consumida (potência), medida em Lúmen por Watt (lm/W).

Existem hoje três versões de lâmpadas fluorescentes: a *Standard* que apresenta eficiência energética de até 70 lm/W, as *Fluorescentes Trifósforo* com eficiência energética de até 100 lm/W e a *Fht5* com eficiência de mais de 100 lm/W. A simples troca das lâmpadas tipo *Standard* utilizadas neste objeto de estudo por lâmpadas *trifósforo* proporciona um aumento na eficiência energética de mais de 30%.

Estas medidas devem levar em conta ainda dois fatores importantes na análise da qualidade da iluminação, indispensável às características ergonômicas dos ambientes de trabalho. O primeiro é o índice de reprodução de cor e o segundo é a temperatura de cor (Osram, 2001).

Outro fator a ser considerado é a vida útil das lâmpadas. As lâmpadas fluorescentes *Standard* e *Trifósforo*, possuem vida útil de aproximadamente 7.500 horas. A lâmpada *FHT5* possui vida útil de até 16.000 horas, proporcionando assim uma considerável redução dos gastos ao longo do tempo.

Os gráficos 5, 6 e 7 apresentam um comparativo entre estas três tecnologias de fluorescentes apresentadas com relação aos itens fluxo luminoso, eficiência energética e vida útil.

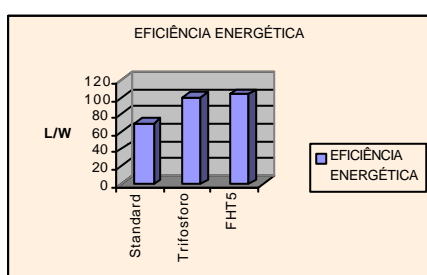


Gráfico 5- fonte: Lumicenter 2000

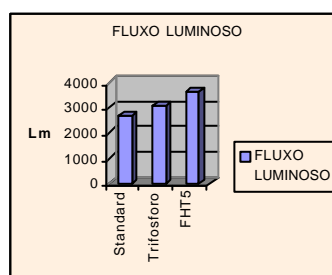


Gráfico 6

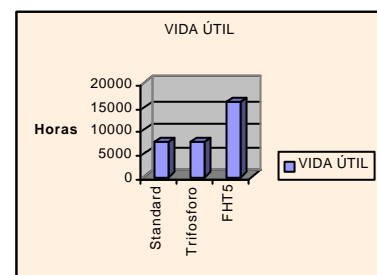


Gráfico 7

3.2.4 Troca de reatores

O reator é o elemento elétrico responsável pela partida da lâmpada fluorescente. Existem hoje três tecnologias disponíveis de reatores. Os reatores convencionais acionam apenas uma lâmpada e consomem de 7 a 10 W. Os reatores de partida rápida, podem acionar até duas lâmpadas e podem consumir um pouco menos que os convencionais. O terceiro grupo é o de reatores eletrônicos que podem acionar até quatro lâmpadas e apresentam perdas insignificantes de energia.

O quadro 5 apresenta um comparativo entre os consumos dos três modelos de reatores existentes no mercado. A maior parte dos reatores utilizados nas luminárias da SEEP é de partida rápida e a troca destes reatores pode acarretar uma economia de consumo das lâmpadas em torno de 30 %.

Tabela5

Tipo de reator	Perdas de energia
Reator convencional	10-15 W
Reator partida rápida	15-19 W
Reator eletrônico	0-1 W

3.2.5 Sensores de presença

Sensores de presença são dispositivos de controle eletrônicos que captam o movimento existente no recinto e enviam sinal para um controlador conectado ao dispositivo de acionamento da luz. A ausência de pessoas no recinto controlado provoca a ação de desligamento das luzes. Este dispositivo é aconselhável para recintos no qual trabalham poucas pessoas e para banheiros e copas.

