

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**UM ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS  
EDIFÍCIOS DO COMPLEXO PRINCIPAL DA CÂMARA DOS  
DEPUTADOS**

**JOSÉ LÚCIO PINHEIRO JÚNIOR**

**ORIENTADOR:**

**MAURO MOURA SEVERINO**

**Brasília, 20 de dezembro de 2006.**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**UM ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS  
EDIFÍCIOS DO COMPLEXO PRINCIPAL DA CÂMARA DOS  
DEPUTADOS**

**JOSÉ LÚCIO PINHEIRO JÚNIOR**

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO.

APROVADA POR:

---

(MESTRE) MAURO MOURA SEVERINO  
(Orientador)

---

(DOUTOR) FRANCISCO DAMASCENO FREITAS  
(Examinador Interno)

---

(DOUTOR) IVAN MARQUES DE TOLEDO CAMARGO  
(Examinador Interno)

**BRASÍLIA/DF, DEZEMBRO/2006**

## FICHA CATALOGRÁFICA

PINHEIRO, JOSÉ LÚCIO JÚNIOR

UM ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS DO COMPLEXO PRINCIPAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS [Distrito Federal].

x, 79p., 297mm (ENE/FT/UnB, Engenheiro, Engenharia Elétrica, 2006).

Projeto Final de Graduação – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica.

Palavras-chave: Conservação de Energia, Câmara dos Deputados.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PINHEIRO, JOSÉ LÚCIO JÚNIOR. UM ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS DO COMPLEXO PRINCIPAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS. Projeto Final de Graduação. Publicação UnB. 2006. Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 79p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: JOSÉ LÚCIO PINHEIRO JÚNIOR

TÍTULO: UM ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NOS EDIFÍCIOS DO COMPLEXO PRINCIPAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS

GRAU/ANO: Engenheiro Eletricista/2006

É concedida a Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos.

O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

José Lúcio Pinheiro Júnior

SQN 211 Bloco F apt 510 – Asa Norte

CEP 70.863-060 – Brasília – DF – Brasil

jose.pinheiro@camara.gov.br

jlucioxim@gmail.com

## **Agradecimentos**

Aos meus pais pelo carinho, educação e apoio que recebi e tenho recebido por todos esses anos.

Ao professor Mauro pela confiança, orientação e apoio expressos neste projeto de forma marcante, de grande valia para direcionar o meu esforço.

Ao Osvaldo, Domingos, Paulo, Bustamante e Marco Aurélio, da Coordenação de Equipamentos da Câmara, chefes e colegas de trabalho, pelo apoio recebido à realização dessa tarefa.

A todos professores, técnicos e funcionários da UnB, que mais do que cumprir o seu dever sempre o fizeram com dedicação e carinho; e são diretamente responsáveis pela formação de profissionais de reconhecida capacidade.

Aos engenheiros Paulo César, da Câmara, e Carlos Khalil, da PETROBRAS, pelo apoio ao trabalho, ao primeiro pela identificação, ao segundo pelas informações sobre viabilidade de substâncias que se prestam ao sistema de termoacumulação aqui proposto.

Ao Sr. Valdir Santamaria, da Primata Tecnologia Eletrônica, que consertou o equipamento de medição de forma rápida, quando este apresentou o primeiro problema em meio à utilização, e forneceu informações úteis para correção de problemas nos defeitos seguintes.

À toda minha família: irmãos, tios, primos; e também aos meus amigos, pela confiança, compreensão e incentivo à minha atividade estudantil.

À Engenharia Mecânica, por ter, sem dúvida, tornado menos complicado a conclusão desse curso.

## **Resumo**

A conservação de energia é, atualmente, um assunto estratégico de interesse mundial, muito mais abrangente que o interesse em reduzir despesas com o uso de energia, um insumo cada vez mais caro. Ainda sob o aspecto econômico, a conservação é fundamental para adiar investimentos na matriz energética e viabilizar outros investimentos, uma vez que a expansão da matriz energética pode representar parte considerável do orçamento de muitos países. Conservar energia é também uma forma de reduzir a exploração de recursos naturais, diminuir a poluição e de preservar o meio-ambiente. Ao mesmo tempo, há um desdobramento social dos aspectos anteriores, por viabilizar economicamente pequenos projetos, voltados ao atendimento de grupos mais desfavorecidos, e por conter a desocupação de áreas com a finalidade de aproveitamento e exploração de recursos.

Sob esse importante papel da conservação de energia, este trabalho trata de um estudo, aplicado às instalações da Câmara dos Deputados, e voltado às possibilidades de melhoria no consumo de energia; uma forma de colocar em prática os conceitos atuais num órgão onde essa preocupação era pequena, tida como muito distante da sua missão principal, mas que hoje deve ser encarada como parte integrante desta, para servir de modelo à política dos novos tempos.

Dentro desse estudo, o trabalho conceitua a conservação de energia, descreve as instalações da Câmara dos Deputados, analisa comportamentos e propõe soluções para redução do consumo de energia, associadas à substituição de equipamentos, adoção de novas tecnologias, informação e educação dos usuários.

## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 – A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA .....	3
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	3
2.2 O CONCEITO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA .....	6
2.3 LINHAS DE ATUAÇÃO .....	7
2.4 PRINCIPAIS PROBLEMAS ENFRENTADOS .....	10
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	11
3 – A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA CÂMARA DOS DEPUTADOS .....	12
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	12
3.2 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO PRINCIPAL .....	14
3.2.1 Ar-condicionado .....	14
3.2.2 Elevadores .....	17
3.2.3 Outros Equipamentos .....	18
3.3 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO I .....	18
3.3.1 Ar-condicionado .....	19
3.3.2 Elevadores .....	19
3.3.3 Outros Equipamentos .....	20
3.4 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO II .....	20
3.4.1 Ar-condicionado .....	20
3.4.2 Elevadores .....	22
3.4.3 Outros Equipamentos .....	22
3.5 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO III .....	22
3.5.1 Ar-condicionado .....	22
3.5.2 Elevadores .....	24
3.5.3 Outros Equipamentos .....	24
3.6 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO IV .....	25
3.6.1 Ar-condicionado .....	25
3.6.2 Elevadores .....	27
3.6.3 Outros Equipamentos .....	27
3.7 ESTUDO ANTERIOR .....	27
3.8 SITUAÇÃO ATUAL DO COMPLEXO PRINCIPAL .....	34
3.8.1 Ações em Curso .....	37
3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38

4 – PROPOSTAS DE ATUAÇÃO .....	39
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	39
4.2 PROPOSTAS TECNOLÓGICAS .....	40
4.2.1 Edifício Principal .....	40
4.2.1.1 Ar-condicionado .....	40
4.2.2 Edifício Anexo I .....	48
4.2.2.1 Elevadores .....	48
4.2.3 Edifício Anexo II .....	49
4.2.3.1 Ar-condicionado .....	49
4.2.4 Edifício Anexo III .....	52
4.2.4.1 Ar-condicionado .....	52
4.2.5 Edifício Anexo IV .....	54
4.2.5.1 Ar-condicionado .....	54
4.2.5.2 Elevadores .....	56
4.3 PROPOSTAS EDUCATIVAS .....	58
4.3.1 Mudanças Operativas .....	58
4.3.2 Plano de Conservação .....	62
4.3.2.1 Medidas Domésticas .....	62
4.3.2.2 Transporte .....	65
4.3.2.3 Na Câmara .....	67
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	69
5 – CONCLUSÕES .....	70
Referências Bibliográficas .....	72
Apêndice A – Medições Exemplificativas .....	73
Apêndice B – Metodologia de Cálculo .....	77
Apêndice C – Outros Meios de Divulgação .....	79

## ***Lista de Tabelas***

<i>Tabela 3.1 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Principal e Anexo I. ....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 3.2 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo II. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 3.3 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo III. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 3.4 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 3.5 – Percentual da despesa com energia no horário de ponta verificado em 1998. ....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 3.6 – Situação comparativa entre os edifícios, relativa a 1997. ....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 3.7 – Situação comparativa entre os edifícios, relativa a 2006. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 4.1 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Principal por equipamentos. ....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 4.2 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Principal. ....</i>	<i>44</i>
<i>Tabela 4.3 – Consumo mensal de energia elétrica dos elevadores do Edifício Anexo I. ....</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 4.4 – Dados para previsão de melhorias nos elevadores do Edifício Anexo I. ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 4.5 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo II por equipamentos. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 4.6 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo II. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 4.7 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo III por equipamentos. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabela 4.8 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo III. ....</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 4.9 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV por equipamentos. ....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 4.10 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 4.11 – Consumo mensal de energia elétrica dos elevadores do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 4.12 – Análise financeira da substituição dos elevadores do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 4.13 – Comparativo entre as tarifas azul e verde em 2006. ....</i>	<i>59</i>



## ***Lista de Figuras***

<i>Figura 3.1 – Complexo Principal da Câmara dos Deputados. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3.2 – Ice balls do sistema de termoacumulação da central de ar-condicionado do Edifício Principal (congelada à direita). ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3.3 – Consumo médio de cada edifício em 1997. ....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3.4 – Média de demanda máxima de cada edifício em 1997. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3.5 – Percentual médio de consumo de energia durante o horário de ponta em 1997. ....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3.6 – Histórico do consumo de energia no Complexo Principal da Câmara dos Deputados. * – 2006: estimativa. ....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 3.7 – Percentual médio de consumo de energia durante o horário de ponta referente ao ano de 2006. ....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.8 – Participação média de cada edifício no consumo de energia do Complexo Principal em 2006. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 4.1 – Registrador trifásico de grandezas elétricas utilizado. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4.2 – Performance das resfriadoras de líquido em função da capacidade de refrigeração. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.3 – Performance das resfriadoras de líquido em função da potência elétrica. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 4.4 – Desempenho parametrizado com relação aos valores nominais. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 4.5 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Principal. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 4.6 – Sistema de termoacumulação alternativo. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4.7 – Análise de valor presente para substituição dos elevadores do Edifício Anexo I. ....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 4.8 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo II. ....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4.9 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo III. ....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 4.10 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.11 – Análise de valor presente para substituição dos elevadores do Edifício Anexo IV. ....</i>	<i>58</i>

*Lista de Símbolos, Prefixos e Unidades*

cv	cavalo-vapor	= 736 W
h	hora	
k	quilo	
m	metro	
TR	tonelada de refrigeração	$\cong 3024 \text{ kcal/h} = 3,52 \text{ kW}$
W	Watt	
°C	grau Celsius	

# 1 - INTRODUÇÃO

Há algumas décadas, a engenharia elétrica de sistemas de potência já estava preocupada com a ampliação do sistema elétrico brasileiro. Esse é um papel essencial na busca do desenvolvimento econômico do país, devido à necessidade de aproveitar tamanhos recursos naturais para construção de um parque energético de dimensões compatíveis com o parque industrial, e cuja expansão seja capaz de acompanhar o crescimento econômico. Nesse período, foram realizados grandes investimentos no sistema de geração de energia elétrica, com a construção quase que exclusivamente de hidrelétricas de grande porte, pois havia a disponibilidade de grandes potenciais hidráulicos, o que permitia o enfoque voltado para grandes empreendimentos.

Com o crescente aproveitamento do potencial disponível, e devido também ao modo centralizado de desenvolvimento econômico do país, a distância entre os grandes potenciais hidráulicos disponíveis e os grandes centros consumidores estava cada vez maior. Isso tornava os investimentos na área de geração de energia menos atraentes, além de se discutir como alternativas aos grandes empreendimentos geradores, empreendimentos de menor porte em menores potenciais localizados mais próximos aos grandes centros.

Ao mesmo tempo, o período da política nacional de desestatização da economia afetou a expansão da capacidade de geração de energia elétrica do país, o que culminou, há alguns anos, com o difícil período em que a capacidade de geração não foi capaz de atender ao consumo. Nesse sentido, rigorosas medidas para redução do consumo tiveram que ser tomadas para evitar o colapso do sistema, no evento conhecido como *apagão*.

Durante essa fase, muito foi discutido a respeito da recuperação do sistema elétrico brasileiro e ocorreu a introdução de pequenas centrais termoeletricas para contornar a crise, incluindo a expansão do uso do gás natural. Por outro lado, essa mesma crise contribui para realçar a importância da busca por fontes alternativas de energia, de modelos auto-sustentáveis, da otimização de recursos, do emprego de equipamentos mais eficientes, das novas tecnologias, da contenção de desperdícios e do gerenciamento eficaz do consumo e dos gastos com energia elétrica; estimulado também pelo crescente aumento no custo da energia.

Hoje, a engenharia elétrica de potência se depara com esse grande desafio: desenvolvimento com um cenário de alto custo da energia elétrica, recursos naturais limitados, atendimento a pequenas comunidades isoladas e uma forte preocupação com o respeito ao meio ambiente. Fundamental então é o papel do engenheiro em otimizar o uso da energia nas instalações, atendendo às atuais exigências, preparando-as para as necessidades futuras e agregando sempre que possível o uso de novas tecnologias.

De acordo com dados da Companhia Energética de Brasília (CEB), o setor público representa cerca de 23% de todo o consumo de energia elétrica do Distrito Federal. Não há como negar a grande participação da atividade pública no centro governamental do país e a sua importância como público-alvo no combate ao desperdício: grande parte desses consumidores, individualmente, são tratados como ‘grandes consumidores’, além de normalmente contarem com toda uma estrutura técnica para a manutenção de suas instalações. Essas duas condições indicam que reduções percentuais marginalmente pequenas podem significar economia apreciável em termos monetários, e a difusão de conhecimentos e ações pode ser realizada sem a necessidade de grandes investimentos e de forma coordenada.

Devido ao tamanho das instalações da Câmara dos Deputados, um gerenciamento eficiente do consumo de energia pode trazer considerável retorno financeiro, bastando para isso identificar as oportunidades e implementar as medidas necessárias para aproveitá-las.

Este trabalho trata de um estudo no âmbito do complexo Principal da Câmara dos Deputados, voltado à conservação de energia, por meio da identificação dos principais equipamentos consumidores de energia elétrica e potenciais de redução do consumo por meio de medidas tecnológicas, educativas e informativas. Constitui também objetivo desse trabalho atualizar um estudo realizado em 1998 na Câmara dos Deputados pela Ecoluz – Consultores Associados.

O capítulo 1 é introdutório, e traz a motivação para este trabalho. A apresentação do conceito de conservação de energia e suas linhas de atuação é realizada no capítulo 2, que também inclui as principais dificuldades a serem superadas ao instituir medidas de conservação. O capítulo 3 delimita a abordagem do trabalho, descreve um estudo realizado anteriormente na Câmara dos Deputados, apresenta as principais instalações do Complexo Principal e relata a situação atual do consumo de energia elétrica.

No quarto capítulo é apresentado um conjunto de medidas para otimização de instalações existentes e substituição de equipamentos para redução do consumo de energia. É realizada a análise financeira de medidas propostas, para comparação entre diferentes possibilidades de investimento e tempo de retorno.

O último capítulo reúne as conclusões do trabalho e sugestões para próximos estudos em continuidade ao apresentado.

## **2 – A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

### **2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O gerenciamento eficiente dos recursos energéticos disponíveis tem-se destacado cada vez mais no cenário mundial, representando, em nível de países, uma clara vantagem na busca de uma presença de liderança global nos próximos anos. Devido à intensa exploração de recursos hoje empregados na matriz energética mundial a um ritmo que não permite a renovação dos estoques, a inevitável escassez agrega cada vez mais maior valor às fontes preservadas, além de que, a necessidade do desenvolvimento de novas tecnologias apontam para um futuro baseado no desenvolvimento sustentável, em que a conservação de energia se apresenta como um dos aspectos fundamentais.

Convém observar, que os países industrializados estrategicamente têm-se preocupado com a questão energética, o investimento em novas tecnologias, a busca da preservação de recursos energéticos não-renováveis, o desenvolvimento de programas de conservação em vários setores, a adoção de legislações, políticas e medidas ambientais cada vez mais rigorosas e voltadas para a utilização de equipamentos cada vez mais eficientes, sem, no entanto, afetar a taxa de crescimento econômico e os níveis de produção estabelecidos. Como exemplo nessa transição para um suprimento energético sustentável, os Estados Unidos, apesar de possuírem consideráveis reservas de petróleo, preferem manter a exploração de suas reservas a pequenos níveis e importar petróleo para seu consumo interno, pois sabem que suas reservas em valor econômico e estratégico podem superar futuramente o valor pago hoje em dia aos grandes países exportadores.

Além disso, estratégias de conservação de energia podem representar um bom negócio para os países, na medida em que reduzem investimentos — que têm se tornado cada vez mais onerosos e representativos no orçamento — na ampliação da capacidade de produção de energia.

Considerando a situação do Brasil, a matriz energética do país tem um caráter peculiar no cenário mundial devido à grande participação de fontes renováveis, como a hidráulica e de biomassa. No entanto, devido ao potencial hidrelétrico restante se situar distante dos grandes centros consumidores e sua exploração implicar em sérios impactos ambientais, observou-se, nos últimos anos, uma tendência de crescimento na utilização de termelétricas, com uma diminuição no percentual de participação da fonte hidráulica. No entanto, o país se encontra em posição de vanguarda no potencial para aproveitamento de fontes renováveis como a biomassa, com um

programa energético já consolidado do uso de álcool e, mais recentemente, com o desenvolvimento do biodiesel. Além disso, o Brasil possui grande disponibilidade e, portanto, potencial para aproveitamento de potenciais renováveis como a energia solar, eólica e talassomotriz; numa promissora vantagem para trilhar o caminho do desenvolvimento sustentável se efetivamente a questão energética vier a ser encarada como uma das prioridades nacionais.

Apesar de bastante intuitivo, o conceito de energia é bastante amplo e de difícil sintetização. Bastante natural é a associação de energia a fenômenos envolvendo movimento, trabalho e transformações. A definição proposta por Maxwell em 1872, talvez a mais aceita, diz que “energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste à esta mudança.” [2]. De fato, a energia está associada a qualquer mudança de estado de um sistema e pode se apresentar fisicamente de diversas formas, recebendo diferentes denominações: mecânica, química, elétrica, térmica, atômica, solar etc. Na maioria das vezes, a energia não pode ser diretamente utilizada na forma em que se encontra disponível, sendo necessária a conversão em outra forma que possibilite seu aproveitamento ou transporte ao local de seu efetivo uso. Nessas transformações, nem toda quantidade de energia disponível pode ser aproveitada, ao que sempre se associa uma eficiência de conversão. Nesse sentido, algumas formas de energia são consideradas mais nobres, devido às maiores eficiências alcançáveis nos processos de conversão. Justamente por essa eficiência de conversão e facilidade de transporte, a energia elétrica é uma forma de energia tão amplamente empregada no mundo moderno, enquanto a energia térmica perde cada vez mais espaço.

Associada ao conceito de energia, a potência corresponde ao fluxo de energia no tempo, e sua importância na avaliação de processos e demandas energéticas é ainda maior que a do conceito de energia, devido à inevitável imposição de energia em intervalos de tempo especificados e cada vez menores nas aplicações cotidianas. Dessa forma, a avaliação energética de processos é realizada quase sempre na forma de potência.

Recursos energéticos são “as reservas ou fluxos de energia disponíveis na Natureza e que podem ser usados para atender às necessidades humanas, podendo ser classificados essencialmente como recursos fósseis ou como recursos renováveis” [1]. Nessa definição já está claro o paralelismo entre recursos não-renováveis e sua estimativa em termos absolutos, ao passo que a estimativa dos recursos renováveis é realizada em termos de fluxo de energia. Os recursos fósseis se referem ao armazenamento de energia sob a forma química acumulada em épocas geológicas a partir da radiação solar ou ainda energia atômica no caso de materiais físeis. As reservas de recursos fósseis se reduzem à medida que são consumidas porque são impreterivelmente finitas. Entre os recursos não-renováveis, inserem-se o carvão mineral, o petróleo, o gás natural e o urânio. Na classificação de recursos renováveis, podem ser inseridas fontes de energia de biomassa, hidráulica, eólica, talassomotriz, geotérmica, solar etc. No entanto, ao contrário dos recursos não-renováveis, essa classificação não é absoluta, de forma que uma

fonte, para ser considerada renovável, depende que a sua extração respeite limites técnicos que garantam que seu consumo se dê em taxa menor ou igual à sua renovação no meio ambiente, para garantir a sua renovação sustentável. De outra forma, uma fonte que poderia ser considerada renovável resultará num recurso não-renovável, se explorado até a exaustão. Com esse conceito em mente, a utilização de recursos energéticos alternativos ao emprego de combustíveis fósseis deve ser baseada num estudo técnico da viabilidade de sua exploração que assegure um emprego vantajoso com relação aos recursos não-renováveis; de outra forma, o investimento de recursos e mesmo a operação de um sistema a um custo maior não resultarão em benefícios frente ao uso de recursos não-renováveis, pois culminará com o esgotamento da fonte e com graves problemas ambientais associados.

Outro conceito importante no contexto energético é o de energia direta e indireta. Entende-se por energia direta todo fluxo energético consumido diretamente na atividade-fim, bem seja a utilização direta de energia numa atividade associada ao usuário final. A energia secundária compreende a parcela de energia dispendida nas fases intermediárias: produção de bens, transporte etc., quando não-consideradas como atividade-fim. Essa classificação depende sobretudo do interesse final considerado numa determinada aplicação para uso da energia. Como exemplo, a energia elétrica utilizada para acionamento de um motor pode ser energia primária se considerado o motor da geladeira de um consumidor ou de uma máquina de lavar. Se o motor elétrico acionado estivesse na planta de uma fábrica de produção de geladeiras ou máquinas de lavar, seria computada como energia secundária. Da mesma forma, a energia fornecida pelo consumo de combustível de um veículo é tratada como energia direta ao se considerar o deslocamento como atividade final do usuário. No entanto, se o veículo é empregado como meio de transporte de recursos para outra atividade, considerada a aplicação final, o fluxo energético fornecido pelo combustível é considerado indireto. O fluxo indireto é denominado também custo energético de bens ou serviços e deve ser avaliado cuidadosamente nos estudos de conservação de energia quando são propostos o emprego de novas tecnologias, a substituição de materiais etc., para que não ocorra um erro de avaliação quando o fluxo total de energia é avaliado. Por exemplo, ao se utilizar um painel solar para conversão de energia associado a um conjunto de baterias para armazenamento e um módulo eletrônico para controle do sistema em substituição à energia elétrica diretamente proveniente da rede, a economia de energia obtida pode ser bastante diminuída se considerados os fluxos de energia necessários para fabricação do painel solar, das baterias e dos componentes eletrônicos. Outro exemplo: uma fábrica de latinhas reduzirá seu consumo de energia se passar a fabricar latas de alumínio em substituição a latas de aço. No entanto, o custo do alumínio é maior e o seu custo energético é de, pelo menos, uma dezena de vezes superior ao do aço, o que implica um aumento do consumo de energia no setor metalúrgico.

Outra classificação encontrada diz respeito a energia primária, secundária e útil. A energia primária corresponde à energia tal qual é fornecida pela natureza, que pode ser utilizada

diretamente ou convertida em energia secundária antes do uso, correspondendo esta à energia resultante de conversões no âmbito do setor energético para aumento de facilidades como transporte e adequação do uso. A energia útil é aquela realmente demandada pelos usuários na forma final, de utilização, e corresponde a uma parcela da energia primária quantificada pelas eficiências de todos os processos de conversão e transporte da cadeia de energia. A razão entre a energia útil e a correspondente demanda de energia secundária ou primária determina a eficiência do equipamento de uso final.

## **2.2 O CONCEITO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

A conservação de energia abrange um caráter multidisciplinar, também relacionado a preservação ambiental, reciclagem, educação e tecnologia e conforme o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), “a conservação deve ser entendida como a utilização de uma menor quantidade de energia para obtenção de um mesmo produto ou serviço através da eliminação de desperdício, do uso de equipamentos eficientes e do aprimoramento de processos produtivos” [1].

