

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA
SIMULAÇÃO DA OBTENÇÃO DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

CESAR RICARDO CÂMARA DA SILVA

BLUMENAU

2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CESAR RICARDO CÂMARA DA SILVA

**APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA
SIMULAÇÃO DA OBTENÇÃO DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenau, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Engenharia Ambiental**

Prof. Dr. Adriano Péres - Orientador

BLUMENAU

2006

**APLICATIVO COMPUTACIONAL PARA
SIMULAÇÃO DA OBTENÇÃO DE
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA**

Por

CESAR RICARDO CÂMARA DA SILVA

Dissertação aprovada para a obtenção do título
de Mestre em Engenharia Ambiental, pela
banca examinadora formada por:

Presidente:

Prof. Dr. Adriano Péres – **Orientador**

Membro Interno:

Prof. Dra. Elisete Ternes Pereira

Membro Externo:

Prof. Dr. Arlan Luiz Bettiol

Coordenador do MEA:

Prof. Dr. Adilson Pinheiro

BLUMENAU, 25 DE SETEMBRO DE 2006.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meu pai Carlos César Câmara da Silva pela sua coragem, exemplo de postura e força inabalável na gloriosa luta pela vida. Continuamos todos orgulhosos de ti no enfrentamento desta intempérie que certamente passará.

AGRADECIMENTOS

A Deus, agradeço pela capacidade que me concedeu e pela possibilidade de ter tido prazer com meu trabalho, pois estas, oportunizaram que o mesmo chegasse a um resultado significativo.

A meus pais, Carlos César Câmara da Silva e Marli Santos Câmara da Silva, pela educação que me deram, pelo apoio nos momentos difíceis e pelo IMPAGÁVEL serviço prestado durante toda minha existência.

A minha esposa, Sabrina Pruner Câmara da Silva, pela compreensão, apoio e carinho nos momentos difíceis desta e de outras caminhadas.

A meus irmãos, Márlya Santos Câmara da Silva e Cristian Câmara da Silva, pelo carinho, respeito, amor e afeto recíprocos.

Ao Prof. Dr. Adriano Pêres pela orientação, amizade e compreensão na elaboração desta dissertação de mestrado.

Ao Prof. Dr. Eduardo Deschamps pela co-orientação e pelas sempre coerentes sugestões para esta dissertação de mestrado.

Ao analista de sistemas Alexandro Deschamps, sócio gerente da Ápice engenharia de software Ltda, pelas brilhantes contribuições junto aos algoritmos computacionais.

Ao grupo de pesquisa SELMAG, especialmente na pessoa da profa. Elisete Ternes Pereira, pela possibilidade de troca de experiências durante a oportunidade de atuar nos seus projetos nos últimos três anos, desenvolvendo ainda mais minhas habilidades profissionais.

Ao Centro de Ciências Tecnológicas e ao Departamento de Engenharia Elétrica e Telecomunicações, respectivamente representados por Profa. Griseldes Fredel Boos e por Prof. Ricardo de Carvalho, pela compreensão de todos que consideraram a responsabilidade que carrego comigo quando assumo alguma atividade. Que eu possa lhes compensar no futuro os momentos que eventualmente possa ter lhes faltado quando assumi este compromisso.

A empresa Tecelagem Santo Antônio Ltda, na pessoa de seu gerente, Vladmir Pruner, pela possibilidade de fazer experiências práticas em suas instalações e pelo incentivo.

Aos novos amigos feitos durante este estudo, colegas do mestrado de Engenharia Ambiental da FURB, pela cumplicidade, companheirismo e disponibilidade.

Aos colegas de trabalho Ederson Perich, Felipe Knaesel Koch e João Carlos Chiare Jr. pelos momentos de incentivo, por me escutarem mesmo sem interesse no assunto, apenas para manterem meu nível de empolgação nos bons momentos deste trabalho.

Aos Coordenadores do curso de mestrado em Engenharia Ambiental, Prof. Dr. Adilson Pinheiro e Prof. Dr. Marcos Rivail da Silva.

A Solange Coutinho e André, sempre eficientes, claros e precisos a frente da secretaria do Mestrado de Engenharia Ambiental.

Aos demais amigos que tenham contribuído direta ou indiretamente, ainda que nos momentos de lazer, para com minha pessoa e a conseqüente realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	9
LISTA DE SÍMBOLOS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	12
LISTA DE EQUAÇÕES	13
LISTA DE ANEXOS	14
RESUMO	15
ABSTRACT.....	16
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.2. PERGUNTAS DE PESQUISA	20
1.3. PRESSUPOSTOS.....	21
1.4. OBJETIVOS	22
1.4.1. Geral.....	22
1.4.2. Específicos.....	22
1.5. JUSTIFICATIVA / RELEVÂNCIA	23
1.5.1. Relevância prática	23
1.5.2. Relevância Teórica	24
2. METODOLOGIA	24
2.1. PROCEDIMENTO	24
2.2. AMOSTRAGEM	26
2.3. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS	27
2.4. TABULAÇÃO DOS DADOS.....	29
2.5. LIMITAÇÕES DA PESQUISA	31
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE.....	32
3.1. MEIO AMBIENTE.....	32
3.2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	35
3.3. QUESTÃO AMBIENTAL.....	36
3.4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	36
3.4.1. Conservação de energia elétrica.....	40
3.4.2. Gerenciamento pelo lado da demanda (GLD).....	42
3.4.3. Novos usos e melhoria da eficiência energética.....	43
3.4.4. Políticas tarifárias	44
3.4.5. Geração pelos consumidores	45
3.4.6. Gerenciamento de carga, tarifação e fornecimento de energia elétrica.....	45
3.4.7. O gerenciamento do fator de carga.....	48
3.4.8. O gerenciamento do fator de potência	48
3.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	50
4. O APLICATIVO COMPUTACIONAL	51
4.1. INTRODUÇÃO	51
4.2. O APLICATIVO.....	52

4.2.1.	Fatura de Energia Simulada.....	55
4.2.2.	Fatura de Substituições	57
4.2.3.	Curva de carga	59
4.2.4.	Análise econômica	60
4.2.5.	Telas do Aplicativo	61
4.3.	EXEMPLOS DE APLICAÇÃO.....	78
4.4.	PROJEÇÃO DE RESULTADOS	83
4.5.	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	86
5.	COCLUSÕES GERAIS	87
6.	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	90
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICES	95
	ANEXOS	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
art. – artigo
CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina S/A
CICE – Comissão Interna de Conservação de Energia Elétrica
CNPJ – Cadastro Nacional das Pessoas Jurídicas
CODI - Comitê de Distribuição de Energia Elétrica
CPF – Cadastro Nacional das Pessoas Físicas
Dmax – Demanda máxima
Dmin – Demanda mínima
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras
ESCO – Energy Services Company
FC – Fator de carga
FP – Fator de potência
FURB – Universidade Regional de Blumenau
GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de energia elétrica
RAM - Random Access Memory (ou Memória de Acesso Aleatório)
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
VARIMOT – Variador Mecânico de Velocidade em Motores

LISTA DE SÍMBOLOS

kVA – quilo Volt-Ampere
kVAr – quilo Volt-Ampere reativo
kW – quiloWatt
kWh – quiloWatt-hora
h – hora
n^o – número
§ – parágrafo
% – percentual
+ – soma
? – somatório
- – subtração
tg – tangente
V – Volt

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA LEI 6938-81 (ELABORAÇÃO DO AUTOR).....	34
FIGURA 2 – BANCO DE DADOS DE AMOSTRAS DO SISTEMA	52
FIGURA 3 – BANCO DE DADOS DO SISTEMA	53
FIGURA 4 – ILUSTRAÇÃO DA MONTAGEM DA EMPRESA E CADASTRO DE SETORES	54
FIGURA 5 – SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS NOS SETORES	54
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DA FORMAÇÃO DA FATURA DE ENERGIA SIMULADA	55
FONTE: DESENVOLVIDO PELO PRÓPRIO AUTOR.....	55
FIGURA 7 – DETALHAMENTO DA FUNÇÃO TOTALIZAR	56
FONTE: DESENVOLVIDO PELO PRÓPRIO AUTOR.....	56
FIGURA 8 – FUNÇÃO TOTALIZAR SUBSTITUIÇÕES	58
FONTE: DESENVOLVIDO PELO PRÓPRIO AUTOR.....	58
FIGURA 9 – FLUXOGRAMA DA MONTAGEM DO GRÁFICO DA CURVA DE CARGA	59
FIGURA 10 – FLUXOGRAMA DA ANÁLISE ECONÔMICA	60
FIGURA 11 - TELA PRINCIPAL DO APLICATIVO	61
FIGURA 12 - TELA DO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS – GUIA DADOS.....	62
FIGURA 13 - TELA DO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS – GUIA AMOSTRAGEM.....	63
FIGURA 14 – TELA DE SELEÇÃO DO ARQUIVO DE DADOS DA AMOSTRA.....	64
FIGURA 15 – TELA DE CADASTRO DA EMPRESA – GUIA DADOS.....	66
FIGURA 16 – TELA DO CADASTRO DE EMPRESAS – GUIA SETORES	67
FIGURA 17 – TELA DO CAD. DE EMPR. – GUIA SETORES – GUIA EQUIP. DO SETOR.....	68
FIGURA 18 – TELA DO CADASTRO DE TARIFAS.....	70
FIGURA 19 - TELA DE TOTALIZAÇÃO DO PERÍODO.....	71
FIGURA 20 - TELA DE TOTALIZAÇÃO DO PERÍODO APÓS CÁLCULO EFETUADO.....	72
FIGURA 21 - TELA DO RELATÓRIO DA FATURA DE ENERGIA SIMULADA	73
FIGURA 22 - TELA DO CADASTRO DE SUBSTITUIÇÕES	74
FIGURA 23 - TELA COM O RELATÓRIO DA SIMULAÇÃO DE SUSTITUIÇÃO.....	76
FIGURA 24 – TELA DE ABORDAGEM ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO EM QUESTÃO	77
FIGURA 25 – TELA DE MENSAGEM DE JURO ACIMA DA ECONOMIA MENSAL.....	77
FIGURA 26 – ABORDAGEM ECONÔMICA DA SUSBTIT. DA ILUMINAÇÃO EMPRESA 1.	84
FIGURA 27 – ABORDAGEM ECONÔMICA DA SUSBTIT. DA ILUMINAÇÃO EMPRESA 2.	84

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ARQUIVO DE DADOS (AMOSTRA DE 24H)	28
TABELA 2 – TIPOS DE USINAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA.....	38
TABELA 3 – EMPREEND. DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL EM OPERAÇÃO.....	38
TABELA 4 – EMPREEND. DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL EM CONSTRUÇÃO.....	38
TABELA 5 – EMPREEND. DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL OUTORGADOS	39
TABELA 6 – RESULTADOS DAS AÇÕES DO PROCEL NO PERÍODO DE 1994 / 2003.....	41
TABELA 7 – DADOS ARQUIVO .CSV.....	65
TABELA 8 – LEVANTAMENTO DE CARGA DA EMPRESA 1	78
TABELA 9 – FATURAMENTO CELESC 10/2003 X SIMULAÇÃO	79
TABELA 10 – SIMULAÇÃO COM SUBSTITUIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS	80
TABELA 11 – FATURA X SIMULAÇÃO EM 2005 JÁ COM ALTERAÇÕES IMPLEMENTADAS.	81
TABELA 12 – LEVANTAMENTO DE CARGA DA EMPRESA 2	82
TABELA 13 – FATURA DE ENERGIA X SIMULAÇÃO	82
TABELA 14 – EQUIPAMENTOS PARA SUBSTITUIÇÃO	83

LISTA DE EQUAÇÕES

FATOR DE CARGA (FC) – PARA CARGAS LINEARES	48
FATOR DE POTÊNCIA (FP)	48

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC- SEM IMPOSTOS.....	101
ANEXO 2 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC- SEM IMPOSTOS	102
ANEXO 3 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC - SERVIÇOS	103
ANEXO 4 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC (PIS / COFINS).....	104
ANEXO 5 – MODELO DE RELATÓRIO DE FATURA DE ENERGIA DO SISTEMA	105

RESUMO

A energia elétrica, assim como as outras formas de energia, não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Ainda se utilizam muitos métodos ineficientes de transformação de energia elétrica. Estes métodos desperdiçam parte da energia que se pretende utilizar, essa parte desperdiçada acaba não aproveitada. É fato que sempre se perde energia em uma transformação, porém nos dias atuais percebe-se que produzir novamente a energia desperdiçada pode representar um custo maior do que o de conservar o potencial já disponível. Além disso, à preservação do meio ambiente não é mais somente uma bandeira ideológica, virou necessidade, pois a humanidade tem percebido cada vez mais o custo de uma degradação desordenada e insustentável através das alterações climáticas, da extinção de espécies, da qualidade d'água, etc.

Este trabalho apresenta um aplicativo computacional que auxilia o usuário a verificar a existência de vantagens em substituição de equipamento elétrico pouco eficiente por equipamento eficiente. O aplicativo computacional ajuda a conhecer melhor a instalação industrial e a simular novas situações e tarifas de energia. Esta ferramenta, foi desenvolvida com o intuito de gerar mais confiança àqueles que pretendem implementar uma mudança no maquinário da empresa e têm dúvidas a respeito do resultado desta mudança em termos de custo com energia elétrica.

O trabalho contribui ambientalmente uma vez que incentiva a redução do consumo de energia elétrica. A conservação da energia elétrica por sua vez, evita a necessidade de ampliar a oferta de energia elétrica e as conseqüentes degradações ambientais associadas ao aumento desta oferta.

ABSTRACT

The electric energy, as any other kinds of energy, can't be created or destroyed, just transformed. There are a lot of not efficient methods to transform the electric energy that is still in use. These methods degrade part of the energy to be used, and this part ends not used to advantage. It is fact that we will always be losing energy in a transformation. However, in the current days, we perceive that to produce the energy wasted can represent a bigger cost than to conserve the available potential already produced. Moreover, the the preservation of the environment is not just an ideological flag, it is a necessity by the time humanity is feeling the cost of a disordered and unsustainable degradation of nature through the climatic changes, the kinds extinction, the quality of water, etc.

This work presents a software that assists the user to verify advantages in less efficient electric equipment substitution. This research helps the user of the software to be familiar with better its industrial installation and to simulate new situations of charges and fees of energy. This tool was developed with the idea to generate more confidence for those whose will to implement changes in the industrial charges expecting electric efficiency. This works gives its social and environment contribution because it stimulates the investments in reduction of electric energy consumption avoiding the necessity to increment the offer of energy and its consequent environment degradation.

1. INTRODUÇÃO

Todo ser vivo em sua luta pela sobrevivência gera certo impacto ambiental. O ser humano em busca de desenvolvimento e aumento de conforto tem acelerado o processo de degradação. Muitas comunidades tem crescido desordenadamente aumentando ainda mais o problema.

Os principais aspectos que causam a degradação ambiental são a busca por fontes energéticas, busca por novas fronteiras agrícolas e a ocupação desordenada do solo, entre outros. Nesta busca desenfreada o ser humano, na maioria das vezes, provoca degradação intensa do meio ambiente, preocupando-se muito tempo depois com os efeitos causados. Deveria, pelo contrário, prever todo o dano ambiental que uma exploração pudesse causar antes de iniciá-la. Agindo assim, daria uma forte contribuição à manutenção da existência das espécies e da própria viabilidade de manutenção do planeta. Felizmente, muitas sociedades estão agindo dessa maneira, entretanto muitos países ainda não dão, ao problema, a devida atenção que merece.

Precisa-se encontrar uma forma de usar os recursos naturais e dar-lhes tempo para se renovarem. Os países desenvolvidos são exemplos do sempre crescente aumento do uso de energia pelo homem. Por esse motivo, precisa-se gastar menos energia para se fazer a mesma atividade, ou seja, precisa-se aumentar a eficiência dos sistemas.

Nos dias de hoje, o cenário mundial para a oferta de energia elétrica aponta para dificuldades cada vez maiores em atendimento à demanda e consumo. Dificuldades ambientais e econômicas tornam o produto energia elétrica cada dia mais valioso. Essa tendência da valorização da energia elétrica aponta por sua vez para a necessidade de usá-la mais racionalmente não só pela questão ambiental, mas também pela questão econômica, buscando sempre executar a mesma tarefa com menor dispêndio de energia. A redução do consumo de energia, além de ser uma ação ambiental de preservação do meio natural, uma vez que representa a redução da necessidade de ampliação da oferta, também proporciona retorno financeiro para as empresas. Este atrativo pode ser um diferencial importante na tomada de decisão em investir ou não em uma melhora do sistema.

A necessidade de buscar alternativas de energia menos degradantes ao ambiente e ao mesmo tempo mais baratas, nem sempre são possíveis, o que dificulta a implantação de novas alternativas ambientalmente melhores, pois o universo de empresas interessadas e capazes de investir somente pelo benefício ambiental não parece abrangente.

Sabe-se que toda a nova geração de energia elétrica gera impacto ambiental. A única forma de se gerar energia elétrica sem produzir impacto algum é usar melhor o que já está disponível, usar melhor o que já produziu sua parcela de degradação na natureza e, conseqüentemente, atender a mais necessidades humanas sem incrementar a degradação ambiental.

A conservação de energia elétrica é tida, pelo PROCEL, como uma “geração virtual” de energia e será apresentada no decorrer do trabalho sob um aspecto mais completo, onde será apresentado o baixo custo social dos governos com programas de incentivo ao combate do desperdício em detrimento a instalação de novas usinas.

Sob o enfoque de conservar energia elétrica através de seu uso racional, este trabalho apresenta um aplicativo computacional desenvolvido para auxiliar a tomada de decisão nas questões que envolvem substituição de equipamentos antigos e pouco eficientes energeticamente, por equipamentos mais modernos e mais eficientes. Esta pesquisa trabalha com os conceitos gerais de faturamento da energia elétrica, pois procura através das oportunidades financeiras incentivar a conservação de energia elétrica. O aplicativo desenvolvido, busca simular uma mudança complexa nos equipamentos de uma empresa e apresentar os novos prováveis valores para a fatura de energia elétrica para o caso de implementação de possíveis modificações ou substituições de equipamentos.

A ferramenta computacional, traz mais segurança para a implementação de modificações nos equipamentos capazes de manterem ou aumentarem a produtividade e reduzirem o custo com energia elétrica. Sob o aspecto econômico este trabalho simula o retorno de investimento, uma vez que coleta as informações de custo para cada substituição de equipamento cadastrada na simulação, projeta o tempo de retorno dada uma taxa fixa de remuneração do capital investido.

O impacto ambiental proveniente do uso inadequado de energia elétrica é menos comumente que outros tipos de degradação, uma vez que, muito comumente, gera seus impactos as vezes a centenas ou milhares de quilômetros de onde está sendo feito o desperdício. Além disso, para se compreender corretamente é necessário ter-se conhecimento técnico, pois a primeira vista um equipamento em funcionamento normal pode parecer bastante produtivo e eficiente, quando na verdade pode ser uma fonte de desperdício, ou seja, a perda de energia elétrica não simples ser detectada como uma vazamento de água em uma tubulação, requer experiência profissional. Por este motivo, há a necessidade de averiguar com rapidez os casos de uso inadequado de energia elétrica que ainda possam retornar

financeiramente pela redução do gasto com a mesma e orientar estas pessoas para a lacuna administrativa de redução de custos que o empresário não vislumbrou até então. As demais implementações de medidas de conservação de energia elétrica que não retornem financeiramente em tempo hábil para chamá-las de economicamente viáveis seriam melhor implantadas com políticas públicas de incentivo.

