



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COLÉGIO TÉCNICO
SETOR DE ELETRÔNICA

Análise do Perfil de Consumo de Energia Elétrica no COLTEC e Propostas de Medidas de Economia

Relatório Técnico

Coordenação: Prof. Eduardo Fernandes Barbosa

Realização: Alunos do Curso Técnico de Eletrônica

Setor de Eletrônica – Colégio Técnico – UFMG

Junho de 2001

Apresentação

Este trabalho é uma realização dos alunos do 3º. ano do Curso Técnico de Eletrônica do Coltec, sob a coordenação de professores do Setor de Eletrônica. Trata-se de uma atividade de ensino integrada ao Projeto “*Aprendendo Eletrônica Através de Projetos*”, que tem como objetivo geral contribuir para a implantação da *Metodologia de Projetos* no Curso de Eletrônica, sistematizando a experiência existente e formulando novas propostas pedagógicas orientadas pelo *método de ensino através de projetos*¹.

Em maio de 2001, motivados pela atual crise na produção de energia elétrica, os alunos se organizaram para a realização deste projeto, sob a orientação do professor Eduardo Fernandes Barbosa, com o objetivo de fazer um levantamento de toda a demanda de energia elétrica instalada no Coltec e o perfil de consumo. Com base na análise dos dados levantados, são apresentadas propostas para economia e uso racional da energia, buscando a realização da meta estabelecida para os órgãos públicos, de reduzir o consumo atual em 20% até o final de julho de 2001.

O trabalho foi realizado considerando-se diretrizes da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), na qual as seguintes condições foram atendidas para o projeto em foco:

- ✓ *Ser um objeto de realização concreta*
- ✓ *Ter algum impacto no ambiente*
- ✓ *Modificar a relação professor/aluno*
- ✓ *Basear-se em uma nova abordagem dos saberes*
- ✓ *Fazer surgir uma nova concepção de avaliação*
- ✓ *Apresentar-se como um desafio para os alunos*
- ✓ *Ter uma dimensão coletiva*

Do ponto de vista institucional, o resultado mais importante é a contribuição representada pela análise do atual perfil de consumo de energia na Escola. Desta análise, será possível desenvolver propostas de economia visando a realização da meta que cabe ao Coltec como unidade da UFMG.

Do ponto de vista pedagógico os seguintes resultados de aprendizagem são visíveis nos alunos e merecem destaque:

- ✓ Habilidade para organização do trabalho em equipe
- ✓ Planejamento do trabalho em função de objetivos e metas
- ✓ Habilidade na realização de estimativas e medição de grandezas elétricas (potência, energia, rendimento, fator de potência)
- ✓ Elaboração de relatórios técnicos
- ✓ Identificação de problemas e estratégias para solução
- ✓ Habilidade para relacionamentos interpessoais
- ✓ Desenvolvimento da capacidade de análise e decisão

Este relatório apresenta os dados coletados, a metodologia utilizada e as sugestões propostas para redução do consumo de energia elétrica no Coltec.

Prof. Eduardo Fernandes Barbosa
Coordenador do Projeto

Belo Horizonte, 22 de junho de 2001

¹ O Projeto foi desenvolvido na forma de problema aberto proposto aos alunos tendo como base a proposta metodológica denominada ABP (Aprendizagem Baseada em Problemas).

Análise do Perfil de Consumo de Energia Elétrica no COLTEC e Propostas de Medidas de Economia

Relatório Técnico

1. Justificativa

A atual crise na produção da energia elétrica forçou a adoção de medidas de racionamento em todos os setores de atividade. Os órgãos públicos devem atingir a meta de redução de 20% até o mês de julho de 2001. O corte puramente linear e aplicado sem o conhecimento das diversas *classes de consumo* e sem a estimativa do impacto de cada classe no consumo geral das diversas Unidades da UFMG, nem sempre é viável e pode não levar aos resultados desejados. A solução do problema requer conhecimento do real perfil de consumo de cada unidade, de modo a orientar decisões e propostas de redução.

2. Objetivos

- ❑ Fazer o levantamento da demanda de energia elétrica instalada no Coltec e do perfil de consumo
- ❑ Analisar a demanda e o perfil de consumo, identificando possibilidades de economia de energia nos diversos setores e classes de consumo
- ❑ Apresentar sugestões de propostas para o cumprimento da meta de economia estabelecida para o Coltec, através da simulação de novos perfis de consumo

3. Participantes

Participaram do Projeto os 33 alunos do 3º. ano do Curso de Eletrônica do Coltec, distribuídos em três equipes:

Equipe A “Puxando a tomada”	Equipe B “Luz ou apagão. Eis a questão”	Equipe C “Eletrônica em ação – uma luz no apagão”
Coord.: Flávia, Augusto e Daniel	Coord.: Lívia, Hamilton e Igor	Coord.: Renato, Rudá e Mateus
André Victoria Augusto Silva Gonçalves Bruno Augusto Teixeira Bruno Goulart Magalhães Daniel Ewerton M Vidal Douglas Iceri Lasmar Elberson J Medeiros Fábio Ferreira Moraes Fabrício Fontes Andrade Fabrício Nunes da Costa Flávia Costa de Souza	Gabriel Murilo M Resende Hamilton Guilherme Oliveira Ícaro Norberto B Braga Igor Soares Dias Júlia Jacob Costa Juliana Zeymer Auad Lívia Siman Gomes Lucinei Rosa Araujo Luiz Eduardo F Barbosa Luiz Fernando Nogueira Marcos Oliveira Prates	Mateus de Araujo Fernandes Maxwell Perona Ribeiro Pedro Henrique C Faria Rafael de Oliveira Costa Rafael Neres dos Santos Raquel Ramos Faleiro Cruz Renato Menezes Manna Roberta Diniz Viana Ruda Grossi C Martins Túlio Regis Correa Wallace Carvalho da Silva

4. Procedimentos e Estratégias de Implementação

Atividades Realizadas

1. Identificação do problema, estabelecimento de metas e prazos
2. Definição da metodologia de trabalho e uniformização de procedimentos
3. Elaboração de planilhas para coleta de dados
4. Levantamento de salas, laboratórios, gabinetes, oficinas, áreas comuns, etc.
5. Coleta de dados em todos os setores acadêmicos e administrativos
6. Digitação dos dados coletados
7. Discussão de sugestões e propostas para redução de consumo
8. Elaboração de gráficos de consumo
10. Detalhamento das propostas
11. Simulação de impactos das propostas no consumo geral
12. Elaboração final das propostas a partir dos resultados das simulações
13. Implantação
14. Análise dos resultados e elaboração de Relatório Final

Levantamento de Salas e ambientes do Coltec (146 ambientes mapeados)