As medidas de conservação atingem não só o lado da demanda quanto também o lado da oferta, atuando-se sobre a produção e a distribuição de energia. Pelo lado da demanda, objetiva-se uma demanda racionalizada, ou seja, uma redução do consumo que não implique perda de comodidade para o consumidor. Esse é um ponto-chave na questão da conservação e que deve ser abordado de maneira multidisciplinar para não comprometer o crescimento da economia. Uma boa forma de atingir esse objetivo é aumentar a eficiência dos equipamentos utilizados ou diminuir as perdas, que corresponde a um menor consumo de energia para a realização da mesma tarefa. Mas abrange também preparar a população e os setores produtivos para a utilização adequada das novas tecnologias e a necessária proteção ambiental. Um bom exemplo é a redução observada no consumo de materiais como ferro e cimento, sobretudo em países industrializados, conseguida com a introdução de novas tecnologias com redução do emprego e substituição desses materiais além da aplicação cada vez maior de reciclagem. Esse processo foi acelerado por leis e políticas de preço que favorecem a obtenção de maiores eficiências no uso da energia. Nos países em desenvolvimento, o estabelecimento de políticas específicas e eficazes é fundamental para o emprego da conservação, pois a modernização da economia traz um uso crescente e acelerado dos recursos energéticos para ampliação da infra-estrutura, mobilidade, iluminação, produção de bens, oferta de serviços, e existe uma potencial vantagem no emprego de equipamentos mais eficientes nesse processo, apesar de que tais equipamentos muitas vezes se encontram em desvantagem competitiva com tecnologias mais baratas — no entanto menos eficientes — o que leva a uma



tendência natural de adoção de tecnologias quando já se encontram superadas e disponibilizadas a menores preços [1].

No contexto ambiental, a conservação de energia contribui para a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida, pela substituição de fontes energéticas por fontes renováveis ou mais limpas e eficientes — reduzindo ou limitando a emissão de poluentes a níveis globalmente aceitáveis —, pelo emprego de materiais obtidos em processos com menor dispêndio energético e mais eficientes — preferencialmente recicláveis — e pela contenção de danos ambientais provocados pela expansão da matriz geradora, sobretudo pela construção de instalações geradoras de energia e de extração de recursos.

Os efeitos nocivos ao meio ambiente provocados pelo desenvolvimento e aumento da demanda por energia envolvem alterações climáticas, perda de terras cultiváveis, desmatamento, poluição de rios, lagos, lagoas e mares, poluição do solo e lençóis freáticos, o *smog* fotoquímico e a poluição do ar, sobretudo nas cidades. A produção de energia afeta diretamente e em grandes proporções o meio ambiente por dois fatores: desmatamento e emissão de poluentes, produtos da combustão de combustíveis fósseis: CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, hidrocarbonetos, particulados etc. Esses fatores são responsáveis por problemas como o efeito estufa — aumento gradual da temperatura média da Terra devido ao acréscimo da concentração na atmosfera de gases que capturam parte da radiação infravermelha refletida pela Terra para o espaço, como o CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O e CFCs -, a chuva ácida — precipitações com pH inferior a 5,6, devido principalmente às emissões de compostos sulfurados e nitrogenados na atmosfera, que, por meio de reações e interações de natureza físicoquímicas, produzem sobretudo ácidos sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) e nítrico (HNO<sub>3</sub>) —, e a inversão térmica — fenômeno causado pelo lançamento de particulados entre outros poluentes atmosféricos, que não se dispersam devido a situações climáticas específicas em torno das grandes cidades.

## 2.3 LINHAS DE ATUAÇÃO

Os programas de conservação de energia objetivam a implementação de políticas administrativas, educativas ou tecnológicas que possibilitem a conservação e o uso racional de energia e de suas fontes de obtenção para o estabelecimento do desenvolvimento sustentável. As áreas de atuação no campo da conservação são bastante amplas, incluindo, por exemplo, campanhas publicitárias para informação dos consumidores, fomento à pesquisa e criação de incentivos. Basicamente, as linhas de ação podem ser divididas em quatro áreas [1]:

- Educação;
- Legislação;
- Tarificação e incentivos;

- Tecnologia e pesquisa.

Um programa de conservação será proporcionalmente mais eficaz quanto maior for a integração entre o uso e a aplicação dos instrumentos disponíveis nas diferentes áreas, de forma multidisciplinar.

No tocante à área de educação, devem ser citadas ações no sentido de informação e orientação não só aos consumidores, mas também aos técnicos, fabricantes de equipamentos, fornecedores, instaladores, a toda cadeia de pessoal envolvida, como também aos usuários de instalações. Uma boa prática é a realização de campanhas específicas para cada setor, numa linguagem acessível e voltada para cada área, de forma a facilitar a difusão do conhecimento e a sua efetiva aplicação. Além da difusão de conhecimento técnico em escolas técnicas e universidades, a introdução de uma carga horária específica para conservação de energia já no ensino fundamental contribuiria para a formação de cidadãos mais conscientes e preocupados com as questões ambientais e o uso racional de energia, além de atuantes num breve futuro, sendo uma área muito propícia para atuação devido à possibilidade de retorno a relativo baixo custo e facilidade de difusão do conhecimento. Uma das maiores dificuldades que deve ser superada por programas de conservação é justamente a mudança de hábitos, sobretudo quando essa diz respeito aos usuários de instalações, que não se sentem impelidos a usar eficientemente os recursos que lhes são disponibilizados por não serem diretamente afetados pelo custo da energia e pelas mudanças na tarifação da energia. O investimento básico em educação deve ser encarado como fundamental para essa mudança de atitude e conscientização em todos os níveis da sociedade.

No campo da legislação, a edição de normas pode atuar para regulamentação principalmente nas áreas de produção, distribuição e consumo de energia — estabelecendo critérios voltados à melhoria das instalações —, fomento à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e correção de distorções de mercado que atuem de forma desfavorável à implantação de medidas relacionadas à conservação de energia.

Medidas associadas a tarifas e incentivos normalmente têm efeitos mais rápidos pelo caráter econômico envolvido. A variação de tarifas leva a um emprego mais eficiente dos recursos ou à utilização de forma mais racional. O aumento do preço da energia age sobre a eficiência não só dos equipamentos existentes, mas também eleva a eficiência dos novos equipamentos. Incentivos fiscais também contribuem para a aquisição de produtos mais eficientes se são concedidos na forma de redução de impostos sobre os equipamentos mais eficientes, devido à redução do investimento inicial envolvido. A adoção de medidas não-compulsórias, como incentivos financeiros, também atua de forma semelhante, com o direcionamento de parcela dos setores envolvidos à adoção das medidas de conservação em busca de financiamentos, prazos, menores taxas de juros e maior carência economicamente atrativos. Esse campo de medidas financeiras também é bastante promissor, pois muitas medidas ainda não implementadas no país já

foram utilizadas com sucesso para viabilizar investimentos em conservação de energia em outros países.

Já as medidas em tecnologia e pesquisa são responsáveis pelo desenvolvimento não só de produtos mais eficientes, mas também de processos com menor desperdício, maior aproveitamento de energia e menores custos, o que favorece a substituição de equipamentos menos eficientes de forma mais rápida e a substituição de tecnologias de menor desempenho. Os investimentos em tecnologia e pesquisa são fundamentais para garantir a caminhada rumo ao desenvolvimento sustentável e a independência do país na questão energética.

Uma medida que deve ser destacada pelos ganhos observados desde a sua implantação nos programas de conservação de energia é a etiquetagem de equipamentos. Tal medida abrange de certa forma, todas as áreas de atuação: legislação, pela instituição de índices de desempenho a serem alcançados para obtenção das etiquetas; educação, por orientar o consumidor na hora da compra do equipamento, com informações não só do custo de aquisição mas do custo de utilização frente a outras opções no mercado; tecnologia e pesquisa, pela necessidade de os fabricantes oferecerem um produto de qualidade a preços competitivos para conquistar espaço no mercado; e incentivos, se são atribuídos alguns benefícios fiscais ou de financiamento aos fabricantes de equipamentos com os melhores níveis de eficiência. No Brasil, foram lançados pelo PROCEL programas de etiquetagem primeiro para refrigeradores, chuveiros elétricos e aparelhos de ar-condicionado. Mais recentemente, fogões e fornos também foram inseridos no programa da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) por meio do Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), e aquecedores de água também já utilizam a ENCE. A expectativa é que o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) seja ampliado para incluir também os automóveis comercializados no país, a exemplo do que já ocorre em locais como a União Européia, os Estados Unidos, o Canadá, a Austrália, o Japão, o Reino Unido, a China, a Coreia do Sul e Singapura.

Analizando os objetivos dos programas de conservação aplicados a diferentes esferas de atuação, no setor empresarial tais programas visam sobretudo à detecção de potenciais de conservação, estabelecimento de estratégias de ação, avaliação econômica das possibilidades para a melhor relação custo/benefício e a implantação das medidas necessárias para obtenção dos resultados desejados. No âmbito governamental, a maioria dos programas incentiva ações e investimentos de educação, publicidade, desenvolvimento tecnológico, legislativo e tarifário.

A considerar especificamente a linha de atuação tecnológica em auditorias para avaliação de potenciais de conservação e estratégias de ação, as técnicas para a racionalização do uso de energia podem ser classificadas em dois grupos de ação: técnicas passivas e técnicas ativas. São consideradas técnicas passivas as medidas que visam a aproveitar como elementos de auxílio à conservação de energia e ao conforto humano recursos e condições locais disponíveis, tais como ventos, luz solar, sombras etc. As técnicas ativas são aquelas que atuam sobre sistemas e

equipamentos que dependem de energético não-passivo para operação. Enquadram-se nessas medidas a substituição de equipamentos por modelos com melhor eficiência. O ideal é que em auditorias energéticas ambas as técnicas sejam consideradas, e a utilização de técnicas passivas e ativas seja feita em conjunto para se obterem melhores resultados, como, por exemplo, aproveitamento de iluminação natural e emprego de lâmpadas eficientes em projetos de iluminação. No projeto de instalações, a avaliação de técnicas passivas é muito importante, pois a concepção de uma instalação para o aproveitamento de condições favoráveis à conservação de energia pode facilitar sobremaneira a implantação de medidas de conservação e reduzir o custo de implantação dessas medidas.

## **2.4 PRINCIPAIS PROBLEMAS ENFRENTADOS**

Os principais entraves às estratégias dos programas de conservação de energia estão relacionados aos seguintes fatores:

- fatores técnicos e econômicos;
- fatores relacionados aos produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos;
- fatores relacionados aos consumidores;
- fatores sociais, políticos e institucionais.

Entre os fatores técnicos e econômicos, é possível citar os custos e as incertezas de novas tecnologias, que tendem a se posicionar no mercado de forma mais cara do que tecnologias já estabelecidas, além de que o menor número de aplicações bem sucedidas também faz com que as novas tecnologias disponíveis sejam preteridas em muitas ocasiões por uma tecnologia já consolidada no mercado; falta de conhecimento técnico detalhado sobre vantagens econômicas e ambientais, o que dificulta a comparação entre diferentes tecnologias principalmente no médio e no longo prazos com atribuição de valores ao meio ambiente na avaliação de custos; falta de recursos para pesquisa, desenvolvimento e programas de divulgação, que limita o avanço tecnológico, o desenvolvimento de novas tecnologias pela falta de investimentos e a participação ampla de todos os setores nos programas de conservação de energia. Para enfrentar esses problemas, é necessário o emprego de recursos para aplicação dos programas de conservação, com decisões políticas e comprometimento do empresariado. Cabe aos órgãos técnicos difundirem as informações sobre os potenciais de conservação e as vantagens econômicas para motivar a participação de vários setores da economia nos programas em busca do aumento da eficiência energética [1].

No tocante aos fatores relacionados aos produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos, deve-se considerar que produtores e distribuidores obtêm lucros proporcionais ao

consumo de energia; que centralizar a geração implica maiores perdas nas linhas e investimentos maiores no sistema de transmissão; e que há resistência à eficiência, uma vez que envolve maiores custos de produção e operação para fabricantes, distribuidores e produtores, que muitas vezes preferem uma produção mais barata e menos eficiente. Como alternativas para contornar esses problemas, é possível modificar o cálculo de tarifas, levando-se em conta o custo marginal para incentivar a diminuição das perdas com aumento dos lucros; buscar a descentralização das unidades geradoras; estender os programas de etiquetagem; investir em educação; estabelecer níveis de eficiência mínimos para comercialização de produtos; e oferecer incentivos fiscais.

Ao se considerarem os consumidores, o principal problema é a falta de informação, tanto no âmbito doméstico quanto no âmbito corporativo, além da falta de recursos para investimento em tecnologias mais eficientes, sobretudo da população mais pobre. Também devem ser considerados aspectos como a falta de suporte especializado a consumidores com acesso à informação, para identificar as oportunidades de conservação de energia, e o caso de consumidores que não aderem aos programas de conservação em virtude de utilizarem instalações de terceiros desinteressados pelo assunto, como no caso de locatários de imóveis. A superação desses entraves depende basicamente do investimento em campanhas de esclarecimento, educação, programas para a população mais pobre que permitam o custeio e acesso a novas tecnologias, estabelecimento de uma política de preço realista para combustíveis e energia elétrica, adoção de incentivos fiscais e legais, fomento à criação de empresas especializadas em estudos de conservação de energia, além dos programas de etiquetagem.

Por fim, entre os aspectos sociais, políticos e institucionais, o enfoque social e político existente em programas de atendimento à população pode sobrepujar o caráter tecnológico e econômico em algumas ações, incorrendo em maiores demanda e custos. É necessário um planejamento energético estratégico em busca da conservação e sustentabilidade para que se atinja uma uniformidade de ações.

## **2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo apresenta o conceito de conservação de energia e contextualiza a sua importância em todo o mundo para preservação do meio-ambiente, diminuição dos efeitos nocivos causados pela poluição e melhor aproveitamento de recursos não-renováveis; na época de transição rumo ao desenvolvimento sustentável. Em seguida são apresentadas as linhas disponíveis para medidas de conservação, salientando o caráter multidisciplinar de abordagem. Fecham o capítulo os principais entraves encontrados na tentativa de implantar medidas de conservação e formas de superá-los.

## **3 – A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA NA CÂMARA DOS DEPUTADOS**

### **3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A estrutura física atual da Câmara dos Deputados é constituída pelo denominado Complexo Principal — onde se localizam os Edifícios Principal, Anexo I, Anexo II, Anexo III e Anexo IV — além das instalações da gráfica e garagem no Setor de Anexos Ministeriais, depósito de patrimônio no Setor de Indústrias, salas comerciais no Setor Comercial Sul, residência oficial na Península dos Ministros, centro de transmissão no Colorado e os blocos residenciais: 4 na quadra 202 norte, 9 na quadra 302 norte, 2 na quadra 111 sul e 3 na quadra 311 sul, de apartamentos funcionais.

Será o objeto de análise desse trabalho apenas a estrutura do Complexo Principal, situada à Esplanada dos Ministérios, conforme apresentado na figura 3.1. Essa pequena restrição na abrangência do trabalho certamente não prejudica a extensão do mesmo, pois as instalações além do Complexo Principal representam uma parcela pequena do consumo total de energia elétrica da Câmara dos Deputados, cerca de 2,1% do consumo total de energia elétrica e 1,9% da despesa por mês, como consequência de uma população pequena, da ausência de equipamentos de grande porte — como centrais de ar-condicionado — e também do fato de a grande maioria dos apartamentos funcionais se encontrarem desocupados. No entanto, soluções propostas neste trabalho certamente contribuirão de alguma forma para melhorias nessas instalações, como, por exemplo, o programa para o uso racional de energia elétrica. Além disso, há previsão de reforma de parte desses locais, quando oportunamente ações de melhoria das instalações poderão ser empregadas.



Figura 3.1 – Complexo Principal da Câmara dos Deputados.

Também foge ao escopo desse trabalho as melhorias de equipamentos referentes ao sistema de iluminação das instalações da Câmara dos Deputados, pois, apesar de consistir uma área com grande potencial de conservação, análises e melhorias específicas para iluminação já são objeto de intervenções e projetos do Departamento Técnico, notadamente a Coordenação de Arquitetura e Engenharia. Nesse sentido, têm sido realizadas as substituições de luminárias antigas por modelos mais eficientes, inclusive com alguns desenvolvimentos da Câmara propostos aos fabricantes para melhorias nos modelos de produção. Assim, a iluminação dos gabinetes do Anexo IV já foi completamente substituída, totalizando 3.024 novas luminárias, modificações na iluminação do Plenário já estão em fase de testes e há uma expectativa de substituição em breve das luminárias do Anexo I, para o qual foi feito pedido de compra de 2.850 novas luminárias.

Entre as linhas de atuação disponíveis para políticas de conservação de energia, conforme mencionado no capítulo anterior, algumas considerações já podem ser feitas para delimitar melhor a atuação do trabalho. Certamente muito se aplica no tocante ao desenvolvimento tecnológico e educação, mas medidas de tarifação e incentivos são dificilmente aplicáveis ao caso em questão, além de que medidas normativas também têm pouca aplicação, uma vez que estariam restritas a normas internas para estabelecer procedimentos de algumas atividades e serviços. Mais importante é ressaltar que o presente estudo de conservação não pode direcionar suas ações unicamente à diminuição das despesas com energia, pois qualquer ação tomada pela Câmara dos Deputados estará sujeita ao crivo de toda a sociedade e perante aquela lhe será atribuída uma forte conotação, ainda que subjetiva, de legalidade, por se tratar do maior centro legislador do país. Por isso, as ações propostas não podem estar desvinculadas da preocupação com o meio ambiente e com aspectos sociais. De outra forma, como uma instituição com a responsabilidade de fomentar o uso de fontes alternativas e renováveis de energia poderia, para uso próprio, implementar um programa de geração de energia a partir de combustíveis fósseis?

Uma grande dificuldade encontrada na Câmara dos Deputados, notadamente no Complexo Principal, é a restrição imposta a modificações arquitetônicas, com o objetivo de preservação do projeto arquitetônico original das instalações. Essa preocupação abrange não só a fachada das instalações, mas também os interiores, materiais empregados no acabamento e a ocupação de espaços.

Além desse problema, o regime de funcionamento atípico também dificulta a implantação de medidas de conservação, sobretudo aquelas para diminuição do consumo de energia elétrica durante o horário de ponta. O horário normal de expediente na Câmara é das 9h às 12h e de 13h30 às 18h30. No entanto, em vários setores é adotado horário diferenciado, e os servidores do turno da manhã iniciam suas atividades por volta das 8h, enquanto que a movimentação de prestadores de serviço se inicia também mais cedo. A atividade parlamentar ocorre preferencialmente no meio da semana, de terça a quinta-feira, sendo que a grande parte das sessões se inicia a partir das 18h, sem horário definido para o término. É comum que essas sessões

se estendam até 19h30 e até mesmo ultrapassem as 20h, sendo que quase toda estrutura administrativa da Câmara mantém suas atividades até o final das sessões legislativas ou até às 20h30, caso a sessão ultrapasse esse horário. Além das atividades administrativas, os trabalhos ligados à área legislativa são ainda mais influenciados pelo horário das sessões, notadamente os serviços do Anexo IV, onde funciona a imensa maioria dos gabinetes dos deputados, e serviços localizados principalmente no Anexo II e no Edifício Principal, de lideranças dos partidos, secretarias, taquigrafia e imprensa.

### **3.2 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO PRINCIPAL**

O Edifício Principal da Câmara dos Deputados abriga as principais áreas da atividade legislativa e também os principais espaços arquitetônicos da Câmara. Nesse edifício, situam-se o Plenário, a Secretaria Geral da Mesa, a Presidência, as Secretarias, a Liderança do Governo, a TV Câmara, o Salão Verde, o Salão Branco, o Salão Negro, o Salão Nobre, além da liderança de alguns partidos políticos e agências bancárias do Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal. Em termos de área útil é o 3º maior edifício da Câmara dos Deputados, com 18.260 m².

#### **3.2.1 Ar-condicionado**

A central de ar-condicionado localizada no Edifício Principal atende também o Anexo I, e data de 1993, sendo a mais nova central em operação na Câmara dos Deputados. Em sua concepção de projeto havia uma preocupação relativa ao consumo de energia elétrica no horário de ponta, motivo pelo qual foram adotados tanques de gelo para termoacumulação. Devido a essa condição de fabricação de gelo, uma solução de etilenoglicol a 25% é empregada no circuito de distribuição de frio por todos os dois edifícios, pois não é utilizado trocador de calor na separação dos circuitos primário (resfriadoras na casa de máquinas) e secundário (alimentação dos condicionadores locais). Os tanques de termoacumulação consistem em dois reservatórios cilíndricos, posicionados na horizontal, nos quais há pequenos vasilhames plásticos facetados em forma de poliedros, contendo uma massa de aproximadamente 500 gramas de água desionizada. As facetas servem ao propósito de expansão volumétrica do vasilhame durante o congelamento da água. Ao todo, pela capacidade de projeto, são empregadas cerca de 300 mil bolas plásticas ou *ice balls* (figura 3.2) para a formação de gelo, compondo uma capacidade total de projeto de 4.996 TRh.





Figura 3.2 – *Ice balls* do sistema de termoacumulação da central de ar-condicionado do Edifício Principal (congelada à direita).

Os equipamentos instalados nessa central são os sete primeiros itens da tabela 3.1, na qual também estão incluídos os equipamentos condicionadores instalados nos ambientes e casas de máquinas pelo prédio.

Tabela 3.1 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Principal e Anexo I.

Quantidade	Descrição	Potência /capacidade unitária
3	Resfriadoras de líquido, marca YORK, modelo YSCACA2-CJAS2, compressor parafuso, condensação a água	250 TR
2	Tanques de gelo horizontais para termoacumulação	2080 TR.h
4	Ventiladores para as torres de arrefecimento de 200 TR	25 cv
4	Bombas centrífugas para água de condensação	30 cv
4	Bombas centrífugas para água gelada do circuito primário	25 cv
2	Bombas centrífugas para água gelada do circuito secundário do Edifício Anexo I	60 cv
2	Bombas centrífugas para água gelada do circuito secundário do Edifício Principal	50 cv
32	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	2 cv
329	Condicionadores tipo <i>fancolete</i>	1/8 cv
17	Ventiladores para renovação de ar	2 cv
26	Ventiladores para renovação de ar	1/3 cv

Essa central opera 24 horas por dia, para atender áreas onde se encontram reunidos máquinas e equipamentos sensíveis, como a TV Câmara e parte do Centro de Informática. O regime de operação segue o seguinte esquema:

- A partir das 07h30 as resfriadoras podem ser ligadas, segundo avaliação do operador quanto à condição climática do momento;
- Ligada a central também são ligados os condicionadores do Edifício Principal;
- Os condicionadores do anexo I são ligados pelos usuários;
- Às 12h são desligados os condicionadores do Anexo I à exceção dos seguintes andares: 2º, 3º, 11º, 15º, 16º, 17º e 28º — caso os usuários desejem mantê-los em funcionamento, devem religá-los;
- Caso haja gelo suficiente, às 17h30 as resfriadoras devem ser desligadas e o funcionamento do sistema deve ser feito apenas com o estoque de gelo até às 21h30, caso contrário pelo ao menos uma resfriadora permanecerá ligada;
- Às 18h é realizado novamente o desligamento dos condicionadores do Anexo I, a exemplo do ocorrido às 12h;
- Caso não haja sessão no Plenário, às 21h30 é iniciada a fabricação de gelo com a operação de duas resfriadoras, de outra forma a fabricação de gelo se iniciará apenas após o término da sessão;
- Sábados, domingos e feriados as resfriadoras devem ser ligadas apenas para produção de gelo, utilizando-se na maior parte do período o estoque de gelo para atendimento às áreas essenciais.