No Brasil, o fornecimento de energia elétrica passou a ser assunto popular, devido principalmente aos surtos de racionamento e previsões nada otimistas quanto à capacidade de o sistema elétrico suportar o crescimento da demanda dos próximos anos (Bagatolli, 2005). As consequências deste problema serão notadas nas próximas décadas, pois o país está se mobilizando para o aumento na geração de energia elétrica. Este aumento, traz pontos favoráveis e desfavoráveis em termos de degradação ambiental. Os pontos desfavoráveis são a utilização mais acentuada de fontes poluidoras, tais como: Usinas termoelétricas a diesel, carvão mineral, óleo combustível e gás natural. Como pontos favoráveis pode-se citar o grande incentivo pelo uso de fontes renováveis, tais como: biomassa, biodiesel, geração eólica, fotovoltaica e toda a gama de fontes alternativas. Estes aspectos demonstram a grande viabilidade de estudos no campo da conservação de energia, pois possibilita o retardo na velocidade de implantação de novas instalações geradoras. Este tempo que se ganha pode ser utilizado para estudos mais viáveis e de menor impacto possível. É nessa linha de pensamento que se propõe este trabalho.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

“Através do somatório da contribuição de cada carga em uma empresa, pode-se simular computacionalmente a substituição de alguns equipamentos por outros mais eficientes e contribuir para apontar às empresas lacunas no uso racional de energia elétrica?”

1.2. PERGUNTAS DE PESQUISA

1) “Existem sugestões para investigação das oportunidades mais relevantes de economia de energia elétrica na indústria?”

2) “Como pode-se verificar a melhor opção contratual para a compra de energia elétrica em uma empresa?”

3) “Quais cuidados devem ser tomados no critério de escolha de algum novo equipamento?”

4) “Como deve-se amostrar o consumo de um equipamento a fim de representá-lo numa simulação de fatura de energia elétrica?”

5) “Haverá possibilidade de que alguma amostra de consumo de energia de algum equipamento não seja representativa? Porque?”

6) “Como simular uma fatura de energia elétrica através do conhecimento de amostras de 24h para cada equipamento?”

7) “Pode-se simular qualquer equipamento e qualquer indústria o sistema proposto?”

8) “Como simular a substituição de equipamentos antigos por equipamentos novos, gerando uma nova fatura de energia comparativa?”

1.3. PRESSUPOSTOS

São cinco os pressupostos relacionados a esta pesquisa, descritos a seguir.

a) É possível, simular computacionalmente a substituição de cargas menos eficientes por cargas mais eficientes, verificando o impacto gerado por um investimento em conservação de energia e também indicando o retorno de investimento para a possível alteração. Sem a criação de um aplicativo computacional específico para esse fim, este tipo de trabalho pode levar muito tempo e pode ser impreciso.

b) Acredita-se que um estudo das características de compra da energia elétrica (tarifas), além de proporcionar benefícios financeiros, direciona seu uso na forma que mais facilita seu fornecimento, conseqüentemente, contribui com a diminuição das cargas do sistema nos horários de fornecimento mais oneroso.

c) Uma orientação sobre novos equipamentos contribuirá para que os erros do passado não sejam repetidos no futuro e que seja levado em consideração os dados que serão apresentados para a tomada de decisão. É comum, comprar-se um novo equipamento e vender-se o equipamento velho para outra empresa de menor porte. A idéia é mostrar que se pode herdar despesas extras junto com o novo investimento.

d) Por estar se desenvolvendo um aplicativo genérico para atender a muitos tipos de simulação de cargas de empresas, é necessário padronizar o tamanho da amostra para que se possa, com bastante fidelidade, representar o comportamento da carga ao longo do mês.

e) Para garantir uma demanda simulada aproximada à demanda medida pela concessionária de energia, deve-se monitorar as amostras e comparar os resultados com a fatura de energia.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GERAL

Este trabalho busca a criação de um aplicativo computacional para facilitar os estudos de conservação de energia e substituição de equipamentos antigos por equipamentos mais modernos e mais eficientes energeticamente, a fim de identificar pontos de perdas energéticas e seus respectivos custos na fatura de energia elétrica que possam custear a referida substituição.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Criar uma base de dados com alguns dos equipamentos exemplo. Esta base poderá receber o cadastro de qualquer outro equipamento e ser capaz de recompor as situações do dia a dia de uma empresa.
- Montar a fatura de energia elétrica com a configuração que se deseja, em termos de equipamentos e quantidades dos mesmos na planta fabril.
- Simular a substituição de um equipamento atualmente instalado na planta por outro e obter os dados energéticos e as conseqüentes alterações no custo da fatura de energia elétrica.
- Simular o tempo de retorno do investimento, de acordo com a economia gerada mês a mês em detrimento ao investimento efetuado, a recuperação da venda do equipamento antigo e a taxa de remuneração do capital investido.
- Permitir alterações de horários de funcionamento de determinados setores da empresa, entre outras ações, para a simulação do gerenciamento pelo lado da demanda e os conseqüentes resultados na fatura de energia elétrica.
- Analisar a influência de cada setor na fatura de energia elétrica de forma individual com o objetivo de conhecer melhor a instalação e seus custos, identificando o setor cujos custos oneram mais o processo produtivo e conseqüentemente escolhendo o setor que representa maior ônus à fatura de energia para investigação por lacunas na eficiência energética.

1.5. JUSTIFICATIVA / RELEVÂNCIA

1.5.1. RELEVÂNCIA PRÁTICA

Na última década, muitas indústrias não sobreviveram aos problemas econômicos e fecharam suas portas, outras sobrevivem de forma prejudicada e sucateada. A redução da capacidade de investimento destas empresas levou muitas a desconsiderar, durante este período, qualquer tipo de investimento na planta fabril. Até porque, o custo de capital apresentou-se muitas vezes maior do que o retorno com o investimento (juro alto).

Por outro lado, a energia elétrica também teve uma evolução de preço bastante grande no Brasil e fez este insumo tornar-se bem mais representativo nos custos de produção de qualquer empresa, principalmente às indústrias de transformação.

O aproveitamento do conteúdo desta pesquisa será prático aos usuários do aplicativo computacional aqui concebido, pois, de posse de amostras de consumo de cada equipamento da empresa, pode-se simular o comportamento da empresa inteira. Através do uso das ferramentas aplicadas aqui, podem ser criadas bases de conhecimento sobre equipamentos de qualquer segmento da indústria, desde que observada a repetibilidade diária do comportamento da carga, facilitando assim outros estudos.

É extremamente complexo o cálculo e o levantamento das variáveis que levam ao custo da fatura de energia, pois se faz necessário conhecer o comportamento individual ou coletivo das cargas no mesmo período de medição e integralização feito pela concessionária. Tão complexo que nem medindo separadamente garante-se que a demanda registrada pela concessionária será a mesma registrada nesta medição, pois a base da contagem de tempo de ambas as medições precisariam estar sincronizadas para este fim. Por este motivo os medidores de energia oferecem uma saída, opto acoplada, para leitura sincronizada dos dados entre outros. Através do conhecimento de uma amostra significativa de cada tipo de equipamento ou de um setor da instalação pode-se, através do aplicativo, extrapolar os dados e compor uma fatura de energia elétrica simulada sob o mesmo arranjo, arranjos diferentes ou substituições de cargas. Este aplicativo é uma ferramenta ágil e precisa para simular várias idéias para uma aplicação futura com mais segurança nos resultados.

Pode-se verificar o custo da mudança do enquadramento tarifário, podendo optar por: Monômio, Convencional, Horo-Sazonal Verde e Horo-Sazonal Azul.

Pode-se realizar simulação de troca de horário de funcionamento de algum equipamento na empresa para verificação imediata da curva de carga. Isso é útil ao planejamento da evolução contratual da empresa visando o maior fator de carga possível.

1.5.2. RELEVÂNCIA TEÓRICA

A relevância teórica se define como um referencial bibliográfico para estudiosos e pesquisadores de diversas áreas ligadas à engenharia, à economia, à administração e ao desenvolvimento sustentável.

Além disso, esta pesquisa oferece pontos que podem ser aprofundados e desdobrados em outros estudos, inclusive possibilitando o desenvolvimento de modelos teóricos, matemáticos ou computacionais que se apliquem à gestão energética de indústrias.

2. METODOLOGIA

2.1. PROCEDIMENTO

O problema de pesquisa definido no item 1.1 delimita o objeto de estudo, sendo que as hipóteses ou pressupostos que visam resolvê-lo (item 1.3) mostram alternativas para a solução do problema e indicações de como funcionarão.

A resposta ao problema considera a elaboração da técnica de simulação dos dados e de sua aplicação prática em algumas empresas justamente para validação das amostras coletadas. Se as amostras coletadas representarem com fidelidade o comportamento daquela carga em um mês inteiro, pode-se também simular novas situações. Porém, a análise desta proximidade é empírica e cabe ao usuário verificar se seu afastamento da realidade na fatura não está desviando os resultados finais na simulação das substituições. É muito importante, ter certeza de que os equipamentos amostrados têm comportamento típico representado em 24 horas e que isso será premissa para a aplicação deste método de simulação. A proximidade dos resultados com a fatura de energia elétrica pode ser alterada por diversos fatores, entre eles, um ponto fora da curva em um dia atípico da empresa, uma amostra atípica, um levantamento de cargas equivocado. Estas situações sempre podem ocorrer em uma empresa de um mês inteiro, caso não tenha ocorrido durante a amostragem, não aparece nos resultados da simulação.

O primeiro pressuposto da pesquisa aplica-se dentro dos limites da análise científica do método dedutivo, devido a comprovar a hipótese a partir de conhecimentos gerais e multi-

disciplinares já existentes. Conforme Lakatos (1988, pp. 88- 91) “toda a informação ou conteúdo fatural da conclusão já estava, implicitamente, nas premissas”. Ou seja, está se tentando recompor o todo somando as partes. O primeiro pressuposto foi testado através do desenvolvimento de aplicativo computacional que organiza as amostras individuais de cada equipamento típico da empresa integralizando os dados entre a data inicial e final desejada, o resultado do resumo por sua vez, é testado através de comparação com a fatura de energia elétrica. Faz-se, então, a substituição do equipamento por outro, tido como mais eficiente e compara-se com o resultado anterior. As lacunas por eficiência energética podem ser encontradas em diversas pesquisas (PROCEL[s.d.]) e simuladas para se verificar o tempo de retorno do investimento necessário a implantação das alterações.

O segundo e terceiro pressupostos são apresentados através de pesquisa exploratória, de caráter bibliográfico e documental. Segundo Gil (1987, pp.45-52), a pesquisa exploratória de caráter documental tem como principal função explicitar conceitos sobre um determinado problema e com isso ir aumentando ou aprimorando seu entendimento. Neste caso, o conhecimento sobre tarifação de energia e seus custos envolvidos auxiliam a encontrar formas de reduzir custo com energia elétrica.

O quarto pressuposto trata da padronização do tamanho da amostra, mas nem todas as empresas usam necessariamente seus equipamentos da mesma forma. Assim, optou-se por amostras de 24h justamente para dar versatilidade ao aplicativo e garantir a possibilidade de fácil adaptação à particularizações. Uma amostra de 24h representa o funcionamento de um equipamento ou setor da indústria em um dia inteiro, tendo grande probabilidade de ser significativo quando extrapolado para 30 dias. Como exemplo, pode-se citar situações onde alguns equipamentos podem ser desligados para horários de refeições dos funcionários e outros não, por isso as 24h seriam repetitivas nas amostras. Outro exemplo é o cadastro da carga no setor com marcação de horário de parada para as paradas semanais, estas podem ser diferentes de empresa para empresa e de equipamento para equipamento.

O quinto pressuposto afirma que pode-se comparar os resultados de simulação com a fatura real para verificar a veracidade dos dados obtidos. Caso a demanda e o consumo simulados sejam diferentes da demanda e consumo medidos, deve-se procurar amostras não representativas ou os horários de trabalho não condizentes com a prática para correção destes pontos. Estes ajustes, poderão indicar características importantes para melhorar a representatividade das amostras do simulador. Setores com cargas bem comportadas darão resultados bastante satisfatórios, no entanto, setores com cargas muito variáveis podem gerar

dados não confiáveis. Uma forma de encontrar algum erro seria medir o setor inteiro e comparar com o setor simulado. Fica claro que as amostras a serem coletadas pelo usuário do aplicativo devem ser tão fiéis quanto possíveis com a realidade de dias típicos de funcionamento dos equipamentos e que os resultados mais ou menos próximos a realidade estão diretamente relacionados com o cuidado neste levantamento.

Todas as amostras coletadas devem ser classificadas de acordo com o tipo de equipamento, data e hora da coleta e as características de parada do equipamento no processo fabril. Isto serve para que o usuário possa julgar a possibilidade de utilizar esta amostra em sua simulação.

2.2. AMOSTRAGEM

O planejamento antecipado das tomadas de campo (medições de energia) leva à redução da necessidade de re-trabalho para as amostras não representativas que possam ser feitas.

O uso dos equipamentos industriais, em geral tem sua utilização variável ao longo do dia, da semana e/ou do mês. Deve-se determinar o tamanho da menor amostra capaz de representar o comportamento do equipamento ao longo do período da fatura de energia. Este tamanho de amostra vai variar de equipamento para equipamento, dependendo do seu ciclo de trabalho. O ciclo de trabalho do equipamento está relacionado com a sua função no processo produtivo. Pode-se representar este equipamento com uma pequena amostra do uso da energia, exemplo: 1 hora, ou até menos. Entretanto, isso pode levar à possibilidade de que coincidentemente naquela hora o equipamento possa ter passado por um comportamento anômalo, proporcionando uma medição imprecisa, isto inviabiliza a amostra devendo ser descartada e medir novamente o uso da energia pelo equipamento. Com base nesta constatação o risco deve ser evitado definindo o tamanho da amostra com mais segurança. O aplicativo computacional, sempre utilizará 24h como dados de amostragem de um equipamento, nos casos em que se optar por medir menos horas e/ou estimar a carga, deve-se preencher às 24h da amostra, ainda que seja repetindo os valores medidos. Ou seja, para cargas extremamente constantes, o usuário do aplicativo pode, por conta própria, repetir os dados amostrados durante as 24 horas para completar uma medição de energia mais curta do que este tempo.

Pode-se garantir uma melhor precisão, se a representação do comportamento energético médio dos equipamentos for de um dia típico. Caso, numa coincidência às 24 horas escolhidas não tiverem sido típicas, a metodologia para reconstrução da fatura de energia elétrica indicará o erro da amostragem, apresentando o total da soma das partes afastado do valor da fatura de energia. Assim sendo, pode-se partir para uma nova tomada de dados, a fim de tornar a amostra do comportamento do equipamento mais precisa. Considera-se como um afastamento aceitável até 10% de divergência entre os valores obtidos com a simulação e os dados reais da fatura apresentada pela concessionária. Isto se deve a já mencionada dificuldade de determinação da demanda com valores idênticos se integralizadas com referenciais de tempo diferentes. Salienta-se que o próprio contrato de fornecimento de energia elétrica prevê limites de tolerância para cobrança de ultrapassagem na demanda contratada de 10%.

O trabalho de levantamento das amostras de campo foi realizado em empresas, tratadas de forma anônima, a título de exemplo de aplicação.

2.3. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados deve ser elaborada por setores da fábrica ou equipamentos significativos onde se vislumbrarem possibilidades de redução de consumo. Setores em que não se pretende verificar a possibilidade de substituição de equipamentos devem ser amostrados de forma coletiva para aumentar a confiabilidade da amostra e reduzir o trabalho do responsável pela análise. Para cargas mais bem comportadas pode-se estimar a curva de carga diária em planilhas eletrônicas convencionais, prevendo as horas do dia em que o equipamento estiver trabalhando, evitando medidas de campo desnecessárias. Os dados coletados podem em alguns casos servir para utilização em análise de outras empresas que utilizem o mesmo tipo de equipamento. Porém, nestes casos, deve-se estar atento a equipamentos como compressores, cujo consumo muito dificilmente teria o perfil igual de uma empresa para outra devido a características como, perdas de carga, vazamentos na rede, entre outros. Em geral, um banco de dados com muitos equipamentos amostrados será útil para facilmente compor uma fatura simulada de qualquer nova empresa que se pretenda analisar.

As amostras de dados inseridas no banco de amostras do aplicativo desenvolvido são armazenadas em arquivos tipo “CSV” (comma separated values), podendo ser elaborados em aplicativos de planilha eletrônica conforme mostrado na tabela 01.

O arquivo deve sempre iniciar aos quinze minutos do dia amostrado e seguir até a zero hora do mesmo dia, com intervalo de integração de 15 minutos, como determina a resolução 456 da ANEEL.

TABELA 1 – ARQUIVO DE DADOS (AMOSTRA DE 24H)

00:15	1,41164
00:30	1,3838
00:45	1,57724
01:00	1,32944
01:15	1,6346
...	...
23:00	1,30552
23:15	1,94312
23:30	1,52656
23:45	1,3636
00:00	1,27424

A medição das grandezas elétricas de consumo e demanda, foram realizadas através de equipamento de medição de energia elétrica da marca Embrasul, modelo RE2000. Quaisquer equipamentos de medição de energia, que sejam capazes de exportar os valores dos registros obtidos de demanda a cada 15 minutos conforme a tabela 01 podem ser utilizados.

Constou do banco de dados de tarifas de energia, a tarifa aplicada pela concessionária de energia CELESC, visto que o âmbito do levantamento de cargas das empresas também se deu na área de concessão desta concessionária de energia. Salientando que é facultado ao usuário do aplicativo, atualizar ou cadastrar valores de outras concessionárias para que os relatórios finais tenham valores atualizados com o preço de mercado da energia elétrica.

A Resolução 456 da ANEEL, foi fonte de consulta para o enquadramento do consumidor nas diversas tarifas de energia disponíveis para contratação, permitindo também uma análise neste aspecto.

A NBR 5410 ABNT, forneceu a forma de cálculo das grandezas e dimensionamentos necessários às investigações da pesquisa.

2.4. TABULAÇÃO DOS DADOS

Na busca por respostas as perguntas propostas neste trabalho, a fatura de energia elétrica da empresa é recomposta somando todos os resultados individuais das medições de energia nos equipamentos com a preocupação temporal da utilização dos mesmos. Esta preocupação temporal está relacionada com o fato de não ser correto somar a demanda de cada equipamento para que o somatório destas determine a demanda da empresa, pois o horário em que foi exigida a maior demanda importa ao cálculo. A recomposição da fatura prevê horários de desligamento dos equipamentos. Estes horários de desligamento, podem ser facilmente cadastrados pelos usuários do aplicativo, garantindo uma grande flexibilidade por permitir diferentes paradas para cada tipo de equipamento.