3.2.6 Programação de consumo de aparelhos de ar condicionado

O grupo dos aparelhos de climatização são os responsáveis por 28% do consumo de energia do presente estudo de caso. O que ocorre com frequência no dia a dia do consumo destes aparelhos é um abuso da utilização dos mesmos. Os aparelhos são ligados nos horários de maior calor e permanecem ligados mesmo quando a temperatura se torna amena. Para minimizar esta situação, podem-se controlar os equipamentos de duas maneiras: através do *controle automático de temperatura* com a instalação de pares de sensores e controladores de temperatura no aparelho de ar condicionado de forma a programa-lo a desligar sempre que a temperatura externa imediata atinja um determinado índice e através da *programação horária* onde são instalados controladores horários aos equipamentos de forma a programa-los a se desligarem a determinada hora.

3.2.7 Troca de aparelhos de ar condicionado por climatização através da umidificação

Atualmente o ar-condicionado é o único climatizador utilizado nas dependências da SEEP. Independente das vantagens que este sistema proporciona, ele possui duas grandes desvantagens que são o consumo de elevado de energia e a desumidificação (retirada de umidade) do ambiente. Estes dois problemas podem ser solucionados se optarmos por trocar o ar condicionado, em determinadas unidades, pelo sistema climatização por vaporização. Este sistema que se apresenta com uma tecnologia simples, de fácil instalação e manutenção, tem o potencial de redução de temperatura da ordem de 10°, proporcionando uma temperatura ambiente em torno de 25°C, dentro da zona de conforto para Brasília. Importante é ressaltar que a queda de temperatura vem acompanhada de umidificação do ar, solução bastante apropriada para o clima de Brasília que é quente e seco.

A figura 1 apresenta um esquema de um conjunto de climatizador por vaporização.

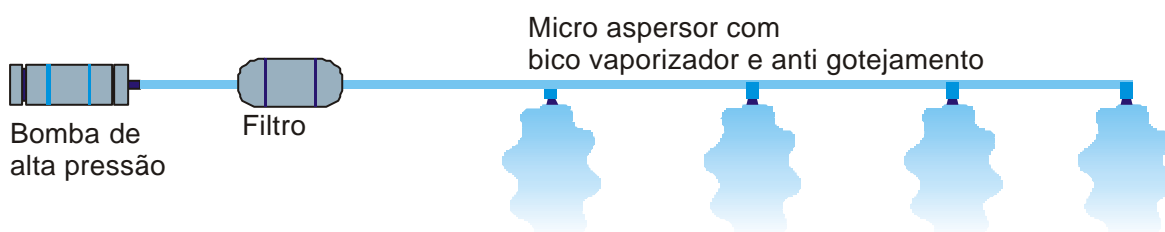


Figura 1

3.2.8 Manutenção dos lúmens

O estudo apurado de eficiência energética e conforto ambiental de cada ambiente necessita ainda da utilização de um recurso bastante útil que é a manutenção dos lúmens. Esta manutenção consiste em um sistema com um par de sensor (fotocélula) e controlador que avalia a quantidade de luz do ambiente e emite um sinal de ajuste na potência da lâmpada para aumentar ou diminuir sua intensidade. Este conjunto é indicado para ambientes que conciliam a iluminação natural com a iluminação artificial, proporcionando a manutenção dos níveis de iluminância desejados sempre constantes e só pode ser usado em lâmpadas dimerizáveis (com potencial de fornecimento variável).

3.3 Propostas do Nível 3

3.3.1 Eficientização de equipamentos e instalações

Equipamentos e instalações tem sua eficiência reduzida devido ao envelhecimento, má conservação e deficiência na especificação e projeto. Centrais de ar condicionado, por exemplo, podem ter alto consumo devido a falta de isolamento dos dutos de ar ou das tubulações de água, superdimensionamento, inexistência de manutenção ou baixa eficiência do equipamento.