Dessa forma, uma bomba do circuito secundário de água gelada do Edifício Principal e uma bomba do circuito secundário de água gelada do Edifício Anexo I estão sempre em operação. Quando qualquer resfriadora é ligada, devem ser ligadas também a respectiva bomba de água gelada do circuito primário e a respectiva bomba de água de condensação. Também entrará em operação a torre de resfriamento, com pelo ao menos um dos ventiladores (a quantidade de ventiladores será determinada pela temperatura da água). O sistema de automação existente realiza apenas tarefas simples como ligar e desligar condicionadores remotamente, alterar ajuste de temperatura e leitura de dados para alguns ambientes. Mesmos as bombas do circuito secundário, que possuem acionamento com inversores de frequência, não tem controle automático da rotação. Com isso, o funcionamento da central em termos horários depende essencialmente da avaliação dos operadores.

Os equipamentos resfriadores de líquido da central de ar-condicionado do Edifício Principal se encontram em bom estado de conservação, e utilizam o gás refrigerante R-22, cujo uso é permitido até 2030 nos países em desenvolvimento [4], de forma que não é obrigatória a substituição desses equipamentos no curto prazo. O grande problema dessa central tem sido o sistema de termoacumulação, devido à presença do etilenoglicol (em concentração de 25%) e à redução de capacidade de armazenamento nos tanques. O uso do etilenoglicol exige muito cuidado na realização de manutenções para evitar vazamentos, torna muito complicadas modificações na rede devido às dificuldades relacionadas ao seu armazenamento e descarte, e gera um custo adicional de reposição periódica desse produto, necessária para manter a temperatura de congelamento da solução primária dentro dos valores exigidos. Quanto à presença do etilenoglicol por toda a rede, a solução mais comum para minimizar problemas é o emprego de um trocador de calor de placas entre os circuitos primário e secundário, o que restringe o uso do etilenoglicol à casa de máquinas, diminui o custo de reposição — uma vez que o quantitativo total da substância anticongelante é diminuído — e reduz a potência requerida para distribuição da água gelada, devido à menor viscosidade da água em relação à solução de água e etilenoglicol. No entanto, o trocador de calor é mais um elemento de perdas inserido no sistema, e quanto menor sua eficiência, menos atrativa é tal solução do ponto de vista do consumo de energia. No que diz respeito à perda de capacidade de acumulação de gelo nos tanques, essa era uma constatação baseada no fato de que quase sempre era necessário manter ao menos uma resfriadora ligada no horário de ponta por não haver gelo suficiente, e o ciclo de recarga dos tanques era realizado em um período muito curto, muito inferior ao previsto no projeto. Esse comportamento era um mistério, parcialmente desvendado após vários testes com o banco de gelo e os dispositivos de manobra: havia um problema no fechamento de uma válvula de 3 vias, de maneira tal que, durante a fabricação de gelo, parte da água ao sair da resfriadora a essa retornava sem passar pelos tanques de termoacumulação. Eliminado esse problema, a capacidade de armazenamento aumentou consideravelmente, o que permite, na maioria das vezes, que as resfriadoras permaneçam desligadas durante o horário de ponta. No entanto, a grosso modo, a capacidade estimada do sistema é de cerca da metade prevista no projeto, o que leva a crer — baseado em informações obtidas sobre problemas em instalações de termoacumulação semelhantes — que uma considerável parcela das *ice balls* se encontra rompida devido a falha por fadiga. Isso revela que, de qualquer modo, em breve será necessária uma intervenção no sistema de termoacumulação.

### 3.2.2 Elevadores

O Edifício Principal possui poucos elevadores, apenas quatro. Todos são equipamentos antigos, com painéis de controle por relés, mas com máquinas de corrente alternada.

O mais utilizado fica próximo à ligação do Edifício Principal com o Anexo II, movimentando-se entre três pavimentos. Os demais têm pouco uso, notadamente uso de autoridades e para facilidade de acesso a pessoas com alguma dificuldade de locomoção. Um se encontra no Plenário e os outros dois ligam o Salão Branco ao Salão Verde. A modernização desses equipamentos não será considerada nesse momento tendo em vista que há uma expectativa de intervenções arquitetônicas do Programa de Acessibilidade em todos esses locais, alterando-se o número de paradas e posicionamento dos elevadores, quando seria o momento mais propício à substituição desses equipamentos. No momento oportuno, observando-se a preocupação com a eficiência dos novos equipamentos, investimento inicial e custo de manutenção, podem se destacar os elevadores hidráulicos, visto que o percurso não é extenso, não são muitas as paradas, o tráfego não é intenso e é possível diminuir o espaço ocupado pelas casas de máquinas. Hoje, a parcela do consumo de energia de tais equipamentos frente ao restante do prédio é muito pequena e não representa uma possibilidade de ganho significativo ou imediato.

### **3.2.3 Outros Equipamentos**

Depois dos equipamentos de ar-condicionado, os equipamentos de informática e da TV Câmara são os que mais consomem energia no Edifício Principal. Campanhas voltadas a difundir informação, educar e conscientizar a população do edifício quanto ao uso racional de energia seriam a forma mais eficiente de se reduzir o consumo desses equipamentos, e apenas esse enfoque será considerado para essas cargas. Também são alvos desse enfoque os demais equipamentos encontrados no edifício, como geladeiras, cafeteiras, microondas, televisores e copiadoras.

## **3.3 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO I**

O Edifício Anexo I abriga principalmente a área de serviços administrativos da Câmara dos Deputados, nos seus 28 pavimentos. Nesse edifício, funciona boa parte do Departamento de Pessoal, do Departamento de Material e Patrimônio, o Controle Interno, o Departamento de Finanças, a Comissão Permanente de Licitação, o Departamento Técnico, a Polícia Legislativa, o Jornal da Câmara, o Centro de Informática. Em termos de área esse prédio é apenas o 4º maior do Complexo Principal, com 18.260 m² de área útil.

### **3.3.1 Ar-condicionado**

Nesse edifício são empregados apenas condicionadores de ar do tipo *fancolete*, que recebem água gelada da central de ar-condicionado instalada no Edifício Principal e possuem controles individuais em cada sala. Dessa forma, a parcela da carga de ar-condicionado instalada nos quadros elétricos do Edifício Anexo I, praticamente, diz respeito apenas ao lado de ar, correspondente à potência consumida por cada motor elétrico de acionamento do ventilador dos condicionadores. Em outras palavras, o consumo de energia elétrica dos equipamentos de ar-condicionado do Edifício Anexo I não se altera se os condicionadores forem ligados no modo de ventilação ou no modo de resfriamento. O consumo extra representado pela opção por resfriamento reflete na conta de energia do Edifício Principal. Além desses condicionadores, cada pavimento possui um pequeno ventilador com motor de 1/3 cv, responsável pelo insuflamento de ar exterior nos ambientes condicionados.

Desse modo, o potencial de redução do consumo de energia com ar-condicionado apenas no Edifício Anexo I não é tão grande e está baseado sobretudo na educação, conscientização e uso racional dos equipamentos. No entanto, há um grande potencial de conservação, e essas ações não devem ser descartadas, pois melhorias nesse sistema — ainda que não possam afetar consideravelmente o consumo no Edifício Anexo I — podem resultar numa apreciável economia de energia na central de ar-condicionado no Edifício Principal.

### **3.3.2 Elevadores**

Os elevadores do Edifício Anexo I são os maiores da Câmara dos Deputados e também aqueles com maior tráfego. São quatro máquinas de corrente contínua, com potência de 92,3 cv, da época da construção do prédio. No entanto, no ano 2000 os elevadores passaram por um processo de modernização. Os motores de corrente contínua foram mantidos, mas foram empregados conversores estáticos para alimentação das máquinas com modernos quadros de controle microprocessados.

Cabe destacar que qualquer modificação nessa área implica necessariamente um grande transtorno no acesso ao edifício, mas pode ser considerada para permitir o acesso ao 27º e ao 28º pavimentos do edifício, hoje realizado apenas pelas escadas.

### 3.3.3 Outros Equipamentos

Os demais equipamentos do Anexo I são sobretudo equipamentos de informática — computadores e impressoras —, equipamentos das copas — cafeteiras, geladeiras e microondas —, televisores e copiadoras.

## 3.4 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO II

O Edifício Anexo II é o segundo maior prédio da Câmara dos Deputados e comporta as Comissões Parlamentares, os plenários para audiências das comissões, o Centro de Documentação e Informação da Câmara, a Diretoria-Geral e algumas de suas assessorias, o Departamento de Taquigrafia, algumas lideranças de partidos políticos e o maior auditório da Câmara. Sua área útil total é de 31.666 m<sup>2</sup>.

### 3.4.1 Ar-condicionado

O Edifício Anexo II possui uma central de água gelada que atende quase todo o prédio, à exceção do auditório Nereu Ramos. Para o auditório são utilizados três equipamentos do tipo *self-contained* de 15 TR cada, que utilizam uma torre de condensação da central, por serem equipamentos com condensação à água. Os equipamentos resfriadores da central são antigos, de 1982, época em que foi implantada a atual central em substituição aos equipamentos primeiramente instalados no prédio. Apesar da idade, as resfriadoras se encontram em bom estado de conservação, mas, por utilizarem gás refrigerante R-12, sua substituição é inevitável, uma vez que esse refrigerante por resoluções do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e programas governamentais, não poderia mais ser utilizado, pois anteciparam o prazo acordado inicialmente para o ano de 2007 [5].

Os equipamentos do sistema estão listados na tabela 3.2, com as respectivas capacidades, sendo que se encontram instalados na central os cinco primeiros itens da tabela.

Tabela 3.2 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo II.

Quantidade	Descrição	Potência /capacidade unitária
3	Resfriadoras de líquido, marca SULZER, modelo 800U/216, compressor centrífugo, condensação a água	250 TR
4	Bombas centrífugas para água de condensação	25 cv

4	Bombas centrífugas para água gelada	25 cv
3	Ventiladores para as torres de arrefecimento de 250 TR	25 cv
2	Bombas centrífugas para água de condensação do auditório	5 cv
26	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	3 cv
38	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	1 cv
109	Condicionadores tipo <i>fancolete</i>	1/4 cv
13	Ventiladores para renovação de ar	2 cv
37	Ventiladores para renovação de ar	1/3 cv

Essa central funciona de segunda a sexta-feira, sob o seguinte esquema de operação:

- A partir das 07h30 uma resfriadora é ligada, juntamente com os equipamentos condicionadores de comando não individualizado;
- A partir das 08h20 uma segunda resfriadora pode ser acionada, de acordo com a carga térmica;
- Às 17h30, de terça a quinta, ou às 17h às segundas e sextas, é realizada avaliação da carga térmica para desligamento de uma resfriadora caso duas estejam ligadas;
- As resfriadoras e os condicionadores serão desligados uma hora após o término da sessão, ou ao final do expediente quando não há sessão noturna;
- No caso de solicitações de serviços aos sábados, domingos e feriados, um operador é convocado extraordinariamente, e a central é ligada para atender aos ambientes durante o horário previsto.

Durante a operação de qualquer resfriadora uma bomba de água de condensação e uma bomba de água gelada também estarão em operação, além de pelo ao menos um ventilador das torres de resfriamento, uma vez que o acionamento é realizado por termostato. No caso de utilização do auditório Nereu Ramos, serão acionados na central, uma bomba de água de condensação de 5 cv e um ventilador da torre de resfriamento (caso já não esteja ligado); mais os equipamentos do tipo *self-contained* específicos do auditório.

Em virtude da defasagem tecnológica dos equipamentos, há grande potencial de conservação de energia nessa central de ar-condicionado. Qualquer reforma dessa central deve envolver também as torres de resfriamento, já que o maior problema observado nessa instalação é da pequena capacidade das torres, que não permite por exemplo, a operação simultânea das três resfriadoras.

### **3.4.2 Elevadores**

O Anexo II também possui poucos elevadores. O prédio possui na sua maior parte apenas dois pavimentos, de forma que o equipamento mais utilizado é o da área da biblioteca, onde há um terceiro pavimento enterrado. Esse equipamento possui máquina de corrente alternada, com quadro de comando a relés. Além desse equipamento, há um elevador hidráulico para facilitar o acesso ao Nereu Ramos a pessoas com dificuldades de locomoção, outro no setor de taquigrafia e um terceiro desse mesmo tipo para acesso a uma área restrita de acervo de documentos. Devido a essas características, são bastante reduzidas as oportunidades de ganho com economia de energia nesses equipamentos.

### **3.4.3 Outros Equipamentos**

A exemplo do Edifício Anexo I, os equipamentos que mais consomem energia, após os do sistema de ar-condicionado, são equipamentos de escritório — computadores, impressoras —, seguidos pelos equipamentos de áudio e vídeo e equipamentos de copa. A redução do consumo de energia desses equipamentos será alvo do programa de uso racional de energia.

## **3.5 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO III**

O Edifício Anexo III é o menor dos Anexos da Câmara, com uma área um pouco menor que a do Anexo I: 16.041m<sup>2</sup> de área útil. Nele situam-se o Departamento Médico, a Consultoria Legislativa, o maior restaurante da Câmara e sua cozinha, serviços de manutenção e telefonia, além de alguns gabinetes parlamentares.

### **3.5.1 Ar-condicionado**

Para condicionamento dos ambientes do Edifício Anexo III há uma central de água gelada nesse prédio, que se encontra, deve-se dizer, sucateada. A central de telefonia, possui quatro equipamentos do tipo *self-contained* com condensação a água em uma torre de arrefecimento dedicada da central de ar-condicionado. Essa central foi montada com resfriadoras retiradas de uma antiga central de ar-condicionado do Edifício Principal, o que pode explicar o presente estado de conservação e funcionamento dessas máquinas. O gás refrigerante das resfriadoras é o R-22, de maneira que o uso desse insumo não é problema para operação.



Os equipamentos instalados nessa central são os sete primeiros itens listados na tabela 3.3, que apresenta todos os equipamentos do sistema central do Anexo III com as respectivas capacidades.

Tabela 3.3 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo III.

Quantidade	Descrição	Potência /capacidade unitária
2	Resfriadoras de líquido, marca STARCO, modelo 30HR-140, compressores alternativos, condensação a água	140 TR
1	Resfriadora de líquido, marca COLDEX, modelo CGWA150NB, compressores alternativos, condensação a água	150 TR
1	Resfriadora de líquido, marca COLDEX, modelo CGWA160NB, compressores alternativos, condensação a água	160 TR
4	Bombas centrífugas para água de condensação	30 cv
4	Bombas centrífugas para água gelada	30 cv
8	Ventiladores para as torres de arrefecimento de 37,5 TR	15 cv
2	Bombas centrífugas para água de condensação da telefonia	3 cv
5	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	3 cv
1	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	1 cv
348	Condicionadores tipo <i>fancolete</i>	1/4 cv
13	Ventiladores para renovação de ar	2 cv
15	Ventiladores para renovação de ar	1/3 cv

O funcionamento dessa central é segunda a sexta-feira, sob o seguinte esquema de operação:

- Às 07h30 de uma a três resfriadoras são ligadas, juntamente com os equipamentos condicionadores de comando não individualizado;
- A qualquer momento, em virtude da carga térmica, pode ocorrer o acionamento ou desacionamento de resfriadoras, respeitando os limites de máquinas em funcionamento: máximo de três resfriadoras ligadas e mínimo de uma;
- As resfriadoras e os condicionadores serão desligados ao término da sessão, ou às 19h quando não há sessão noturna;
- No caso de solicitações de serviços aos sábados, domingos e feriados, um operador é convocado extraordinariamente, e a central é ligada para atender aos ambientes enquanto permaneçam as atividades.

Durante a operação das resfriadoras, duas bombas de água de condensação e duas bombas de água gelada também estarão em operação, além de pelo ao menos um ventilador das torres de resfriamento, cujo acionamento é controlado por termostato. Os equipamentos da central de telefonia possuem uma torre de condensação exclusiva, e funcionam 24 horas, de modo que uma bomba de água de condensação de 3 cv e um ventilador da torre de resfriamento permanecem sempre ligados.

Os problemas dessa central já se iniciam pelos dispositivos de comutação e manobra do quadro elétrico, motivo pelo qual só podem ser ligadas simultaneamente três das quatro resfriadoras. As quatro resfriadoras apresentam problemas muito freqüentemente, de forma que quase sempre operam com capacidade reduzida em virtude do menor número de compressores em funcionamento. Por fim, dos oito ventiladores das torres de arrefecimento, três se encontram fora de operação, enquanto os que estão em funcionamento apresentam muitas vibrações devido ao desbalanceamento provocado pelas pás seriamente corroídas. O sistema de esguicho de todas as torres e suas respectivas colméias também estão completamente comprometidos.

### **3.5.2 Elevadores**

Esse prédio possui apenas um elevador, com percurso entre três pavimentos e de pouco uso, localizado na entrada oeste. Esse equipamento é bem antigo, da época da construção do edifício, e possui máquina de corrente contínua alimentada por um motogerador.

Pelo pouco uso, o potencial de conservação deve ser bastante limitado, e devido a um maior interesse nas instalações do Anexo IV, esse equipamento não foi objeto de estudo.

### **3.5.3 Outros Equipamentos**

O Edifício Anexo III possui de ocupação peculiar o Departamento Médico e o maior restaurante da Câmara dos Deputados. Na área médica são encontrados muitos equipamentos de análises laboratoriais, além de equipamentos de raio-x e tomografia, em uma instalação de porte de um pequeno hospital. Quanto ao restaurante, a cozinha industrial instalada é capaz de atender 2.200 pessoas por dia, e possui câmaras frigoríficas, aquecedores, exaustores, ventiladores e lavadores de gordura. Existe a vantagem que o restaurante funciona somente para o almoço e lanche à tarde, não representando grande consumo durante o horário de ponta.

Esses dois consumidores merecem um enfoque especial na tentativa de reduzir o consumo de energia. Para a área médica, ao se realizar substituição de equipamentos, especial

atenção deve ser dedicada, na especificação, ao consumo de energia. Para o restaurante, mensurar o consumo de água e luz separadamente do restante do prédio é uma medida que permitirá instituir uma cobrança do concessionário com incentivos à conservação de energia.

Somam-se a esses consumidores os equipamentos de escritório e de copa, alvos do programa de uso racional de energia.

### **3.6 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES DO EDIFÍCIO ANEXO IV**

O Edifício Anexo IV é o maior edifício do Complexo Principal e também o mais novo, pois data de 1980. Abriga na maior parte dos seus 57.770 m<sup>2</sup> de área útil os gabinetes parlamentares. Possui ainda uma área de serviços no térreo com agências bancárias do Banco do Brasil e da Caixa Econômica Federal, agência dos Correios e agências das principais companhias aéreas brasileiras. Aloja ainda um auditório, o centro de processamento de dados da Câmara, um restaurante vegetariano e a Rádio Câmara no subsolo, além de um restaurante e uma torteria no décimo e último piso.

#### **3.6.1 Ar-condicionado**

Uma central de ar-condicionado com distribuição de água gelada é mais uma vez a principal solução adotada para condicionamento de ar. Três setores possuem sistemas diferenciados: a Rádio Câmara, o Centro de Informática e o restaurante do último pavimento. O equipamento do restaurante é totalmente independente, são utilizados equipamentos do tipo *self-contained* com condensação a ar, instalados na cobertura do prédio. A Rádio Câmara possui duas resfriadoras de líquido, instaladas na central, que provêm água gelada a esse setor fora do horário de funcionamento das resfriadoras centrais. Já o Centro de Informática possui equipamentos mistos, que recebem água gelada da central e incorporam também equipamentos do tipo *self-contained* com condensação a ar, que podem operar tanto fora do horário de funcionamento da central quanto conjuntamente para atender a uma maior solicitação térmica. Os equipamentos principais são resfriadoras centrífugas, que se encontram em bom estado de conservação, apesar de contarem com mais de 25 anos de operação. Mas, invariavelmente, devem, em virtude do uso do refrigerante R-12, ser substituídas, a exemplo dos equipamentos do Anexo II.

Os equipamentos instalados nessa central correspondem aos sete primeiros itens listados na tabela 3.4, que apresenta todos os equipamentos do sistema com as respectivas capacidades.

Tabela 3.4 – Equipamentos do sistema central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV.

Quantidade	Descrição	Potência /capacidade unitária
3	Resfriadoras de líquido, marca COLDEX, modelo CGVA-039, compressores centrífugos, condensação a água	400 TR
2	Resfriadora de líquido, marca Tropical Bryant, modelo, compressores alternativos, condensação a água	15 TR
4	Bombas centrífugas de água de condensação	30 cv
4	Bombas centrífugas de água gelada	125 cv
6	Ventiladores para as torres de arrefecimento de 200 TR	40 cv
2	Bombas centrífugas de água gelada para a Rádio Câmara	3 cv
2	Bombas centrífugas de água de condensação para a Rádio Câmara	4 cv
27	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	3 cv
8	Condicionadores tipo <i>fan-coil</i>	1 cv
484	Condicionadores tipo <i>fancolete</i>	1/4 cv
11	Ventiladores para renovação de ar	2 cv
13	Ventiladores para renovação de ar	1/3 cv

O funcionamento dessa central ocorre de segunda a sexta-feira, sob o seguinte esquema de operação:

- Às 07h duas resfriadoras são ligadas, juntamente com os equipamentos condicionadores de comando não individualizado;
- A qualquer momento, em virtude da carga térmica, pode ocorrer o acionamento ou desacionamento de resfriadoras, respeitando os limites de máquinas em funcionamento: máximo de três resfriadoras ligadas e mínimo de uma;
- As resfriadoras e os condicionadores serão desligados uma hora após o término da sessão ou às 18h30 quando não há sessão noturna;

Durante a operação das resfriadoras centrífugas estarão em funcionamento as respectivas bombas de água de condensação e de água gelada, além de pelo ao menos dois ventiladores das torres de resfriamento, cujo acionamento é controlado por termostato. Das resfriadoras da Rádio Câmara, de menor capacidade, uma estará em operação fora do horário de funcionamento da central, inclusive sábados, domingos e feriados, juntamente com uma bomba de

água gelada de condensação de 4 cv, uma bomba de água de água gelada de 3 cv e um ventilador da torre de resfriamento.

O maior problema dessa central hoje são as torres de arrefecimento, que se encontram muito deterioradas em virtude de corrosão e colméias danificadas. Com isso, uma parte da torre se encontra inoperante devido a vazamentos, a troca de calor está prejudicada e o consumo de água está muito acima do normal.

### **3.6.2 Elevadores**

O Anexo IV possui intenso uso de elevadores, devido se tratar de um edifício de 10 pavimentos. São ao todo 10 elevadores, sendo 2 de serviço, e dos 8 sociais, 4 são privativos de parlamentares. Todos remontam à época da construção do prédio e utilizam máquinas de corrente contínua com motogeradores. Os elevadores sociais empregam motores de 30 cv, enquanto os motores dos dois elevadores de serviço são de 15 cv.

### **3.6.3 Outros Equipamentos**

Assim como no Anexo I, os demais equipamentos do Anexo IV são, sobretudo, equipamentos de informática — computadores e impressoras —, equipamentos das copas — cafeteiras, geladeiras e microondas —, televisores e copiadoras, para os quais espera-se uma redução do consumo de energia com a modificação de hábitos e informação da população do prédio.

## **3.7 ESTUDO ANTERIOR**

Há algum tempo, as instalações da Câmara dos Deputados foram objeto de estudo de oportunidades para redução do consumo de energia elétrica, em um trabalho desenvolvido pela Consultoria Ecoluz dentro de um projeto do PROCEL, remetido ao ano de 1998. Esse período é anterior ao fenômeno do *apagão*, época em que muitos procedimentos e instalações foram alterados. Devido a essas modificações, havia a necessidade de se refazer esse tipo de estudo, de forma a verificar se os maiores problemas encontrados àquela época foram contornados, se as modificações efetuadas realmente trouxeram economias, se soluções anteriormente descartadas podem hoje se tornar viáveis, se atualmente existem outras oportunidades e se recomendações não-implementadas devem ser ratificadas.