O cadastro de substituições compõe uma base que informa qual equipamento será substituído e as condições de parada durante esta substituição, esclarecidas mais a frente neste trabalho. Utilizando o cadastro de substituições, os dados da fatura simulada para a apresentação das questões de maior ou menor eficiência energética seguirão a mesma formatação da fatura normal, porém durante a tabulação dos dados incluiu-se uma consulta a tabela de substituições para verificar se, o equipamento ainda é utilizado. Caso o equipamento tenha uma substituição cadastrada, este recebe as novas configurações na integralização da fatura.

Estudos a respeito de equipamentos mais eficientes são fundamentais para a simulação da substituição de cargas antigas por novas. Esta pesquisa considerou que, qualquer alternativa energética onde a carga do equipamento a ser utilizado é conhecida pode ser simulada. Quanto mais detalhado for o conhecimento, sobre a nova carga, mais precisa será a resposta obtida. Foram desconsiderados neste trabalho quaisquer incrementos na produção que os novos equipamentos possam produzir. Portanto, para tempos de retorno de investimento negativos, deve-se verificar atentamente se o novo equipamento gera mais produto final e se este volume irá compensar o aumento da fatura de energia elétrica.

Os dados da fatura de energia simulada são tabulados como explicado a seguir. Como em uma grande tabela, vai-se cadastrando cada tipo de equipamento multiplicado pela

quantidade informada em cada setor, respeitadas as paradas cadastradas, data de início da simulação, data de fim da simulação e valor da amostra repetido nos mesmos horários. A dificuldade deste tipo de simulação é que não se pode somar a demanda de cada equipamento e obter resumos individuais referentes a contribuição máxima de cada carga, pois esta contribuição será máxima em um horário e a contribuição de outro equipamento, muito provavelmente, será máxima em outro horário. O resumo final que leva a fatura de energia é o somatório das cargas que, teoricamente estariam trabalhando juntas naqueles horários. Com essas informações tem-se a curva de carga simulada e através dela determina-se as grandezas elétricas necessárias ao faturamento.

O resultado financeiro da economia energética, por sua vez, é confrontado com os custos de implantação do novo equipamento e determinado seu tempo de retorno. O tempo de retorno é calculado através do método “payback descontado” que prevê a aplicação de uma taxa financeira ao capital investido, conforme Camargo (1998, pp.61-65). Apresenta-se então em quantos meses há o retorno do investimento realizado dada a economia mensal estimada em simulação. Para este cálculo consideram-se a soma de todos os custos das substituições cadastradas subtraindo-se o somatório de todos os valores de revenda dos equipamentos retirados, descontando-se mensalmente o juro determinado. Caso o juro sobre o capital investido supere o valor economizado mensalmente, o sistema retorna uma mensagem informando que não haverá retorno financeiro para o investimento realizado.

Os custos de implantação são informados pelo usuário através de estimativas de mercado considerando 100% do valor do equipamento a ser substituído. Além disso, é solicitado no cadastro de substituições o valor da revenda do equipamento retirado da empresa, pois muitos equipamentos substituídos podem ser vendidos para amortização do investimento.

2.5. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

As limitações desta aplicação estão normalmente vinculadas ao tamanho das amostras de 24h. Para cargas que não tenham repetibilidade dentro das 24h exigidas para cada amostra de equipamento, o sistema não contempla simulação. Pode-se aplicar uma amostra com a média de uma semana, ou seja, compõe-se as 24 horas tirando a média de uma amostragem de uma semana, porém os valores tenderão a se afastar bastante da realidade no que se refere a demanda na ponta e fora da ponta para efeito de custo da fatura.

Trata-se de um aplicativo que junta as amostras do banco de dados na configuração de quantidade, tipos de parada e setor onde foi utilizado. Para garantir o resultado aproximado com a fatura de energia elétrica depende fortemente da qualidade das amostras cadastradas e do levantamento de carga da empresa.

Não foi desenvolvida nenhuma interface de auxílio à criação de amostras por estimativa, considerou-se as estimativas eventuais e fáceis de serem geradas em aplicativos do tipo planilha eletrônica geradas.

3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E MEIO AMBIENTE

3.1. MEIO AMBIENTE

A reunião de Estocolmo de 1972 configurou-se como um divisor de águas nas questões pertinentes às intervenções humanas no meio ambiente. Não bastava mais a busca por crescimento econômico acelerado, precisava-se de uma forma de fazê-lo com sustentabilidade.

Segundo Goldemberg (1998), a maior parte dos problemas ambientais está relacionada com a geração de energia. Neste momento, quando se fala em geração de energia, não se está falando só de energia elétrica e sim de todo e qualquer processo de transformação que, realizado pelo trabalho, gera benefício ao homem.

De acordo com as primeira e segunda leis da termodinâmica, energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada e o calor flui sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio. Essas leis indicam que, ao converter a energia com a intenção de aproveitá-la, transforma-se a mesma para um estado mais dissociado, onde tem-se mais dificuldade de aproveitá-la novamente. Ao aumentar o grau de entropia da matéria, degrada-se o meio ambiente.

Segundo Theis (1996), toda a energia do planeta provém do sol, menos os recursos não renováveis como os combustíveis fósseis que originaram de fotossíntese ocorrida a vários milhões de anos. Está matematicamente comprovado pela segunda lei da termodinâmica que toda transformação de energia acarreta em perda durante o processo. As grandes transformações de energia acarretam em grande perda e conseqüentemente geração de resíduos, o que tem afetado o equilíbrio do planeta pela alteração climática e favorecimento ou não das espécies.

Segundo Jannuzzi e Swisher (2000) as questões ambientais eram no passado consideradas acessórias ou secundárias, a não ser se os impactos pudessem comprometer o desenvolvimento. Recentemente, estas questões estão visivelmente declaradas nos grandes centros econômicos, pois a qualidade de vida das pessoas vem sendo alterada, potencialmente comprometendo o desenvolvimento. Se as emissões globais de carbono forem reduzidas em 60% ou mais, pode-se estabilizar as concentrações de gases estufa na atmosfera. Somente em geração termelétrica concentram-se 30% das emissões globais de CO₂ para a atmosfera.

O impacto ambiental de um empreendimento de geração de energia elétrica sempre ocorrerá, porém tem-se que estudá-lo com muito critério, pois os parâmetros que o envolvem são sistêmicos, se relacionam com tudo a seu redor e são muito difíceis de serem considerados na totalidade.

No Brasil vários empreendimentos de geração de energia elétrica estão a espera de liberação em relação aos estudos de impacto ambiental. Isso é reflexo da complexidade do tema e da rígida legislação brasileira que para obras desta natureza é bastante avançada.

O estabelecimento de critérios e exigências de EIA/RIMA para empreendimentos elétricos de acordo com o tipo é estabelecido pela Resolução CONAMA Nº 006/1987 - "Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica" - Data da legislação: 16/09/1987 - Publicação DOU: 22/10/1987.

Tanto no Brasil como em países do primeiro mundo controlar o nível de poluição é uma tarefa árdua, o uso crescente de tecnologia e acordos internacionais são uma saída mitigadora da degradação ambiental. A principal questão a ser respondida é como evitar que países em desenvolvimento utilizem tecnologias baratas, pouco eficientes ou poluidoras, tal qual alguns países desenvolvidos já o fizeram?

As normalizações internacionais que estabelecem parâmetros sobre os métodos produtivos de uma cadeia de produção pode ser uma alternativa para gradativamente forçar que as empresas que queiram operar nestes mercados mudem sua estratégia. Isto também está relacionado com a concorrência das empresas. Não se pode colocar na mesma balança, empresas que respeitem a legislação ambiental e as que não o fazem. Uma melhoria na fiscalização pode significar bons resultados.

No Brasil, a legislação evoluiu muito nos últimos anos e começa a apresentar os primeiros resultados. Infelizmente, a avançada legislação brasileira esbarra na falta de fiscalização e recursos, fazendo com que apenas grandes obras ou empreendimentos sejam analisados, sejam por terem orçamento próprio ou por pressão da imprensa ou da população. Não são os casos da maioria dos desmatamentos para criação de plantações, pastagens ou loteamentos. A Figura 1 representa a estrutura simplificada da lei 6938-81 para uma perspectiva rápida de como ela estrutura a defesa ambiental no Brasil.

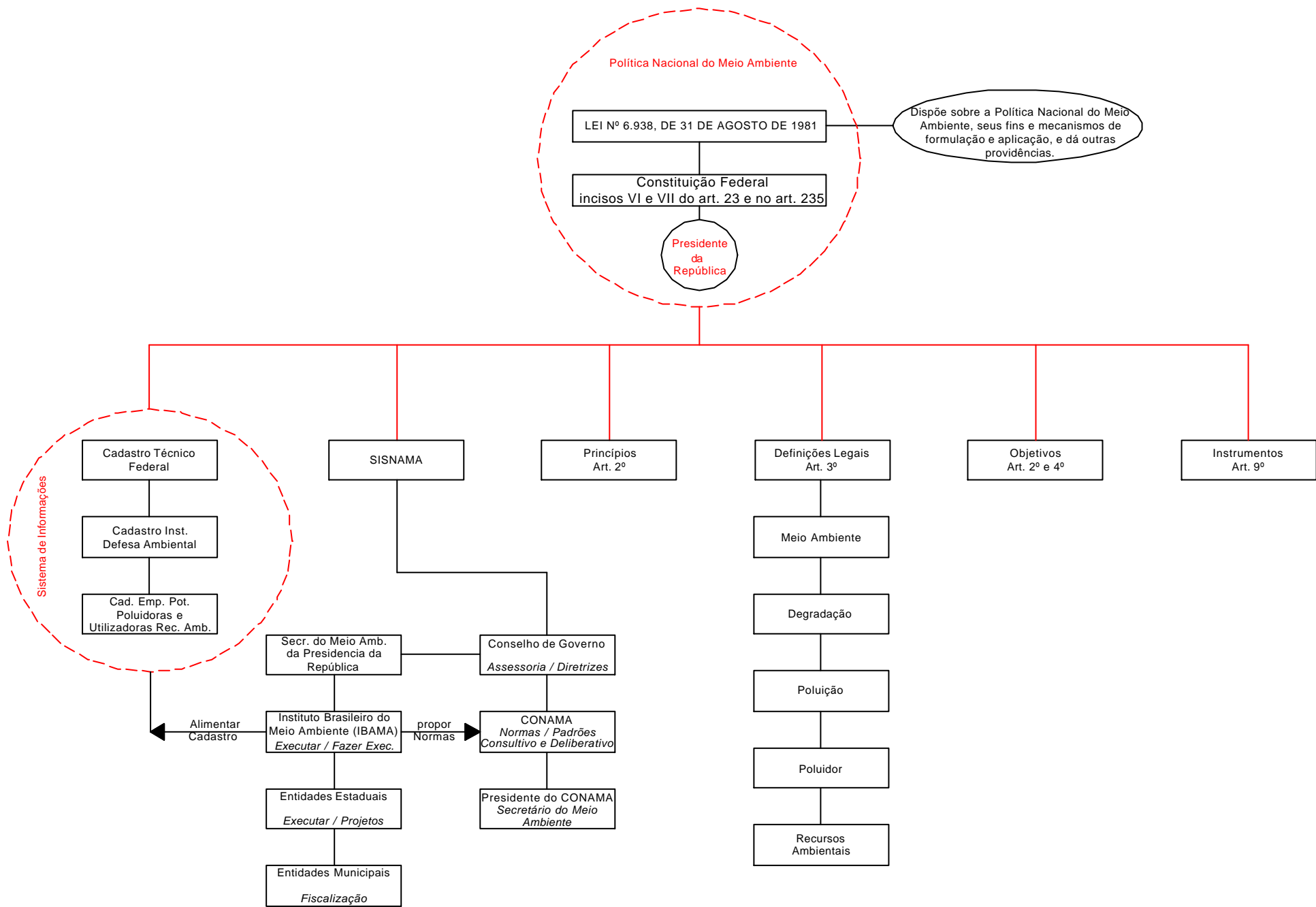


Figura 1 - Representação gráfica da lei 6938-81 (elaboração do autor)

3.2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Qualquer atividade econômica em uma sociedade moderna só é possível com o uso intensivo de uma ou mais formas de energia.

Dentre as diversas formas de energia interessam em particular, aquelas que são processadas pela sociedade e colocadas à disposição dos consumidores onde e quando necessárias, tais como: a eletricidade, a gasolina, o álcool, óleo diesel, gás natural, etc.

A energia é usada em aparelhos simples (lâmpadas e motores elétricos) ou em sistemas mais complexos que encerram diversos outros equipamentos (geladeira, automóvel ou uma fábrica). Estes equipamentos e sistemas transformam formas de energia. Por exemplo: uma lâmpada transforma a eletricidade em luz e calor. Como o objetivo da lâmpada é iluminar, uma medida da sua eficiência é obtida dividindo a energia da luz pela energia elétrica usada pela lâmpada. Da mesma forma, pode-se avaliar a eficiência de um automóvel dividindo a quantidade de energia que o veículo proporciona com o seu deslocamento pela que estava contida na gasolina originalmente.

A energia perdida pode ser classificada como fonte de desperdício, principalmente quando se tem sistemas de baixo rendimento, ou seja, sistemas ou equipamentos que aproveitam mal a energia dispendida para seu funcionamento normal.

Outra fonte de desperdício deriva do uso inadequado dos aparelhos e sistemas, por exemplo, lâmpadas acesas em ambientes desocupados, transformadores trabalhando a vazio, ar-condicionado ligado com janela aberta, etc.

Também um veículo parado em um engarrafamento está usando mais energia do que a necessária por conta do tempo que fica parado no congestionamento.

Outros fatores mais sutis explicam muitos desperdícios. Um construtor barateia a construção não isolando o "boiler" e os canos de água quente, pois quem pagará pelo desperdício será o consumidor.

Vale notar que esses efeitos se multiplicam à medida que a energia vai migrando por todos os setores da economia, transformando-se em valores extremamente elevados.

Falando mais especificamente da energia elétrica, além da necessidade de conservá-la pelas questões ecológicas já mencionadas, há uma vantagem de economia financeira proveniente da conservação. Porém, nem todas as ações de conservação de energia elétrica são facilmente retornáveis em termos financeiros, deve-se considerar a necessidade de inserção de políticas públicas de incentivos, tais como: fiscal, conscientização, regulamentação e etc.

As políticas de conscientização são assumidas especialmente pelo PROCEL, as de regulamentação dependem da ANEEL, já as fiscais dependem de leis específicas apresentadas ao Congresso Nacional. Normalmente, são propostas pelos Ministérios de Minas e Energia, do Planejamento, Casa Civil e da Fazenda, e passam pela verificação de que o custo ao estado pelo desperdício é maior do que a bonificação fiscal ao produto mais eficiente, uma vez que abrir-se-á mão de receita. Muitas vezes não é economicamente viável a obtenção ou utilização de sistemas mais eficientes sem que haja uma política estatal que a subsidie.

3.3. QUESTÃO AMBIENTAL

Todo e qualquer fenômeno que ocorre na natureza necessita de energia para a sua efetivação. A vida, como a conhecemos, requer basicamente matéria e energia. Estes dois conceitos são fundamentais no tratamento da maioria das questões ambientais.

A crise ambiental pode ser descrita considerando três aspectos básicos: crescimento populacional; demanda de energia e materiais; e geração de resíduos.

Segundo Mota (2000), o problema de poluição ambiental surge no momento em que o ser humano descobriu o fogo e passou a ser capaz de impulsionar máquinas e realizar trabalho, o que conduziu a um enorme avanço tecnológico. Esse desenvolvimento traz necessidade de quantias cada vez maiores de materiais e energia para satisfazer a necessidade de desenvolvimento da humanidade e isso, por sua vez, resulta em uma quantidade significativa de resíduos, tanto em termos de matéria, como em termos de energia. Toda a temática da questão ambiental envolve os resíduos e a necessidade de diminuir sua produção, atenta para a possibilidade de se estar caminhando para um esgotamento rápido dos recursos naturais.

3.4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O consumo de energia cada vez maior tem levado a humanidade a causar danos ambientais, principalmente em países com indústrias de transformação. Por mais eficiente que seja o processo, o meio ambiente acaba sendo afetado, resta reduzir a necessidade de ampliar a oferta fazendo bom uso do que já está disponível, pois se for possível aumentar o consumo sem aumentar a capacidade instalada de geração vai-se elevar a eficiência.

Segundo Reigota (1994), meio ambiente é o lugar onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Essas relações implicam em processos

de criação cultural, tecnológica, processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído.

É indiscutível que a evolução da ciência e da tecnologia têm conduzido a uma melhora na qualidade de vida da população. Esta qualidade de vida, por sua vez, causa ao meio ambiente um custo elevado, pois geralmente produz-se o dano ambiental para depois criar a consciência e tentar minimizá-lo. O desafio é manter a qualidade de vida e diminuir esse custo ambiental. Para isso, se propõe a conservação de energia sem perda da qualidade nem da quantidade de produtos ou serviços realizando o mesmo trabalho com menor dispêndio de energia. Evidentemente, a conservação de energia não se mostra como uma fonte infindável de disponibilização de energia, mas pode ofertar tempo hábil para se planejar adequadamente a expansão dos sistemas. Também é uma atitude de conservação de energia, verificar a época do ano e as horas do dia em que se solicita energia, para isso o custo da tarifa também socializa a economia de não necessitar ofertar mais infra-estrutura de geração e transmissão neste horário ou nesta época do ano.

De acordo com Bagatolli apud (Silveira, Reis e Galvão, 2001, pp.17-26), o Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum, 1987) definiu o conceito de desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades das gerações presentes sem afetar a capacidade de gerações futuras também satisfazerem suas próprias necessidades. Esta idéia é importantíssima, pois tem-se de utilizar os recursos disponíveis hoje sem que as gerações futuras fiquem ameaçadas.

O Brasil tem investido em políticas de incentivo a importação de gás-natural e expansão de uma rede de grandes barragens na Amazônia, mantendo assim fontes de energia alternativa, renovável, ainda em um plano secundário, Swirtkes (2005). Estes investimentos somam valores enormes e causam dano ambiental intenso. São realizados devido a necessidade de desenvolvimento da nação, e por não se acreditar que as energias alternativas tenham capacidade de suprir toda a demanda necessária. Apesar disso percebe-se o aumento da capacidade instalada de fontes alternativas tais como: eólica, biomassa e fotovoltaica.

A produção de energia elétrica no Brasil é proveniente de uma diversificada matriz energética, ainda que a fonte hidroelétrica seja predominante. A Tabela 2 mostra diversas fontes energéticas cadastradas pela ANEEL. As siglas adotadas pela ANEEL, nesta tabela, são utilizadas nas tabelas 3, 4 e 5.

O Brasil, possui no total, 1.482 empreendimentos em operação gerando 93.176.687 kW de potência, conforme Tabela 3. Está prevista para os próximos anos uma adição de

27.982.548 kW na capacidade de geração do País, proveniente dos 76 empreendimentos atualmente em construção e mais 513 outorgadas, como mostram as Tabelas 4 e 5.