Relação de Salas do Coltec	
1º. Andar	
101	Serviços Gerais
102	Sala de Desenho
103	Oficina Mecânica
104	Depósito Serviços Gerais
105	Oficina Mecânica
106	Depósito Serviços Gerais
107	Sala de Aula Mecânica
108	Sala dos Funcionários
109	Secretaria
110	Sala de Artes
111	Seção de Ensino
112	Tgl
113	Sala de Apoio Serviços Gerais
114	Projeto Caparaó
115	Fotografia (Tgl)
116	Banheiro Masculino
117	Seção de Apoio Administrativo
118	Banheiro Feminino
119	Hialotécnica
120	Camarim do Auditório
121	Laboratório de Hialotécnica
122	Auditório
123	Oficina de Madeira
139	Auditório da Biologia
140	Auditório da Patologia Clínica
141	Sala de Preparação da Biologia
142	Laboratório de Patologia Clínica
143	Depósito Biologia
144	Almoxarifado da Patologia Clínica
145	Laboratório de Biologia
146	Laboratório de Patologia Clínica

147	Laboratório de Biologia
148	Laboratório de Patologia Clínica
149	Laboratório de Biologia
150	Laboratório de Patologia Clínica
151	Laboratório de Biologia
152	Sala de Preparação da Patologia Clínica
153	Sala de Professores Biologia
154	Sala dos Professores da Patologia Clínica
155	Banheiro Masculino
156	Museu de Biologia
157	Banheiro Feminino
158	Banheiro das Faxineiras
159	Setor de Reprografia
160	Banheiro dos Faxineiros
161	Arquivo Morto
162	Sala dos Professores de Educação Física
163	Sala das Faxineiras
165	Sala de Dança
2º. Andar	
201	Auditório II
202	Laboratório de Química
203	Sala de Estudo
204	Laboratório de Química
205	PEMJA
206	Laboratório de Química
207	Sala de Aula
208	Laboratório de Química
209	Escada de Acesso para o Telhado
210	Laboratório de Química
211	Coordenação de Estágio
212	Instrumentação Laboratório/Almoxarifado
213	Cenex/Napq
214	Laboratório Eletrônica
215	Sala de Professores Instrumentação
216	Laboratório de Instrumentação
217	Sala de Professores de Instrumentação
218	Laboratório de Instrumentação
219	NED – Núcleo de Estudos de Design
220	Laboratório de Instrumentação
221	Sala de Professores de Química
222	Laboratório de Eletrônica
223	Sala de Professores de Química
224	Laboratório de Eletrônica
225	Sala de Professores de Química
226	Laboratório de Eletrônica
227	Sala de Professores de Química
228	Laboratório de Eletrônica
229	Sala de Professores de Ciências Sociais
231	Sala de Professores de Ciências Sociais
233	Sala de Professores de Eletrônica
235	Sala de Professores de Eletrônica
237	Salade Professores Tgl
239	Diretoria
240	Biblioteca
241	Laboratório de Química
242	Laboratório de Química

243	Sala de Professores de Física
244	Sala de Professores de Química
245	Sala de Professores de Física
246	Laboratório de Química
247	Sala de Professores de Física
248	Laboratório de Química
249	Sala de Professores de Física
250	Laboratório de Física
251	Sala de Professores de Física
252	Laboratório de Física
253	Sala de Professores de Física
254	Sala de Aula de Física
255	Física
256	Sala das Psicólogas
257	Física
258	Sala de Apoio Cenex/Napq
259	Almoxarifado da Física
261	Laboratório de Física
263	Banheiro Masculino
265	Banheiro Feminino
NMM	Núcleo de Microinformática E Multimídia
3º.Andar	
300	Sala de Aula
301	Sala de Aula
302	Sala de Aula
303	Sala de Professores de Inglês
304	Sala de Aula
305	Sala de Aula
306	Sala de Aula
307	Sala de Aula
308	Sala de Aula
309	Sala de Aula
310	Sala de Professores de Português
311	Sala de Aula
312	Sala de Professores de Matemática
313	Sala de Geografia
314	Sala de Professores de Matemática
315	Banheiro Masculino
316	Sala de Professores de Português
317	Banheiro Feminino
318	Sala de Professores de Português
319	Sala de Professores de Inglês
320	Sala de Aula
321	Sala de Professores de Português
322	Banheiro Feminino
324	Banheiro Masculino
325	Sala de Aula
326	Laboratório de Matemática
327	Sala de Aula – Língua Estrangeira
-	Cantina
-	Grêmio
-	Corredor 1 do 1º. andar
-	Corredor 2 do 1º. andar
-	Corredor 1 do 2º. andar
-	Corredor 2 do 2º. andar
-	Corredor do 3º. andar

-	Corredor da Diretoria
---	-----------------------

Planilha de Levantamento de Demanda

Foram criadas planilhas para levantamento do perfil de consumo (Anexo). Cada ambiente foi avaliado por *classe de consumo*, de acordo com as seguintes categorias:

Classes de Consumo	Exemplos
Iluminação	Luminárias com lâmpadas fluorescentes ou incandescentes
Equipamentos	Computadores, impressoras, scanner, equipamentos de rede de computadores, fax, xerox, instrumentação de laboratório, etc.
Aquecimento	Chuveiro, aquecedores, forno elétrico, microondas, etc.
Refrigeração	Ar condicionado, geladeira, freezer, ventiladores, etc.
Força Motriz	Bombas hidráulicas, máquinas operatrizes, etc.

Os ambientes avaliados foram classificados de acordo com as seguintes categorias:

Classes de Ambiente	Exemplos
Salas de Aula	Salas de atendimento a alunos, aulas teóricas (exclui laboratórios)
Gabinetes	Sala de professores
Laboratórios	Eletrônica, Instrumentação, Biologia, Física, Química, etc.
Oficinas	Mecânica, Elétrica, etc.
Administração	Diretoria, Secretaria, Serviço de Ensino, Serviços Gerais, etc
Áreas Comuns	Cantina, corredores, auditórios, banheiros, etc.