Os trabalhos de análise da Ecoluz – Consultores Associados seguem uma metodologia específica, nas seguintes etapas ora descritas [1]:

1. Análise preliminar de dados:
  - Cadastramento dos energéticos utilizados nos diferentes processos;
  - Avaliação do histórico da utilização dos energéticos;
  - Determinação dos índices de desempenho energético;
  - Análise dos índices de desempenho energético confrontados com índices típicos de sistemas correspondentes;
  - Plantas de arquitetura e dados climáticos;
  - Descritivo de atividades;
  - Avaliação do histórico de utilização de energia elétrica;
  - Verificação da existência de sazonalidades e(ou) condições especiais de operação;
  - Memória de massa da concessionária;
  - Análise do fator de carga das instalações;
  - Análise do fator de potência das instalações;
  - Análise do enquadramento tarifário da unidade;
  - Análise das demandas contratadas junto à concessionária;
  - Análise do diagrama unifilar e do fluxograma do processo;
  - Determinação das estimativas preliminares de oportunidades.
2. Cadastro de hábitos de utilização de equipamentos e sistemas.
3. Planejamento da coleta de dados:
  - Levantamento de dados *in loco*;
  - Medições de parâmetros.
4. Coleta de dados e respectivas condições operacionais dos equipamentos ou sistemas existentes durante a coleta de dados.
5. Análise de dados:
  - Arquitetura: áreas dos compartimentos, área total, concepção do telhado e fachadas, proteção solar das janelas, ventilação natural, análise dos materiais, orientação quanto ao vento e ao sol, dados climáticos;
  - Atividades: caracterização da população, atividades predominantes, dias úteis de trabalho, horosazonalidade, hábitos operacionais (limpeza, manutenção, elevadores etc.);

- Equipamentos/instalações: levantamento de dados dos equipamentos com suas características técnicas, regime de operação (h/dia), estado geral, existência de automatismos, tipo de manutenção, histórico de manutenção, condições de segurança;
  - Utilização de energia/histórico: consumo mensal de energia ativa (corrigida para 30 dias), demandas contratadas e modelo tarifário, demandas registradas, fator de potência, fator de carga;
  - Histórico de custos: demandas, consumo, excedentes reativos, ultrapassagem de demanda;
  - Índices gerais: kWh/mês, kWh/mês/m<sup>2</sup><sub>útil</sub>, kWh/mês/funcionário, R\$/kWh;
  - Índices energéticos por uso final: iluminação (kW/m<sup>2</sup>, kWh/mês – total, ponta e fora de ponta, lux/compartimento e lux/área útil de trabalho); ar-condicionado (kWh/mês – total, ponta e fora de ponta, TR/kWh – horários específicos e R\$/mês); elevadores (kWh/mês – total, ponta e fora de ponta); bomba d'água (kWh/mês – total, ponta e fora de ponta e kWh/m<sup>2</sup>); e exaustores (kWh/mês – total, ponta e fora de ponta).
6. Identificação de oportunidades.
  7. Proposição de soluções mais eficientes e econômicas.

Essa análise envolveu basicamente os sistemas de ar-condicionado, elevadores e iluminação no Complexo Principal da Câmara dos Deputados. Nesse estudo, os sistemas de ar-condicionado foram identificados como os principais consumidores de energia da Câmara, representando cerca de 53% do consumo de energia elétrica do Complexo Principal. As maiores oportunidades de redução do consumo de energia constatadas estavam nas centrais de ar-condicionado, adequação do fator de potência das instalações, melhorias do sistema de iluminação, geração de energia no horário de ponta, monitoramento e controle de cargas e reenquadramento tarifário dos edifícios do Complexo Principal. É interessante ressaltar que, na observação do histórico de consumo de energia naquela época, a despesa com energia no horário de ponta representava grande parte da despesa total de energia, conforme situação apresentada na tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Percentual da despesa com energia no horário de ponta verificado em 1998.

<b>Edifício</b>	<b>Percentual médio da despesa com energia no horário de ponta em 1997</b>	<b>Crescimento do consumo em kWh verificado de 1995 a 1997</b>	<b>Crescimento da demanda máxima verificado de 1995 a 1997</b>
Principal	45,3%	32%	26%
Anexo I	51,6%	2%	3%
Anexo II	33,3%	12%	4%
Anexo III	40,8%	2%	3%
Anexo IV	50,1%	11%	7%

Em termos absolutos, os valores médios, referentes ao ano de 1997, para o consumo de energia de cada edifício, além das demandas máximas são apresentados nas figuras 3.3 e 3.4. A figura 3.5 apresenta o percentual médio, também relativo ao ano de 1997, do consumo de energia durante o horário de ponta.

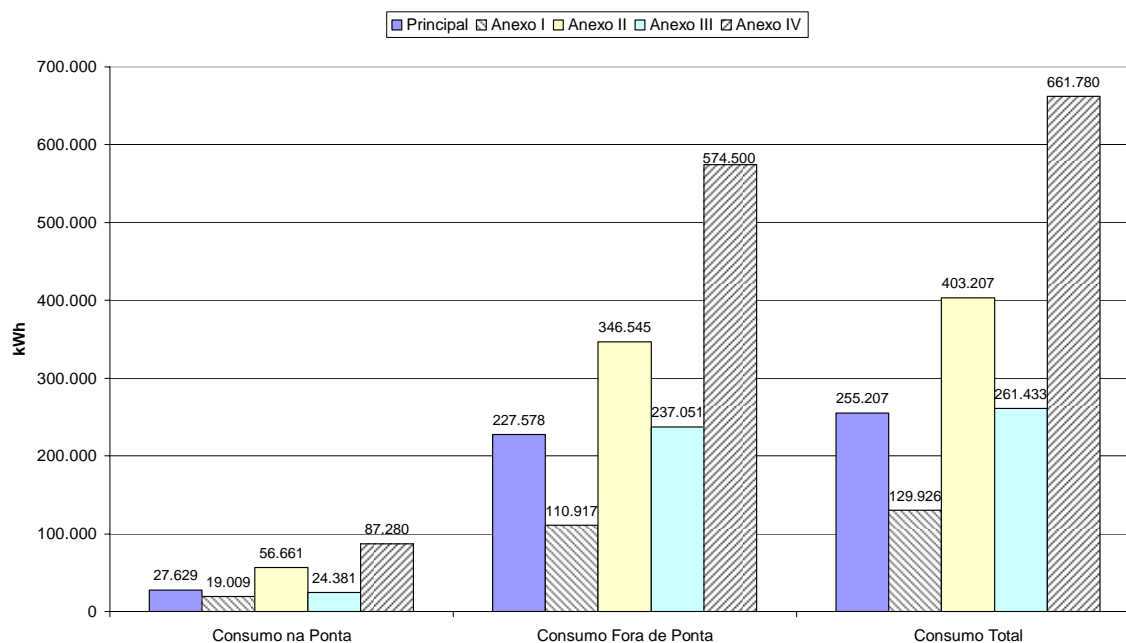


Figura 3.3 – Consumo médio de cada edifício em 1997.



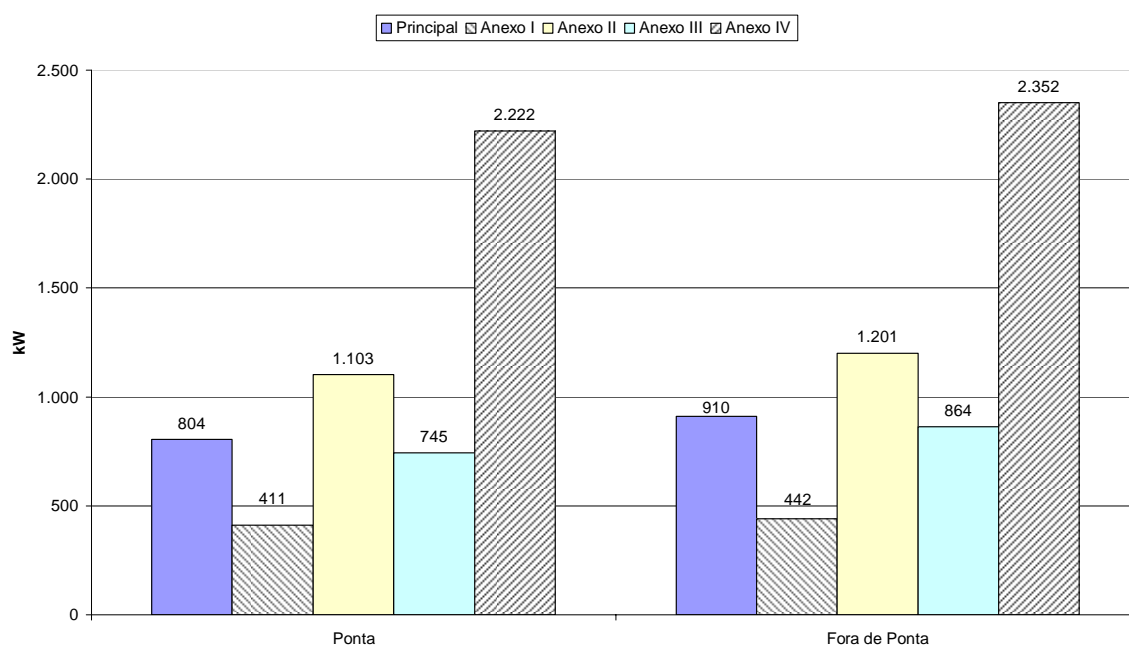


Figura 3.4 – Média de demanda máxima de cada edifício em 1997.

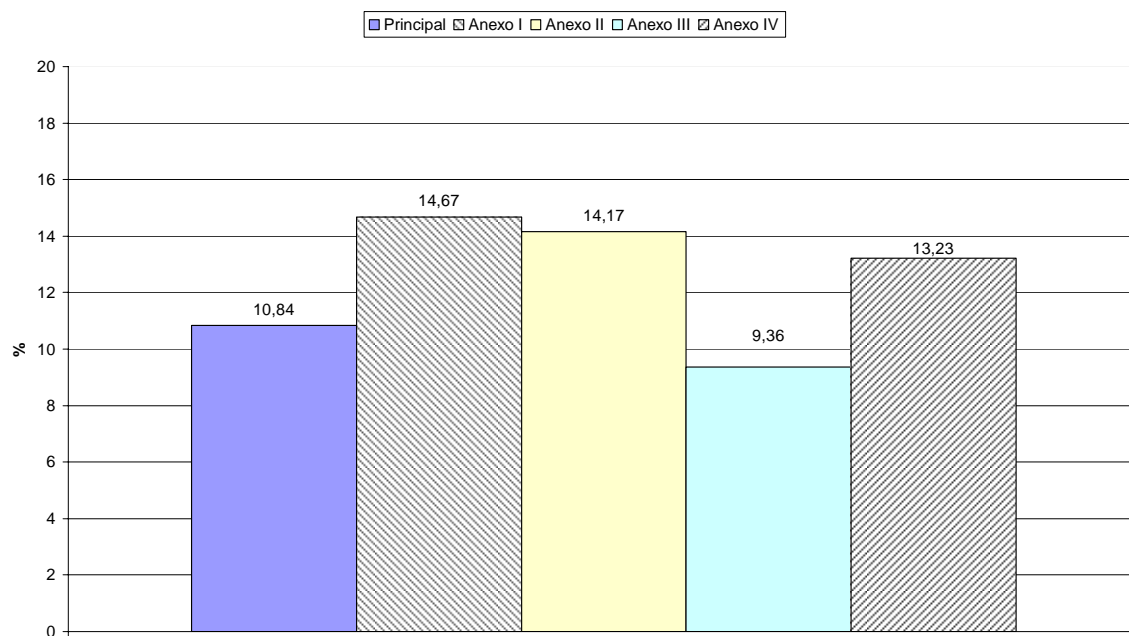


Figura 3.5 – Percentual médio de consumo de energia durante o horário de ponta em 1997.

Desses dados é possível constatar que, na situação de 1997, o maior consumo era proveniente do Anexo IV, seguido do Anexo II, Anexo III, Principal e Anexo I. Quanto à demanda,

a ordem anterior sofria uma pequena alteração, pois a maior demanda era do Anexo IV, seguido do Anexo II, mas a demanda do Principal ultrapassava a do Anexo III, enquanto o Anexo I possuía também a menor demanda de energia elétrica. Pelos registros da demanda, também é evidente que no horário de ponta a demanda nos edifícios se mantinha muito semelhante à demanda do período fora do horário de ponta, de forma que a redução de cargas no horário de maior custo da energia era muito pequena. Devido a esse fato, um consumo de energia durante três horas, da ordem de 13% do consumo total das instalações resultava numa despesa da ordem de 45% do total com energia elétrica.

Em termos de índices por área útil, para comparação entre os edifícios, a situação em 1997 corresponde à apresentada na tabela 3.6. Essas informações identificam um maior consumo e demanda máxima por área no Edifício Anexo III, e uma situação não muito diferenciada entre os edifícios Anexo II, Anexo IV e o conjunto Principal e Anexo I<sup>1</sup>. Há uma ligeira vantagem para o conjunto dos Edifícios Principal e Anexo I sobre o Edifício Anexo IV em termos de consumo de energia, ao mesmo tempo que, em termos de demanda máxima, se observa uma vantagem um pouco maior para o Edifício Anexo II em relação ao conjunto dos Edifícios Principal e Anexo I e ao Edifício Anexo IV. A última coluna da tabela 3.6 apresenta a participação média de cada edifício no consumo de energia elétrica de todo o Complexo Principal, em 1997.

Tabela 3.6 – Situação comparativa entre os edifícios, relativa a 1997.

<b>Edifício</b>	<b>Índice de consumo médio mensal por área útil [kWh/m²]</b>	<b>Índice de demanda máxima média por área útil [W/m²]</b>	<b>Participação no consumo de energia elétrica do Complexo Principal [%]</b>
Principal	14,0	49,8	14,9
Anexo I	8,0	27,1	7,6
Anexo II	12,7	37,9	23,5
Anexo III	16,3	53,8	15,3
Anexo IV	11,5	40,7	38,7
Principal e Anexo I	11,1	39,1	22,5

Segundo o relatório da Ecoluz – Consultores Associados, seria possível atingir uma economia de energia de 31% do consumo de eletricidade — aproximadamente 6.396.800 kWh/ano

---

<sup>1</sup> Os dados para esses dois prédios foram reunidos em virtude do compartilhamento de uma central de ar-condicionado instalada no Edifício Principal. Devido a esse fato, os dados em separado de consumo do Edifício Principal refletem um desempenho pior que o efetivo, enquanto que para o Anexo I o desvio ocorre no sentido de melhoria do índice efetivo.

— e 13% da demanda máxima — cerca de 730 kW —, com as medidas sugeridas no estudo, cujo retorno do investimento total seria auferido ao final de um prazo de 2,5 anos segundo a metodologia empregada para análise da viabilidade financeira por uma linha específica de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) [3].

Apesar do fato de muitas das medidas sugeridas no relatório não terem sido implementadas, com a crise do fornecimento de energia, o chamado *apagão*, em 2001, alguns procedimentos operacionais foram modificados, houve maior combate ao desperdício e, em boa parte das áreas comuns e salas, a iluminação foi reduzida. Com essas medidas, nessa época, a Câmara dos Deputados conseguiu adequar seu consumo de energia às metas impostas pelo racionamento sem maiores dificuldades. A figura 3.6 demonstra a efetiva redução no consumo de energia nesse período comparada aos anos anteriores, e demonstra também que, passada aquela situação crítica, a preocupação com o consumo de energia foi aos poucos perdendo importância, observando-se novamente uma acelerada retomada de crescimento do consumo de energia. É interessante notar que a redução no consumo em 2001, com relação a 1999, atingiu o valor aproximado de 5.750.000 kWh/ano, valor não muito distante da meta de redução de consumo estabelecida pelo estudo da Ecoluz – Consultores Associados.

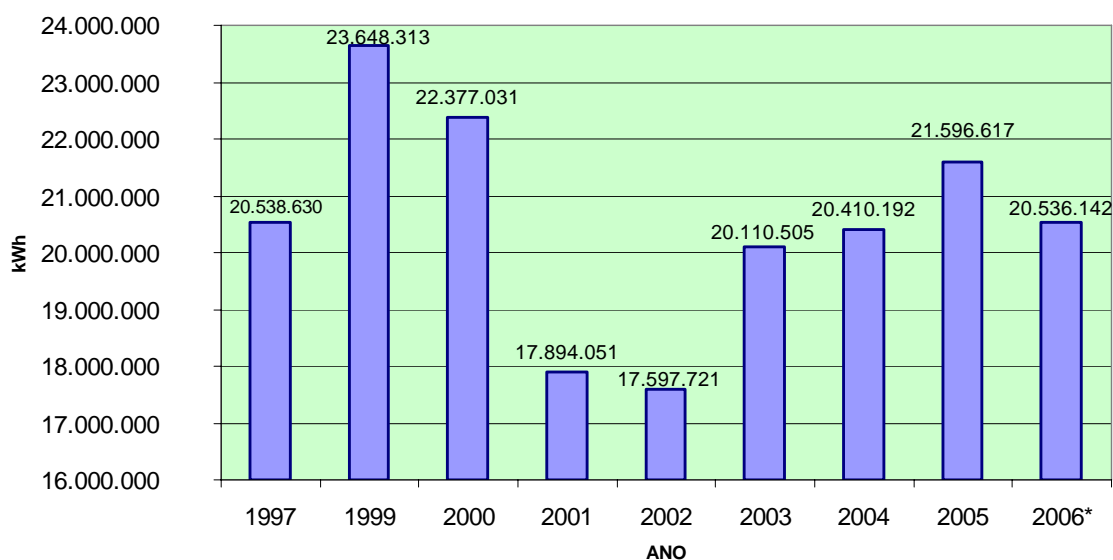


Figura 3.6 – Histórico do consumo de energia no Complexo Principal da Câmara dos Deputados. \* – 2006: estimativa<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> De janeiro a novembro esse dado incorpora o consumo efetivo, enquanto o consumo de energia relativo ao mês de dezembro foi estimado com base no consumo do ano de 2005 para o mesmo período.

O expressivo aumento no consumo de energia elétrica observado de 1997 a 1999 pode ser parcialmente explicado pelo aumento de funcionários e também pelo processo de informatização da Câmara dos Deputados.

A forte retomada do crescimento do consumo de energia elétrica revela que o sucesso de um programa de conservação de energia na Câmara dos Deputados depende também do seu caráter temporal, de forma que as medidas de conservação, no tocante a metas e, sobretudo, educação e informação devem possuir caráter permanente na instituição.

### 3.8 SITUAÇÃO ATUAL DO COMPLEXO PRINCIPAL

Tomando os dados relativos ao ano de 2006, no período entre janeiro e novembro, foram levantados alguns índices para realizar uma comparação do consumo de energia entre os prédios do Complexo Principal. Como o Anexo I não possui uma central de ar-condicionado em separado — e o consumo de energia para essa finalidade é muito significativo em qualquer um dos prédios — foi incluída uma instalação conjunta dos Edifícios Principal e Anexo I, uma vez que os dois compartilham a mesma central de ar-condicionado. Na tabela 3.7 são apresentados os dados de percentual da despesa com energia elétrica durante o horário de ponta, consumo de energia por área útil, despesa com energia elétrica por área útil e demanda máxima também por área útil. A importância dos sistemas de ar-condicionado fica evidente pela variação dos dados relativos aos Edifícios Principal e Anexo I tomados em separados.

Tabela 3.7 – Situação comparativa entre os edifícios, relativa a 2006.

Edifício	Percentual médio da despesa com energia no horário de ponta	Índice de consumo médio mensal por área útil [kWh/m²]	Índice de despesa média mensal com energia por área útil [R\$/m²]	Índice de demanda máxima média por área útil [W/m²]
Principal	43,6%	18,8	7,4	60,3
Anexo I	46,2%	7,8	2,8	24,8
Anexo II	47,0%	11,7	4,5	40,7
Anexo III	44,4%	16,9	6,5	61,5
Anexo IV	44,8%	10,3	4,0	35,6
Principal e Anexo I	45,6%	13,2	4,7	43,3

É possível constatar que, comparado aos dados da tabela 3.5, relativa a 1997, o percentual da despesa com energia elétrica durante o horário de ponta teve uma redução de 5,4%

no Anexo I, 5,3% no anexo IV, 1,7% no Principal; enquanto verifica-se um aumento de 3,6% no Anexo III e expressivos 13,7% no Anexo II — para um consumo total que praticamente não se alterou (figura 3.6).

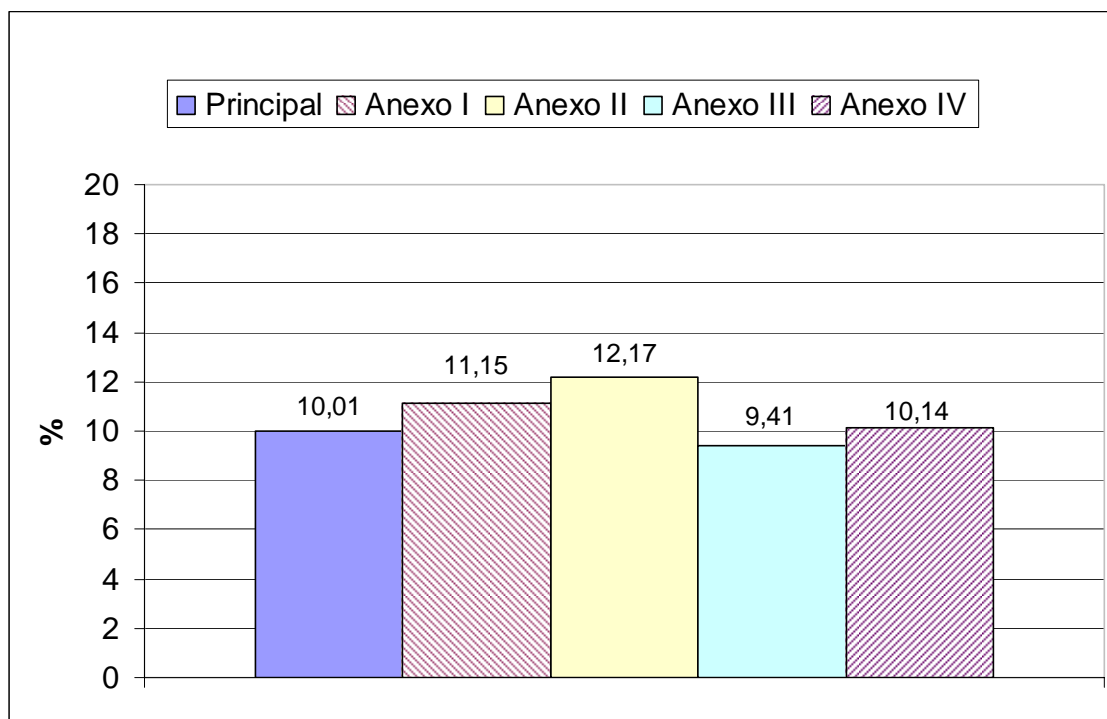


Figura 3.7 – Percentual médio de consumo de energia durante o horário de ponta referente ao ano de 2006.

Ao comparar o percentual de consumo no horário de ponta (figuras 3.5 e 3.7), foram observadas reduções de 3,5% no Anexo I, 3,1% no Anexo IV, 2,0% no Anexo II e 0,8% no Principal, enquanto o percentual no Anexo III praticamente não foi alterado. Isso sugere que não foram implementadas medidas eficazes para conter o consumo de energia durante o período de tarifação diferenciada, o que poderia trazer sensíveis reduções na despesa com energia elétrica, tendo em vista o elevado percentual da despesa nesse período. Os índices obtidos por unidade de área revelam que os edifícios do Complexo Principal possuem consumo de energia em patamares diferenciados, o que, em parte, pode ser devido às atividades diferenciadas em cada uma das instalações. No entanto, o Edifício Anexo IV se apresenta como a instalação com menor despesa com energia por área, apesar das atividades, muito ligadas à área parlamentar, permanecerem durante o horário de ponta. Esse edifício possui também o menor consumo e demanda por área, despontando como a instalação com melhor aproveitamento de energia, o que talvez se justifique por ser o prédio mais novo do Complexo Principal. Já o Anexo III possui os piores índices, o que talvez possa ser traduzido em um grande potencial de economia de energia.