TABELA 2 – TIPOS DE USINAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
EOL	Central Geradora Eolielétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
SOL	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

Fonte: ANEEL

TABELA 3 – EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL EM OPERAÇÃO

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	188	100.203	99.896	0,11
EOL	10	31.000	28.550	0,03
PCH	260	1.378.176	1.343.911	1,44
SOL	1	20	20	0
UHE	149	71.659.749	69.631.048	74,73
UTE	872	24.385.378	20.066.262	21,54
UTN	2	2.007.000	2.007.000	2,15
Total	1.482	99.561.526	93.176.687	100

Fonte: ANEEL

Com relação as Tabelas 3, 4 e 5, os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

TABELA 4 – EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL EM CONSTRUÇÃO

Empreendimentos em Construção			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	848	0,02
EOL	5	208.300	4,7
PCH	40	580.162	13,08
UHE	13	3.011.168	67,88
UTE	17	635.797	14,33
Total	76	4.436.275	100

Fonte: ANEEL

TABELA 5 – EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA NO BRASIL OUTORGADOS

Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2005 (não iniciaram sua construção)			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	56	36.551	0,16
EOL	124	5.323.393	22,61
PCH	213	3.397.175	14,43
UHE	22	5.109.600	21,7
UTE	98	9.679.554	41,11
Total	513	23.546.273	100

Fonte: ANEEL

Pode-se perceber na Tabela 5, que não há empreendimento Termonuclear outorgado e existe um crescente interesse pelas Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), porém dos empreendimentos outorgados, 41,11% são térmicos, destes 93,45% são a gás natural e o restante a óleo combustível. Ou seja, enquanto se está utilizando reservas fósseis como combustível, além de se consumir o recurso mais rapidamente do que a natureza possa repor, está-se perdendo tempo na implantação de uma alternativa energética sustentável. Por outro lado, percebe-se que as usinas eólicas também estão tendo um interesse crescente, equiparando-se com a previsão de hidroelétricas e superando as PCH. Isto sinaliza para uma mudança de comportamento. Espera-se que este impulso se multiplique e supere as instalações térmicas fósseis.

De acordo com Bermann (2004), a recente crise energética e a política energética que o governo brasileiro está implementando baseia-se em princípios que comprometem de forma irreversível a sustentabilidade energética em padrões adequados. Se de um lado investe em grandes conglomerados hidrelétricos, por outro lado insiste com a ampliação da matriz energética do gás-natural.

O certo é que as usinas a gás-natural são consideradas pelo Ministério de Minas e Energia (MME) como sendo emergenciais, visto que, são construídas muito mais rapidamente que usinas hidrelétricas. A culpa desta necessidade é a falta de planejamento dos governos que passaram pelo país. Não se pode decidir hoje e ter uma usina de energia nova operando amanhã. Os governos precisam entender a necessidade de planejamento e dar autonomia aos órgãos competentes para realizar seus orçamentos também em novos investimentos, priorizando aqueles com menor impacto ambiental.

Bermann (2004), informa que se o Brasil diminuísse suas perdas na transmissão e distribuição da eletricidade, hoje da ordem de 15%, para um índice de 6% (padrão internacional) poderia economizar pouco mais de meia Itaipu para o sistema elétrico. Sabe-se que este índice não é generalizado, mas caracteriza-se como a perda média do Brasil. Dentre os custos para resolução destas perdas estão inseridos basicamente uma melhoria no isolamento das linhas e na substituição de equipamentos antigos ou defeituosos por mais modernos, como por exemplo, os transformadores. A melhoria do isolamento das linhas e a troca dos equipamentos antigos também traz benefícios outros como o aumento da confiabilidade do sistema elétrico como um todo.

3.4.1. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

É muito importante compreender o conceito de conservação de energia elétrica, pois conservar energia é muito mais que combater o desperdício, significa melhorar a maneira de utilizá-la, conciliando a melhor maneira de produzir com as menores perdas, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. Significa também otimizar a produção, diminuir o consumo de energia e de outros insumos, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços.

Para o Programa de Conservação de Energia Elétrica da Eletrobrás – PROCEL, o combate ao desperdício é uma fonte virtual de produção de energia elétrica. Isso quer dizer que, a energia não desperdiçada pode ser utilizada para suprir outra carga, sendo portanto, a fonte de produção mais barata e a mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente.

O PROCEL, foi instituído por portaria interministerial em 30 de Dezembro de 1985, com as diretrizes de promover, educar e difundir as questões que envolvem o processo de conservação de energia elétrica no país. Coube então ao PROCEL elaborar um plano de ação no sentido de minimizar as perdas energéticas do país através de incentivo e adequação da legislação do setor elétrico com linhas de ação voltadas a:

- Distribuição de Energia Elétrica;
- Desenvolvimento Urbano;
- Edificações;
- Iluminação Pública;
- Racionalização Horária;
- Estrutura das concessionárias;

- Tarifas;
- Mercado;
- Recursos e Incentivos;
- Pesquisa de Desenvolvimento Tecnológico;
- Normalização, Certificação e;
- Avaliação de Projetos.

Os números do PROCEL apontam a grande viabilidade do fomento à redução do desperdício em detrimento de geração adicional conforme demonstrado na Tabela 6.

TABELA 6 - RESULTADOS DAS AÇÕES DO PROCEL NO PERÍODO DE 1994 / 2003

Resultados	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Investimentos aprovados (R\$ milhões)	10	16	20	41	50	40	26	30	30	29
Energia economizada / geração adicional (GWh/ano)	344	572	1970	1758	1909	1852	2300	2500	1270	1300
Redução de demanda na ponta (MW)	70	103	293	976	532	418	640	690	309	270
Usina Equivalente (MW)	80	135	430	415	440	420	552	600	305	312
Investimento evitado (R\$ milhões)	160	270	860	830	880	840	2019	2818	1486	1914

Fonte: PROCEL

A conservação de energia pode ser também vista como um processo dentro das empresas assim como o processo de produção, compras, vendas e outros. Como processo, a Conservação de Energia requer uma gestão: planejamento, execução, coleta de informações, diagnóstico, ações corretivas, registros e controles contínuos, sempre buscando aperfeiçoar os parâmetros da eficiência.

Geller (1994) acredita que as reduções do desperdício, juntamente com as medidas de baixo custo, possam proporcionar até 10% de economia de eletricidade e que essas medidas sejam aplicáveis a indústrias que representarão 65% do consumo da eletricidade até 2010. Estas suposições levam a 15,6 TWh de economia de eletricidade em 2010. Na indústria têxtil, por exemplo, pode-se chegar à uma economia que varia de 8 a 15% com as recomendações abaixo:

- O uso de lâmpadas ou luminárias mais eficientes;
- A substituição de motores superdimensionados;
- A substituição de linhas sobrecarregadas;
- A correção do fator de potência baixo;
- A correção do desbalanceamento de fases;

- A redução dos picos de carga;
- O fornecimento de sistemas adequados de proteção;
- O aperfeiçoamento dos sistemas de transmissão entre motores e equipamentos acionados.

A energia representa um insumo vital que pode responder por um terço do custo dos produtos. Também, pode-se considerar a energia como insumo estratégico para o estabelecimento de qualquer política de desenvolvimento econômico e social.

Como a energia elétrica está na base de toda a cadeia de produção industrial, agropecuária e também na prestação de serviços, a necessidade de reduzir o custo deste insumo é grande.

Tavares (2003), explica que esta prática ocorre em larga escala nos setores de siderurgia, indústria automotiva, têxtil, química e agroindústria, mediante contratos que às vezes chegam a 50% menos que o valor da tarifa regulada. Isto produz enormes benefícios não só para a cadeia produtiva e sim tornando estas empresas mais competitivas, mas também, para a população em geral, pois o preço final dos produtos acaba se reduzindo.

Segundo Eckmann (2001), um olhar mais atento no consumo de energia da indústria e do comércio expõe uma chaga secular: o desperdício. Estima-se que de cada 100 kWh usados na confecção de um produto cerca de 20 kWh sejam desperdiçados. “As empresas brasileiras não se preocupavam com isso porque a energia era barata e fartamente disponível. Agora vai-se adquirir uma nova cultura e usar tecnologia para otimizar o uso desse insumo”. “Nunca mais vai-se ter o preço de antes. Qualquer energia nova será mais cara.”

3.4.2. GERENCIAMENTO PELO LADO DA DEMANDA (GLD)

De acordo com Camargo (1999), o gerenciamento pelo lado da demanda refere-se ao planejamento, implementação e acompanhamento de atividades ou estratégias que visam modificar a curva de carga dos consumidores. Pode-se implementar estratégias adotando uso de tecnologia e processos mais eficientes e/ou através do gerenciamento e fontes alternativas de energia. A implementação de um programa de GLD é bom para o consumidor, que economiza na fatura de energia elétrica, é bom para o país, que desafoga o sistema elétrico nos horários mais críticos.

O atendimento do mercado de energia pelo lado da ampliação da oferta, aumenta o custo marginal da energia elétrica. Os programas de GLD fornecem uma solução para este problema, na medida que colocam à disposição das empresas meios para mudanças no perfil

das cargas e no comportamento dos consumidores (Camargo, apud, Bellarmine e Turner, 1994). Isso colabora no sentido de reduzir o custo da concessionária de energia e ainda para as empresas terem, nas tarifas, a possibilidade de optar por alterar o perfil de sua carga para buscar atratividade financeira ou não.

Na questão ambiental, os programas de GLD, são peça importante para conseguir um aproveitamento mais homogêneo ao longo do dia e ao longo de períodos de sazonalidade do recurso energético já em operação. Este aproveitamento vai permitir postergar novos investimentos em geração e novas degradações ambientais consequentes aos mesmos.

3.4.3. NOVOS USOS E MELHORIA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Visto do lado da empresa consumidora de energia elétrica, os novos usos e a melhoria da eficiência energética estão associados com os investimentos na substituição dos equipamentos menos eficientes por equipamentos novos e mais eficientes. A grande dificuldade para a realização de substituições como esta, está na informação, que o consumidor geralmente não tem, sobre quanto economizará de energia elétrica, e no custo, que nem sempre se mostra retornável em pouco tempo. Há casos de extremo desperdício onde certamente as modificações pagarão os investimentos em pouco tempo, mas também haverá modificações que dependem de incentivos tarifários para atrair o consumidor.

Segundo Ribeiro (2002), algumas questões impedem a operação automática do mercado perante as medidas de conservação de energia, e são descritas a seguir:

a) Falta de Informação Organizada sobre oportunidades de conservação, uma vez que há poucos textos didáticos e cursos de formação que difundam os conceitos de conservação e economia de energia;

b) Dificil Avaliação de Resultados Econômicos derivados do uso eficiente, pois de uma forma geral, falta pessoal com formação específica necessária à execução de cálculos comparativos entre investimento inicial maior e a redução das despesas com energia;

c) Falta de interface entre a tecnologia de utilização e o usuário final, tornando muito difícil, por parte do usuário final, promover reversão no processo de utilização de certa tecnologia;

d) Disponibilidade de equipamentos eficientes, pois em muitos casos tal tecnologia ou não é oferecida ou apresenta preços substancialmente maiores que nos países mais industrializados;

e) Inexistência de custos ambientais explícitos, uma vez que o uso de energia primária implica necessariamente, em custo ambiental quer em nível local ou global. Além disso, a conversão deste custo em parâmetros financeiros está longe de ser resolvida;

f) Restrição financeira, pois mesmo havendo consciência das vantagens econômicas de investir em equipamentos mais eficientes, a aquisição de tais equipamentos subentende um elevado custo inicial, tornando tal aquisição lenta e incerta. Um dos problemas básicos dos programas voluntários é induzir investimentos futuros visando ganhos com redução de custos;

g) Falta de identificação das necessidades e de promoção de linhas de ação, que se apresentam em dois níveis: o primeiro (necessidades estratégicas) mais amplo e geral; e um segundo mais específico e apresentado em relação a uma ou mais necessidades estratégicas a qual ele se destina.

O item b, ressalta uma dificuldade que exatamente este trabalho tenta minimizar com a criação de um aplicativo computacional.

3.4.4. POLÍTICAS TARIFÁRIAS

Segundo Geller (1991), existem várias políticas que podem ser adotadas para buscar o uso eficiente da energia elétrica pelos consumidores. Entre elas destacam-se: desenvolvimento tecnológico e modificações técnicas, programas de informação, financiamento e incentivos financeiros, marketing e desenvolvimento de mercado, e regulamentos sobre eficiência. Dentre as medidas acima apresentadas, muito interessa a questão dos financiamentos e incentivos financeiros, visto que este trabalho por mais que consiga mostrar a redução nos custos da empresa com energia elétrica, nem sempre vai poder tornar atrativa financeiramente a operação. As políticas públicas é que seriam responsáveis pela criação da atratividade ao consumidor, abrindo mão de receita ao incentivar o uso de equipamentos mais eficientes na redução da carga tributária aos mesmos.

De acordo com Ribeiro (2002), na prática, devido a razões burocráticas, o tempo de liberação de recursos com empréstimos a juros baixo sob forma de incentivo não tem sido atrativo.

Ainda segundo Ribeiro (2002), o ideal seria a criação de incentivos como a isenção de impostos para equipamentos que reduzam o uso da eletricidade, a exemplo de controladores de velocidade de motores. O autor destaca também, a necessidade na isenção de impostos sobre importação de equipamentos ou componentes cuja tecnologia, ainda não produzida no Brasil, seja de ponta e relacionada à conservação de eletricidade.

O contrato de concessão firmado pelas empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com a ANEEL estabelece obrigações e encargos perante o poder concedente. As chamadas públicas para projetos de conservação de energia são uma destas obrigações, Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, é uma das formas de o consumidor acessar recursos para investimentos em conservação de energia, porém extremamente burocráticos¹ e que também dependem de interesse da concessionária de energia elétrica.

3.4.5. GERAÇÃO PELOS CONSUMIDORES

Segundo Bagatoli (2005), a auto-produção de energia elétrica é considerada tanto um elemento do gerenciamento de carga quanto um sub-programa independente de GLD, podendo ser definida como geração de energia pelo consumidor. Esta geração utiliza frequentemente fontes energéticas como: petróleo, gás natural, carvão, biomassa e hidroeletricidade.

Além da possibilidade de redução dos custos pelo uso da atratividade em alguns horários do dia, há a possibilidade, dentro de um ambiente de competição, de se oportunizar a venda de energia excedente para o setor elétrico.

Programas de co-geração oportunizam ainda mais, além da geração da energia elétrica, a melhor maneira do aproveitamento do combustível, fazendo uso de formas mais nobres da energia e minimizando os efeitos da segunda lei da termodinâmica, que anuncia uma perda obrigatória quando da transformação de uma energia em outra. (PINTO, MARTONE. 2001)

3.4.6. GERENCIAMENTO DE CARGA, TARIFAÇÃO E FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com De Lima (2002), quando o suprimento de energia elétrica na unidade é feito em 13,8 kV, o custo médio da energia justifica a implantação de medidas de eficiência energética mais facilmente.

Para os níveis de tensão maiores, a tarifa de energia é menor. Este benefício é previsto pelas tarifas para estimular o investimento por parte das empresas, descarregando assim, o sistema e melhorando sua qualidade como um todo. Obviamente para grandes consumidores de energia elétrica este benefício ficará mais óbvio do que para menores, uma vez que o retorno do investimento depende do consumo. Este tipo de investimento também

¹ Vide edital de chamada de projetos da concessionária de energia elétrica CELESC. Exemplo: http://www.celesc.com.br/pee_2006/chamada_publica_2006.pdf

auxilia na redução das perdas energéticas inseridas no sistema, mesmo não estando diretamente compromissado em reduzir o consumo da empresa que o implanta.

Mesmo para os casos em que o empresário não opte por substituição de algum equipamento devido ao tempo de retorno elevado, o estudo da diferença econômica entre o consumo de um equipamento moderno e outro menos eficiente contribui para alertar quanto a novos investimentos em ampliações da planta.

No setor industrial o gerenciamento energético é importantíssimo, pois permite saber como é que está sendo utilizado o insumo energia elétrica e quantificar o seu percentual de participação nos custos. Pode-se saber quanto cada setor está consumindo de energia e quanto está produzindo. Se ocorrer uma mudança ou algo fora do controle ou atípico, pode ser identificado o problema e exercer-se uma ação de melhoria.

O gerenciamento de carga é um processo de acompanhamento e controle do consumo de energia elétrica, utilizando-se da tabulação gráfica das curvas de carga e índices ou fatores que revelam o grau de eficiência do consumo de energia elétrica.

O sistema de gerenciamento é aquele que deve acompanhar o consumo de energia elétrica nas unidades e, com isso, estabelecer metas de redução de consumo, permitindo uma série de outras facilidades para a indústria. Há por fim, a questão da adequação tarifária, que significa adequar o contrato de compra de energia à forma de utilização.

A análise do contrato de fornecimento de energia elétrica permite o acompanhamento do perfil de utilização da energia ao longo do tempo, contribuindo para um melhor aproveitamento da energia comprada da concessionária.

A presença de um dos itens abaixo na conta de energia elétrica indica que alguma medida de otimização pode ser efetuada:

- Ultrapassagem de demanda;
- Baixo fator de carga;
- Cobrança de reativos excedentes;
- Demanda medida muito abaixo da demanda contratada.

Uma vez constatada alguma irregularidade no perfil, medidas administrativas simples, como renegociação do contrato junto à concessionária, ou medidas de baixo investimento, como a instalação de sistemas de gerenciamento e/ou controladores de demanda, podem proporcionar uma redução significativa nos gastos com energia elétrica.

Atualmente no Brasil a energia elétrica é comercializada num mercado livre. O mercado livre oferece ao "consumidor livre" a possibilidade de gestão sobre seu contrato de energia, através da utilização das seguintes ferramentas:

1. Negociação, diretamente junto a geradores, de contratos de fornecimento com flexibilidade no consumo da energia contratada, sendo assim possível "sazonalizar", para mais ou para menos, os volumes de energia contratada, adequando desta forma seu contrato às oscilações naturais de consumo de energia decorrentes de seu ramo de atividade;

2. Eventuais diferenças entre a energia contratada e a energia consumida, para mais ou para menos, podem ser comercializadas livremente pelo consumidor, a preços de mercado. Cabe aí ressaltar seu poder de gestão sobre o contrato, sendo possível efetuar antecipadamente uma operação de compra adicional de energia ou venda de excedente, meses antes do fato consumado, livrando assim o consumidor da exposição à volatilidade dos preços *spot*. Da mesma forma, pode-se estruturar derivativos visando o gerenciamento da posição de energia da empresa, tais como *swap* (trocas de energia) e opções de compra/venda (direito, mas não obrigação, de comprar/vender energia a preços previamente acordados);

3. Adicionalmente, o consumidor que possui mais de uma unidade industrial pode adquirir um único bloco de energia para todas as suas unidades, gerenciando as diferenças individuais de consumo de forma consolidada, ou seja, se sobrou energia numa unidade, esse montante pode ser alocado para sua(s) outra(s) unidade(s).

Em suma, o mercado livre possibilita que a empresa tenha plena gestão sobre o "insumo" energia elétrica, da mesma forma que administra outros itens relacionados à sua atividade produtiva. É papel da comercializadora de energia assistir o consumidor sobre as questões acima dispostas, visando o desenvolvimento de estruturas de comercialização que melhor atendam aos interesses e necessidades do consumidor, maximizando assim o ganho advindo da contratação de energia elétrica no mercado livre.