Procedimentos de Cálculo

Para os ambientes com vários itens iguais na mesma classe de consumo, o consumo mensal foi calculado da seguinte forma (h/s = horas/semana):

$$KWh/mes = Pot_{tot} \times h/s \times 4 \text{ semanas}$$

Para os ambientes com vários itens de consumo diferentes na mesma classe de consumo, o consumo mensal foi calculado da seguinte forma:

$$KWh/mes = [(Pot_{tot1}) \times h/s_1 + (Pot_{tot2}) \times h/s_2 + \dots + (Pot_{totn}) \times h/s_n] \times 4 \text{ semanas}$$

Para os itens de consumo com funcionamento ininterrupto, o consumo mensal foi calculado como:

$$KWh/mes = Pot_{tot} \times 24 \text{ h/dia} \times 30 \text{ dias/mes}$$

Cálculo da Média de Consumo Mensal

Foram consideradas as últimas 5 contas de energia para cálculo da média de consumo real:

Mês base	Mês de apresentação	Consumo (KWh/mês)	Observações
Dez/00	Jan/01	30.720	
Jan/00	Fev/01	29.760	
Fev/00	Mar/01	22.560	Mês de 28 dias + recessos
Mar/00	Abr/01	31.200	
Abr/00	Mai/01	30.960	
Média		29.040	
Meta com redução de 20%		23.232	Redução necessária: 5.808 KWh

Estimativa da Média de Consumo Mensal

O levantamento realizado resultou em um consumo médio mensal de **29.241,42 KWh**, diferindo em apenas **0,7%** do valor de **29.040,00 KWh**, medidos pela concessionária. Esta comparação indica que o procedimento utilizado nas estimativas foi de grande precisão. A média dos meses de abril, maio e junho de 2000 foi de **28.556,00 KWh**, inferior em **2,3%** em relação ao consumo geral obtido por estimativa.

Estratégias para elaboração de Propostas

Considerando as características do problema e suas possíveis causas, foram definidas três níveis de abrangência para as propostas:

Nível de abrangência	Exemplos
Nível I – Medidas Administrativas	Alteração de horários; regras para uso de iluminação, equipamentos; restrições a classes de consumo, definição de metas específicas, etc.
Nível II – Medidas de Investimento	Alterações de lay-outs, automação predial, sensores, temporizadores, substituição de equipamentos, reconfiguração de instalações elétricas, controle localizado, etc.
Nível III – Medidas de Reeducação	Campanhas educativas, realização de palestras, cursos, seminários, concursos de sugestões, premiação para melhores propostas, etc.

5. Quadro Geral do Perfil de Consumo do Coltec

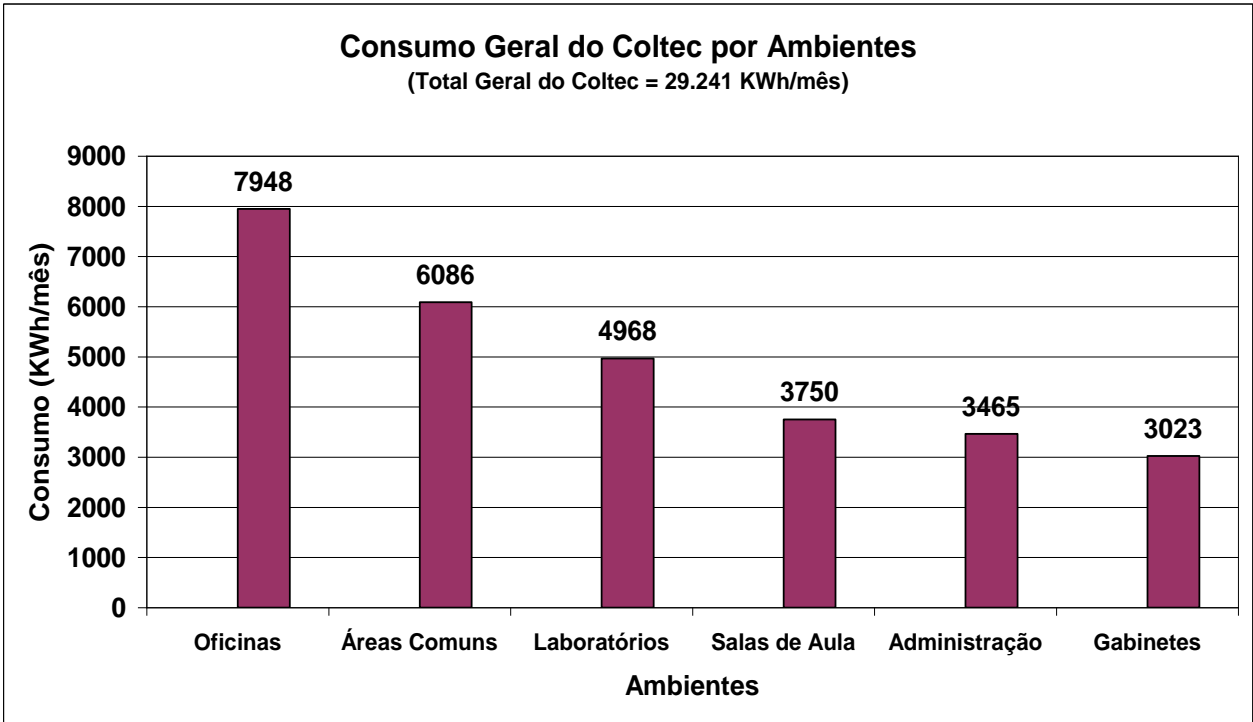
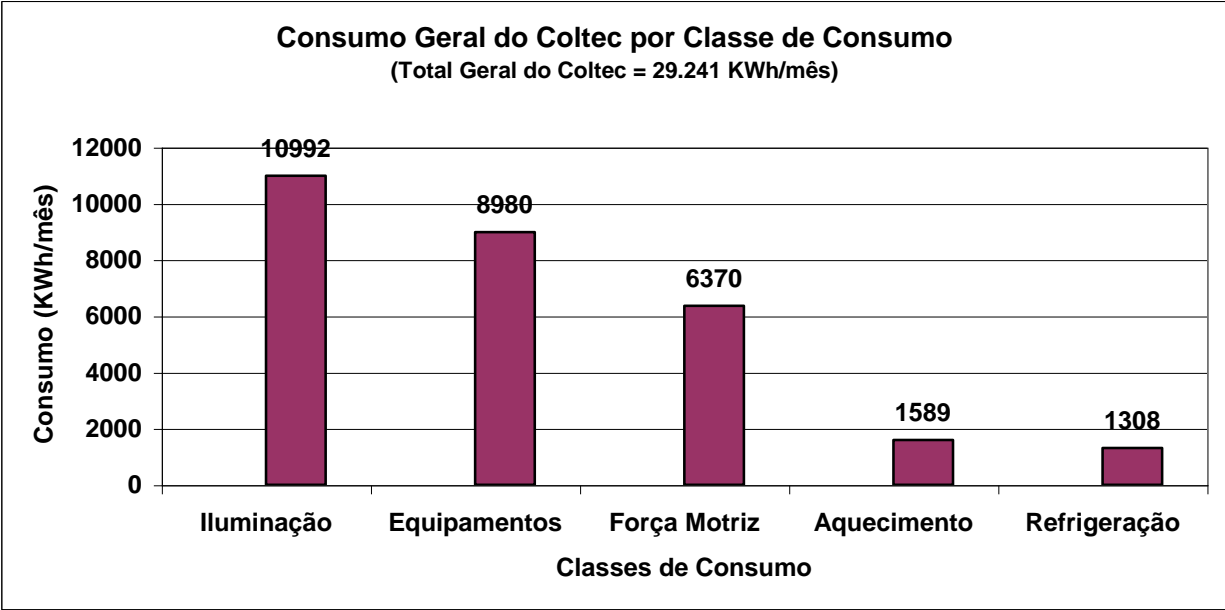
O quadro geral e os gráficos apresentados a seguir resumem o perfil de consumo mensal do Coltec por *classe de consumo* e por *ambiente*. Nesta forma de apresentação, será possível simular o *impacto da redução por classe de consumo e por ambiente*. O quadro e os gráficos mostram os itens de maior consumo, nos quais as medidas de redução terão maior impacto no consumo geral. As planilhas de levantamento anexas permitem, ainda, avaliar o percentual de redução para cada item individual de consumo, por ambiente e por classe de consumo.