Tais dados quando comparados aos da tabela 3.6, relativos a 1997, revelam que houve aumento significativo do consumo de energia no Edifício Principal: 34,5%. No Edifício Anexo III o consumo cresceu 3,7%, enquanto houve reduções de 2,1%, 8,1% e 10,1% respectivamente nos edifícios Anexo I, Anexo II e Anexo IV. Para o conjunto dos Edifícios Principal e Anexo I, o consumo cresceu 18,5%. Conseqüentemente, como resultado dessas variações, o índice de consumo do Edifício Anexo IV ficou menor do que o do conjunto Principal e Anexo I, assumindo o posto de prédio com a melhor relação de consumo por área útil. Quanto ao índice de demanda máxima, foram registrados crescimentos de 21,0% para o Edifício Principal, 7,3% para o Edifício Anexo II, 14,2% para o Edifício Anexo III e 10,7% para o conjunto Principal e Anexo I. Os valores de redução na demanda máxima foram, respectivamente, de 8,6% e 12,6%, no edifícios Anexo I e Anexo IV. Novamente, o Edifício Anexo IV assumiu a liderança nesse quesito, superando o líder em 1997, o Anexo II. Aliás, como uma parte do Anexo II esteve durante todo o ano de 2006 desocupada devido a uma obra paralisada de reforma, esse fato contribuiu não só para a redução observada no consumo de energia, como também para diminuir o índice de demanda — para o qual observou-se um acréscimo — o que implica dizer que o aumento efetivo da demanda nesse prédio foi superior ao valor ora mencionado.

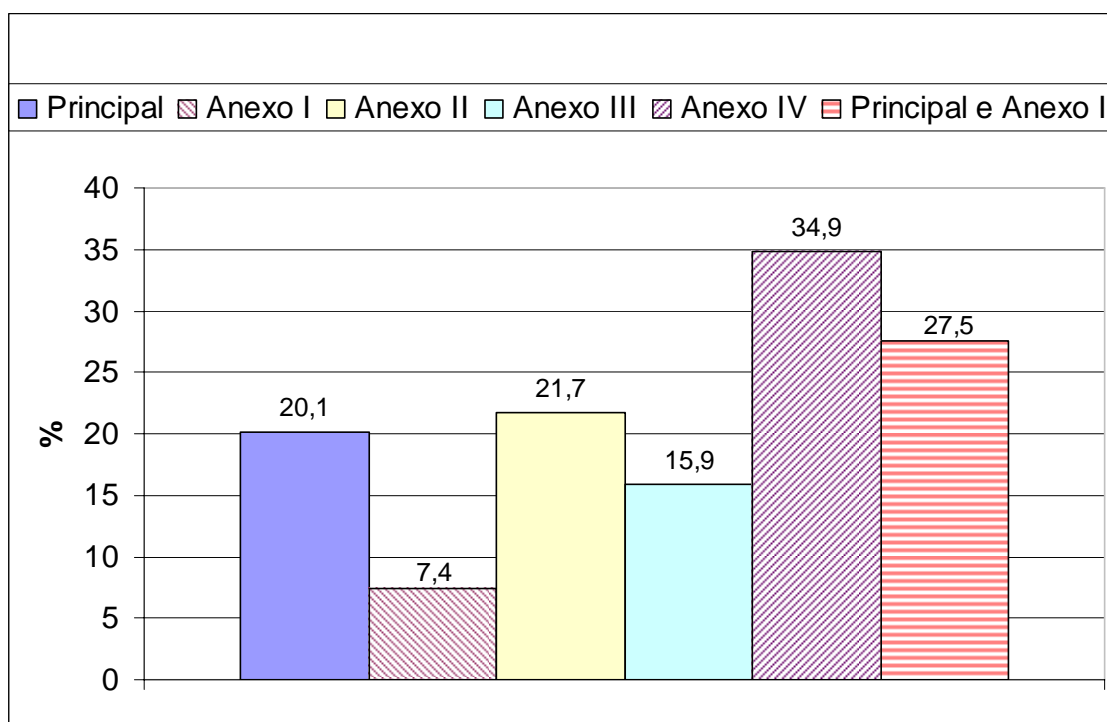


Figura 3.8 – Participação média de cada edifício no consumo de energia do Complexo Principal em 2006.

A figura 3.8 mostra a situação da participação média de cada edifício no consumo de energia elétrica do Complexo Principal, a qual, quando comparada aos dados de 1997, da tabela 3.6, pode-se verificar o expressivo aumento do consumo de energia elétrica no Edifício Principal no período, com acréscimo de 5,2%; pequena redução do Anexo I, de 0,2%; redução do Anexo II de 1,8%; acréscimo de 0,6% do Anexo III e queda de 3,8% na participação do Anexo IV.

### **3.8.1 Ações em Curso**

Um dos problemas no consumo de energia elétrica das instalações da Câmara dos Deputados é o baixo de fator de potência, motivo pelo qual nas faturas de energia de todos os prédios do Complexo Principal são cobradas as multas por excesso de energia e demanda reativas. Para contornar esse problema foram adquiridos bancos de capacitores automáticos para essas instalações, que entraram em operação no mês de dezembro e passam pelos últimos ajustes. Com essa medida objetiva-se manter o fator de potência de 0,95 indutivo, evitando-se essa sobretaxação nas próximas faturas.

A iluminação adotada nos prédios do Complexo Principal é, em grande parte, ineficiente. Basicamente eram utilizadas lâmpadas com baixa capacidade de iluminação ou difusores leitosos, por questões do projeto arquitetônico, ou ainda, luminárias sem defletores óticos. Essa questão da iluminação está sendo tratada em um projeto de modernização à parte, a respeitar as questões arquitetônicas dos ambientes. Conforme mencionado no início do capítulo, como resultado parcial desse trabalho a iluminação de todos os gabinetes do Anexo IV já foi substituída neste ano, uma nova iluminação para o Plenário se encontra em testes e está em curso a aquisição de novas luminárias para o Edifício Anexo I.

Quanto aos sistemas de ar-condicionado, se encontra em trâmite um processo para modernização das resfriadoras da central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV, que terá sua capacidade ampliada das atuais 1.200 TR para 1.995 TR mantendo-se a atual alimentação elétrica. Essas novas máquinas atenderão também o Edifício Anexo III, que terá sua central de ar-condicionado desativada. Acompanhando essa ação, a área da central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV deverá ser ampliada para comportar duas novas torres de arrefecimento, que possibilitarão a operação com uma maior capacidade térmica, e substituirão a torre de atual. Para ligação da central ao Anexo III será construída uma galeria subterrânea, por onde correrá a tubulação de água gelada.

### **3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No início do capítulo é delimitada a abrangência do estudo, ao que cabe ressaltar, excluem-se os sistemas de iluminação. Logo em seguida é relatado um estudo realizado em 1998 pela Ecoluz – Consultores Associados para identificar e avaliar as oportunidades para redução do consumo de energia elétrica nas instalações da Câmara dos Deputados. Apresentam-se as instalações e equipamentos dos edifícios do Complexo Principal e, ao finalizar o capítulo, a situação em 2006 é apresentada comparativamente ao levantamento de 1998, incluindo-se ainda as ações em curso.



## 4 – PROPOSTAS DE ATUAÇÃO

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Esse capítulo reúne propostas para conservação de energia elétrica nas principais instalações da Câmara dos Deputados, apresentadas no capítulo 3, tomando, sobretudo, as linhas de atuação tecnológica e de educação, apresentadas no capítulo 2.

Antes de propor ações é preciso conhecer a realidade. A partir dessa premissa, a primeira tarefa para avaliação de desempenho de equipamentos apresentados no capítulo anterior foi o levantamento de dados para subsídio às análises, realizado por meio de medições feitas com um registrador trifásico de grandezas elétricas — modelo P35, da Primata Tecnologia Eletrônica, mostrado na figura 4.1 — e consulta aos fabricantes de equipamentos. O equipamento citado possui uma precisão de 0,5% para medidas de tensão e 1% para medidas de corrente. No caso de equipamentos de ar-condicionado, as medidas foram tomadas por períodos de cinco dias, em intervalos de cinco minutos. Para elevadores o intervalo entre registros foi de 3 segundos, tomados por períodos de duas horas. Os valores de potência foram integrados numericamente com o programa Matlab para obtenção dos valores de consumo de energia.



Figura 4.1 – Registrador trifásico de grandezas elétricas utilizado.

Na linha de atuação tecnológica, há o comparativo em termos de desempenho com outras opções de mercado, de tecnologias atuais e mais eficientes, ou com novas tecnologias. Nessas proposições, busca-se quantificar os ganhos para avaliar as opções frente a uma análise financeira dos investimentos a serem realizados nessas ações. O modelo para análise financeira leva em consideração a redução do consumo de energia elétrica no horário de ponta e fora de ponta, a redução de demanda — também nesses dois períodos —, o percentual de reajuste médio anual das tarifas de energia elétrica, os custos de manutenção, o reajuste médio anual desses custos, o valor de revenda dos equipamentos substituídos e taxas de juros diferenciadas para aplicação do capital — tendo em vista que se conseguem melhores rendimentos para investimento de maiores montantes. Por se tratar de um órgão público, a obtenção de recursos e seus investimentos não se dão da mesma forma que na iniciativa privada, motivo pelo qual o tempo de retorno do investimento também será apresentado, segundo o modelo anterior, com as taxas de juros para aplicação do capital nulas. É apresentado ainda o valor presente dos investimentos tomando como base o valor da taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC) no cenário atual, utilizada em operações com títulos públicos.

Quanto à linha de atuação educativa, uma primeira análise consiste na possibilidade de alteração de procedimentos para a melhoria do desempenho, ou melhor aproveitamento dos recursos, por parte da área técnica envolvida. Em seguida, essas medidas são estendidas aos usuários, com as diretrizes para um plano de conservação de energia aplicado à Câmara dos Deputados.

## **4.2 PROPOSTAS TECNOLÓGICAS**

### **4.2.1 Edifício Principal**

#### **4.2.1.1 Ar-condicionado**

A central de ar-condicionado do Edifício Principal é responsável por cerca de 65% do consumo total de energia elétrica do prédio, ou 47% do consumo de energia elétrica dos Edifícios Principal e Anexo I, o que se constitui num grande potencial de conservação.

Em termos de desempenho, as resfriadoras seguem o comportamento apresentado nas figuras 4.2, 4.3 e 4.4, baseado em informações de ensaios em laboratório do fabricante do equipamento.

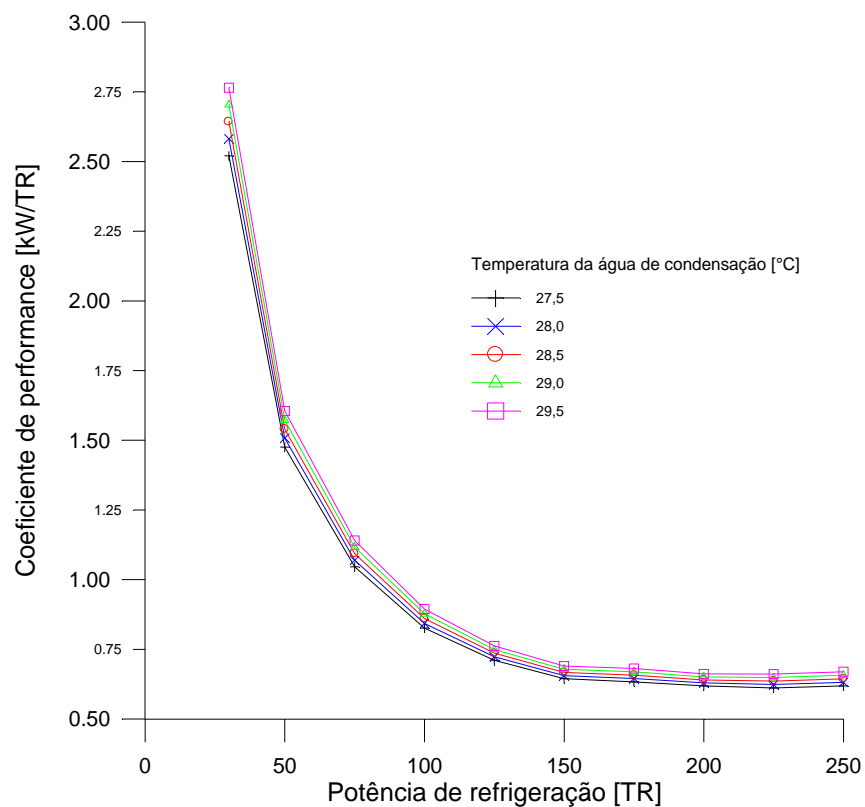


Figura 4.2 – Performance das resfriadoras de líquido em função da capacidade de refrigeração.

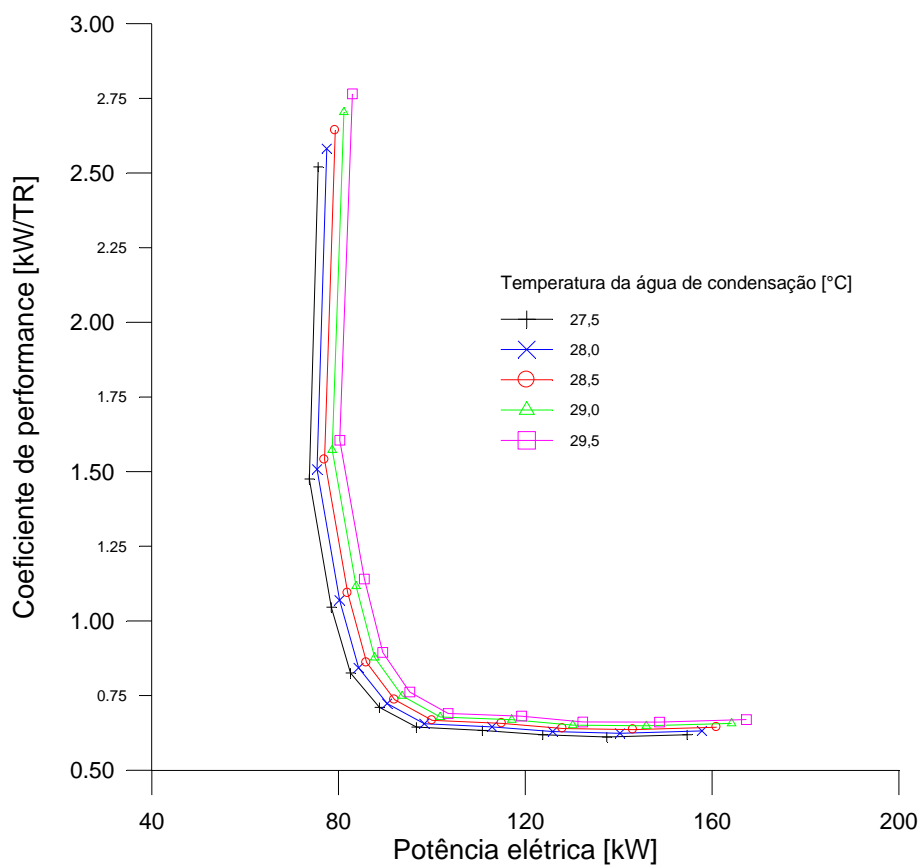


Figura 4.3 – Performance das resfriadoras de líquido em função da potência elétrica.

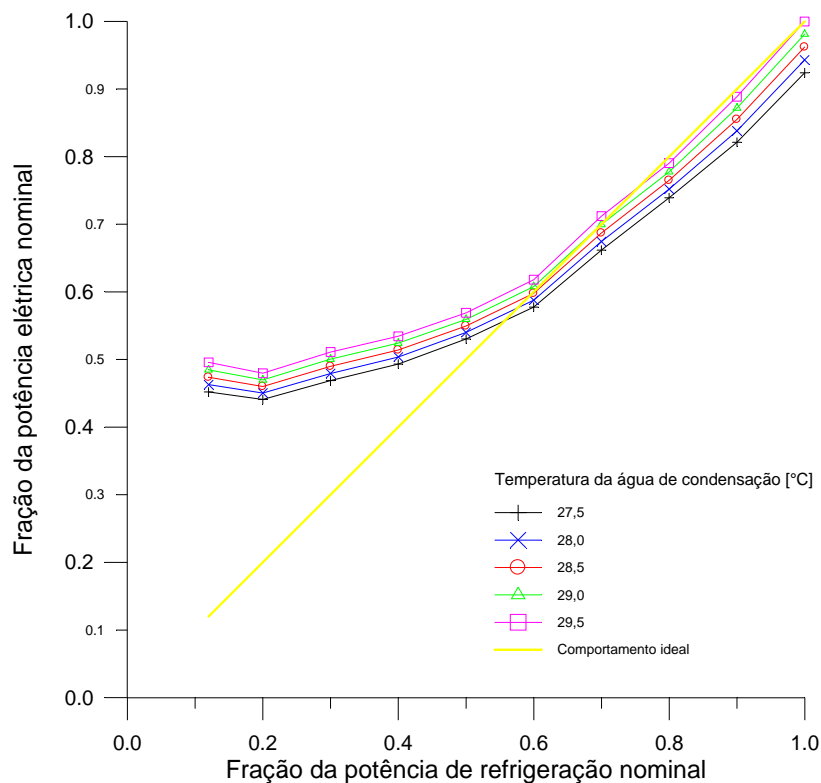


Figura 4.4 – Desempenho parametrizado com relação aos valores nominais.

É possível observar da figura 4.2 que a melhor faixa de desempenho está situada entre 150 e 250 TR devido aos menores valores do coeficiente de performance, da ordem de 0,72 kW/TR. A menor potência elétrica requerida por equipamento é de aproximadamente 80 kW, podendo alcançar o máximo de 170 kW, conforme figura 4.3. A figura 4.4 agrupa essas informações sem a informação dos valores absolutos e salienta o ganho alcançado com menores temperaturas da água de condensação.

Quanto ao funcionamento na condição de fabricação de gelo, cabem algumas informações técnicas. Não é qualquer equipamento resfriador de líquido que pode ser utilizado para essa tarefa. Os fabricantes de unidades resfriadoras produzem equipamentos mais simples, para emprego em sistemas sem banco de gelo, e equipamentos específicos para aplicações envolvendo bancos de gelo. Isso porque a temperatura do evaporador para a fabricação de gelo é ajustada para um valor bem menor, alterando-se conseqüentemente as condições em todo o ciclo termodinâmico (que implicam em uma menor capacidade térmica e maior potência mecânica), além de que, durante a fabricação de gelo, o equipamento não deve operar em cargas parciais, do contrário o rendimento seria bastante comprometido. Para os equipamentos em questão, isso significa que a capacidade térmica fica reduzida a 192 TR, e que o coeficiente de performance nessa condição é da ordem de 0,97 kW/TR. Com base nessas informações, a figura 4.2 também revela que, desconsideradas as perdas térmicas do banco de gelo e a potência de bombeamento, a potência

térmica de 80 TR separa, para um mesmo horário, a região, abaixo desse valor, em que é mais econômico desligar o equipamento e consumir gelo, da região, acima desse valor, em que é mais econômico cessar o consumo de gelo e ligar a máquina para realizar o condicionamento. Na prática, esse valor limite é menor, devido às considerações mencionadas, devendo se encontrar próximo a 60 TR. Convém mencionar que o sistema de automação existente não possui nenhum mecanismo para essas mudanças de estratégia, cuja avaliação e decisão cabem apenas aos operadores, e isso deveria ser levado em consideração ao definir as regras de operação da central de ar-condicionado.

Comparado o desempenho do equipamento existente ao equivalente (250 TR, compressor parafuso, condensação a água) de tecnologia atual, o coeficiente de performance se situa entre 0,55 kW/TR e 0,60 kW/TR, com vantagem para operação a meia carga, mas a operação abaixo de 120 TR resulta também em grande perda de eficiência. A potência elétrica se situa entre o mínimo de 82 kW e o máximo de 141 kW. Estendendo essa comparação a equipamentos com compressores centrífugos, que apresentam maior eficiência, de maior capacidade térmica e dotados de variador de frequência, o desempenho pode ser melhorado aos seguintes níveis: 0,50 kW/TR a 0,55 kW/TR na faixa de 40 a 100% da carga térmica nominal.

A tabela 4.1 apresenta o consumo de energia elétrica mensal distribuído pelos equipamentos dessa central de ar-condicionado, em virtude do total de horas de funcionamento no mesmo período.

Tabela 4.1 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício  
Principal por equipamentos.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência [kW]	Consumo [kWh]
Resfriadoras	518	151	78.218
Bombas primárias	720	19,1	13752
Bombas secundárias	1440	65,0	93.600
Bombas de condensação	519	25,0	12.975
Torres de arrefecimento	1.030	20,1	20.703
<b>Total</b>			<b>219.248</b>

Para substituição das resfriadoras serão consideradas três opções:

1. substituição por resfriadoras de mesma capacidade, compressores parafuso;
2. substituição por uma resfriadora de mesma capacidade, compressor parafuso, e uma resfriadora de capacidade 100% maior, compressor centrífugo;

3. substituição por duas resfriadoras de capacidade 50% maior, compressores centrífugos.

A tabela 4.2 reúne as informações a respeito da análise financeira, para a qual se utiliza o índice de 8,5% para o reajuste anual das tarifas de energia elétrica — apurado pelo histórico das faturas nos últimos cinco anos — e 5,0% para reajuste anual dos custos de manutenção. No caso de investimento do capital, é considerada uma taxa de juros mensal de 1,2% para investimento do capital sem conservação e de 0,85% para as economias apuradas com a substituição dos equipamentos. Esses valores foram estimados, no cenário brasileiro atual, para investimento de um montante superior a R\$ 500.000,00 e pequenos investimentos. Sob juros simples é considerada apenas a taxa mensal de 0,85% para reajuste da economia com a substituição dos equipamentos. Os valores relativos ao investimento inicial incluem, além do equipamento, valor referente ao serviço de instalação.

Tabela 4.2 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Principal.

	<b>Opção 1</b>	<b>Opção 2</b>	<b>Opção 3</b>
Investimento inicial [R\$]	975.000,00	1.125.000,00	800.000,00
Valor de revenda dos equipamentos [R\$]	60.000,00	60.000,00	60.000,00
Economia média mensal com energia elétrica [R\$]	7.350,00	9.750,00	9.840,00
Economia média mensal com manutenção [R\$]	500,00	500,00	500,00
Tempo de retorno com investimento do capital [mês]	208	151	72
Tempo de retorno sem investimento do capital [mês]	52	47	34
Tempo de retorno no caso de juros simples [mês]	116	103	71

A figura 4.5 apresenta a análise financeira das mesmas opções de substituição pelo valor presente, levando-se em consideração a taxa SELIC de 0,936581% e a correção anual nos custos com energia elétrica e manutenção, respectivamente, pelos índices de 8,5% e 5,0%.

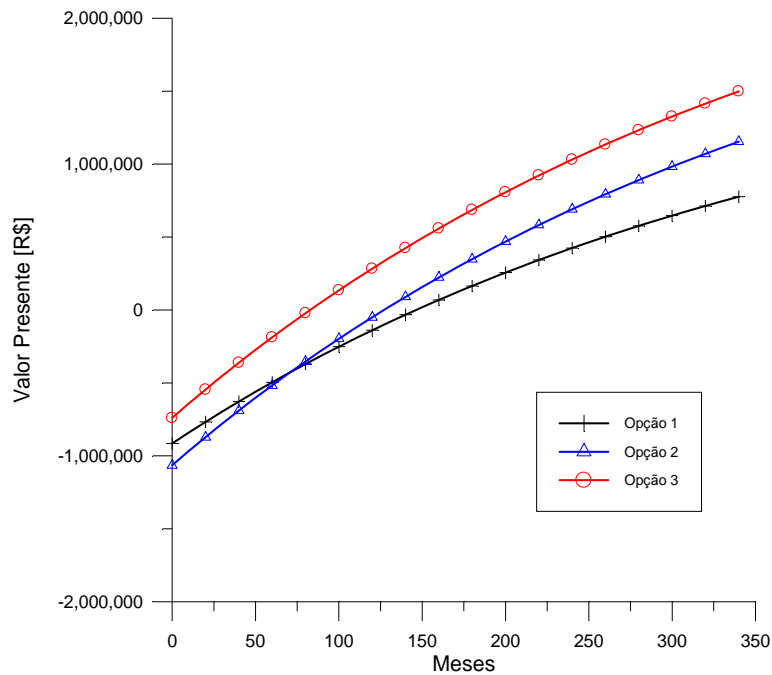


Figura 4.5 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Principal.