É animador para os empresários a liberdade de escolher o melhor fornecedor de energia elétrica, considerando a relevância desse insumo sobre seus custos de produção.

Este trabalho também fornece subsídio para o gerenciamento da carga, uma vez que se pode simular qualquer substituição de ligação de equipamentos em horários determinados e o conseqüente resultado econômico na fatura de energia elétrica. Pelo fato de contar com uma ferramenta que mostra a curva de carga, o usuário deste aplicativo pode simular a mudança de alguma carga em determinado horário.

No Apêndice A, encontra-se uma apresentação completa sobre tarifas de energia elétrica disponíveis às empresas, bem como as informações que são peça fundamental de conhecimento para uma boa análise de enquadramento tarifário.

3.4.7. O GERENCIAMENTO DO FATOR DE CARGA

O fator de carga (FC) é uma relação entre a demanda média e a demanda máxima de potência que expressa o grau de utilização da demanda máxima de potência. Este indicador pode variar de zero a um. Se uma empresa tem um elevado fator de carga, pode-se dizer que a mesma distribui o uso da energia elétrica de forma homogênea no tempo e, conseqüentemente, minimiza investimentos na ampliação da infraestrutura do setor elétrico e acaba se beneficiando com as tarifas existentes no mercado. O alto fator de carga também aponta para a melhor razão de compra da energia, pois o consumidor usa com uma efetividade maior a demanda que contratou.

$$FC = \frac{\text{Consumo}(kWh)}{\text{Demanda}(kW) \cdot N^{\circ} \text{ de Horas}} \quad (1)$$

Segundo Da Silva (2001), o fator de carga no horário de ponta é determinante para indicar o uso de uma tarifa horo-sazonal azul ou verde. O FC de 0,6552 é um divisor de águas, se o FC for menor que 0,6552 a tarifa mais econômica é a Tarifa Horo-Sazonal Verde, caso contrário será a Horo-Sazonal Azul (desconsiderando a possibilidade de uso de outra tarifa que não a Horo-Sazonal).

3.4.8. O GERENCIAMENTO DO FATOR DE POTÊNCIA

De acordo com Mamede Filho (1987), o sistema elétrico que opera com excesso de potência reativa compromete desnecessariamente o fornecimento de potência ativa.

O fator de potência é um indicativo de eficiência energética, quanto menor for o fator de potência, pior se torna o aproveitamento efetivo da energia.

$$FP = \cos \phi = \frac{\text{Pot. Ativa (kW)}}{\text{Pot. Aparente (kVA)}} \quad (2)$$

Quanto menor for a potência reativa, mais próximo estarão as potências ativa e aparente, e conseqüentemente o FP mais próximo da unidade.

Através do decreto de lei 479 de 20 de março de 1992, insitiu-se a cobrança pelo reativo excedente. Neste decreto caberia ao DNAEE a regulamentação a respeito dos limites do fator de potência e das formas de cobrança do reativo excedente.

O DNAEE, na portaria N° 1569/93 estabeleceu os critérios de cobrança e limites ao fator de potência. Dentre os principais critérios estão: O fator de potência deve ser controlado para permanecer dentro dos limites de 0,92 indutivo e 0,92 capacitivo. Sua avaliação é horária durante as 24h do dia e em tempos definidos. A energia reativa indutiva será medida no período das 6 às 24h a intervalos de 1 hora e a energia reativa capacitiva será medida no período de 0 às 6h, também em intervalos de uma hora.

As principais causas do baixo fator de potência são:

- motores operando a vazio ou superdimensionados;
- transformadores operando a vazio ou com pequenas cargas;
- nível de tensão acima da tensão nominal;
- reatores ineficientes de lâmpadas de descarga e;
- quantidade elevada de motores de pequena potência.

Para se atuar na correção do fator de potência, deve-se controlar o nível de reativo excedente na instalação, inserindo ou retirando bancos de capacitores de forma automatizada ou de forma fixa dependendo do caso.

3.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

A ação de conservar energia se torna ambientalmente desejável por lançar no sistema elétrico algo como uma usina virtual de geração de eletricidade, barata e não poluidora, justamente por reduzir a necessidade de ampliar a oferta. Segundo o Ministério de Minas e Energia, é mais caro gerar energia nova, e consequentes impactos ambientais, do que aproveitar melhor o que já existe.

Neste capítulo trabalhou-se vários conceitos importantes da área de eletricidade que colocados dentro de uma visão de desenvolvimento sustentável, procuraram situar na direção de conhecer os meios que o levarão a uma exploração mais efetiva das lacunas por eficiência energética nas empresas.

Procurou-se tratar dos assuntos de uma forma genérica a cerca das lacunas por eficiência energética, bem como o uso dos diversos artifícios que teoricamente levariam à substancial melhora no desempenho da empresa enquanto consumidora de energia elétrica. Às vezes este desempenho reflete apenas redução no custo da fatura, como por exemplo a troca de tarifa de energia, sem que se altere nada no funcionamento da empresa. Essa característica não depõe contra o desenvolvimento sustentável, apenas oportuniza o uso de um direito a benefício tarifário até então desconhecido pelo consumidor.

4. O APLICATIVO COMPUTACIONAL

4.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita a apresentação do aplicativo computacional, das rotinas do programa, das telas e do modo como foram organizados e apresentados os dados. O objetivo é deixar claro todos os procedimentos utilizados para determinação das faturas de energia. São apresentadas as informações necessárias ao entendimento do aplicativo, bem como fluxogramas das partes determinantes do sistema. Aos futuros desenvolvedores de novas soluções nesta área de estudo serão informadas novas idéias não implementadas neste trabalho.

O estudo desenvolvido baseia-se na hipótese de que ao utilizar o comportamento padrão de cada tipo de equipamento usado na indústria, armazenados em um banco de dados, pode-se recompor a fatura de energia elétrica durante um período de tempo determinado. Este tipo de determinação gera um número de informações muito grande e de difícil gerenciamento em uma planilha eletrônica convencional. Partiu-se, então, para o desenvolvimento de um algoritmo computacional que faça as simulações planejadas.

É certo que as amostras colhidas nas medições de energia realizadas necessitam de validação para que representem com fidelidade a realidade média do tipo de equipamento em análise. Por se tratar de uma estimativa, a fidelidade amostral é a garantia da representação do todo que se pretende determinar.

Com o aplicativo, possibilita-se a simulação da fatura de energia elétrica de um consumidor, a eventual migração de tarifa de energia elétrica, a substituição de um equipamento por outro e a consequência disto na fatura de energia e no retorno do investimento. O aplicativo possibilita, ainda, a impressão da curva de carga da empresa e a visualização de lacunas para melhoria na forma de consumir e, conseqüentemente, no custo da energia, além de oferecer informações detalhadas de cada setor da empresa, propiciando um melhor gerenciamento da carga.

4.2. O APLICATIVO

A linguagem de programação escolhida para a criação deste aplicativo computacional foi o Borland Delphi versão 7. O aplicativo pode ser dividido em quatro grandes partes: banco de dados, cadastro da empresa, cadastro de substituições e relatórios.

A primeira parte se refere ao banco de dados de amostras, onde são armazenadas as amostragens realizadas nos equipamentos da empresa. A Figura 2 mostra um exemplo de como se constitui o banco de dados.

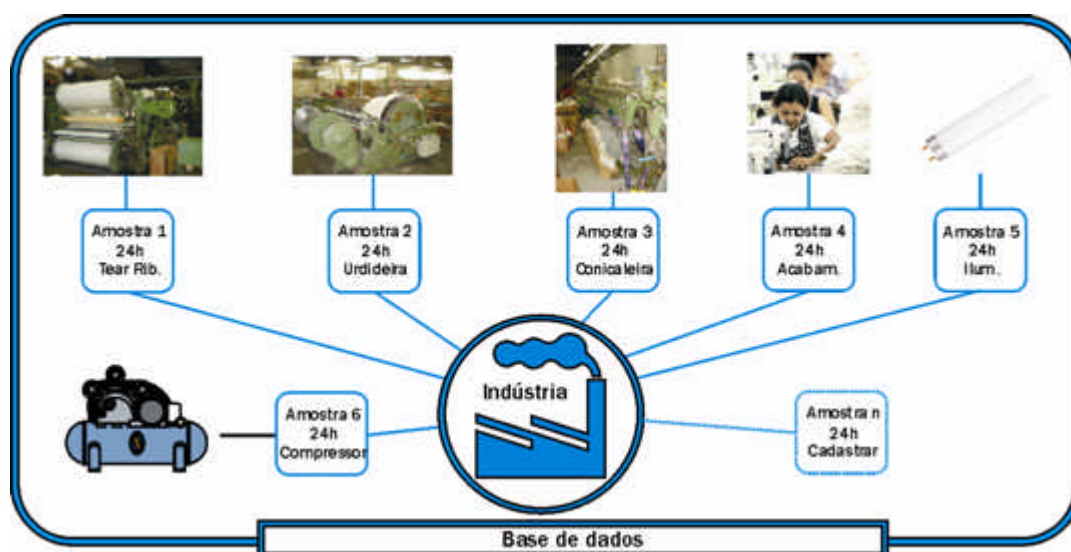


Figura 2 – Banco de dados de amostras do sistema

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

O banco de dados do sistema não consiste somente no banco de amostras, refere-se também as demais características armazenadas a respeito da simulação desejada. O sistema armazena estas informações em um banco de dados Paradox 7.0, o qual é instalado juntamente com o aplicativo e acessado pela ferramenta “Borland Database Engine”. Para acessar as tabelas de dados o programa procura por um “ALIAS” configurado sob o nome “DBENERGIA” que aponta para a pasta onde estão os arquivos de base de dados. O mesmo é feito com as outras informações que permanecem cadastradas no sistema, tais como tarifas de energia, cadastro da empresa, projetos de substituição de equipamentos, gráfico e outras tabelas auxiliares.

Na Figura 3 apresenta-se o fluxograma do Banco de Dados do Sistema utilizado para o desenvolvimento do aplicativo computacional, com as respectivas ligações dos campos Mestre/Detalhe e identificação dos campos chave.

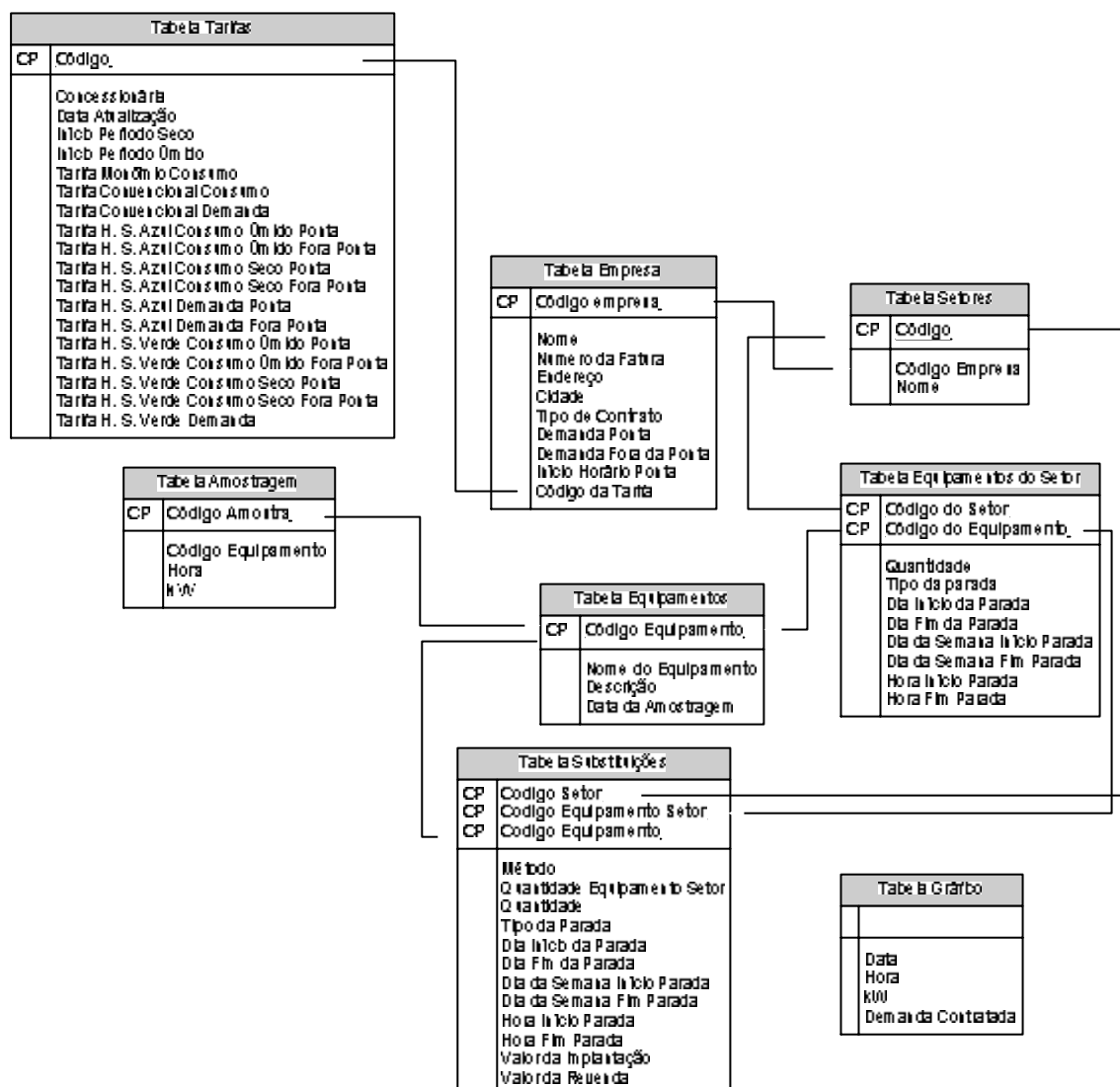


Figura 3 – Banco de Dados do Sistema

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

A segunda parte do aplicativo cuida do cadastro da empresa em uma base, onde pode-se gravar várias configurações diferentes para empresas diferentes ou para testes diversos em uma mesma empresa. É neste ponto do sistema que se identificam os equipamentos da empresa e em que setores estão instalados, a quantidade e o período de parada de funcionamento de cada um. A Figura 4 apresenta a tela dos dados da empresa e o layout do cadastro dos setores.

Dados | **Setores**

Nome
 Número da Fatura
 Endereço da Planta
 Cidade x
 Início do Horário de Ponta 18:30:00
 Fim do Horário de Ponta 21:30:00
 Tarifa Celesc
 Tipo de Contrato Convencional
 Demanda Contratada Fora Ponta 155

Setor Acabamento
Setor Manutenção
Setor Tecelagem

Amostra 1
 24h
 Tear Rib.
 12x

Amostra 2
 24h
 Urdideira
 2x

Amostra 5
 24h
 Ilum.
 20x

Figura 4 – Ilustração da Montagem da Empresa e Cadastro de Setores

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

A terceira parte do aplicativo corresponde ao cadastro de substituições dos equipamentos, onde são armazenadas as informações de mudanças pretendidas na simulação, os custos para a realização das mesmas e o valor recuperado com a venda do equipamento antigo para as considerações econômicas. A Figura 5 ilustra a substituição de equipamentos para simulação.

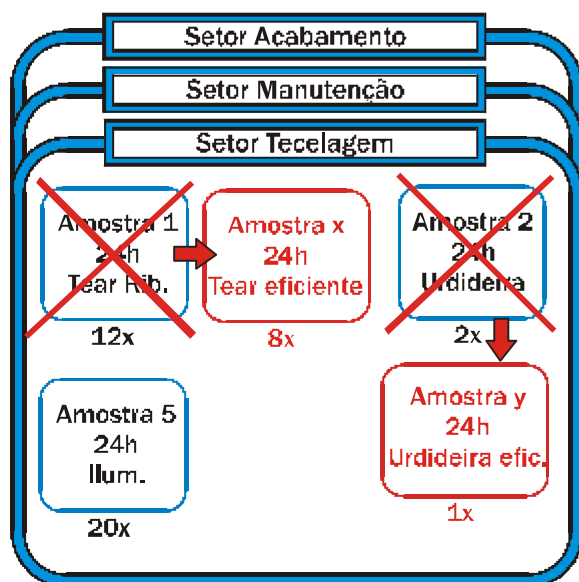


Figura 5 – Substituição de equipamentos nos setores

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

A quarta parte do aplicativo se refere aos relatórios a serem fornecidos ao usuário. É nesta quarta parte que estão as rotinas importantes do programa e que dizem respeito ao propósito do trabalho.

O relatórios possíveis são: Fatura Simulada, Fatura de Substituições, Curva de Carga e Análise Financeira. Estes relatórios são determinados de acordo com os procedimentos diagramados a seguir, e constituem a principal contribuição do trabalho.

4.2.1. FATURA DE ENERGIA SIMULADA

O relatório de Fatura de Energia Simulada deve fornecer resultados próximos ao da fatura real fornecida pela concessionária. Pode-se solicitar relatório da empresa toda ou relatórios parciais por setores ou equipamentos. Os relatórios setoriais podem ser importantes em casos de empresas que operem por centros de custos, onde se pode determinar a parcela de custo da energia por etapa do setor produtivo.

O fluxograma de geração da fatura simulada é apresentado na Figura 6.

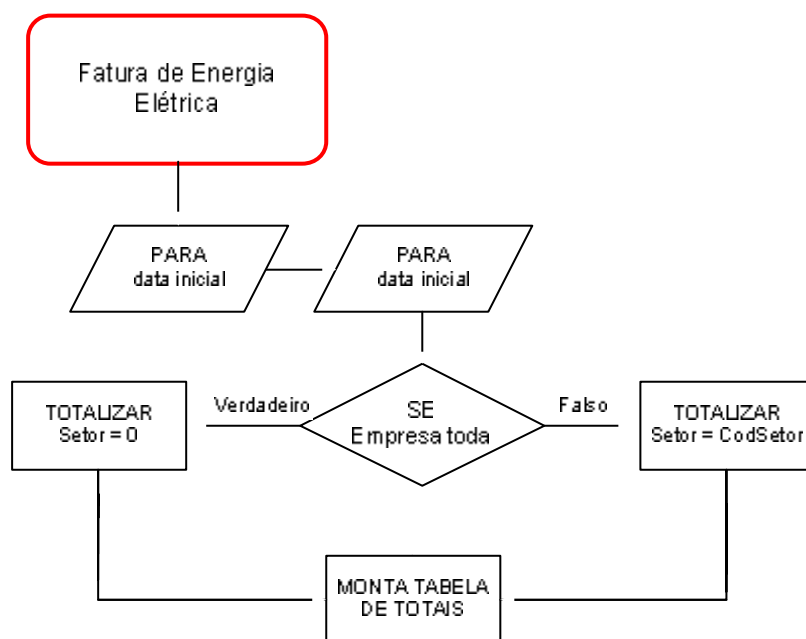


Figura 6 – Fluxograma da formação da Fatura de Energia Simulada

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Para um melhor entendimento da função Totalizar, apresentada no fluxograma da Figura 6, montou-se o fluxograma apresentado na Figura 7.