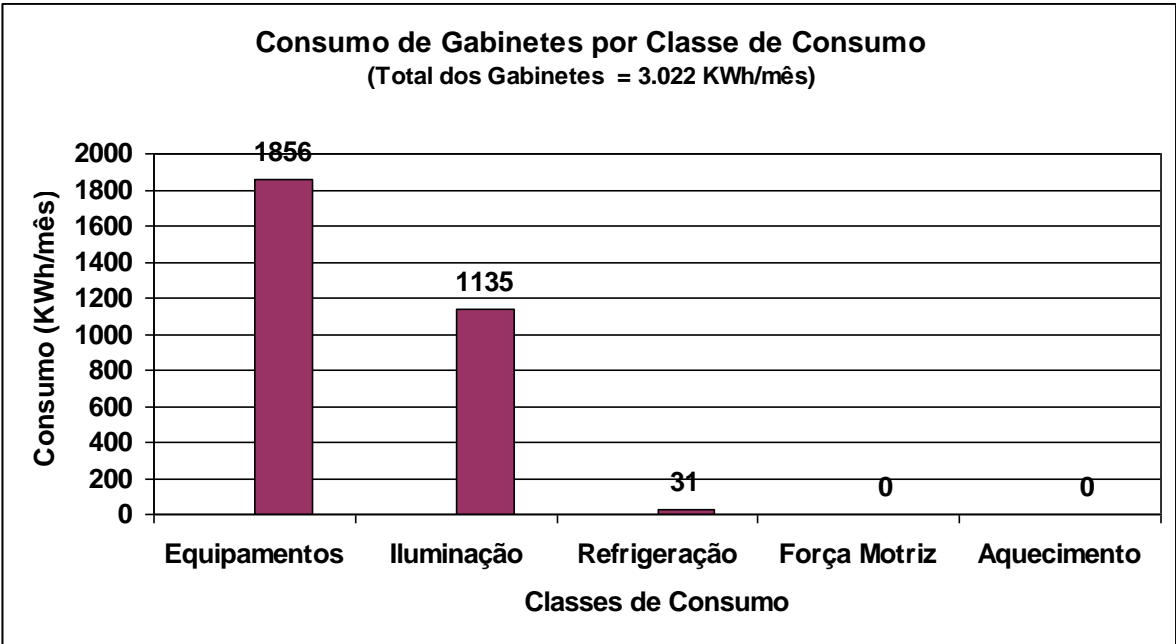
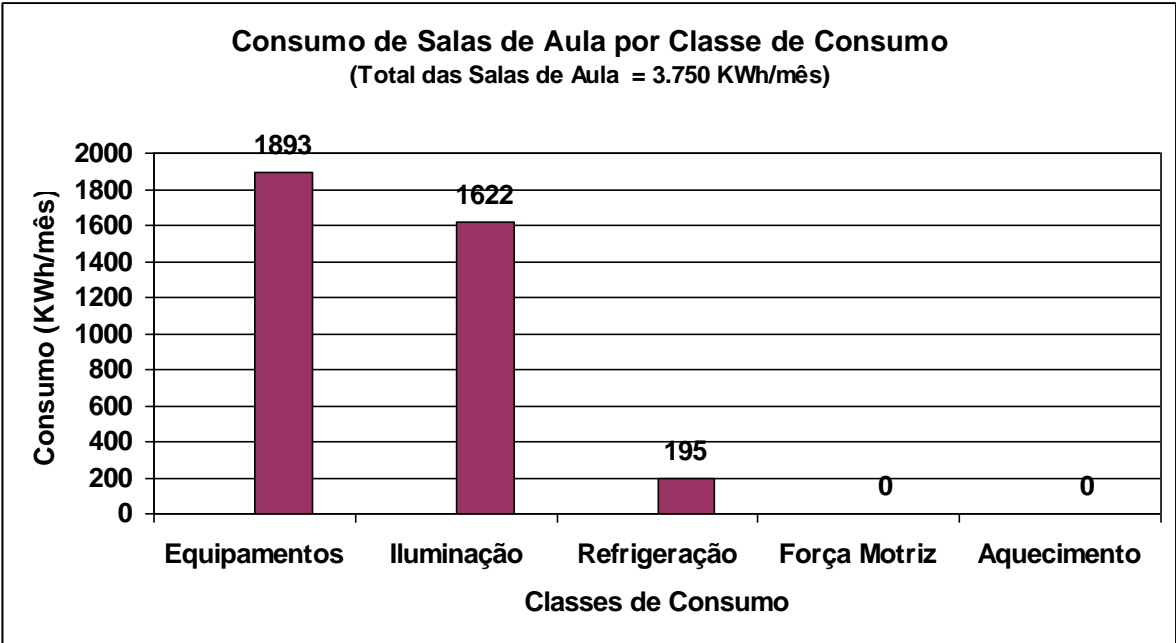
QUADRO GERAL DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA INSTALADA E PERFIL DE CONSUMO DO COLTEC
(Por Classe de Consumo e por Ambiente)