A combinação da utilização de um controlador eletrônico de velocidades com a troca do motor por outro modelo mais eficiente e a eliminação de afogadores pode propiciar uma economia de consumo de energia na ordem de 40%. (Januzzi, 1997)

Esta proposta de efficientização encontra-se classificada no nível 3 devido aos altos recursos envolvidos na sua concretização. Este fato, impede que se proceda a troca indiscriminada de equipamentos sem antes proceder um diagnóstico rigoroso de cada caso. O diagnóstico deve contemplar os índices de consumo previstos para o equipamento novo, os índices atuais do equipamento em uso, as opções de troca, as opções de manutenção e troca de peças, acompanhadas de estimativas de custos para cada opção com o prazo para o retorno do investimento.

A efficientização pode atingir o maquinário pesado industrial, centrais de ar condicionado, aparelhos climatizadores de janela, instalações elétricas e quadros de comando, bombas e sistemas eletro hidráulicos.

3.3.2 Automação predial

A Automação predial consiste na centralização de algumas das propostas apresentadas nos outros níveis, através de um computador com *software* especialmente moldado para esta atividade. O sistema de automação deve gerenciar de forma integrada, visando a eficiência energética dos sensores de presença, iluminação externa de segurança, bombas e sistemas eletrohidráulicos ar condicionado, umidificadores, temperaturas internas e externas dos ambientes, consumo de energia elétrica de cada unidade, produção de geradores alternativos, consumo e desempenho pontual do maquinário, detecção de falhas e vazamentos, alarme de sobreconsumo e bloqueio de circuitos.

3.3.3 Geração alternativa

A proposta final apresenta uma opção corajosa de introdução da questão de geração descentralizada como opção ao sistema de distribuição dos concessionários.

Em termos gerais, ao nível das possibilidades da realidade deste estudo, a geração alternativa de energia pode ser feita de duas maneiras:

A primeira utiliza-se de geradores movidos a óleo diesel, também chamados de Grupo geradores. Possuem grande potencial de geração, mas por outro lado, utilizam-se de combustível fóssil, além de gerar altos índices de poluição ambiental (gases tóxicos e ruídos) e necessitar de manutenção constante com vida útil reduzida das peças mecânicas. Grupos geradores são atualmente utilizados no Senado Federal (2 unidades de 1.800 KW cada) como geradores de emergência e, a partir da crise energética, passaram a serem testados com mais frequência na geração ativa para consumo imediato como opção aos possíveis *apagões*.

A segunda forma de geração é a solar que gera energia elétrica a partir da energia solar com conversão a partir do processo fotovoltaico. A geração fotovoltaica possui muito menor potencial de geração do que os grupos geradores mas produzem uma energia limpa sem poluição, além de não necessitar de combustível para o processo e possuírem vida útil elevada (de 30 a 40 anos) com reduzida manutenção.

4. INVESTIMENTOS

A tabela 6 apresenta uma análise superficial do montante de investimentos necessários a concretizar este programa de eficiência energética. Os itens assinalados com a sigla RP indicam que serão executados com recursos humanos próprios do órgão já previstos em orçamentos anuais, sem a necessidade de ordenação de despesas externas.

Tabela 6

	PROJETO	EXECUÇÃO	TOTAL
Campanha de Conscientização	RP	10.000,00	10.000,00
Adequação da quantidade de luminárias	RP	RP	-
Adequação da Arquitetura	RP	100.000,00	100.000,00
Retrofit de luminárias	RP	60.000,00	60.000,00
Troca de lâmpadas	RP	20.000,00	20.000,00
Troca de reatores	RP	10.000,00	10.000,00
Sensores de presença	RP	10.000,00	10.000,00
Programação de consumo	RP	5.000,00	5.000,00
Troca de aparelhos de ar	RP	45.000,00	45.000,00
Eficientização de equipamentos	20.000,00	300.000,00	320.000,00
Automação predial	20.000,00	600.000,00	620.000,00
Geração alternativa	RP	400.000,00	400.000,00
TOTAL			1.600.000,00

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O tempo estimado para a consecução de todo o projeto é de três anos, seguindo o seguinte cronograma da tabela 7:

Tabela 7

NÍVEL	MEDIDA	ANO 1	ANO 2	ANO 3
1	Campanha de conscientização			
1	Adequação da quantidade de iluminação			
2	Adequação da arquitetura			
2	Retrofit de luminárias			
2	Troca de Lâmpadas			
2	Troca de reatores			
2	Sensores de presença			
2	Programação de consumo de ar condicionado			
2	Troca de aparelhos			
2	Manutenção dos lúmens			
3	Eficientização de equipamentos - projeto			
3	Eficientização de equipamentos - execução			
3	Automação predial - projeto			
3	Automação predial - execução			
3	Geração alternativa - projeto			
3	Geração alternativa - execução			

6. AVALIAÇÃO

6.1 Combinação de soluções

Algumas das soluções apresentadas são na verdade *partes* de providências que devem ser tomadas de forma integrada. A tabela 8 apresenta uma combinação envolvendo três medidas ligadas ao setor de iluminação: o retrofit de luminárias, a troca de lâmpadas e a troca de reatores. Nota-se que esta combinação chegou a propiciar um acréscimo de 102% na eficiência final do conjunto.

Tabela 8

Luminárias estudadas	Consumo Lâmpadas (4)	Consumo Reatores (2)	Consumo total	Iluminância	FluxoLuminoso lâmpadas	Eficiência energética
Luminária original	160 W	30 W	190 W	740 lux	8.800 lm	46.3 lm/w
Luminária após retrofit	64 W	1 W	65 W	690 lux	6.100 lm	93.8 lm/w

6.2 Consumo por categoria

Uma avaliação minuciosa do gráfico 4 que apresenta a contribuição por categoria de consumo nos indica o setor de maquinário como sendo o setor com maior gasto percentual (57%). Este resultado já era esperado em vista de ser o órgão essencialmente uma grande indústria gráfica.

O setor de iluminação corresponde a somente 12% dos gastos mas, por outro lado, é o setor que mais possui potencial de redução de consumo. Em virtude das diferenças percentuais de contribuição para o consumo total, que possuem os diversos setores de consumo, estabelecemos o ICE (índice de contribuição para a Economia). Este índice indica a expectativa de contribuição para a economia total de cada medida, levando em conta a participação do setor no percentual do consumo total e também a expectativa de redução de consumo desta medida, sendo expresso pela fórmula:

$$ICE = (A \cdot B) / 100 \quad [eq1]$$

Onde:

ICE = Índice de contribuição para a economia

A = Percentual de participação do setor no valor total

B = Expectativa de redução de consumo de cada medida específica

Como exemplo:

Medida: *Retrofit* de luminárias

Pertence ao setor: Iluminação

A = 12

B = 50

$$ICE = (12 \cdot 50)/100 = 6 \% \quad [eq1]$$

A concretização dos cálculos para todas as medidas nos fornece a tabela 9. É importante salientar o caráter prospectivo destes valores, entendendo que a real concretização deles como redução efetiva na sua totalidade (43,5 %), dependem do sucesso integral de cada medida isoladamente.

Tabela 9

NÍVEL	SOLUÇÃO	ICE %
1	Campanha de conscientização	2
1	Adequação da quantidade de luminárias	2
2	Adequação da arquitetura	5
2	Retrofit de luminárias	6
2	Troca de lâmpadas	3,5
2	Troca de reatores	0,5
2	Sensor de presença	0,5
2	Programação de consumo	1
2	Troca de aparelhos de ar	10,5
2	Manutenção dos lumens	0,5
3	Eficientização de equipamentos	5
3	Automação predial	3
3	Geração alternativa	4
	TOTAL	43,5

6.3 Geração alternativa

Uma avaliação comparativa entre os dois sistemas de geração de energia apresentados no nível 3 nos indica cada um dos sistemas pode ser útil em determinadas situações: Os grupos geradores como alternativa de entrada nos horários de pico ou nas situações emergenciais e a energia solar como substitutivo de consumo de lâmpadas e computadores. Apesar das diferenças entre estes dois sistemas de geração, apresentamos uma matriz esquemática que distingue vantagens e desvantagens de cada sistema representada na tabela 10.