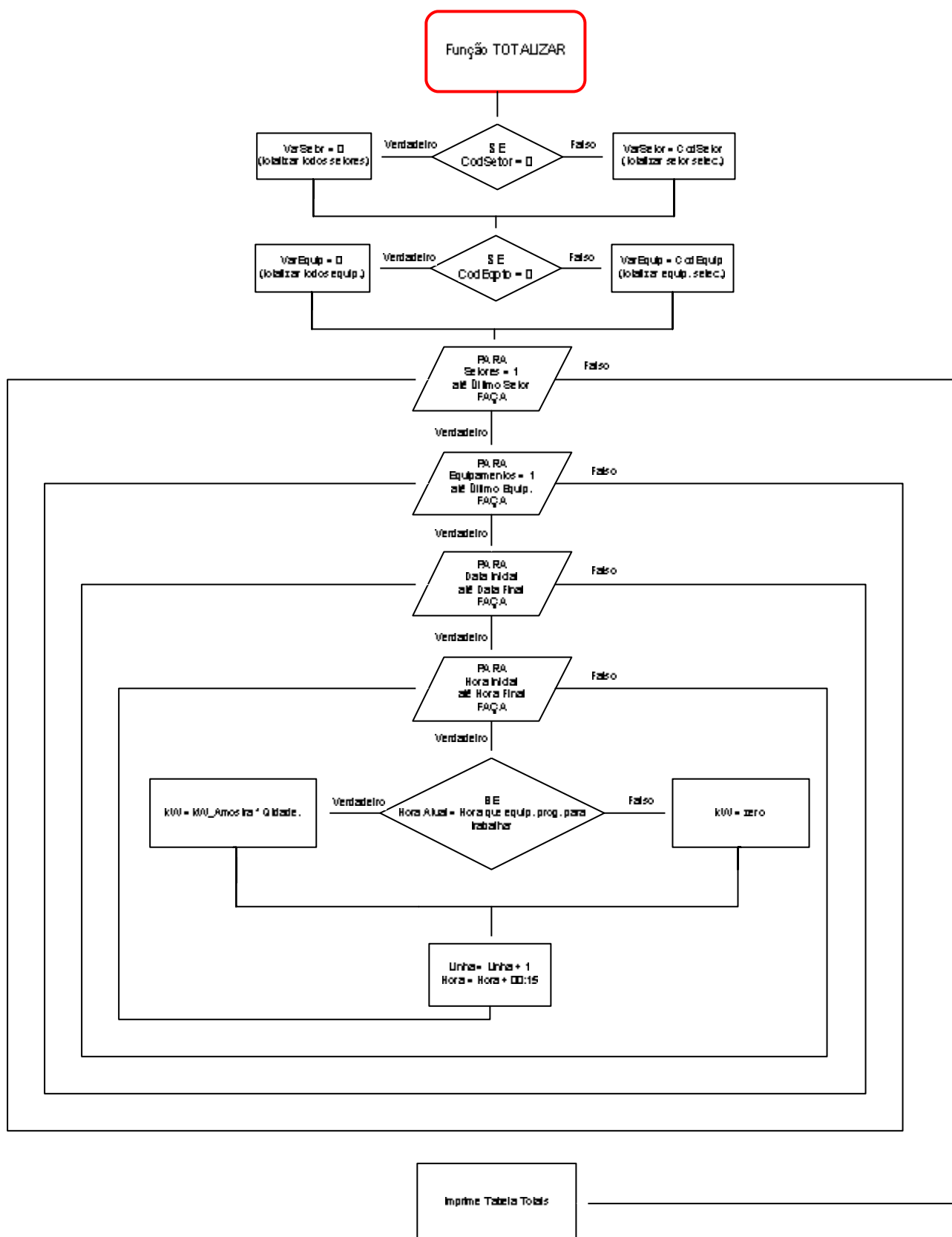


Figura 7 – Detalhamento da Função Totalizar

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

4.2.2. FATURA DE SUBSTITUIÇÕES

A Fatura de Substituições é gerada da mesma forma que a apresentada na Fig. 6, sendo que a diferença está na função Totalizar. A função Totalizar Substituições é apresentada na Figura 8, sendo que a diferença em relação a Figura 6 é a inclusão de uma rotina que analisa se o usuário solicitou uma substituição para o equipamento que estiver sendo totalizado. Caso haja uma substituição cadastrada para o equipamento em processo de totalização, o sistema totaliza o equipamento substituído no lugar do originalmente instalado, método da Substituição Total, ou totaliza somente o equipamento original na nova quantidade acrescida do equipamento que substitui os demais, método da Substituição Pacial.

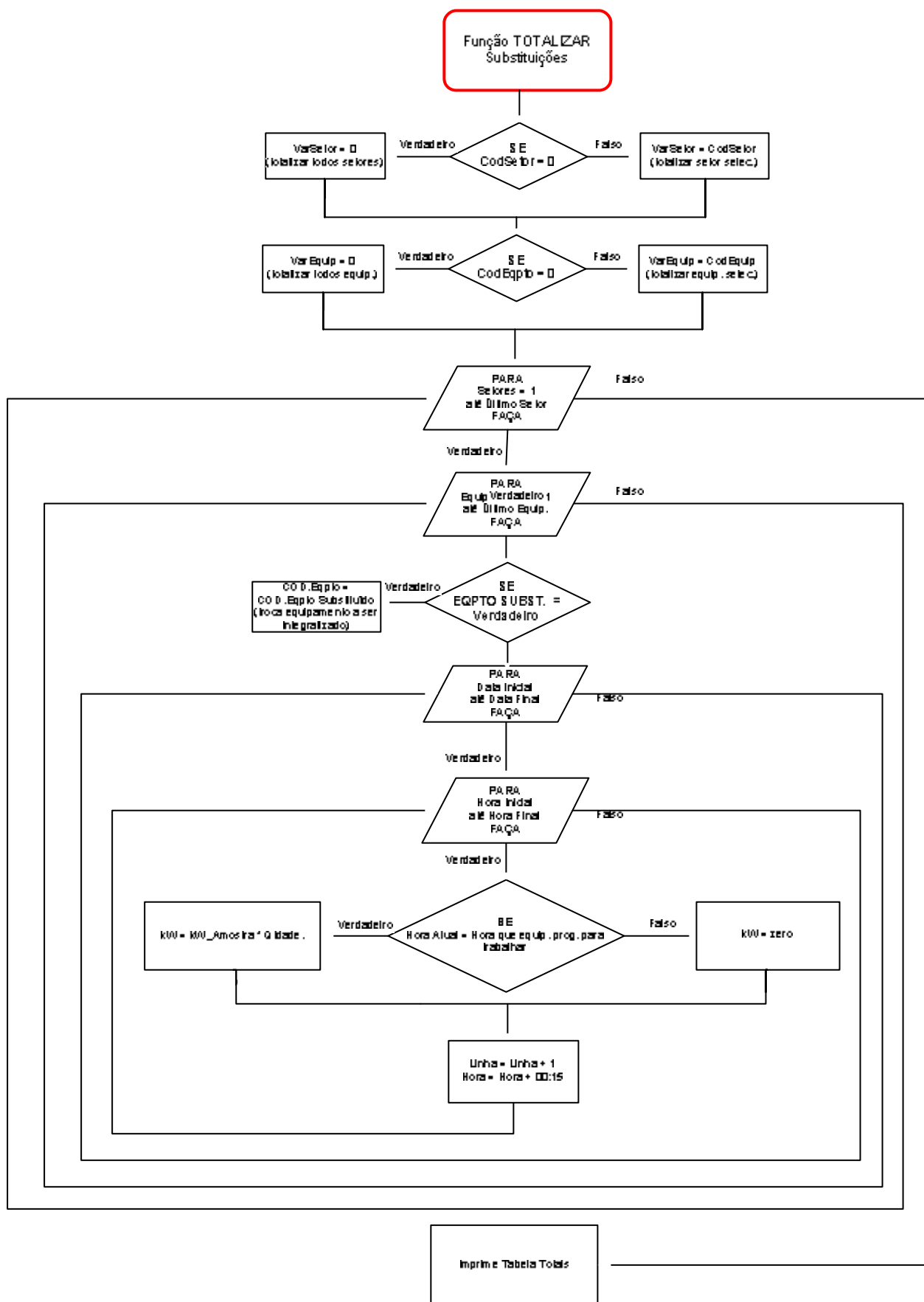


Figura 8 – Função Totalizar Substituições

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

4.2.3. CURVA DE CARGA

A Curva de Carga é gerada conforme o fluxograma apresentado na Fig. 9. Pode ser gerado por setores ou para a empresa na totalidade, facilitando a observação mais detalhada de determinados processos quando for o caso.

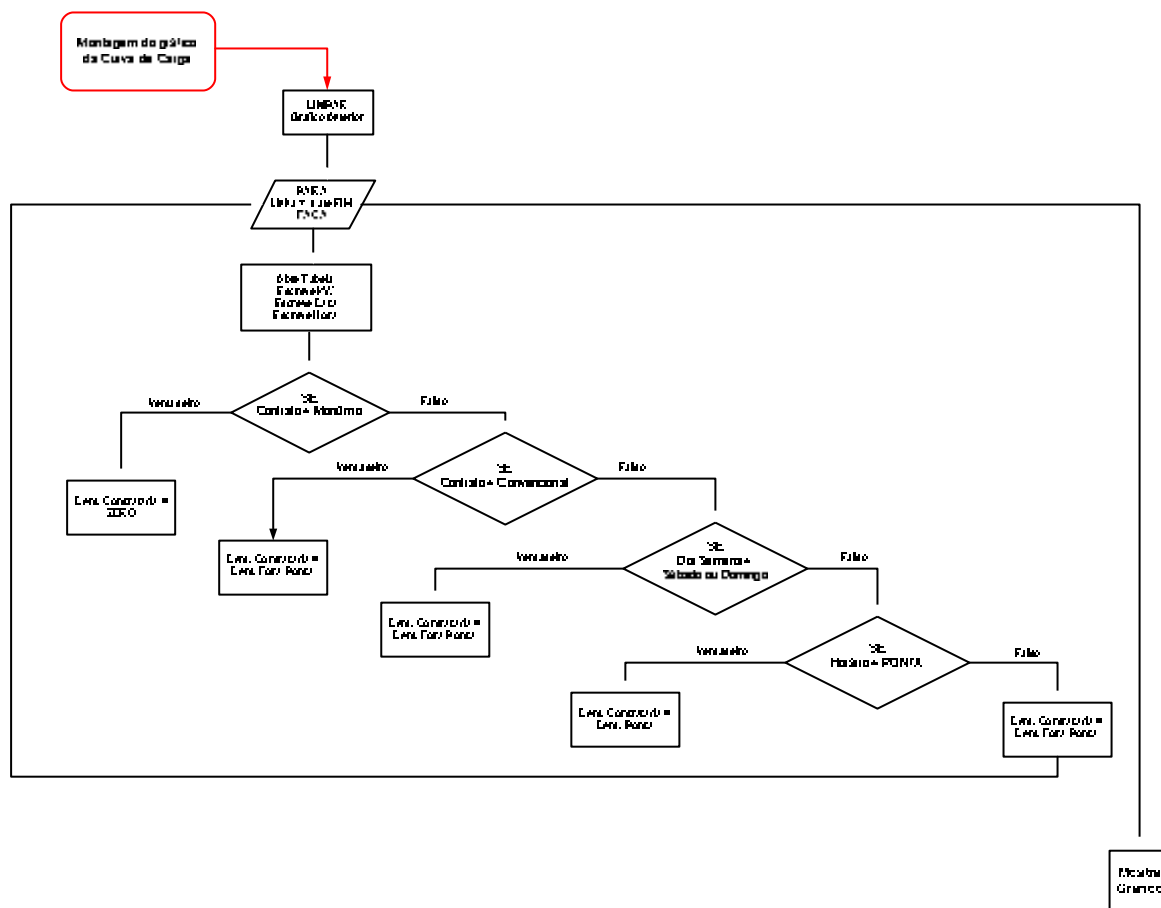


Figura 9 – Fluxograma da montagem do gráfico da Curva de Carga

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

4.2.4. ANÁLISE ECONÔMICA

Os cálculos relacionados a análise econômica são elaborados de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 10. O relatório gerado tem por objetivo informar o tempo de retorno do capital investido.

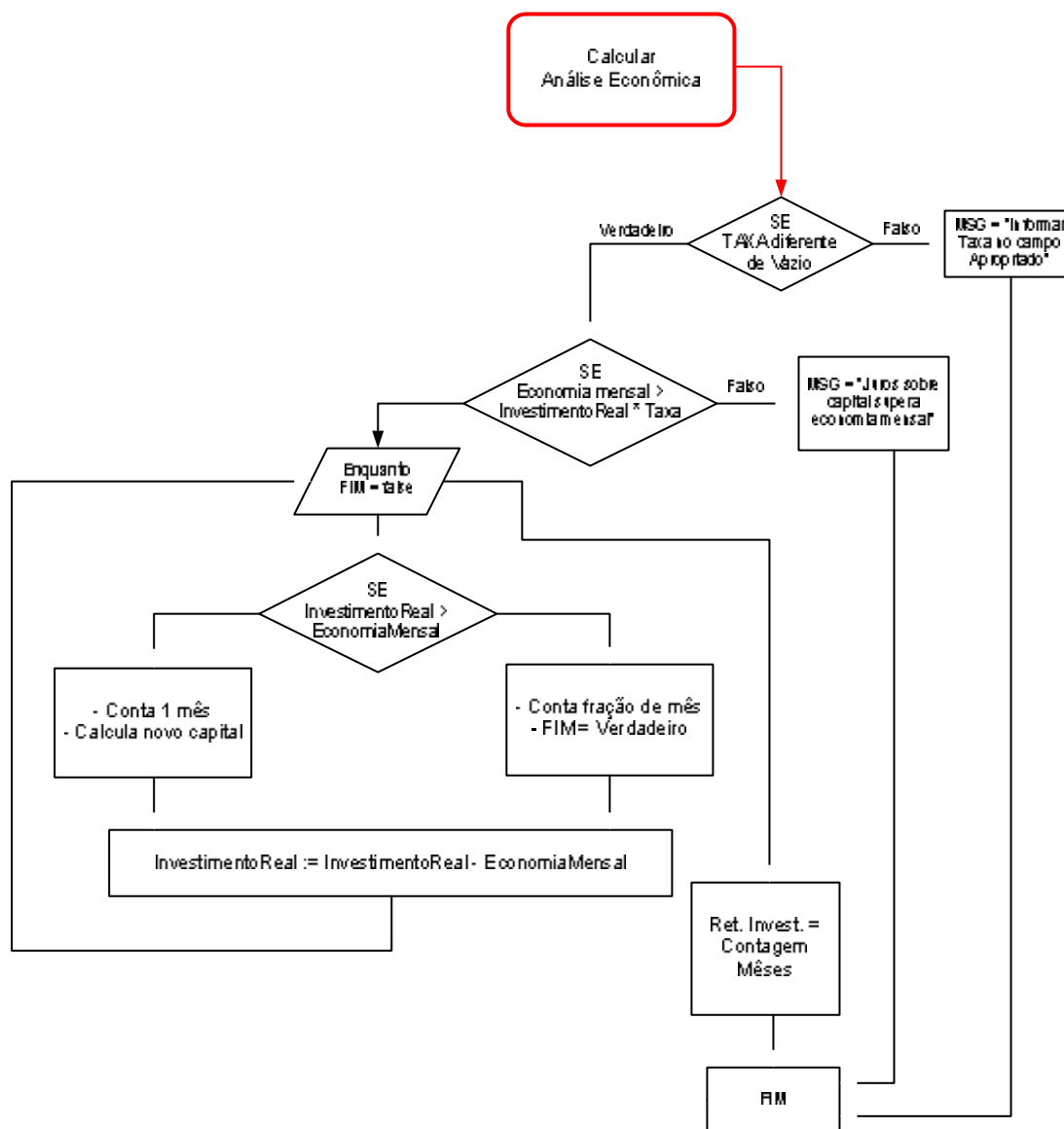


Figura 10 – Fluxograma da Análise Econômica

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

4.2.5. TELAS DO APLICATIVO

As telas do sistema auxiliam ao entendimento do funcionamento do mesmo uma vez que se pode verificar todos os campos cadastrados e a forma de apresentação dos mesmos.

A tela principal do sistema, mostrada na Fig. 11, apresenta ícones e menu, os três primeiros ícones fazem parte do menu **Cadastro**, e os dois últimos fazem parte do menu **Operações**. No menu **Cadastro** encontram-se as rotinas relacionadas as informações de entrada que devem ser fornecidas pelo usuário do programa ao sistema. São as amostras das cargas e o cadastro dos setores da empresa que será simulada. No menu **Operações** encontram-se as rotinas do programa com informações apresentadas no cadastro, possam gerar os relatórios que interessam ao usuário do aplicativo.

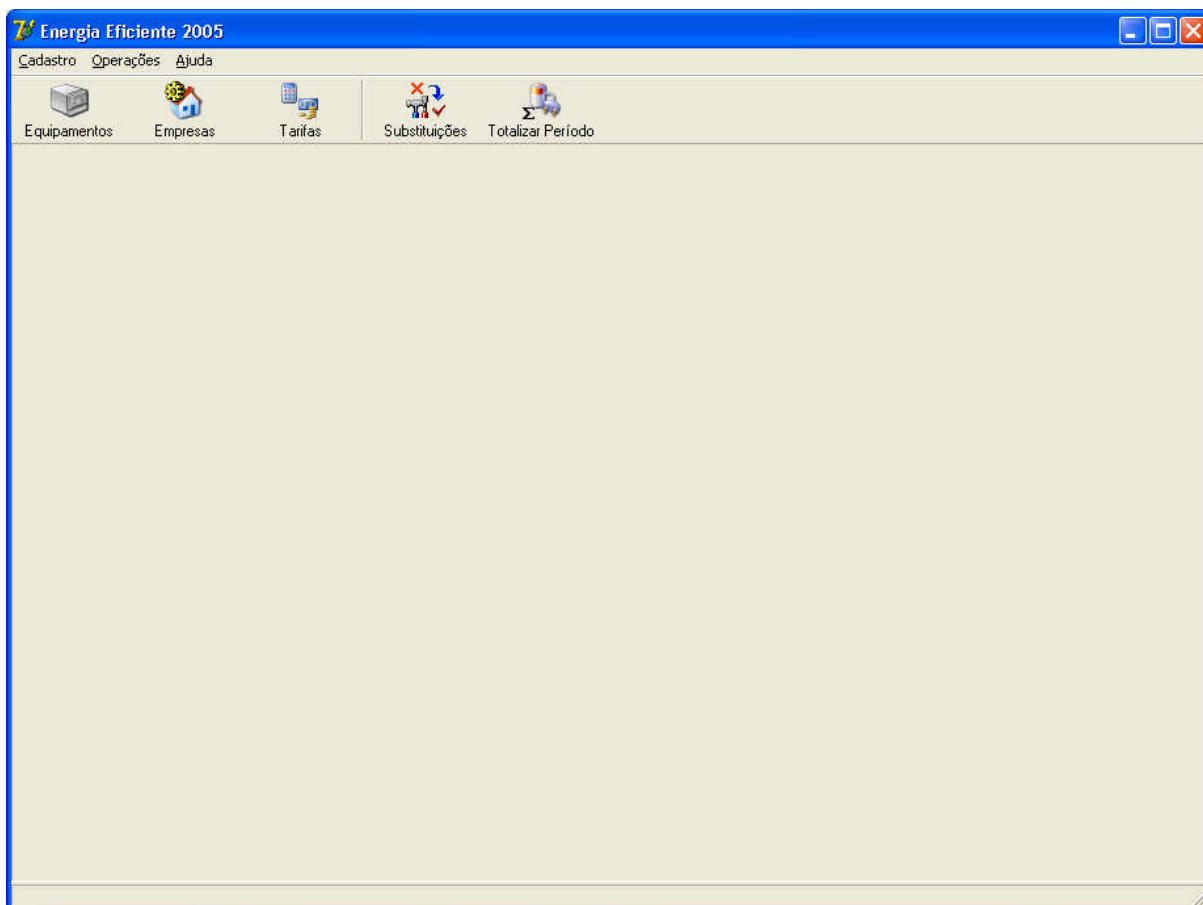


Figura 11 - Tela principal do aplicativo

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Clicando sobre o ícone **Equipamentos**, acessa-se a área do programa que compõe o cadastro dos equipamentos. Nesta primeira etapa, o usuário do aplicativo

deve verificar se no banco de dados do programa estão todos os equipamentos tipicamente encontrados na empresa que deseja simular.