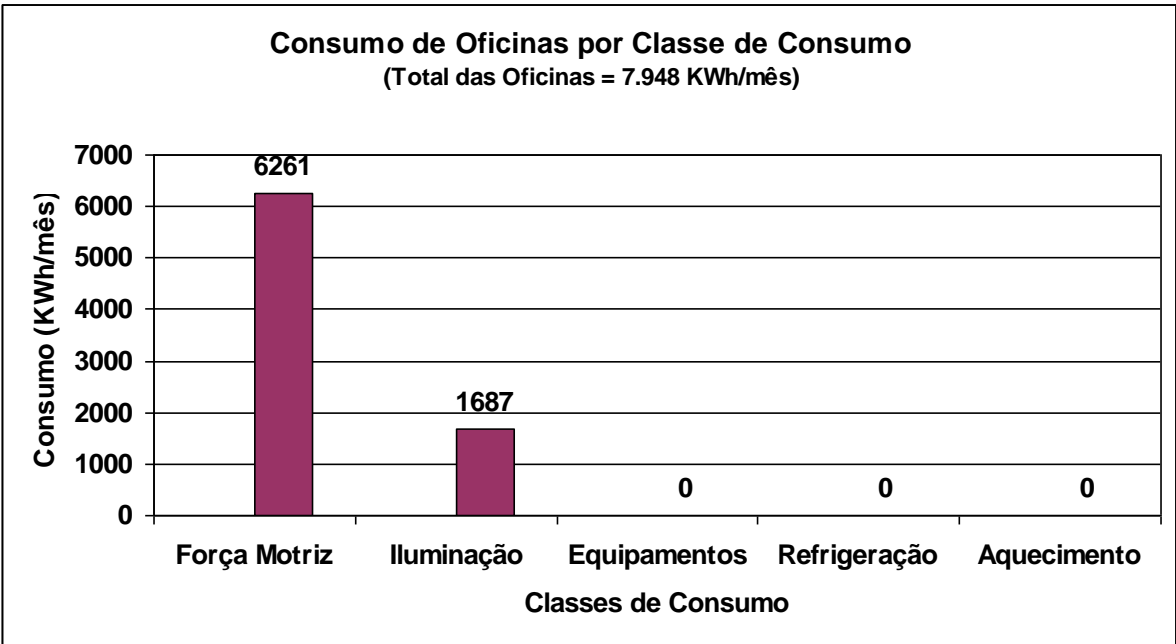
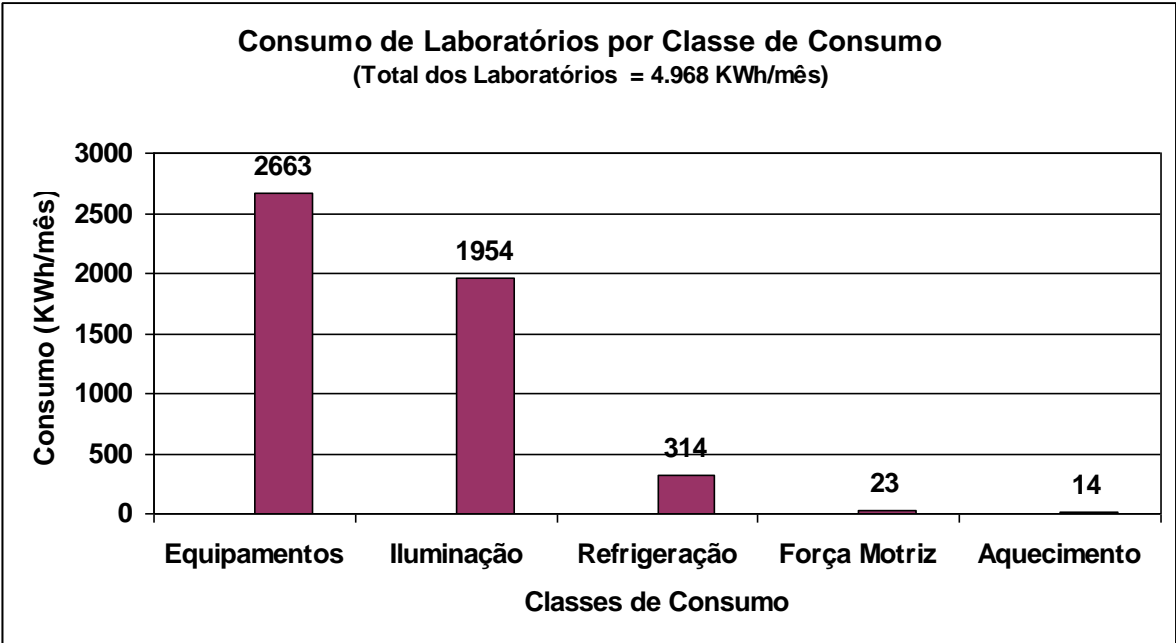
CLASSE DE CONSUMO