Outro aspecto é a substituição dos motores das bombas e ventiladores por outros de alto rendimento, com os quais podem ser alcançados ganhos na faixa de 1 a 2%, no rendimento. Frente ao investimento inicial para aquisição dos novos motores, por volta de 170 vezes o valor economizado mensalmente, resulta um tempo de retorno muito longo, superior a 12 anos, mesmo para as bombas do circuito secundário, as mais utilizadas. Dessa forma, a troca dos atuais motores por outros de alto rendimento pode ser realizada quando for necessária a substituição dos motores atuais.

Quanto ao sistema de termoacumulação, a proposta aqui considerada envolve uma nova tecnologia, com a qual não seria necessário o emprego de trocador de calor; o etilenoglicol seria eliminado da rede e não haveria necessidade da aquisição de equipamentos resfriadores específicos para fabricação de gelo, além de que a performance durante o ciclo de acumulação seria muito mais próxima à performance de produção de água gelada para conforto. Em contrapartida, a capacidade de acúmulo dos tanques, uma vez aproveitados, seria reduzida a cerca da metade prevista no projeto atual e, por se tratar de uma nova tecnologia, haveria todo o custo de desenvolvimento da solução e obtenção de recursos necessários ainda não disponíveis no mercado.

A idéia consiste em confinar em recipientes adequados um líquido com ponto de congelamento entre 0 °C e 7 °C, armazenando-os em tanques, de modo que as resfriadoras normalmente empregadas para produção de água gelada possam produzir água gelada tanto para o envio aos edifícios quanto para produção do gelo alternativo nos tanques, na configuração esquemática apresentada na figura 4.6. Nessa condição, o sistema pode não só produzir gelo alternativo e água gelada como também fazê-los ao mesmo tempo, se necessário. Esse modelo

representa um ganho de eficiência no funcionamento e não exige resfriadores especiais, pois a termoacumulação ocorre numa faixa de temperatura já adotada para produção de água gelada nos sistemas de climatização (com maior eficiência térmica), a eliminação do trocador de calor remove um elemento de perdas no sistema e a não-utilização de soluções mais viscosas que a água reduz a potência necessária para bombeamento do refrigerante secundário. O fato de a nova substância estar confinada, sem contato direto com qualquer outro fluido circulante já é uma vantagem ambiental, de forma que, com o uso de recipientes adequados, a possibilidade de contaminação da água circulante seria mínima. Substâncias que se prestam a esse papel são, por exemplo, as parafinas tetradecano e hexadecano, que, combinadas, formam uma mistura eutética e permitem a obtenção de ponto de congelamento entre 1,7 °C até 18,1 °C, de acordo com a proporção de cada substância na mistura [6]. Em contato com um engenheiro do Centro de Pesquisa da PETROBRAS, ele acredita que seria possível obter essas parafinas com um elevado índice de pureza a partir de produtos intermediários de baixo custo da planta de Camaçari, na Bahia. Outro problema a ser resolvido seria o envase desse material, para o qual talvez fosse conveniente o uso de latinhas de alumínio, a exemplo das utilizadas para bebidas energéticas, por possuírem um menor diâmetro, ou como as de refrigerante. Nesse caso, deveriam ser utilizadas com alguma solução que permita o empilhamento deixando entre si um espaço para circulação da água gelada. O preço do etilenoglicol adquirido pela Câmara por pregão neste ano, foi de R\$ 6,70 por quilo. A estimativa é que as parafinas citadas pudessem ser produzidas a um custo semelhante, sendo que a quantidade necessária é cerca de três vezes maior que a quantidade de etilenoglicol existente na rede do sistema, pois este produto não é empregado puro, mas em solução a 25%.

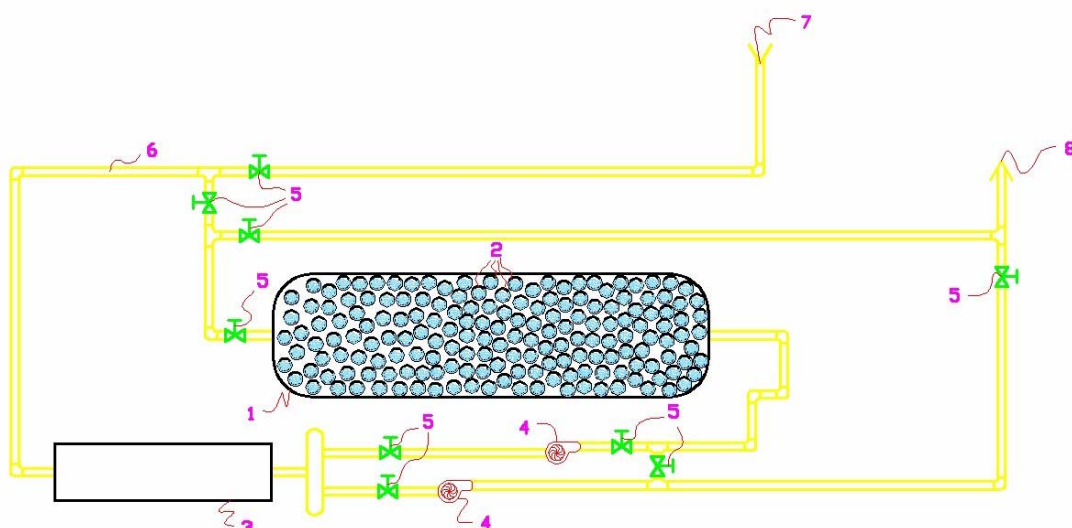


Figura 4.6 – Sistema de termoacumulação alternativo.



Uma nova tecnologia, também muito interessante, poderia ser empregada para aproveitar as vantagens operacionais dos equipamentos resfriadores ao se abaixar a temperatura da água de condensação, notadamente nos equipamentos mais modernos. A troca de calor realizada nas torres de arrefecimento é realizada de forma tanto mais eficiente quanto menor a umidade relativa do ar impelido pelos ventiladores, porque, dessa forma, maior quantidade de calor é removida na forma latente pela evaporação da água, o que aproxima a temperatura da água de condensação do seu limite nessa troca: a chamada temperatura de bulbo úmido. Em locais como Brasília, onde o clima é relativamente seco, essa troca é favorecida, e muitas vezes é inútil operar todos os ventiladores das torres a plena rotação, pois o incremento na redução de temperatura não compensa a potência a mais gasta nesses equipamentos. Modernas torres de arrefecimento estão preparadas para funcionamento modular e com controle da velocidade do ventilador em função das características climáticas. No caso específico do Edifício Principal, ainda que a temperatura de bulbo úmido esteja elevada, é possível conseguir uma redução adicional na temperatura da água de condensação se o espelho d'água for utilizado como um trocador de calor. A água de condensação, após a troca de calor com o ar poderia ser bombeada em tubos de material de boa condutividade térmica, preferencialmente aletados, imersos no espelho d'água, que funcionaria como um absorvedor de calor. Para tanto, seria necessário implementar um sistema de controle para avaliar as condições climáticas e decidir sobre a vantagem do uso do trocador de calor do espelho d'água para a operação das resfriadoras no momento. Esse esquema poderia ser utilizado também para reduzir o consumo de água na central, que é reposta na torre de arrefecimento. A desvantagem dessa solução seria certamente a necessidade freqüente de limpeza do trocador de calor imerso no espelho d'água, devido à maior temperatura das paredes externas do trocador submerso em relação à água, o que atrairia maior número de microorganismos e aumentaria a taxa de proliferação dos mesmos. Para se ter uma idéia dos possíveis ganhos, a resfriadora de 250 TR, compressor parafuso citada anteriormente, pode operar com um coeficiente de performance de 0,49 kW/TR para uma temperatura da água de condensação de 25 °C.

Diante do exposto, fica evidente que a Câmara dos Deputados deve investir também em automação dos sistemas de ar-condicionado, pois, apesar de que, teoricamente, um operador possa realizar de maneira ótima o ajuste de operação do sistema, isso, na prática, não ocorre. Como são muitas as variáveis envolvidas — notadamente em sistemas com termoacumulação — ao mesmo tempo que a todo instante as condições são alteradas, um bom gerenciamento de operação pode trazer ganhos significativos na redução do consumo de energia, evitando-se muito desperdício. Seria essencial estimar a carga térmica solicitada aos equipamentos a cada instante (o que pode ser feito medindo-se as temperaturas de entrada e saída da água gelada e vazão) para comando dos variadores de freqüência das bombas e, juntamente com uma programação horária com os custos da energia, decidir sobre quanto a desligar um equipamento e

transferir a carga a uma máquina já em operação ou acionar outra máquina e dividir uma carga existente em condição de menor custo, combinado ao estoque de frio acumulado nos tanques.

## 4.2.2 Edifício Anexo I

### 4.2.2.1 Elevadores

Os elevadores do Edifício Anexo I são responsáveis por cerca de 10,5% do consumo total de energia elétrica neste prédio e aproximadamente 2,8% do consumo total de energia elétrica dos Edifícios Principal e Anexo I, conforme os dados apresentados na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Consumo mensal de energia elétrica dos elevadores do Edifício Anexo I.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência média[kW]	Consumo [kWh]
Elevadores	1.196	11,1	13.271
<b>Total</b>			<b>13.271</b>

De acordo com as medições realizadas nesse equipamento, observa-se que os motores estão sobredimensionados, com um baixo fator de potência, e para este há uma grande variação durante a operação, de 10 a 60%. Devido a esse fato, o banco de capacitores instalado no Anexo I tem encontrado dificuldades para manter o fator de potência próximo ao valor ajustado. Foi observada também a existência mais intensa de harmônicos, notadamente o quinto, que pode ser devida aos retificadores eletrônicos empregados.

Observada a potência elétrica máxima registrada e o consumo de energia elétrica no período, pode-se estimar um fator de carga, que, aplicado a outra máquina de tração, de corrente alternada, torna possível estimar a redução no consumo de energia elétrica.

No entanto, a substituição da máquina de tração, que implicaria também a substituição do quadro de comando, não se mostra vantajosa, tendo em vista que a economia de energia é pequena, conforme projetado na tabela 4.4, para fazer frente ao investimento, estimado em torno de R\$ 800.000,00. Além disso, como já mencionado, é muito grande o transtorno causado para realização de uma obra como essa.

Tabela 4.4 – Dados para previsão de melhorias nos elevadores do Edifício Anexo I.

Equipamento	Potência máxima registrada por equipamento [kW]	Consumo médio no período de uma hora [kWh]	Consumo mensal [kWh]	Consumo mensal esperado com máquinas mais eficientes [kWh]	Previsão de economia mensal [R\$]
Elevadores	51,2	44,4	13.272	8.330	2.780,00

A análise pelo valor presente, sob as mesmas condições citadas anteriormente, é apresentada na figura 4.7.

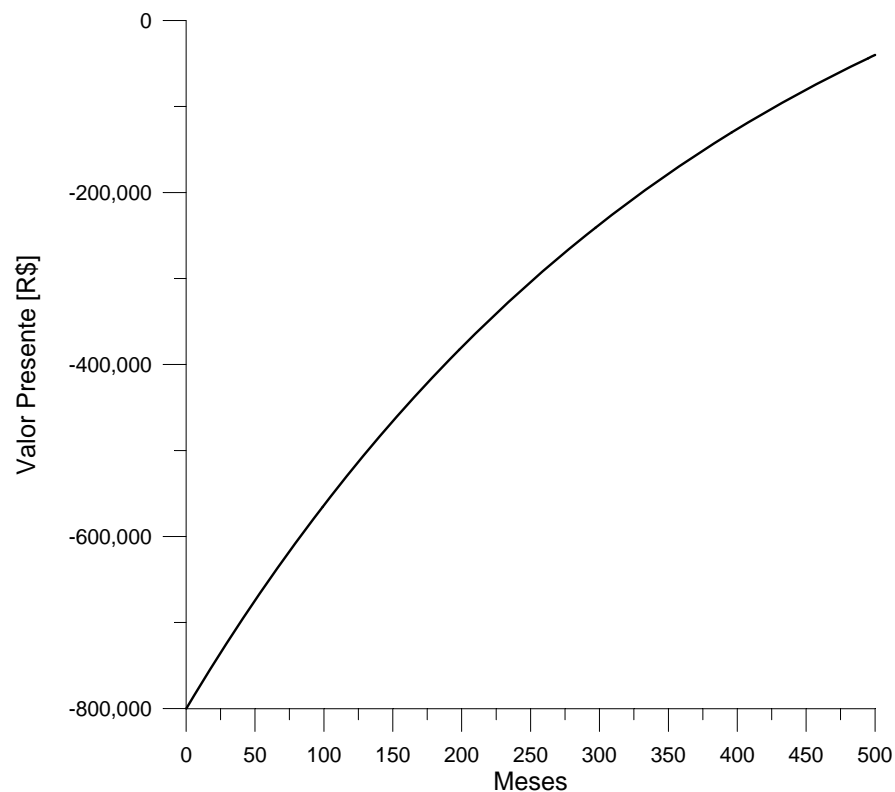


Figura 4.7 – Análise de valor presente para substituição dos elevadores do Edifício Anexo I.

### 4.2.3 Edifício Anexo II

#### 4.2.3.1 Ar-condicionado

Os equipamentos de ar-condicionado da central do Edifício Anexo II consomem cerca de 39% da energia elétrica de todo o prédio. A substituição das resfriadoras é obrigatória, em

virtude das questões ambientais, e o comportamento dos equipamentos sob cargas parciais é, sem dúvida, pior do que o das resfriadoras do Edifício Principal, pois, apesar das variações na carga térmica, a potência elétrica demandada pelos equipamentos não rompeu a barreira dos 60% da potência nominal em nenhum instante das medidas realizadas (máxima de 231 kW e mínima de 141 kW). Como esse valor já deve corresponder à parte plana da curva do equipamento (vide figura 4.4), é certo que o coeficiente de performance da ordem de 1,08 kW/TR deve se degradar muito rapidamente fora da condição nominal de operação, o que garante um grande potencial de conservação nesse sistema, sobretudo para operação sob cargas parciais. A tabela 4.5 resume o consumo médio de energia elétrica do sistema por equipamentos.

Tabela 4.5 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo II por equipamentos.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência [kW]	Consumo [kWh]
Resfriadoras	491	202,7	99.515
Bombas de água gelada	491	20,8	10.213
Bombas de condensação	491	20,8	23.904
Torres de arrefecimento	1.150	20,8	10.213
<b>Total</b>			<b>143.845</b>

As opções consideradas para substituição das resfriadoras serão as seguintes, tomando como referência máquinas atuais mais eficientes:

1. substituição por resfriadoras de mesma capacidade, compressores parafuso;
2. substituição por duas resfriadoras de capacidade 50% maior, compressores centrífugos.

Não será considerada a substituição de todas as resfriadoras por uma só centrífuga de maior capacidade, pois, dessa maneira, não haveria redundância na operação, necessária para situações de falha e até mesmo manutenção programada dos equipamentos. A tabela 4.6 apresenta a análise financeira das soluções propostas, mantidas as mesmas premissas da análise financeira dos equipamentos do Edifício Principal para as taxas de juros e reajuste de custos.

Tabela 4.6 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo II.

	<b>Opção 1</b>	<b>Opção 2</b>
Investimento inicial [R\$]	975.000,00	800.000,00
Valor de revenda dos equipamentos [R\$]	20.000,00	20.000,00

Economia média mensal com energia elétrica [R\$]	13.755,00	14.655,00
Economia média mensal com manutenção [R\$]	650,00	650,00
Tempo de retorno com investimento do capital [mês]	60	40
Tempo de retorno sem investimento do capital [mês]	32	25
Tempo de retorno no caso de juros simples [mês]	66	51

Pelo método do valor presente, sob as mesmas condições das análises anteriores, os resultados são apresentados na figura 4.8, para as duas opções apresentadas.

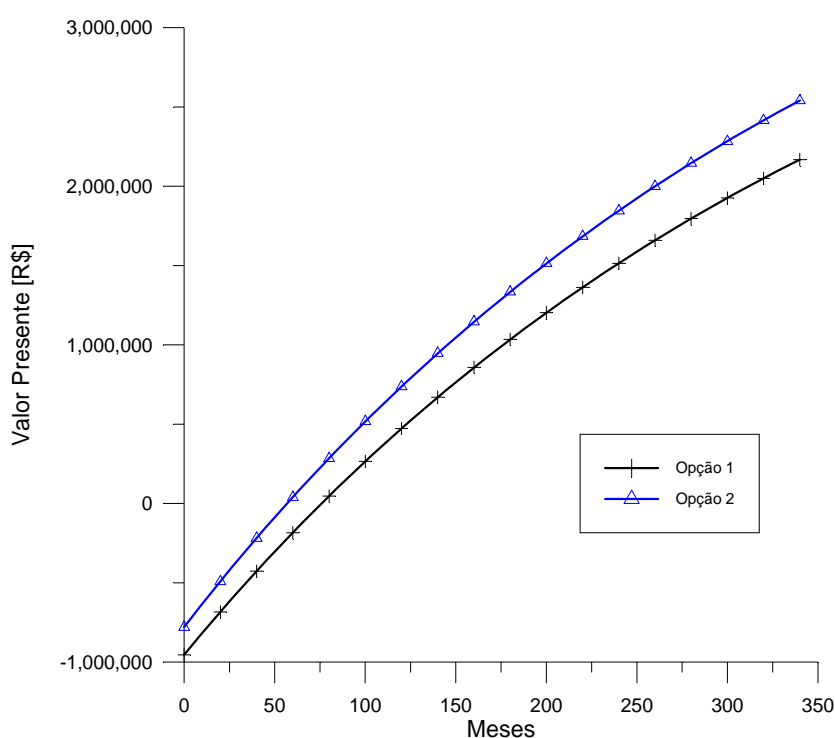


Figura 4.8 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo II.

Convém ressaltar que a opção 2 é muito vantajosa, mas devido ao emprego de duas máquinas de maior capacidade, que totalizam uma capacidade térmica maior que a atual, e que podem operar conjuntamente na instalação elétrica atual, demandando com folga potência menor que a requerida hoje, a operação deve reconhecer e limitar a capacidade térmica dos equipamentos a fim de evitar desperdícios e distribuir adequadamente a carga entre os equipamentos. Em outras palavras, fala-se novamente em automação do sistema, pois a operação inadequada pode resultar simplesmente em ampliar a capacidade térmica da central em 40% e obter redução no consumo de

energia apenas no embate entre a central atual, com equipamentos defasados, e uma central de capacidade 40% maior, com equipamentos modernos.

No tocante aos motores elétricos das bombas e ventiladores, a substituição por modelos de alto rendimento esbarra no retorno do investimento, devido ao pequeno ganho auferido nessa substituição, motivo pelo qual deve-se considerar essa hipótese apenas nos casos em que a substituição já seja requerida.

O Edifício Anexo II possui uma ampla área na cobertura exposta diretamente à insolação, o que aumenta carga térmica da instalação. Uma medida simples que poderia diminuir a transmissão de calor, contribuindo para a redução do consumo de energia, seria pintar a cobertura do prédio com uma tinta externa mais apropriada para reflexão, preferencialmente na cor branca. Resultaria o aspecto da parte externa do edifício semelhante ao projetado na figura 3.1, ao contrário do aspecto atual, em concreto aparente.

#### 4.2.4 Edifício Anexo III

##### 4.2.4.1 Ar-condicionado

Os equipamentos de ar-condicionado da central do Edifício Anexo III são responsáveis por cerca de 41% do consumo total de energia elétrica do prédio, e, conforme mencionado, serão substituídos por equipamentos novos de uma central compartilhada com o Anexo IV.

A título de ratificar a opção pela modernização, o consumo da central desse prédio foi mensurado, conforme tabela 4.7, para análise financeira de um investimento em modernização.

Tabela 4.7 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo III por equipamentos.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência [kW]	Consumo [kWh]
Resfriadoras	562	105	59.010
Bombas de água gelada	562	24,8	13.893
Bombas de condensação	1.503	13,1	19.675
Torres de arrefecimento	562	24,8	13.893
<b>Total</b>			<b>106.471</b>

Foram consideradas as seguintes opções para análise financeira:

1. substituição por duas resfriadoras de 250 TR, compressores parafuso;
2. substituição por uma resfriadora de 665 TR, compressor centrífugo, bombas e túnel para cobrir o percurso adicional (situação prevista).

Os resultados previstos estão resumidos na tabela 4.8, sob a mesma premissa de manter as demais condições das análises anteriores.

Tabela 4.8 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo III.

	<b>Opção 1</b>	<b>Opção 2</b>
Investimento inicial [R\$]	650.000,00	990.000,00
Valor de revenda dos equipamentos [R\$]	3.000,00	3.000,00
Economia média mensal com energia elétrica [R\$]	5.625,00	8.135,00
Economia média mensal com manutenção [R\$]	350,00	350,00
Tempo de retorno com investimento do capital [mês]	152	180
Tempo de retorno sem investimento do capital [mês]	48	51
Tempo de retorno no caso de juros simples [mês]	108	115

A figura 4.9 reúne os resultados pelo método do valor presente para as duas opções de substituição, mantidas as mesmas condições citadas nos demais casos para correção dos custos com energia elétrica e manutenção dos equipamentos.

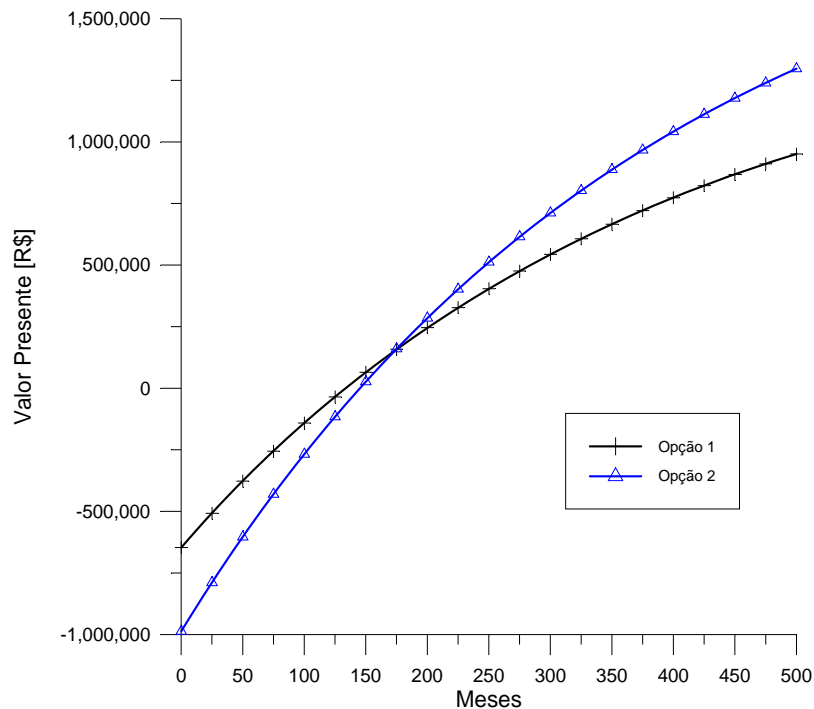


Figura 4.9 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo III.

À primeira vista, a opção 1 parece um pouco melhor, mas a opção 2 permite uma maior economia, pois o sistema de ar-condicionado utilizaria parcialmente as torres de arrefecimento, o que permite economizar na aquisição desse equipamento, e também porque a resfriadora também possuiria uma capacidade ociosa, que seria aproveitada para condicionamento do Edifício Anexo IV.

Assim como o Anexo II, também seria possível diminuir a carga térmica do Edifício Anexo III por meio da pintura da cobertura, levando-se em consideração também que há uma preocupação em manter uma harmonia da paisagem formada pelos dois edifícios.