O sistema já possui algumas amostras de equipamentos cadastrados, estas amostras podem eventualmente servir para simular outras empresas, mas é importante garantir que a amostra utilizada trabalha em regime semelhante. Alguns dos equipamentos cadastrados no sistema não devem ser usados por uma nova simulação, por exemplo, os dados amostrados para o equipamento compressor. O compressor provavelmente apresentará grandes diferenças de uma empresa para outra, devido ao porte da mesma e diversas características que dificilmente se repetiriam. Para esses casos o usuário do aplicativo deverá coletar uma nova amostra de 24h do consumo deste compressor.

Na tela de cadastro de equipamentos, apresentada na Figura 12, faz-se a navegação pelos itens já cadastrados usando a barra de ícones. Usa-se também a barra de ícones para inserir, editar e excluir os dados cadastrados no banco de dados de equipamentos. Esta tabela de dados é como uma base de conhecimento sobre equipamentos típicos da empresa sob análise. Na guia **Dados** são fornecidos o nome e uma descrição da amostra retirada.

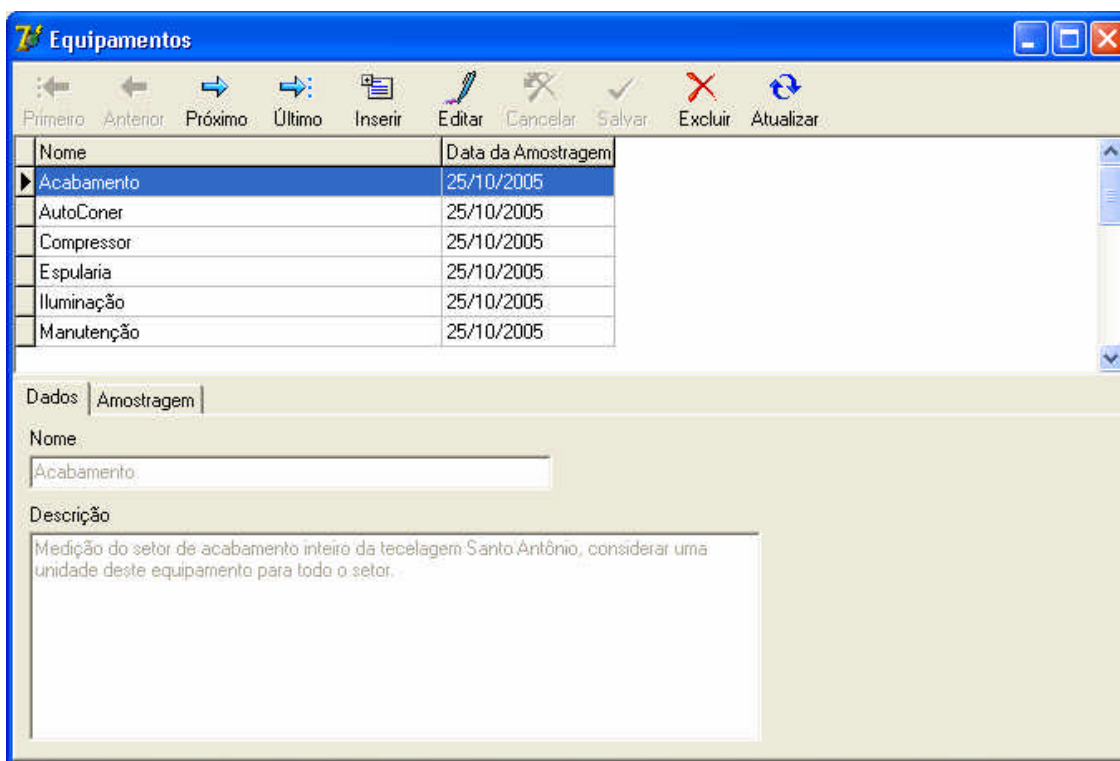


Figura 12 - Tela do cadastro de equipamentos – guia dados

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Há a possibilidade de que em algum setor não se queira verificar de forma discretizada o consumo de cada equipamento, por se suspeitar de que seria impossível a implantação de qualquer metodologia que efficiencie o resultado atual. Sendo assim, pode-se amostrar o setor inteiro com uma medição de energia elétrica no alimentador principal do mesmo, evitando levantamento de dados desnecessários. Deve-se considerar que esta amostra, mais a frente, será utilizada como se fosse apenas um equipamento representando um setor inteiro. Estas simplificações facilitam o trabalho e mantém a precisão da simulação, porém não podem ser usadas para analisar outra empresa, por ser uma medição específica de um agrupamento personalizável de máquinas.

Clicando na guia **Amostragem** apresentada na Figura 13, o usuário do programa pode verificar os valores de demanda registrados a cada 15 minutos na medição de energia do equipamento ou grupo de equipamentos, em 24 horas de um dia de trabalho. Caso o usuário esteja cadastrando o equipamento, ele deve clicar no botão *importar* para que uma tela de importação de amostragem lhe dê a opção de selecionar o arquivo do tipo “separado por vírgula”, de onde virão os dados da medição.

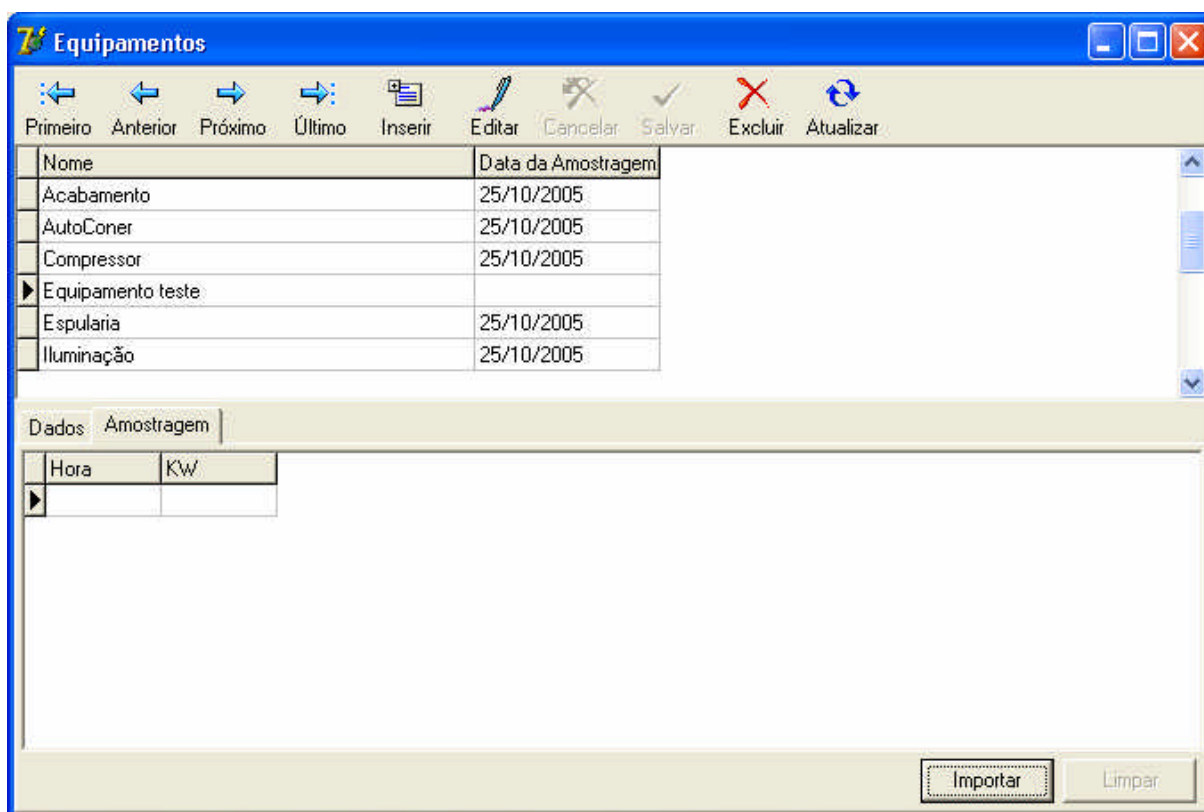


Figura 13 - Tela do cadastro de equipamentos – guia amostragem

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Antes de o usuário conseguir clicar no botão **Importar** na guia **Amostragem** o mesmo deve salvar o nome do equipamento e as descrições já inseridas.

A tela, apresentada na Figura 14, aparecerá para que o usuário informe o local do arquivo que contém as amostras do consumo de energia elétrica que se pretende cadastrar.

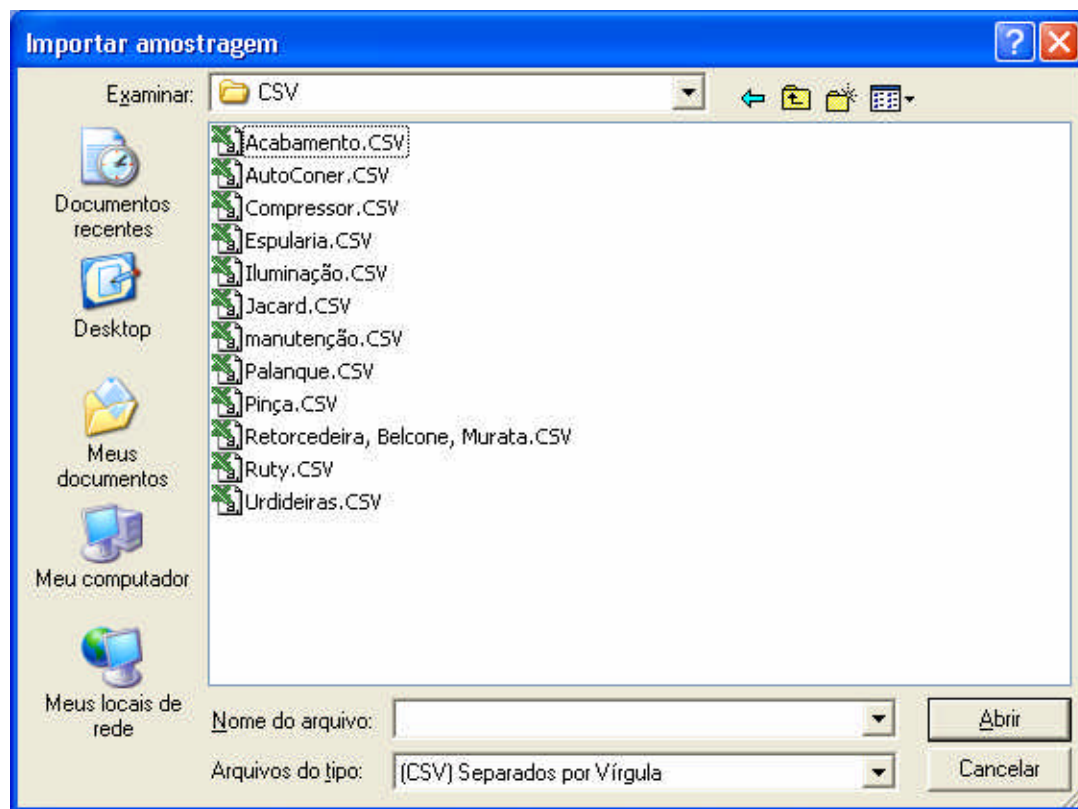


Figura 14 – Tela de seleção do arquivo de dados da amostra

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

O arquivo com a amostra pode ser montado através de vários aplicativos, porém o uso de planilha eletrônica, facilita o trabalho. O arquivo da planilha deve ser feito com a estrutura apresentada na Tabela 7

00:15	1,45
00:30	2,33
00:45	2,35
01:00	3,45
01:15	1,12
01:30	2,1
01:45	1,1
...	...
22:30	3,12
22:45	5,81
23:00	9,51
23:15	4,12
23:30	2,13
23:45	1,45
00:00	1,32

TABELA 7 – DADOS ARQUIVO .CSV

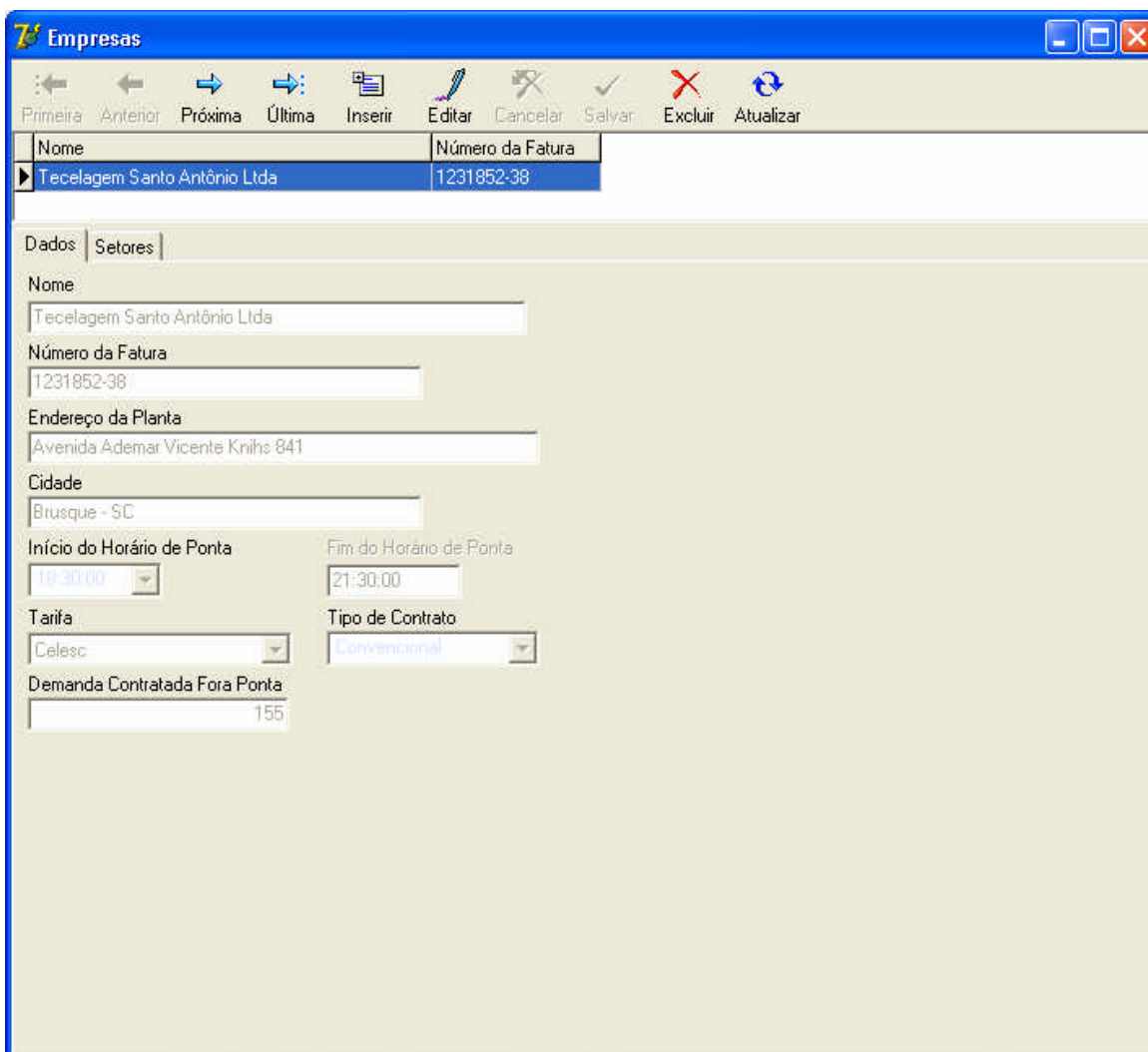
Vale salientar que a Tabela 7 foi simplificada e que o arquivo deve conter todos os dados das 24h de funcionamento do equipamento.

A planilha deve apresentar em uma coluna o tempo, sempre de 15 em 15 minutos e, na outra coluna, o valor registrado na medição de energia, ou estimado, para aquele mesmo intervalo de tempo, expresso em kW. Basta salvar o arquivo escolhendo a extensão “.CSV” como filtro para o salvamento do mesmo. É importante que a amostra contenha os 96 intervalos de 15 minutos e sempre inicie com os dados coletados a 00:15 e finalize a 00:00, para que o sistema a interprete de forma correta.

A forma de importar os dados de medição serve para que o usuário possa trabalhar com qualquer equipamento de medição de energia e qualquer planilha eletrônica ou editor de textos.

Para os casos em que não se tem condições de medir o consumo de energia elétrica ao longo do período de 24 horas na utilização de um equipamento, o usuário deve estimar o comportamento do mesmo através dos dados de placa do equipamento ou através de catálogo de informações técnicas. Apesar de a estimativa poder comprometer mais seriamente o cálculo, existem técnicas para isto e a própria experiência prática do usuário pode contribuir para um ajuste mais apurado desta determinação. Ainda que a estimativa apareça como uma constante ao longo do dia, se a mesma, na média, representar o comportamento do equipamento, não representará problema no sentido de comprometer os valores apresentados de consumo na fatura de energia elétrica simulada, já os valores de demanda devem ser melhor analisados.

Voltando a tela principal do programa, considerando que todas as amostras típicas de equipamentos já estão devidamente cadastradas, o usuário deve voltar à tela de cadastro da empresa, Figura 15.



The screenshot shows a software window titled "Empresas" with a standard Windows-style title bar. Below the title bar is a toolbar with icons and labels for navigation and actions: "Primeira", "Anterior", "Próxima", "Última", "Inserir", "Editar", "Cancelar", "Salvar", "Excluir", and "Atualizar". The main area contains a table with two columns: "Nome" and "Número da Fatura". The first row is highlighted and contains the text "Tecelagem Santo Antônio Ltda" and "1231852-38". Below the table are two tabs: "Dados" (selected) and "Setores". The "Dados" tab contains several input fields and dropdown menus:

- Nome: Tecelagem Santo Antônio Ltda
- Número da Fatura: 1231852-38
- Endereço da Planta: Avenida Ademar Vicente Krihs 841
- Cidade: Brusque - SC
- Início do Horário de Ponta: 18:30:00
- Fim do Horário de Ponta: 21:30:00
- Tarifa: Celesc
- Tipo de Contrato: Convencional
- Demanda Contratada Fora Ponta: 155

Figura 15 – Tela de cadastro da empresa – guia dados

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Da mesma forma que no cadastro de equipamentos, pode-se fazer a navegação pelo cadastro de empresas pela barra de ícones de controle, isto serve para que o usuário possa manter em seu cadastro várias situações salvas de diversas empresas e seus setores, sem ter que apagar e reconfigurar a nova situação.