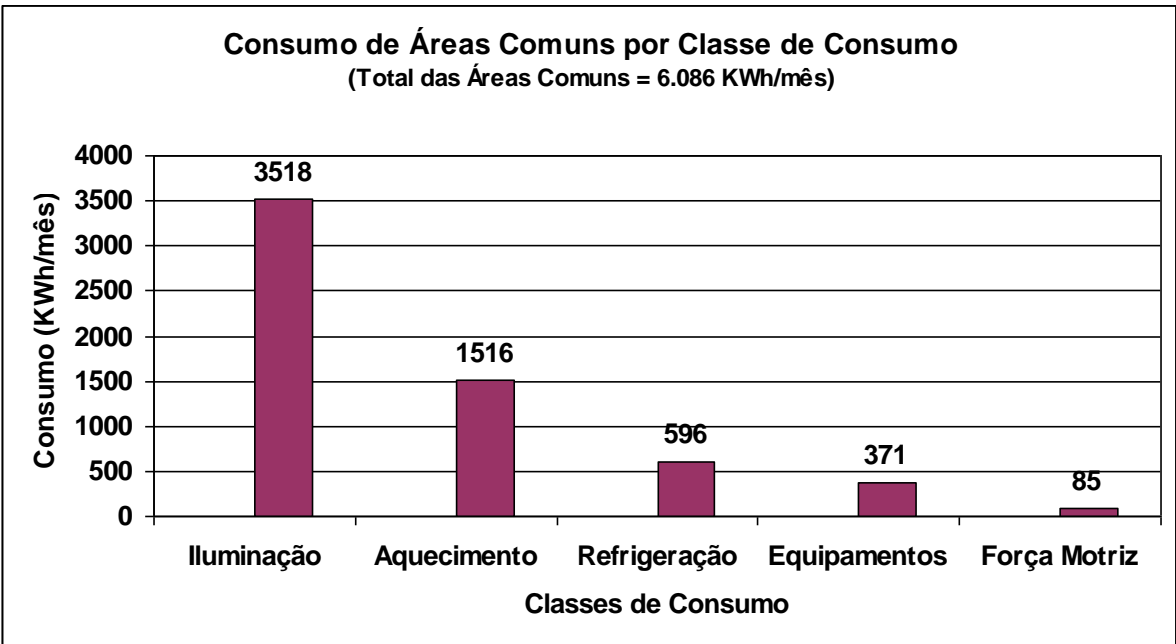
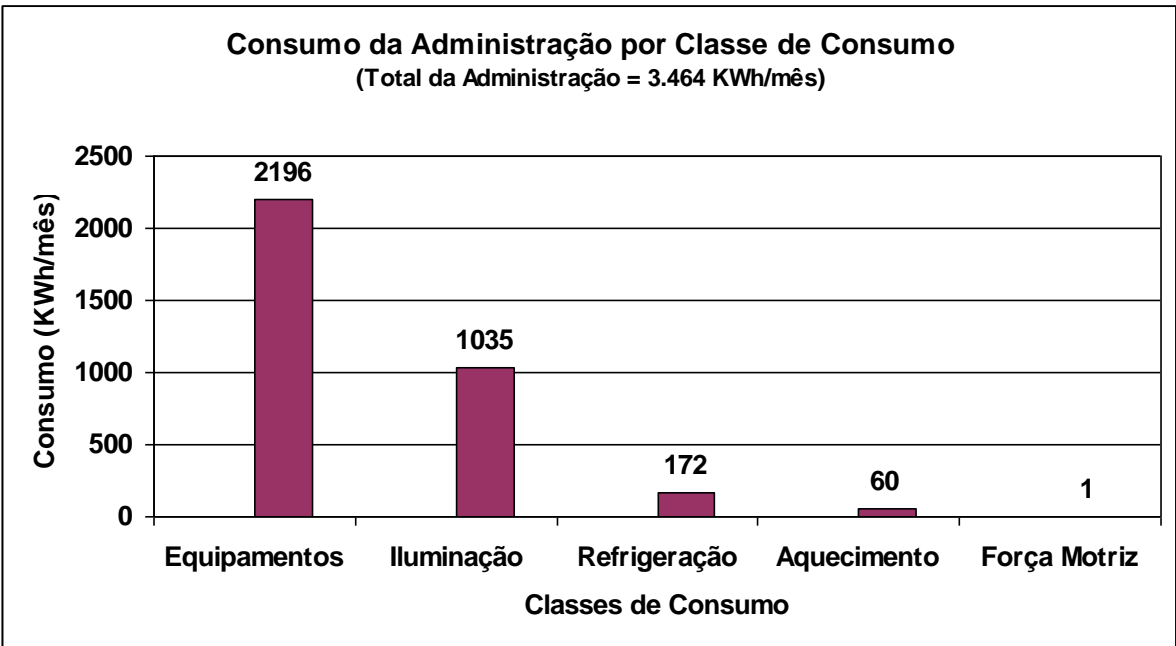
AMBIENTE	ILUMINAÇÃO		EQUIPAMENTOS		AQUECIMENTO		REFRIGERAÇÃO		FORÇA MOTRIZ		SUB-TOTAL (Por ambiente)	
	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%
CONS. MENSAL												
SALAS DE AULA	1.622,21	5,58	1.893,78	6,48	0,00	0,00	194,76	0,67	0,00	0,00	3.750,75	12,83
GABINETES	1.135,27	3,88	1.856,83	6,35	0,00	0,00	30,88	0,11	0,00	0,00	3.022,98	10,34
LABORA-TÓRIOS	1.953,86	6,68	2.663,00	9,11	13,80	0,05	314,46	1,08	23,00	0,08	4.968,12	16,99
OFICINAS	1.687,04	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6.261,28	21,41	7.948,32	27,18
ADMINIS- TRAÇÃO	1.035,37	3,54	2.196,42	7,51	59,50	0,20	172,22	0,59	1,15	0,00	3.464,66	11,85
ÁREAS COMUNS	3.518,38	12,03	370,80	1,27	1.515,97	5,18	596,40	2,04	85,04	0,29	6.086,59	20,81
	ILUMINAÇÃO		EQUIPAMENTOS		AQUECIMENTO		REFRIGERAÇÃO		FORÇA MOTRIZ		TOTAL GERAL	
	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%	KWh	%
SUB-TOTAL (Por Classe)	10.992,13	37,59	8.980,83	30,71	1.589,27	5,43	1.308,72	4,48	6.370,47	21,79	29.241,42	100

Média de Consumo real, medido nos últimos 5 meses (Jan/01 a Mai/01)		29.040,00
<i>Erro percentual do consumo total obtido pelos procedimentos de estimativa</i>		+ 0,7 %
Redução de 20% da média de abr/mai/jun/00 = 28.556,00 x 0,20 = 5.711,20 ==> META DE CONSUMO		22.844,80
Redução necessária no consumo mensal ==>		5.711,20









6. Propostas para Redução do Consumo

Obs.: Os Níveis II e III requerem especificação e planejamento para implantação. Algumas recomendações para as classes iluminação e equipamentos (Nível II) são apresentadas. As propostas do Nível I são todas de aplicação imediata e estão detalhadas através das simulações

Nível de abrangência	Ações propostas
<p data-bbox="308 472 403 506">Nível I</p> <p data-bbox="217 584 494 663">MEDIDAS ADMINISTRATIVAS</p>	<ol data-bbox="552 472 1481 775" style="list-style-type: none">1. Estabelecimento de metas específicas para classes de consumo e ambientes selecionados2. Definição de regras para utilização da iluminação em áreas comuns e em ambientes onde a iluminação natural pode ser aproveitada3. Restrição ao uso de aquecimento elétrico na cantina4. Estabelecimento de procedimentos de economia de energia em todos os equipamentos de informática5. Restrição ao uso de ar condicionado
<p data-bbox="308 842 403 875">Nível II</p> <p data-bbox="244 1111 467 1189">MEDIDAS DE INVESTIMENTO</p>	<ol data-bbox="552 842 1469 1469" style="list-style-type: none">1. Modificação do lay-out e distribuição das luminárias de corredores em espaços comuns2. Redução da altura de luminárias nos locais onde for possível, com redução de lâmpadas por luminárias. Sendo o iluminamento proporcional ao quadrado da distância da fonte de luz à superfície iluminada, uma redução de apenas 29% na altura das luminárias permite reduzir em 50% as lâmpadas por luminárias, mantendo o mesmo iluminamento.3. Reconfiguração dos interruptores, individualizando o controle das lâmpadas4. Instalação de sensores de presença, associado a temporizadores para desligamento da iluminação na ausência de pessoas em intervalos superiores a 10 minutos5. Instalação de aquecimento solar para água de chuveiros6. Substituição de máquinas operatrizes (que são antigas e de potência elevada) por máquinas com potência menor e mais eficientes7. Substituição de luminárias por outras com superfície reflexiva, visando aumentar a eficiência do iluminamento
<p data-bbox="308 1543 403 1576">Nível III</p> <p data-bbox="248 1666 462 1744">MEDIDAS DE REEDUCAÇÃO</p>	<ol data-bbox="552 1543 1481 1845" style="list-style-type: none">1. Campanhas educativas, para professores, funcionários, técnicos e alunos2. Realização de ciclo de palestras, cursos e seminários sobre uso racional da energia elétrica e fontes alternativas3. Realização de concursos de sugestões, com premiação para as melhores propostas4. Apresentar projeto sugerindo que os recursos economizados com a redução do consumo sejam aplicados em um fundo destinado a melhoria de instalações e laboratórios do Coltec