## 4.2.5 Edifício Anexo IV

### 4.2.5.1 Ar-condicionado

A central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV é responsável por cerca de 34% do consumo de energia elétrica de todo o prédio e, obrigatoriamente, deverá ser substituída em virtude da inconformidade quanto ao refrigerante em uso. A exemplo das resfriadoras centrífugas do Anexo II, as máquinas do Anexo IV possuem um comportamento ruim a cargas parciais, em um grau ainda mais acentuado. De acordo com as medições nas resfriadoras, a potência elétrica



demandada oscilou apenas entre o mínimo de 240 kW e o máximo de 316 kW. Dessa forma, a redução de carga térmica quase não é acompanhada por uma redução na potência elétrica abaixo do patamar de 240 kW, correspondentes a 76% do valor máximo. O melhor coeficiente de performance estimado para tais equipamentos é 0,80 kW/TR, na condição de carga máxima.

O investimento estimado em novas resfriadoras atinge o montante de R\$ 2.300.000,00, para os quais se espera um retorno segundo a situação de consumo atual, apresentada na tabela 4.9, dentro dos prazos informados na tabela 4.10, mantendo-se as demais condições das análises financeiras precedentes.

Tabela 4.9 – Consumo mensal de energia elétrica na central de ar-condicionado do Edifício Anexo IV por equipamentos.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência [kW]	Consumo [kWh]
Resfriadoras	380	297,2	112.936
Bombas de água gelada	380	100	38.000
Bombas de condensação	920	33,7	31.013
Torres de arrefecimento	380	24,3	9.238
<b>Total</b>			<b>191.187</b>

Tabela 4.10 – Análise financeira da substituição das resfriadoras do Edifício Anexo IV.

	<b>Opção 1</b>
Investimento inicial [R\$]	2.300.000,00
Valor de revenda dos equipamentos [R\$]	35.000,00
Economia média mensal com energia elétrica [R\$]	16.785,00
Economia média mensal com manutenção [R\$]	980,00
Tempo de retorno com investimento do capital [mês]	260
Tempo de retorno sem investimento do capital [mês]	55
Tempo de retorno no caso de juros simples [mês]	127

Da mesma forma que nas análises anteriores, os resultados referentes ao valor presente estão apresentados na figura 4.10.

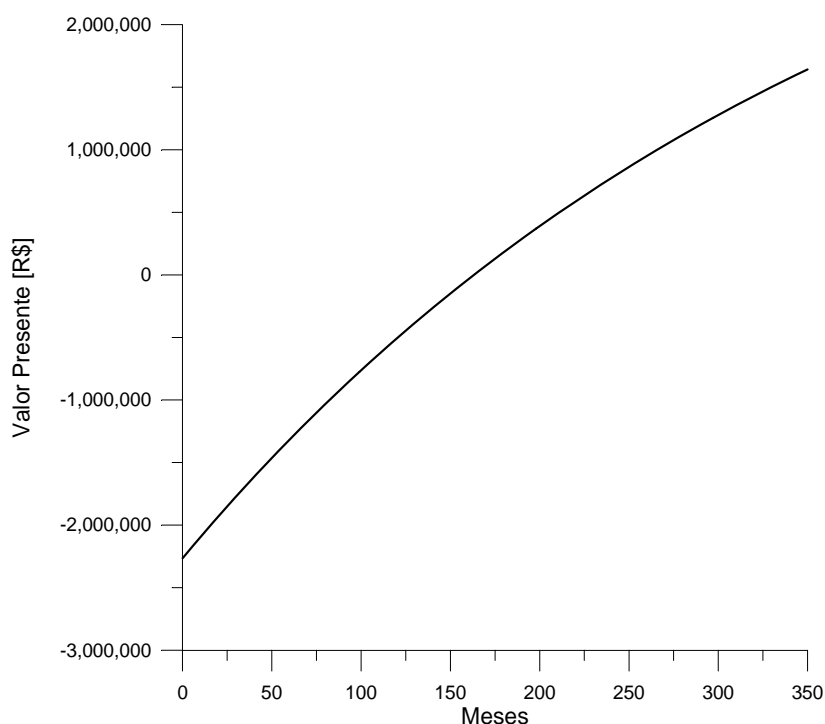


Figura 4.10 – Análise de valor presente para substituição das resfriadoras do Edifício Anexo IV.

#### 4.2.5.2 Elevadores

Os elevadores do Edifício Anexo IV são responsáveis por um consumo de energia elétrica de cerca de 6% de todo o consumo do prédio. Os maiores problemas desses equipamentos são o consumo de potência a vazio, da ordem de 3,5 kW para cada um dos motogeradores de 30 cv, e o baixo fator de potência, que atinge 28% a vazio, e pode alcançar 90% durante a operação. A tabela 4.11 apresenta o consumo dos diferentes tipos de elevadores do Anexo IV.

Tabela 4.11 – Consumo mensal de energia elétrica dos elevadores do Edifício Anexo IV.

Equipamentos	Horas de operação [h]	Potência média [kW]	Consumo [kWh]
Elevadores sociais	1.447	10,86	15.722
Elevadores privativos	1.440	6,28	9.048
Elevadores de serviço	1.447	5,45	7.886
<b>Total-</b>			<b>32.656</b>

Ao considerar a substituição desses equipamentos, são levantadas duas possibilidades:

1. substituição do comando e do motogerador, aproveitando as máquinas de tração atuais com retificadores estáticos;
2. substituição das máquinas de tração e motogeradores por máquinas de corrente alternada com novos quadros de comando;

A tabela 4.12 apresenta os resultados esperados para essas duas hipóteses de modernização, sob as mesmas condições anteriores para as taxas de juros e reajuste dos custos.

Tabela 4.12 – Análise financeira da substituição dos elevadores do Edifício Anexo IV.

	<b>Opção 1</b>	<b>Opção 2</b>
Investimento inicial [R\$]	1.250.000,00	1.525.000,00
Valor de revenda dos equipamentos [R\$]	16.500,00	25.000,00
Economia média mensal com energia elétrica [R\$]	3.985,00	4.515,00
Economia média mensal com manutenção [R\$]	35,00	35,00
Tempo de retorno com investimento do capital [mês]	$\infty$	$\infty$
Tempo de retorno sem investimento do capital [mês]	109	114
Tempo de retorno no caso de juros simples [mês]	304	327

Pelo valor presente, a análise financeira, baseada nas mesmas premissas anteriores, está apresentada na figura 4.11.

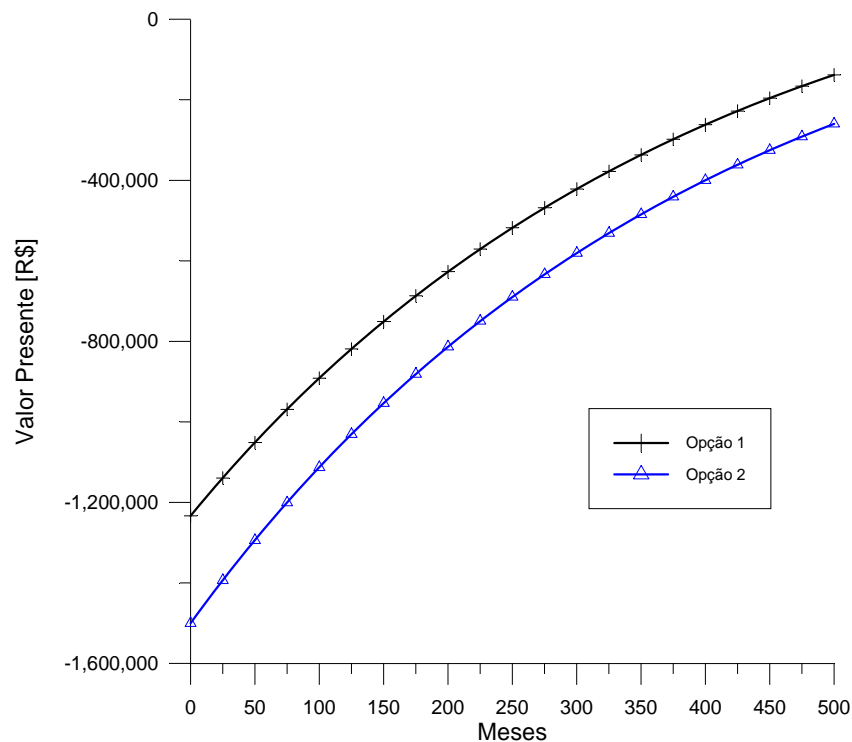


Figura 4.11 – Análise de valor presente para substituição dos elevadores do Edifício Anexo IV.

Na análise financeira foram retirados os valores relativos a mudanças estéticas, como a substituição de cabines. O investimento na modernização dos elevadores do Anexo IV não se apresenta como um grande potencial de conservação, sendo que, para qualquer uma das duas opções, o retorno do investimento é bem longo na hipótese de nenhum investimento do capital. Se houvesse aplicação, modernizar não seria uma boa opção financeira. De qualquer forma, deve-se considerar no comparativo entre as duas opções, que seriam utilizadas máquinas novas na opção 2, enquanto que na opção 1 as máquinas atuais, com cerca de 26 anos de uso, seriam mantidas após uma revisão geral.

## 4.3 PROPOSTAS EDUCATIVAS

### 4.3.1 Mudanças Operativas

A Câmara dos Deputados se enquadra na estrutura tarifária horo-sazonal de energia elétrica, do subgrupo AS, embora seja alimentada na tensão de 380 V, devido ao atendimento por sistema subterrâneo e o consumo de energia mensal acima dos 30 MWh [7]. Atualmente se aplica a tarifa azul, que possui tarifas diferenciadas de demanda de acordo com as horas de utilização do

dia. No estudo realizado em 1998, foi identificado que a migração para a tarifa verde, com uma tarifa única de demanda, seria mais vantajosa para a Câmara dos Deputados. Esse estudo foi refeito agora em 2006, de acordo com a tabela de tarifas da Companhia Energética de Brasília (CEB), atualizada em agosto de 2006, mantidas as mesmas condições de consumo e contratação durante o ano de 2006. Como resultado, de fato, a tarifa verde é mais vantajosa, sendo que, em nenhuma das contas de energia elétrica do Complexo Principal, em nenhum mês, foi verificada desvantagem na adoção dessa tarifa. Os resultados estão consolidados na tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Comparativo entre as tarifas azul e verde em 2006.

	<b>Valor médio mensal da conta – tarifa azul</b>	<b>Valor médio mensal da conta – tarifa verde</b>	<b>Diferença</b>
<b>Edifício Principal</b>	120.177,39	99.619,45	20.557,94
<b>Anexo I</b>	43.169,89	37.424,83	5.745,06
<b>Anexo II</b>	119.370,25	103.947,86	15.422,39
<b>Anexo III</b>	99.556,00	80.618,04	18.937,96
<b>Anexo IV ar-condicionado</b>	84.635,40	60.281,68	24.353,72
<b>Anexo IV iluminação</b>	125.262,29	115.388,07	9.874,22
<b>Total</b>	592.171,22	497.279,93	94.891,29

Levando-se em consideração a mudança de procedimentos operacionais que poderiam resultar em maiores economias na fatura de energia elétrica, sabe-se que os maiores custos envolvem o horário de ponta, devido à aplicação da tarifa horo-sazonal. Ao consumo de um kWh se aplica uma tarifa, e outra relativa à demanda dentro do período. A mais cara é a referente à demanda, pois, a título elucidativo, se uma carga que consuma 1 kW permanece ligada durante todo o horário de ponta, registra-se o consumo de 3 kWh, faturados ao valor total de R\$ 0,29. Quanto à demanda, não importa o período que a carga permaneceu ligada, mas tão somente se esta foi acionada ou não dentro do horário de ponta. Assim, se a carga foi ligada por apenas quinze minutos ou por todas as três horas, uma vez no mês ou por todos os dias, seria gerada a mesma fatura, de R\$ 38,85 para 1 kW. Pior ainda se a potência demandada por esta mesma carga fizesse com que fosse ultrapassada a demanda contratada junto à concessionária, pelo o que se pagariam R\$ 116,56! Isso posto, está evidente como a solicitação de potência elétrica da rede custa caro em qualquer momento do horário de ponta. Por consequência, a retirada programada de cargas nesse período é uma maneira muito eficiente de se reduzir a fatura de energia elétrica.

Exatamente pelos motivos expostos, a central de ar-condicionado do Edifício Principal possui tanques de termoacumulação. O gelo é produzido fora do horário de ponta, quando se consome uma quantidade de energia elétrica maior do que aquela caso as resfriadoras

permanecessem ligadas durante todo o horário de ponta, mas a custo menor. No horário de ponta, a intenção é que o gelo seja consumido e forneça o frio para condicionar os ambientes, enquanto as resfriadoras permanecem desligadas durante todo o período. Se uma máquina é desligada após o início do horário de ponta, ou ligada antecipadamente, o desperdício é grande. Talvez, a medida mais eficaz, nesse sentido de reduzir as faturas de energia elétrica, fosse o expediente na Câmara dos Deputados se encerrar às 18h. Mas como isso parece um tanto improvável, sugerem-se outras medidas.

Ao final do dia, as temperaturas são mais amenas, de forma que não existe um elevado gradiente de temperatura entre as áreas internas e externas. Também é esperada uma menor ocupação dos ambientes e cargas de equipamentos também em declínio. Além disso, como paredes, móveis, pisos e forros se encontram a uma temperatura baixa, existe uma considerável inércia térmica nos ambientes, somada à da própria água gelada em circulação nos sistemas centrais. Em vista disso, é possível aproveitar esse potencial, procedendo ao desligamento mais cedo das resfriadoras, mantendo-se as bombas de água gelada em operação. Com isso, a capacidade de refrigeração dos condicionadores seria reduzida progressivamente até que permanecessem em funcionamento apenas como ventiladores, quando as bombas também poderiam ser desligadas. Tipicamente, o desligamento poderia ser antecipado de uma hora a quarenta de minutos, sob condições normais de uso. Esse procedimento poderia ser testado nos edifícios para ajuste do tempo da antecedência com que pode ser realizado o desligamento, o que pode trazer uma apreciável economia de energia elétrica, sobretudo se as resfriadoras forem desligadas antes do início do horário de ponta. Como exemplo, ao desligar as resfriadoras do Anexo IV uma hora mais cedo, poderia resultar uma economia de cerca de 8.800 kWh por mês. Em termos monetários, uma economia de cerca de R\$ 12.600,00 mensais, caso nenhuma máquina estivesse em funcionamento no horário de ponta, o que permitiria reduzir a demanda contratada para esse período.

Quanto ao procedimento de se desligar os condicionadores do Anexo I às 12h, essa medida será mais eficiente na medida que permita o desligamento de alguma resfriadora no horário do almoço, motivo pelo qual sugerimos que os condicionadores sejam desligados e as cortinas fechadas. Cada condicionador do Anexo I, do tipo *fancolete*, representa um consumo médio de 180 Wh no período compreendido entre 12h e 14h.

Em caso de necessidade de serviços aos sábados, domingos e feriados, estes devem ser deslocados, na medida do possível, para o Edifício Anexo I, pois existe a possibilidade de se aproveitar o frio acumulado nos tanques de gelo para fornecimento de ar-condicionado, e dispensar custo extra com mão-de-obra para ligar e desligar os equipamentos, pois os comandos são individuais, disponíveis aos usuários e há operador permanentemente na central, no ramal 6-4481.

Na aquisição de novos equipamentos, deve-se dar preferência, sempre que possível, à especificação daqueles reconhecidamente mais eficientes, sobretudo se já participam

dos programas de etiquetagem. Isso contribuirá para reduzir o consumo de energia elétrica de geladeiras, microondas, televisores, equipamentos médico-hospitalares, cafeteiras etc.

O acompanhamento do consumo de energia de concessionários com fins lucrativos, como os restaurantes, permitiria uma cobrança baseada em **incentivos** à conservação. Seria necessário separar as cargas desses usuários internamente, implantar registradores e estabelecer os critérios de cobrança e reajustes antes das licitações e celebração de contratos. Isso poderia ser estendido também a outros recursos, como o consumo de água.

No Anexo IV, após o período de maior movimentação ao final do expediente, alguns elevadores poderiam ser desligados mais cedo, para religamento ao início do expediente no dia seguinte. Isso permitiria diminuir um pouco o consumo desses equipamentos em comparação com a situação atual de desativação automática dos motogeradores após um longo período de inatividade.

Em outra medida operativa, o bombeamento de água para os reservatórios superiores e intermediários dos prédios da Câmara poderia ser realizado programadamente antes do início do horário de ponta, para garantir que não seja necessário o bombeamento dentro do horário com maior custo da energia elétrica.

A limpeza das salas ao final do expediente é um procedimento que não contribui muito para a redução do consumo de energia elétrica na Câmara, sobretudo porque estimula que os usuários deixem luzes acesas e equipamentos ligados. Se essa tarefa fosse transferida para o início do expediente, além de favorecer as medidas educativas, haveria uma redução no consumo de energia durante o horário de ponta, ao mesmo tempo que a iluminação natural também poderia ser aproveitada para esse serviço.

A realização de eventos especiais, como o uso dos auditórios em cerimônias e apresentações, deveria, na medida do possível, ser programada para horários fora do período de ponta e horários de maior demanda de energia, preferencialmente no período da manhã.

A ocupação de áreas deve observar e favorecer o agrupamento de setores com horários de trabalho assemelhados e tarefas similares. Essa organização deve fazer parte do planejamento da própria instituição. Essencial seria fixar a definição de áreas com manutenção de serviços essenciais, e que a ocupação respeitasse sempre essas diretrizes. Seria algo como um plano-diretor das áreas da Câmara dos Deputados. Isso contribuiria para projeto de instalações, diminuição de custos e otimização da operação.

Baseado no consumo e demanda dos edifícios, é possível estabelecer metas para a operação e implantar, futuramente, sistemas de controle de cargas para não ultrapassagem de demanda.

### **4.3.2 Plano de Conservação**

Uma efetiva redução do consumo e das despesas com energia elétrica na Câmara dos Deputados depende da conscientização da sua população. Atingir esse objetivo não é algo fácil, e a aceitação de um programa de conservação de energia voltado apenas aos interesses da instituição deve ser muito mais difícil do que se essa questão for tratada de uma forma ampla, com um programa para difusão de informações e medidas que permitam também aos usuários obter ganhos em suas residências, e que possam beneficiar cada usuário no seu dia-a-dia. Dessa forma, a aceitação desse tipo de programa deve ser muito mais eficiente, e as medidas benéficas à instituição podem vir como uma forma natural de engajamento dos usuários.

Um possível meio de divulgação dessas informações poderia ser, por exemplo, a utilização de pequenos cartazes informativos — com apelo gráfico — como toalhas de mesa nos restaurantes da Câmara, a exemplo do utilizado por algumas redes de lanchonetes para divulgação da marca, entretenimento e informação.

O programa de conservação deveria ser uma medida permanente, com divulgação periódica em meios diversos, realização de palestras e treinamento. O contato inicial poderia ser feito já no ingresso do funcionário na Câmara dos Deputados, independentemente da atividade e vínculo com o órgão, com uma apresentação de medidas adotadas e metas do programa.

A realização periódica de seminários e até a instituição de datas específicas para abordagem do tema, como uma semana dedicada à conservação de energia, são medidas também eficazes para manter a população conscientizada da importância do assunto. Áreas já existentes na Câmara, como a Ecocâmara, também podem ser adotadas como base para orientação, incentivo ao programa e ao mesmo tempo identificação e formação de multiplicadores dentre as pessoas mais preocupadas com a questão ambiental. Ao mesmo tempo, poderiam surgir ações integradas com essas áreas, como exemplo, a implantação de um ponto coleta seletiva de pilhas e baterias que seriam enviadas para reciclagem.

#### **4.3.2.1 Medidas Domésticas**

Envolvem várias recomendações das concessionárias de energia elétrica e programas de conservação de energia, para redução do consumo de energia e preservação ambiental:



- Verifique as borrachas de vedação das portas da geladeira e do *freezer*, mantendo-as em bom estado. Esses eletrodomésticos normalmente são responsáveis pelo maior consumo de energia elétrica em uma residência.
- Instale geladeiras e *freezers* em locais bem ventilados, desencostados de paredes e móveis, distantes do fogão e em locais onde não haja incidência de sol.
- Não abra a geladeira sem necessidade. Procure criar o hábito de retirar ou colocar alimentos e bebidas de uma só vez.
- Não coloque alimentos ainda quentes na geladeira. Espere-os esfriar primeiro.
- Evite forrar as prateleiras para não impedir a circulação interna de ar frio.
- Regule a temperatura interna da geladeira para mantê-la adequada às suas necessidades, segundo orientação do fabricante.
- Não coloque panos ou roupas na parte traseira da geladeira ou *freezer*. Deixa-a livre e desimpedida. Secar roupas atrás da geladeira aumenta o consumo de energia elétrica.
- Nos dias quentes, utilize o chuveiro com a chave na posição verão. Na posição inverno, o consumo de energia elétrica é 30% maior. Nunca faça essa mudança com o chuveiro ligado nem durante o banho.
- Banhos mais demorados são mais dispendiosos. Procure reduzir o seu tempo de banho.
- Procure manter limpos os orifícios de saída de água do chuveiro.
- Não tente aproveitar uma resistência queimada, isso aumenta o consumo de energia.
- Evite tomar banho no horário de ponta (entre 18h e 21h).
- Evite acender qualquer lâmpada durante o dia. Procure se habituar à luz natural.
- Acostume-se a apagar as lâmpadas em ambientes desocupados, exceto aquelas mantidas por motivos de segurança.
- Utilize somente lâmpadas e equipamentos de tensão compatível com a rede de energia elétrica.
- Substitua lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes, que consomem menos energia, além de durarem mais.
- Lâmpadas sujas iluminam menos e gastam mais energia elétrica.
- Dê preferência ao uso de luminárias com refletor espelhado.

- Pinte o interior da sua casa com cores claras, elas refletem mais a luz, o que permite uma economia de energia elétrica.
- Na iluminação externa, use relé horário ou relé fotoelétrico para acionamento de lâmpadas que ficam acesas apenas durante a noite.
- Na iluminação de jardins, dê preferência a lâmpadas de vapor de sódio e metálica, que são mais econômicas.
- Não deixe o televisor e demais equipamentos ligados sem necessidade.
- Evite dormir com o televisor ligado.
- Habitue-se a acumular a maior quantidade de roupas para passá-las de uma só vez, o aquecimento do ferro várias vezes ao dia provoca um grande desperdício de energia elétrica.
- Dê preferência a roupas fáceis de passar ou de tecidos que dispensem essa tarefa.
- Use a temperatura adequada para cada tipo de tecido. É conveniente separar as roupas pelo tipo de tecido e passar primeiro as roupas que requeiram temperaturas mais baixas, reservando algumas das mais leves para o final, ao aproveitar o calor do ferro depois de desligado.
- Se ao passar roupa houver necessidade de interromper o serviço, não se esqueça de desligar o ferro.
- Evite passar roupas no horário de ponta (entre 18h e 21h).
- Use a máquina de lavar roupa e louças para lavar de uma única vez a quantidade máxima indicada pelo fabricante de roupas e louças.
- Limpe o filtro da máquina de lavar com frequência.
- Utilize somente a dosagem correta de sabão especificada pelo fabricante, e dê preferência a produtos biodegradáveis.
- Guarde a água com que você lavou a roupa para lavar o chão da sua casa.
- Feche a torneira enquanto escova os dentes.
- Lave seu carro com balde e pano, e não com mangueira.
- Conserte pequenos vazamentos ou torneiras que não se fecham direito.
- Use a vassoura para limpar a calçada, não uma mangueira.
- Evite abrir o forno a todo instante, isso aumenta o consumo de gás.
- Ao cozinhar ou ferver água, tampe a panela: é mais rápido e gasta menos gás.
- Limpe os filtros de aparelhos de ar-condicionado e hélices de ventiladores.
- Use a escada se tiver que subir ou descer um ou dois andares.
- Prefira embalagens recicláveis.

- Separe seu lixo para a coleta seletiva.
- Procure diminuir a quantidade de lixo produzida.