A utilização da energia solar se apresenta como um alternativa que pode ser viável a médio e longo prazo, acarretar uma redução da dependência em relação ao fornecimento de energia pelo concessionário. Uma proposta factível, apresenta um sistema híbrido de geração, com painéis fotovoltaicos sendo apoiados por um Grupo Gerador, seguindo o esboço da figura 2.

Tabela 10

	GRUPO GERADOR	ENERGIA SOLAR
Custo inicial do equipamento	ALTO	ALTO
Consumo de combustível	ALTO	QUASE NULO
Capacidade de produção	ALTO	ALTO
Espaço físico exclusivo destinado a instalação	ALTO	ALTO
Emissão de poluentes no meio ambiente	ALTO	QUASE NULO
Manutenção - reposição de peças	ALTO	ALTO
Manutenção - mão-de-obra	ALTO	ALTO
Vida útil	MÉDIO	ALTO

ALTO	ALTO
MÉDIO	MÉDIO
BAIXO	BAIXO
QUASE NULO	QUASE NULO

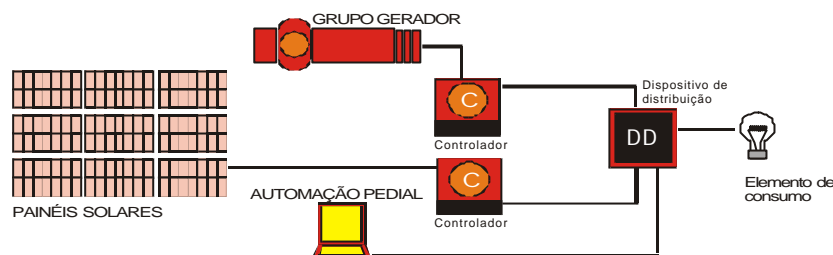


Figura 2

6.4 Consumo e economia global

O quadro a seguir apresenta um resumo dos consumos e da economia prevista com as medidas:

CONSUMO		ECONOMIA	
Consumo por m²	120,35 KWh/m² ao ano	Economia total com as medidas (%)	43,50%
Consumo médio mensal	248.061 Kwh/mês	Economia total com as medidas (KWh/ano)	1.265.110 KWh/ano
Consumo médio diário	8.268,70 KWh/dia	Economia total com as medidas (R\$/ano)	173.000,00
Consumo anual (ano 2000)	2.976.731 KWh/ano		

7. CONCLUSÕES

As medidas propostas apontam para uma redução substancial de 43,5% do consumo total de energia. Este valor equivale a mais de 1265 MWh de energia economizada ao ano. Se, por um lado esta economia representa uma contribuição substancial ao esforço governamental de minimizar a crise energética, por outro, representa uma grande economia financeira em termos do montante investido na compra de energia. Esta quantidade de energia que deverá ser economizada, equivale ao consumo anual aproximado de uma cidade com 2.000 habitantes.

Em termos de investimentos, o valor orçado para a efetivação das medidas é recuperado como economia após nove anos consecutivos. Porém, se levados em conta outros fatores como a vida útil aumentada das lâmpadas, redução do gasto com peças e mão-de-obra de manutenção e o aumento da vida útil das máquinas e equipamentos, o retorno do investimento pode chegar após o sétimo ano.

Não só de retornos financeiros este projeto se vale. Cumpre ressaltar a importância da melhoria da qualidade de vida dos funcionários na medida em que são incorporadas todas as medidas de adequação da arquitetura ao conforto térmico e luminotécnico do ambiente de trabalho. Além desta melhoria, ganhos de produtividade dos processos como um todo também podem ser esperados com a melhoria ergonômica dos ambientes e com os processos de automação e controle.

8.BIBLIOGRAFIA

JANNUZZI, G. e SWISHER J. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos**. Autores Associados, Campinas, São Paulo, 1997.

LAMBERTS, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. PW Editores Associados, São Paulo.,1997.

LUMICENTER. **Catálogo geral**. Lumicenter Ind e Comércio. 2000.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**. 2001. Disponível em www.osram.com.br.