Algumas recomendações para o Nível II – Medidas de investimento

ILUMINAÇÃO:

- **Altura das luminárias:** as luminárias poderiam ser abaixadas para 2/3 da altura em que estão (33% mais baixas) a fim de se obter um maior eficiência na iluminação.
Resultado previsto: a redução da altura das luminárias resulta em um melhor aproveitamento da iluminação, podendo ser reduzido o número de lâmpadas por luminária. A redução proposta resulta em duplicar a intensidade luminosa, porque esta depende, aproximadamente, do quadrado da distância à fonte.
- **Disposição das lâmpadas:** reavaliar a disposição das lâmpadas, verificando se as luminárias estão posicionadas no espaço de modo a se obter o melhor aproveitamento. Por exemplo, verificar se as luminárias estão em sentido longitudinal ou transversal nos corredores.
Resultado previsto: A reconfiguração do lay out pode resultar em menor número de luminárias em determinados ambientes.
- **Interruptores seletivos:** reconfigurar os interruptores nas salas de aula, laboratórios, na diretoria e na biblioteca. O ideal seria concentrar as luminárias mais importantes em 1 ou 2 interruptores. As mais importantes são as responsáveis pela iluminação da mesa da sala de reunião da diretoria e pela iluminação da parte da frente das salas de aula (as que iluminam o quadro negro). Quanto à biblioteca recomendamos reconfigurar os interruptores de modo que haja 1 ou 2 para cada “fileira” de mesas. Assim, seria pedido aos alunos que ocupassem respectivamente as mesas na fileira que esteja com as luminárias acesas. Com isso evitaremos situações que em há 2 mesas ocupadas, uma em cada extremo da biblioteca, sendo necessário várias lâmpadas acesas.
Resultado previsto: A reconfiguração dos interruptores resulta em controle mais seletivo e, portanto, eficiente da iluminação em relação ao espaço.
- **Iluminação local direcionada:** instalação de calotas refletoras (de alumínio) sobre as luminárias, (em ambos os lados). Assim o feixe de luz seria concentrado e direcionado, o que é importante principalmente nos laboratórios e nas salas nas quais se precise forte iluminação para trabalhos de maior precisão.
Resultado previsto: Maior aproveitamento e eficiência da iluminação com número menor de lâmpadas por luminária.
- **Sensores de presença:** instalação de sensores de presença nas salas de aula, gabinetes e laboratórios, afim de se evitar desperdício de energia elétrica. O ideal seria que cada sala destas tivesse um sensor instalado que desligasse (após 5 minutos) todas as lâmpadas da sala após não detectar a presença de nenhum aluno, professor ou funcionário.
Resultado previsto: automação do processo de desligamento da iluminação, tornando-o independente de eventuais “esquecimentos” dos usuários.

EQUIPAMENTOS

- **Gerenciamento de energia:** instalar programas de gerenciamento de energia para que os computadores permaneçam em de espera com desligamento do disco rígido e do monitor após 10 minutos de inatividade.
Resultado previsto: redução do consumo em relação à situação atual, já que a maioria dos computadores permanecem ligados sem interrupção.

7. Simulação de Medidas de Redução de Consumo

Planilhas de Simulação

Foi desenvolvida uma planilha de simulação do consumo geral do Coltec, que possibilita avaliar o impacto de alterações na situação atual em qualquer ambiente e para qualquer classe de consumo. (Ver anexo: modelo de planilha de simulação e as planilhas com simulação de cada proposta descrita a seguir)

Propostas sugeridas a partir das simulações

A seguir são apresentadas as simulações de propostas, com diferentes alterações no perfil de consumo.

Proposta 1: tem características conservadoras, propondo aplicar reduções a todas as classes de consumo. Nas classes de iluminação, aquecimento e refrigeração, apenas as áreas comuns são afetadas, com pouco impacto nas atividades de ensino. Na classe força-motriz, é proposto redução de 40% nas oficinas. A redução do consumo na classe equipamentos em laboratórios é de apenas 15%, sem grandes dificuldades para ser atingida. A redução de 73% no aquecimento aparentemente é muito grande, mas é fácil de ser conseguida (Ver Proposta 2)

Classes de Consumo					
Ambiente	Iluminação	Equipamentos	Aquecimento	Refrigeração	Força Motriz
Redução	%	%	%	%	%
Salas de Aulas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gabinetes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laboratórios	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0
Oficinas	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Administração	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Áreas Comuns	65,0	0,0	73,0	15,0	0,0
Meta de consumo ==>					20,0%
Economia Obtida ==>					22,0%

Proposta 2: sugere redução em 50% na classe iluminação, aplicada em todos os ambientes, exceto em áreas comuns, que admite uma redução maior (65% - corresponde ao uso das lâmpadas no período da noite), e de 73% na classe aquecimento das áreas comuns. Esta redução de 73% corresponde apenas a duas chapas aquecidas que atualmente permanecem ligadas o dia todo; a substituição por aquecimento a gás é simples e barata. A principal característica desta proposta é a simplicidade na execução.

Classes de Consumo					
Ambiente	Iluminação	Equipamentos	Aquecimento	Refrigeração	Força Motriz
Redução	%	%	%	%	%
Salas de Aulas	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gabinetes	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laboratórios	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oficinas	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Administração	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Áreas Comuns	65,0	0,0	73,0	0,0	0,0
Meta de consumo ==>					20,0%
Economia Obtida ==>					24,4%

Proposta 3: é semelhante à Proposta 1, com uma redução maior na classe equipamentos, sendo que a redução proposta corresponde exclusivamente ao Setor de Informática. Caso não seja possível a redução em 35% no consumo de equipamentos (informática), uma alternativa pode ser a redução na classe iluminação em outros ambientes.