#### 4.3.2.2 Transporte

Seguem aqui algumas recomendações importantes para economia de combustível, dentre as quais muitas são fornecidas pelo CONPET [8]:

- Antes de sair de casa, planeje seu itinerário. Evite vias mais congestionadas, mesmo que isso aumente o seu percurso em alguns quilômetros.
- Acelere de modo gradativo ao dirigir, para prover apenas a força necessária à locomoção. Evite acelerar entre as mudanças de marchas.
- Não *estique* as marchas. Trocá-las na rotação correta do motor diminui o consumo.
- Ao avistar o sinal vermelho, tire o pé do acelerador. Com isso, você economiza combustível e prolonga a vida útil dos freios.
- Evite ficar parado com o motor do carro ligado por mais de dois minutos. Você gasta menos combustível se desligar o carro e ligá-lo novamente.
- Arrancadas bruscas e freadas bruscas aumentam o consumo, podem provocar acidentes e contribuem para o desgaste prematuro do veículo.
- Não dirija em alta velocidade. Testes com vários veículos comprovam que o consumo a 100 km/h pode ser até 20% maior do que a 80 km/h. Velocidade moderada é mais segura e econômica.
- Não acelere antes de desligar o motor. Você gastará combustível sem necessidade e provocará maior diluição do óleo lubrificante com esse combustível não queimado, o que prejudica a lubrificação, aumenta o desgaste e pode aumentar o consumo de lubrificante.
- Não use o carro para ir a lugares próximos. Procure andar a pé ou de bicicleta. Faz bem à saúde e à economia de combustível.
- Sempre que possível, dê preferência ao transporte coletivo. Se precisar usar o carro, promova o transporte solidário para otimizar o uso do combustível.
- Mantenha o motor do carro sempre regulado. Assim você gasta menos combustível e polui menos o meio ambiente. Certifique-se do bom estado dos filtros e do escapamento. A falta de escapamento e filtros em mau estado contribuem para aumentar o consumo de combustível e o desgaste.

- Mantenha sempre os pneus calibrados, realizando essa tarefa semanalmente, com os pneus frios. Pneus mal calibrados podem aumentar em 10% o consumo de combustível.
- Mantenha também a direção alinhada e as rodas balanceadas. Isso diminui o consumo de pneu e o desgaste de componentes da suspensão.
- Certifique-se sempre se o nível de óleo está adequado. Troque o óleo dentro dos prazos prescritos pelo fabricante e utilize os lubrificantes especificados para o motor do seu carro também pelo fabricante.
- Mantenha sempre velas, cabos e demais componentes do sistema de ignição em bom estado, pois uma boa ignição melhora o desempenho e ajuda a poupar combustível.
- Verifique periodicamente os freios. Freios presos resultam em desperdício de combustível.
- Evite o controle de embreagem, procure utilizar o freio, isso diminui o consumo de combustível e diminui o desgaste do sistema de embreagem.
- Nunca deixe o veículo em ponto-morto nas descidas, isso, além de perigoso, sobrecarrega os freios e, acredite: gasta mais combustível. A melhor estratégia é manter a marcha engatada e tirar os pés dos pedais da embreagem e do acelerador.
- Não descanse o pé sobre o pedal de embreagem, isso aumenta o desgaste do sistema.
- Não carregue peso desnecessário nem sobrecarregue o carro. Isto força o motor e aumenta o consumo. Cada 50 kg extra aumenta o consumo em 1%.
- Bagageiros geram turbulência e aumentam a resistência ao deslocamento do veículo, o que aumenta o consumo. Procure transportar sua bagagem dentro do veículo e remova os bagageiros se não estiverem sendo usados.
- Procure estacionar o veículo em lugares protegidos do sol, o que evita perdas de combustível por evaporação.
- Controle o consumo de combustível do seu carro. Isso pode ser feito ao completar o tanque em reabastecimentos consecutivos.
- Procure abastecer em postos de combustível de sua confiança, que garantam a procedência do combustível fornecido.
- Ao viajar, mantenha os vidros do carro levantados. Em maiores velocidades é melhor fechar os vidros e utilizar o ar-condicionado para reduzir o consumo de combustível.

#### 4.3.2.3 Na Câmara

Muitas medidas e ações tomadas pelos usuários podem diminuir o consumo de energia na Câmara, seguem aqui algumas orientações nesse sentido:

- Use a escada se tiver que subir ou descer um ou dois andares.
- No início e no final do dia, procure abrir as janelas e aproveitar a ventilação natural. Ligue o ar-condicionado apenas quando necessário.
- Procure também aproveitar a iluminação natural no início do dia caso não julgue necessário ligar o ar-condicionado ou, com este ligado, caso não haja uma grande área de incidência solar direta.
- Ao ligar o ar-condicionado, feche janelas e portas para locais não condicionados, isso melhora a eficiência do equipamento e evita desperdício.
- Não ligue o ar-condicionado em áreas que não estejam ocupadas.
- Não obstrua as passagens de ar (grelhas e difusores) com móveis e outros objetos.
- Apague as luzes e feche as cortinas em ambientes que não estejam ocupados.
- Procure evitar a incidência solar direta pelo vidro se o ar-condicionado estiver ligado. Se a área ensolarada for grande, é melhor fechar cortinas e(ou) *breezes* e acender a luz.
- Mantenha o termostato numa temperatura adequada: 23°C a 24°C. Os sistemas de ar-condicionado são projetados não para esfriar, mas para remover o excesso de calor de um ambiente. Essas são temperaturas consideradas de conforto térmico em quase todas situações, e os sistemas de ar-condicionado para conforto são projetados, quase sempre, para manter a temperatura na faixa de 23° a 25°C.
- Use camisas leves, evite o uso de roupas muito pesadas, elas certamente alteram a sensação térmica. Retirar o paletó e afrouxar a gravata é mais eficiente do que tentar fazer com que o ar-condicionado mantenha a temperatura da sala abaixo dos 23°C.
- Restrinja a iluminação dos ambientes apenas à área onde seja necessária.
- Evite acender e apagar as luzes a todo instante: isso diminui a vida útil de lâmpadas fluorescentes e reatores.

- Não abra a geladeira sem necessidade. Procure criar o hábito de retirar ou colocar alimentos e bebidas de uma só vez. Certifique-se de mantê-la bem fechada.
- Ligue a cafeteira apenas na hora que for utilizá-la e desligue-a em seguida.
- Não deixe televisores e rádios ligados sem necessidade, e se não estiverem em uso, desligue-os totalmente.
- Procure sempre economizar água. Por exemplo, no banheiro, feche a torneira enquanto escova as dentes.
- Procure manter instaladas as impressoras nos computadores mais utilizados do setor, isso evitar ligar computadores que estejam sem uso.
- Mantenha desligados os computadores e impressoras que não estejam sendo utilizados, se possuírem estabilizadores, desligue-os também.
- Habitue-se a desligar o monitor do seu computador quando sair da sala ou interromper o seu serviço para iniciar outra tarefa.
- De acordo com medição realizada nos computadores, ao desligar o monitor apenas o monitor, o consumo de energia pode cair quase à metade, o que, somente durante o horário de almoço, pode representar num edifício como o Anexo I a economia de 196 kWh por dia (R\$ 38,03), ou cerca de 4.508 kWh por mês (R\$ 874,68). Em todo o Complexo Principal, essa economia pode chegar a R\$ 6.330,00 mensais.
- Ao sair para o almoço, desligue o computador, impressora e, se houver, respectivos estabilizadores. Verifique se seus colegas também o fizeram. Se a sala for ficar vazia, mantenha as cortinas fechadas, desligue o ar-condicionado e apague as luzes.
- Ao invés de utilizar as esteiras rolantes da ligação com o Anexo IV, procure fazer o trajeto a pé.
- Ao término do expediente, redobre os cuidados: desligue todos os computadores, impressoras e estabilizadores, feche bem todas janelas e cortinas, desligue os aparelhos de ar-condicionado e apague todas as luzes.
- Procure orientar os novos colegas de serviço para deixá-los a par dessas medidas, e relembre mesmo os mais antigos quando necessário.

#### **4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse capítulo apresentou propostas para substituição de equipamentos resfriadores das centrais de ar-condicionado dos Edifícios Principal, Anexo II, Anexo III e Anexo IV, com uma estimativa do retorno financeiro do investimento nessas áreas. Novas tecnologias também são apresentadas, notadamente para o sistema de ar-condicionado do Edifício Principal. A substituição dos motores elétricos atuais por motores de alto rendimento não se mostra economicamente vantajosa, pelo pequeno incremento em eficiência. Também foram apresentados estudos referentes aos elevadores dos Edifícios Anexo I e Anexo IV, sendo que, no Anexo I, a troca das máquinas de tração também não se mostra viável.

Dentre as propostas educativas, foi verificado que a tarifa horo-sazonal verde é mais vantajosa para a aplicação na Câmara dos Deputados, com uma média, em 2006, de 84% do valor referente à tarifa azul. Alguns custos de energia relevantes foram apresentados, identificando possíveis economias com mudanças operativas, sobretudo para retirada de demanda no horário de ponta.

Por fim, foram apresentadas informações relativas a conservação de energia que podem ser reunidas e divulgadas num programa para conscientizar a população da Câmara dos Deputados para redução do consumo de energia e respeito ambiental.

## 5 – CONCLUSÕES

Após a realização desse estudo, observa-se que é necessária a implantação de um programa permanente de conservação de energia na Câmara dos Deputados, pois, por meio da conscientização e informação, é possível reduzir o desperdício e utilizar os recursos de forma mais racional, de forma a conter a tendência observada, nos últimos anos, de crescimento do consumo de energia elétrica.

Em todas as centrais de ar-condicionado há grandes oportunidades de conservação de energia por meio da linha de ação tecnológica, com investimento em equipamentos resfriadores de tecnologias atuais, que se mostram muito mais eficientes. Essas mudanças se iniciarão pelos Edifícios Anexo IV e Anexo III, e devem prosseguir pelo Edifício Anexo II, uma vez que os equipamentos dessa central já deveriam ter sido substituídos por sérias restrições ambientais ao refrigerante utilizado, que dificultam também a aquisição desse produto. A intervenção na central do Edifício Principal deve ser realizada por último, após um estudo mais detalhado quanto à reforma do banco de gelo existente e utilização do trocador de calor, ao emprego de novas tecnologias, como as aqui apresentadas, ou à retirada do sistema de termoacumulação.

Quanto aos elevadores, o potencial de economia de energia com a substituição dos equipamentos do Edifício Anexo IV revela um investimento de retorno financeiro modesto, frente ao investimento necessário. No Edifício Anexo I, a modernização realizada em 2000 torna o potencial de ganho ainda menos representativo, e a substituição dos elevadores desse edifício só seria considerada em função do final de vida útil do equipamento. Substituir os elevadores do Edifício Anexo IV é mais iminente, devido ao controle defasado tecnologicamente e ao conforto de operação.

O enquadramento da Câmara na tarifa horo-sazonal azul deve ser objeto de análise e consulta à concessionária quanto a possível alteração para a tarifa verde, uma vez que mantidos os equipamentos atuais e a mesmas condições de operação, a tarifa verde se mostra economicamente mais vantajosa. Um estudo posterior pode considerar como as intervenções já previstas podem modificar essa situação, sem se esquecer da troca dos equipamentos de iluminação, e estender essa análise para considerar também alterações resultantes do programa de conservação de energia. Com a redução de demanda no horário de ponta, a tarifa azul tende a ser a de menor custo.

Foram apresentadas algumas medidas, viabilizadas a baixo custo e, que poderiam ser implementadas no curto prazo, junto com a conscientização dos usuários, para reduzir a demanda de energia elétrica no horário de ponta. A adoção desses procedimentos, no entanto, depende, também, de decisões administrativas no sentido de melhor gerenciamento de recursos,



planejamento e procedimentos a serem instituídos. Nesse sentido, inclui-se a ação integrada entre diversos setores da Câmara.

Por fim, sugerem-se medidas educativas para conscientização dos usuários, de uma forma bem abrangente, que facilite a aceitação, e que possam ser divulgadas em vários veículos de divulgação institucional.

## **Referências Bibliográficas**

- [1] REIS, L. B.; SILVEIRA, S., “Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável: Introdução de Uma Visão Multidisciplinar”, 2ª Edição, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- [2] CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, “Conservação de Energia – Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos”, Editora da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, Minas Gerais, 2001.
- [3] ECOLUZ CONSULTORES ASSOCIADOS, “Avaliação do Potencial de Economia e Redução de Custos com Energia”, 1998.
- [4] CALM, J. M. and DOMANSKY, P. A, “R-22 Replacement Status”, ASHRAE Journal, 46 (8), August 2004.
- [5] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL, “O Brasil e a Proteção da Camada de Ozônio”, 1997.
- [6] BO, H., GUSTAFSSON, M. and SETTERWALL, F., “Paraffin Waxes and Their Mixture as Phase Change Materials (PCMs) for Cool Storage in District Cooling System”, Phase Change Materials and Chemical Reactions for Thermal Energy Storage First Workshop, Turkey, April 1998.
- [7] AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Resolução 456/2000, 2000.
- [8] MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, “Contribuindo para um Brasil Auto-suficiente em Petróleo”, Programa Nacional da Racionalização do Uso dos derivados do Petróleo e do Gás Natural, 2006.
- [9] CLEMENTINO, L. D., “A Conservação de Energia por Meio da Co-geração de Energia Elétrica”, Editora Érica, São Paulo, 2001.

## Apêndice A – Medições Exemplificativas

Primata Tecnologia Eletrônica  
Ltda

Aquisição: Programa 01  
Início 20/06/06 15:57:42  
Fim: 28/06/06 17:27:42  
Total de registros: 388

Data	Hora	Tensão A- (inst)(V)	Tensão B- (inst)(V)	Tensão C- (inst)(V)	Corrente A- (inst)(A)
20/06/06	15:57:42	219,98	218,44	217,83	281,32
20/06/06	16:27:42	218,77	217,30	216,54	285,98
20/06/06	16:57:42	221,96	220,29	219,77	276,64
20/06/06	17:27:42	224,24	222,71	222,35	268,66
20/06/06	17:57:42	223,83	222,18	222,04	267,62
20/06/06	18:27:42	225,61	223,54	224,42	152,46
20/06/06	18:57:42	223,27	221,40	222,16	176,86
20/06/06	19:27:42	223,32	221,63	221,52	225,60
20/06/06	19:57:42	224,69	223,03	223,24	187,34
20/06/06	20:27:42	218,95	217,83	216,90	276,80
20/06/06	20:57:42	220,22	218,97	218,23	268,08
20/06/06	21:27:42	215,30	215,28	216,06	280,52
20/06/06	21:57:42	217,72	217,97	218,76	280,14

Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Elevador AnexoIV Medidas Elevador Anexo IV  
Início: 27/10/2006  
Fim: 27/10/2006  
Total de registros: 2142

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
27/10/2006	09:21:36	216,6	216,01	215,56	17,735
27/10/2006	09:21:39	215,74	215,29	214,91	17,735
27/10/2006	09:21:42	216,35	215,67	215,32	17,685
27/10/2006	09:21:45	215,75	214,97	214,93	17,73
27/10/2006	09:21:48	216,22	215,67	215,39	17,9
27/10/2006	09:21:51	217,08	216,45	216,17	17,915
27/10/2006	09:21:54	217,27	216,56	216,36	17,9
27/10/2006	09:21:57	216,93	216,19	216,14	18,045
27/10/2006	09:22:00	214,39	213,44	213,74	51,65
27/10/2006	09:22:03	216,56	215,77	215,58	19,175

## Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Ar AnexoIV

Início: 31/10/06 5:03:25

Fim: 10/11/06 9:43:25

Total de registros: 2925

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
31/10/06	05:03:25	234,70	234,34	233,01	0,00
31/10/06	05:08:25	234,71	234,51	233,21	0,00
31/10/06	05:13:25	234,44	234,14	232,98	0,00
31/10/06	05:18:25	234,46	234,10	232,79	0,00
31/10/06	05:23:25	234,61	234,38	232,96	0,00
31/10/06	05:28:25	235,14	234,66	233,55	0,00
31/10/06	05:33:25	235,38	235,15	234,11	0,00
31/10/06	05:38:25	235,61	235,22	234,26	0,00
31/10/06	05:43:25	235,92	235,39	234,31	0,00
31/10/06	05:48:25	235,70	235,14	234,18	0,00
31/10/06	05:53:25	236,09	235,47	234,49	0,00
31/10/06	05:58:25	235,58	235,18	233,94	0,00
31/10/06	06:03:25	235,46	235,14	233,94	0,00
31/10/06	06:08:25	234,45	234,03	232,89	0,00
31/10/06	06:13:25	234,49	233,88	232,93	0,00
31/10/06	06:18:25	234,06	233,39	232,43	0,00

## Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Elevador

Início: 6/12/06 13:56:21

Fim: 6/12/06 15:49:00

Total de registros: 2254

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
06/12/06	13:56:21	222,00	221,32	222,01	15,47
06/12/06	13:56:24	225,24	224,92	225,20	4,96
06/12/06	13:56:27	222,10	221,47	221,74	6,52
06/12/06	13:56:30	221,20	219,87	219,19	85,61
06/12/06	13:56:33	222,47	222,25	221,70	72,55
06/12/06	13:56:36	222,73	222,50	223,08	41,61
06/12/06	13:56:39	222,60	222,23	222,60	30,58
06/12/06	13:56:42	224,13	223,67	223,78	49,75
06/12/06	13:56:45	224,79	224,35	224,53	5,26
06/12/06	13:56:48	222,78	222,49	222,64	6,41
06/12/06	13:56:51	221,09	219,93	219,93	83,56
06/12/06	13:56:54	222,76	222,57	222,80	22,91
06/12/06	13:56:57	222,97	222,86	223,36	24,29
06/12/06	13:57:00	223,12	222,67	222,79	43,90

## Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Anexo II

Início: 27/11/06 15:41:00

Fim: 29/11/06 16:01:00

Total de registros: 581

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
27/11/06	15:41:00	222,04	223,35	222,08	369,32
27/11/06	15:46:00	220,65	222,06	220,86	375,06
27/11/06	15:51:00	221,10	222,20	221,49	376,62
27/11/06	15:56:00	221,50	222,56	222,12	376,10
27/11/06	16:01:00	221,39	222,39	221,70	374,80
27/11/06	16:06:00	221,52	222,52	221,62	375,36
27/11/06	16:11:00	222,19	223,34	222,62	377,10
27/11/06	16:16:00	225,64	226,85	226,13	373,72
27/11/06	16:21:00	226,95	228,14	226,97	366,92
27/11/06	16:26:00	225,98	227,36	226,21	364,10
27/11/06	16:31:00	226,84	228,26	226,80	363,66
27/11/06	16:36:00	226,67	228,17	227,18	364,10
27/11/06	16:41:00	228,15	229,44	228,20	362,60
27/11/06	16:46:00	224,90	226,32	225,37	363,44
27/11/06	16:51:00	225,63	226,97	226,06	362,98
27/11/06	16:56:00	225,81	227,11	225,95	364,22

## Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Ar Anexo II

Início: 13/11/06 16:26:41

Fim: 17/11/06 16:16:41

Total de registros: 1151

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
13/11/06	16:26:41	228,08	228,77	227,88	278,54
13/11/06	16:31:41	227,77	228,23	227,33	281,20
13/11/06	16:36:41	227,83	228,24	227,32	290,66
13/11/06	16:41:41	228,53	228,89	225,35	294,54
13/11/06	16:46:41	228,07	228,34	226,38	281,04
13/11/06	16:51:41	228,24	228,71	226,66	278,32
13/11/06	16:56:41	228,00	228,47	226,21	292,98
13/11/06	17:01:41	228,46	228,98	226,67	293,80
13/11/06	17:06:41	228,12	228,50	227,09	280,58
13/11/06	17:11:41	228,47	228,94	227,37	284,56
13/11/06	17:16:41	228,65	229,13	227,77	274,06
13/11/06	17:21:41	228,86	229,31	227,80	264,46
13/11/06	17:26:41	228,27	229,69	227,39	251,78
13/11/06	17:31:41	228,42	229,85	227,93	252,78

## Primata Tecnologia Eletrônica Ltda

Aquisição: Anexo III

Início: 30/11/06 11:50:00

Fim: 04/12/06 17:00:00

Total de registros: 6975

Data	Hora	Tensão A (inst)(V)	Tensão B (inst)(V)	Tensão C (inst)(V)	Corrente A (inst)(A)
30/11/06	11:50:00	218,63	219,69	219,03	235,52
30/11/06	11:55:00	218,66	219,66	219,38	236,60
30/11/06	12:00:00	218,65	219,43	219,73	236,16
30/11/06	12:05:00	218,02	219,50	219,22	235,54
30/11/06	12:10:00	218,12	219,31	218,78	235,75
30/11/06	12:15:00	218,25	219,17	219,52	233,09
30/11/06	12:20:00	218,97	219,95	219,86	231,15
30/11/06	12:25:00	218,25	219,23	219,94	228,76
30/11/06	12:30:00	218,57	219,47	219,16	249,36
30/11/06	12:35:00	218,56	219,44	219,68	245,26
30/11/06	12:40:00	217,08	219,25	219,88	235,41
30/11/06	12:45:00	218,66	219,32	219,47	240,32
30/11/06	12:50:00	218,42	219,09	219,21	237,10
30/11/06	12:55:00	218,28	219,24	219,97	240,61

## **Apêndice B – Metodologia de Cálculo**

Para realização dos cálculos de análise financeira, foi empregada a seguinte metodologia:

- levantamento do horário de operação dos equipamentos por um período de pelo ao menos 7 dias consecutivos, para estimativa da quantidade de horas de funcionamento no intervalo de um mês;
- separação das horas de funcionamento no horário de ponta;
- determinação de uma potência média, de acordo o consumo de energia no período em que foram realizadas as medidas;
- foi determinado, em cada situação, um fator de carga, de acordo com a potência máxima registrada e a potência média determinada anteriormente;
- foram consideradas as potências máximas registradas nos períodos de ponta e fora de ponta para cálculo de redução da demanda;
- com as especificações dos equipamentos propostos para substituição; foram analisadas, sob o mesmo regime de operação, a quantidade de energia que seria consumida nos horários de ponta e fora de ponta, e a demanda máxima nos dois períodos;
- para fins de cálculo, foi efetuada uma média dos valores da tarifa horo-sazonal azul da CEB, grupo AS, poder público, para consumo na época seca e úmida, incluídos os impostos. Os valores para demanda foram tomados diretamente da última fatura de energia;
- a diferença entre os valores estimados para os equipamentos atuais e os equipamentos propostos; referentes ao consumo de energia fora da ponta e na ponta, e demanda na ponta e fora da ponta, possibilitaram estimar o valor economizado mensalmente com energia elétrica;
- essa economia mensal estimada foi empregada para análise do tempo de retorno do investimento, juntamente com os valores estimados para economia com manutenção e venda dos atuais equipamentos, e o valor orçado para investimento nos equipamentos propostos;
- as demais condições utilizadas no modelo de análise financeira foram as seguintes: correção anual da tarifa de energia elétrica (8,5%), correção anual dos custos de manutenção (5%), taxa de juros mensal para investimento do capital no caso de

não-substituição dos equipamentos (1,2%) e taxa de juros mensal para investimento do economizado com a substituição dos equipamentos (0,85%);

- no caso da análise pelo valor presente, foi utilizada a taxa de juros referente à taxa SELIC de 0,936581% ao mês, e corrigindo-se os custos com energia elétrica e manutenção, uma vez a cada doze meses, às respectivas taxas 8,5% e 5%.



## **Apêndice C – Outros Meios de Divulgação**

Para divulgação do plano de conservação de energia, a Câmara dispõe de vários veículos que poderiam ser alocados, simultaneamente, com essa finalidade. Desses, destacam-se:

- os cursos de educação a distância;
- a Ecocâmara;
- a Revista da Casa;
- os restaurantes e lanchonetes;
- o Jornal da Câmara;
- a TV Câmara;
- o sítio na Internet;
- o papel de parede institucional dos computadores;
- a Rádio Câmara;
- o Portal do Servidor.