Classes de Consumo					
Ambiente	Iluminação	Equipamentos	Aquecimento	Refrigeração	Força Motriz
Redução	%	%	%	%	%
Salas de Aulas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gabinetes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laboratórios	0,0	35,0	0,0	0,0	0,0
Oficinas	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Administração	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Áreas Comuns	65,0	0,0	73,0	0,0	0,0
Meta de consumo ==>					20,0%
Economia Obtida ==>					23,5%

Proposta 4: apresenta característica mais "radical", sugerindo corte pela metade na iluminação em todos os ambientes, exceto nas áreas comuns, onde é proposto uma redução de 80% (conseguida usando metade das lâmpadas apenas à noite), e 35% nos equipamentos de laboratórios. A redução de 73% no aquecimento nas áreas comuns é fácil de ser conseguido (Ver Proposta 2)

Classes de Consumo					
Ambiente	Iluminação	Equipamentos	Aquecimento	Refrigeração	Força Motriz
Redução	%	%	%	%	%
Salas de Aulas	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gabinetes	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Laboratórios	50,0	35,0	0,0	0,0	0,0
Oficinas	50,0	0,0	0,0	0,0	20,0
Administração	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Áreas Comuns	80,0	0,0	73,0	0,0	0,0
Meta de consumo ==>					20,0%
Economia Obtida ==>					33,4%

Proposta 5: é a sugestão mais abrangente e completa porque considera a participação de todos os setores em todas as classes de consumo. Observe que a redução de 100% em várias classes e ambientes (apesar de fácil de ser alcançada) não causa grande impacto na redução geral. Notar também que a redução na iluminação permanece em 50% em todos os ambientes e há ainda a redução de 35% em equipamentos de informática. A principal característica desta proposta é a de representar uma redução de 40% no consumo geral, bem acima da meta proposta de 20%.

Classes de Consumo					
Ambiente	Iluminação	Equipamentos	Aquecimento	Refrigeração	Força Motriz
Redução	%	%	%	%	%
Salas de Aulas	50,0	55,0	0,0	100,0	0,0
Gabinetes	50,0	10,0	0,0	100,0	0,0
Laboratórios	50,0	35,0	100,0	8,0	100,0
Oficinas	50,0	0,0	0,0	0,0	29,0
Administração	50,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Áreas Comuns	65,0	5,4	69,0	39,0	100,0
Meta de consumo ==>					20,0%
Economia Obtida ==>					40,3%

PROPOSTA SELECIONADA

Levando em conta as considerações e comentários em cada proposta, a **Proposta 1** parece ser a mais indicada para ser implantada. Observe que toda redução aplicada aos ambientes e classes de consumo não previstas nesta proposta será acrescida à redução global, melhorando ainda mais o resultado esperado.

8. Considerações Finais

Todos os objetivos do projeto foram realizados, tanto nos aspectos técnicos como pedagógicos. O envolvimento dos alunos na organização, planejamento e execução do trabalho foi um dos pontos altos do projeto. Durante sua execução, foram praticadas habilidades importantes para a formação dos alunos, tais como: organização do trabalho em equipe, realização de estimativas e medição de grandezas elétricas (potência, energia, rendimento, fator de potência, etc.), identificação de problemas e estratégias para solução, intensificação de relacionamentos interpessoais, além do desenvolvimento da capacidade de análise e decisão.

Quanto aos resultados no aspecto técnico, consideramos que o modelo proposto para levantamento e análise do consumo de energia elétrica possibilitou uma visão geral e precisa das instalações do Coltec. O procedimento adotado para o levantamento realizado pelos alunos resultou em valores muito próximos da média real, obtida nas últimas cinco contas de energia elétrica da unidade.

Uma das principais vantagens do método usado na análise e elaboração das propostas é possibilidade de identificar os itens nos quais a redução afeta de forma mais significativa o consumo geral. As propostas foram desenvolvidas pelos alunos a partir da simulação de várias configurações na característica de consumo do Coltec, tendo em vista as possibilidades de redução setoriais e seu impacto na economia geral. Outra vantagem do método adotado é a formulação de propostas condizentes com as características de consumo observadas e as possibilidades de redução em cada classe de consumo, favorecendo a participação de todos os setores na realização das metas de redução.

Finalmente, resta o acompanhamento da implantação das propostas apresentadas, sua avaliação ao longo dos próximos meses, e aplicação de ajustes e eventuais correções, conforme necessário.

Nota: Medições realizadas após a implantação das propostas resultantes desse projeto confirmaram redução de consumo em torno de 20%, alcançando satisfatoriamente os resultados previstos (julho/2003)

9. Anexos

Planilhas Padrão de Levantamento de Demanda de Energia Elétrica e Perfil de Consumo

Comunicado aos Setores Acadêmicos e Administrativos do Coltec

Belo Horizonte, 22 de junho de 2001

PLANILHA DE LEVANTAMENTO DE DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA INSTALADA E PERFIL DE CONSUMO DO COLÉGIO TÉCNICO DA UFMG

	ILUMINAÇÃO		EQUIPAMENTOS		AQUECIMENTO		REFRIGERAÇÃO		FORÇA MOTRIZ		TOTAL
Sala/Local	Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		
Tipo de Ambiente	Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		
	Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		
	Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		
	h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		
	KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		
% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec			
Observações, possibilidades de economia e propostas de uso racional											
Sala/Local	Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		
Tipo de Ambiente	Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		
	Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		
	Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		
	h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		
	KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		
% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec			
Observações, possibilidades de economia e propostas de uso racional											
Sala/Local	Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		
Tipo de Ambiente	Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		
	Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		
	Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		
	h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		
	KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		
% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec			
Observações, possibilidades de economia e propostas de uso racional											
Sala/Local	Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		Tipo ou descrição		
Tipo de Ambiente	Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		Pot. unit.		
	Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		Quant.		
	Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		Pot. total		
	h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		h/semana		
	KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		KWh/mês		
% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec		% Coltec			
Observações, possibilidades de economia e propostas de uso racional											

Universidade Federal de Minas Gerais
Colégio Técnico
Setor de Eletrônica

Belo Horizonte, 18 de maio de 2001

Aos

Setores Acadêmicos e Administrativos do Coltec

Os alunos do 3º. ano do Curso de Eletrônica estão desenvolvendo um projeto que tem como objetivo **propor medidas de economia e uso racional da energia elétrica no Coltec**, a partir da **análise da demanda instalada e do perfil de consumo nos vários setores**.

Parte do trabalho consiste em fazer um levantamento dos **itens de consumo**, nas seguintes categorias: **iluminação, aquecimento, refrigeração, ventilação, força motriz e equipamentos** (juntamente com características técnicas tais como: eficiência energética e meios de controle de potência) e seu **perfil de consumo**, representado pelo **número médio de horas semanais** em que cada item é utilizado.

Para cumprir com esta parte, os alunos se dividirão em grupos e farão o levantamento por ambiente (*salas, gabinetes, laboratórios, oficinas, corredores, etc.*), em cada setor. Esta tarefa requer apenas alguns minutos em cada sala, para preencher uma planilha que será utilizada no desenvolvimento do projeto.

Agradecemos a atenção que puder ser dispensada no sentido de permitir o acesso dos alunos (em grupos de dois) às salas e instalações de seu setor para o referido levantamento.

Esperando contar com sua participação,

Atenciosamente,

Prof. Eduardo Fernandes Barbosa
Responsável pelo Projeto

Visto e “de acordo” da Diretoria