Esta funcionalidade é muito útil para engenheiros que prestam serviço de assessoria e consultoria na área de conservação e custos com energia elétrica e também para a simulação de uma nova planta fabril.

Na guia dados, a não ser a tarifa de energia selecionada e o tipo de contrato, todos os demais dados servem apenas para constar nos relatórios finais das análises e portanto não influirão nos cálculos e resultados finais. Até mesmo os valores informados de demandas contratadas ponta e fora de ponta não serão usados para calcular a fatura e sim os valores calculados na simulação.

Os valores de demanda contratada na ponta e demanda contratada fora da ponta serão plotados no gráfico para comparação com a curva de carga simulada.

Após o cadastro dos dados da empresa, o usuário precisa salvar a nova empresa e clicar na guia **Setores**, Figura 16, para montar a estrutura dos equipamentos nos diversos setores da empresa em questão.

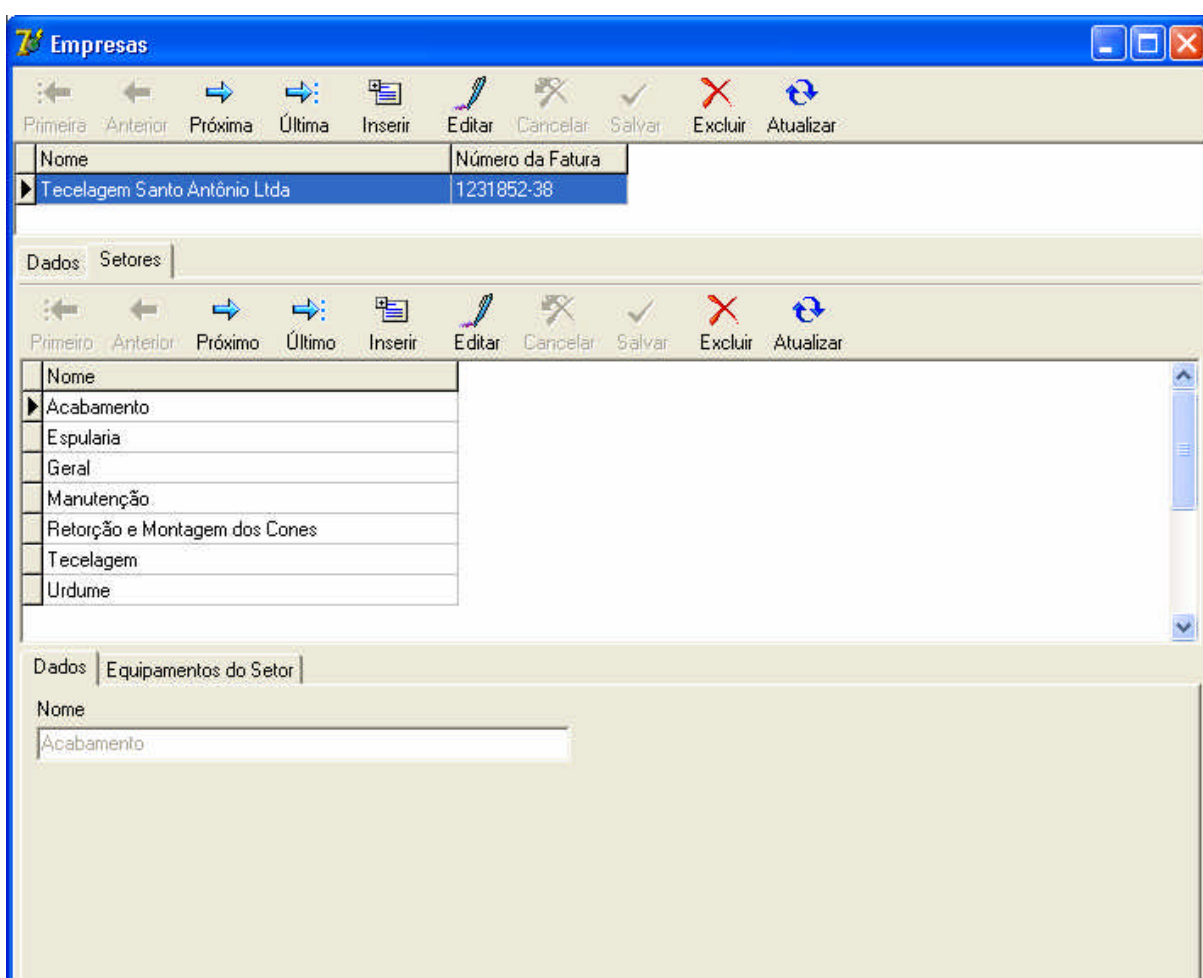


Figura 16 – Tela do cadastro de empresas – guia setores

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Dentro da guia **Setores**, surgirá um novo cadastro com ícones de controle próprios para manipulação dos registros. A criação do novo setor serve para organizar o projeto e evitar que se esqueça de alguma carga contida no sistema, e ainda para se verificar o peso de cada setor no todo da empresa. Isto pode indicar onde se deve

concentrar o esforço primeiro para os melhores resultados de economia de energia. A individualização dos setores também contribui para geração de faturas de energia individuais e distribuição de custos nos centros de custos da empresa.

Após salvar o setor deve-se clicar na guia **Equipamentos do Setor**, Figura 17, para o cadastro dos mesmos, juntamente com a especificidade do seu uso.

The screenshot displays a software application window titled "Empresas". It features a navigation toolbar at the top with icons for "Primeira", "Anterior", "Próxima", "Última", "Inserir", "Editar", "Cancelar", "Salvar", "Excluir", and "Atualizar". Below the toolbar, there is a table with two columns: "Nome" and "Número da Fatura". The selected row is "Tecelagem Santo Antônio Ltda" with the number "1231852-38".

The interface is divided into three tabs: "Dados", "Setores", and "Equipamentos do Setor". The "Setores" tab is currently active, showing a list of sectors: "Acabamento", "Espularia", "Geral", "Manutenção", "Retorção e Montagem dos Cones", "Tecelagem", and "Urdume".

The "Equipamentos do Setor" tab is also active, displaying a table with the following data:

Equipamento	Quantidade	Tipo de Parada
Acabamento	1	Semanal
Palanque	1	Semanal

Below the table, there are input fields for "Equipamento", "Quantidade", and "Tipo de Parada". The "Equipamento" field is set to "Acabamento", "Quantidade" is "1", and "Tipo de Parada" is "Semanal".

At the bottom, there are four fields for scheduling: "Dia Semana Início Parada" (set to "Sábado"), "Dia Semana Fim Parada" (set to "Segunda"), "Hora Início Parada" (set to "13:00:00"), and "Hora Fim Parada" (set to "05:00:00").

Figura 17 – Tela do cadastro de empresas – guia setores – guia equipamentos do setor

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Novamente aparecerá uma barra de controle com ícones próprios para este cadastro específico. Agora, coloca-se os equipamentos dentro de cada setor selecionado acima. Associado a cada equipamento no setor estão algumas características muito importantes explicadas a seguir.

As características solicitadas no cadastro do equipamento dentro do setor, servem para os ajustes finais em termos de paradas no processo fabril que possam ocorrer apenas em alguns setores ou equipamentos específicos. Estas características estão relacionadas com a forma como o equipamento trabalha na empresa, neste momento vai-se informar quando o equipamento deixa de funcionar.

As informações de parada no uso de equipamentos sairão do arquivo de amostra no dia e hora corretos da parada. Vale lembrar que, como as amostras são de 24h não é necessário que se cadastre alguma informação que já esteja registrada na medição de energia. Por exemplo, paradas para café e trocas de turno com desligamento de equipamento.

Na janela **Equipamento** deverá ser selecionado um dos equipamentos já previamente cadastrados com as amostras. Informa-se a **Quantidade** de equipamentos daquele tipo, naquele setor. Não há problema, que este equipamento volte a figurar em outro setor novamente. Deve-se então, escolher o **Tipo de Parada** realizada pelo equipamento, **Nunca Pára, Diária, Semanal** ou **Mensal**.

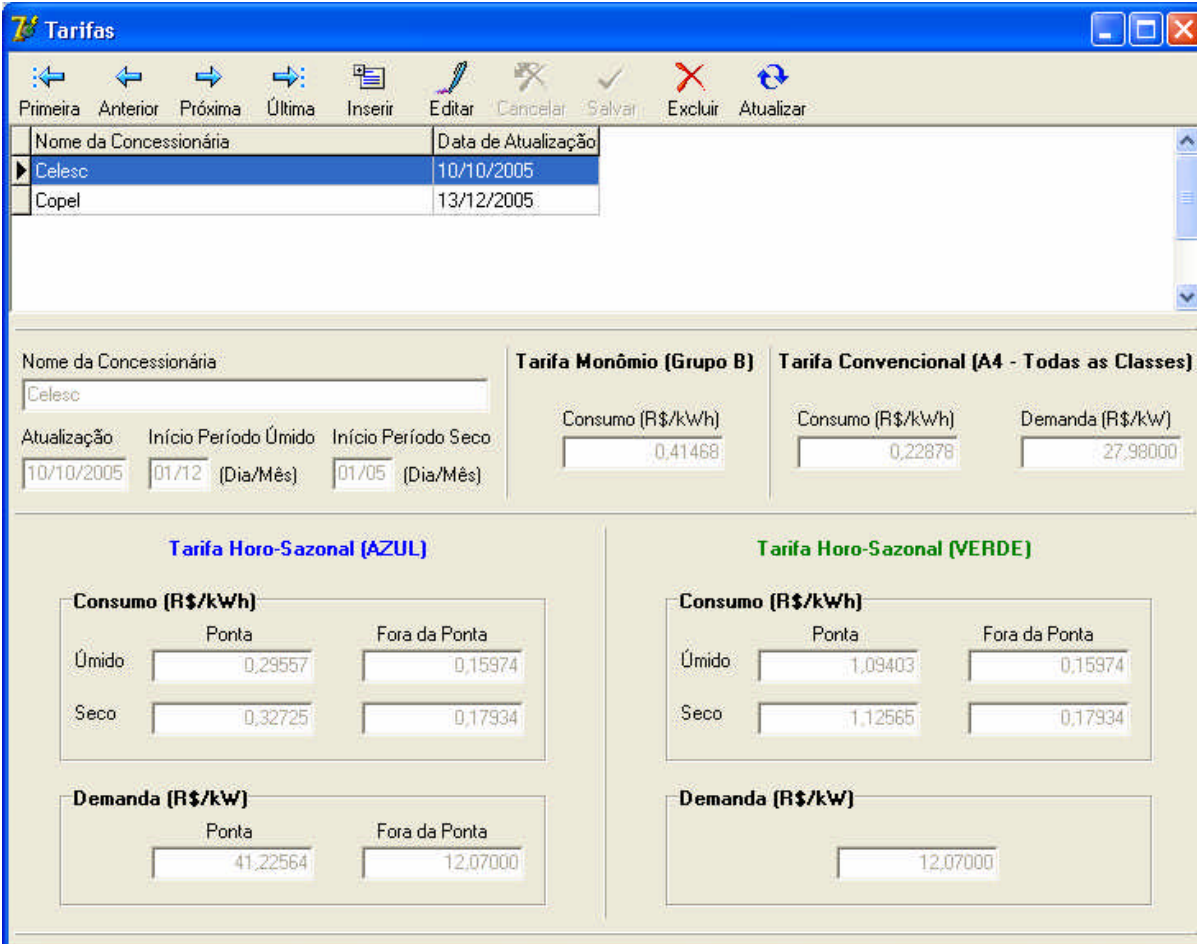
O tipo de parada **Nunca Pára** estabelece que a simulação irá copiar dia após dia as 24 horas já cadastradas na amostra, sem qualquer outra consideração.

O tipo de parada **Diária** na verdade já está contemplado na medição de energia, porém podemos usá-la para simular uma parada em um determinado horário para verificação dos efeitos tarifários no custo da energia. Neste caso, o sistema desprezará nos horários da amostra compreendidos dentro dos horários definidos como inicial e final.

Para o tipo de parada **Semanal**, deve-se escolher o **Dia da Semana do Início da Parada**, o **Dia da Semana do Fim da Parada**, a **Hora do Início da Parada** e a **Hora do Fim da Parada**. Esta configuração faz com que o aplicativo despreze os valores da amostra no período selecionado.

Já o tipo de parada **Mensal**, pouco usado, serve mais para configuração de algum caso muito específico que possa comprometer os dados da simulação, algo como um equipamento que funcione dez dias de um mês ininterruptamente, porém passe o restante do mês desligado.

Após a conclusão da montagem dos setores e da configuração dos respectivos equipamentos o aplicativo está apto a determinar a fatura de energia elétrica simulada, desde que o arquivo de tarifas de energia já esteja revisado e atualizado, conforme Cadastro de Tarifas de Energia na Figura 18.



Nome da Concessionária	Data de Atualização
Celesc	10/10/2005
Copel	13/12/2005

Nome da Concessionária	Tarifa Monômio (Grupo B)		Tarifa Convencional (A4 - Todas as Classes)	
Celesc	Consumo (R\$/kWh)	Consumo (R\$/kWh)	Consumo (R\$/kWh)	Demanda (R\$/kW)
Atualização	0,41468	0,22878	0,22878	27,98000
Início Período Úmido				
01/12 (Dia/Mês)				
Início Período Seco				
01/05 (Dia/Mês)				

Tarifa Horo-Sazonal (AZUL)				Tarifa Horo-Sazonal (VERDE)			
Consumo (R\$/kWh)				Consumo (R\$/kWh)			
	Ponta	Fora da Ponta		Ponta	Fora da Ponta		
Úmido	0,29557	0,15974	Úmido	1,09403	0,15974		
Seco	0,32725	0,17934	Seco	1,12565	0,17934		
Demanda (R\$/kW)				Demanda (R\$/kW)			
	Ponta	Fora da Ponta					
	41,22564	12,07000				12,07000	

Figura 18 – Tela do cadastro de tarifas

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Neste aplicativo poderá ser mantido o cadastro de tarifas diferentes, para que não seja necessário modificar os valores toda vez que se simular uma empresa atendida por uma concessionária diferente, ou para quem quer verificar os resultados sem o ICMS.

Pode-se, também, informar o início do período úmido e o início do período seco, necessários para o cálculo da fatura diante das grandezas elétricas calculadas.

Depois de todos os cadastros realizados o sistema está apto a realizar a integralização de todos estes dados no tempo para a verificação dos resultados. A seguir passa-se para a etapa de cálculos e geração de relatórios.

Na tela principal do sistema clica-se no ícone **Totalizar Período**, aparecerá a tela mostrada na Figura 19.

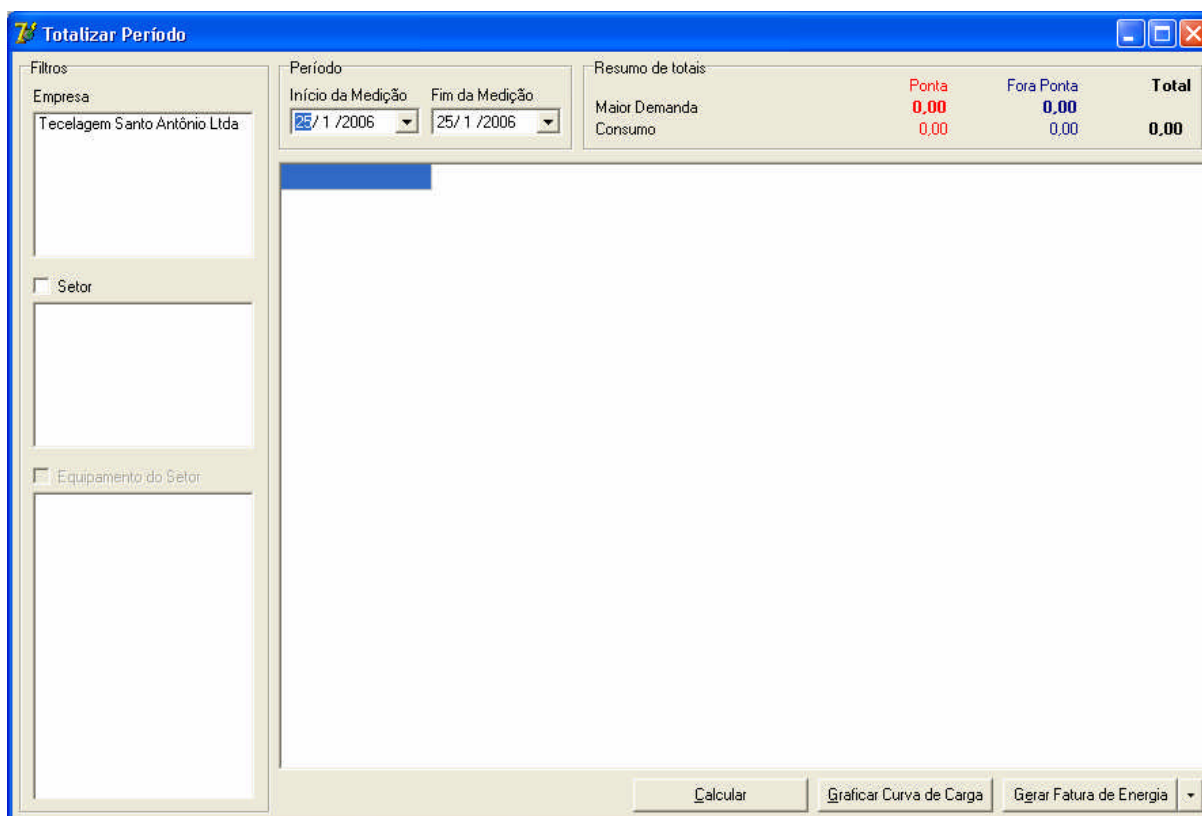


Figura 19 - Tela de totalização do período

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Nesta tela o usuário define o que pretende totalizar. Usando os filtros situados a esquerda da tela. O usuário pode indicar se quer totalizar a empresa inteira, com todos os setores, ou algum setor específico, ou mesmo se quer totalizar somente um equipamento específico dentro de algum setor.

Na área destinada à definição do período o usuário vai definir o dia inicial e final da simulação. Para que a fatura de energia elétrica simulada tenda a realidade da fatura de energia elétrica da empresa, deve-se fazer com que estas datas sejam as mesmas datas verificadas nos campos da fatura de energia: “medição anterior” e “medição atual”, pois ao simular um número de dias diferentes e um número de finais de semana diferentes pode-se obter um distanciamento demasiado do resultado real. Importante salientar que neste aplicativo não foi considerada em que horas do dia foi feita a medição pela concessionária de energia elétrica, por considerar-se uma variação desprezível para uma simulação desta magnitude. O aplicativo gera uma tela de totalização como mostrado na Figura 20.

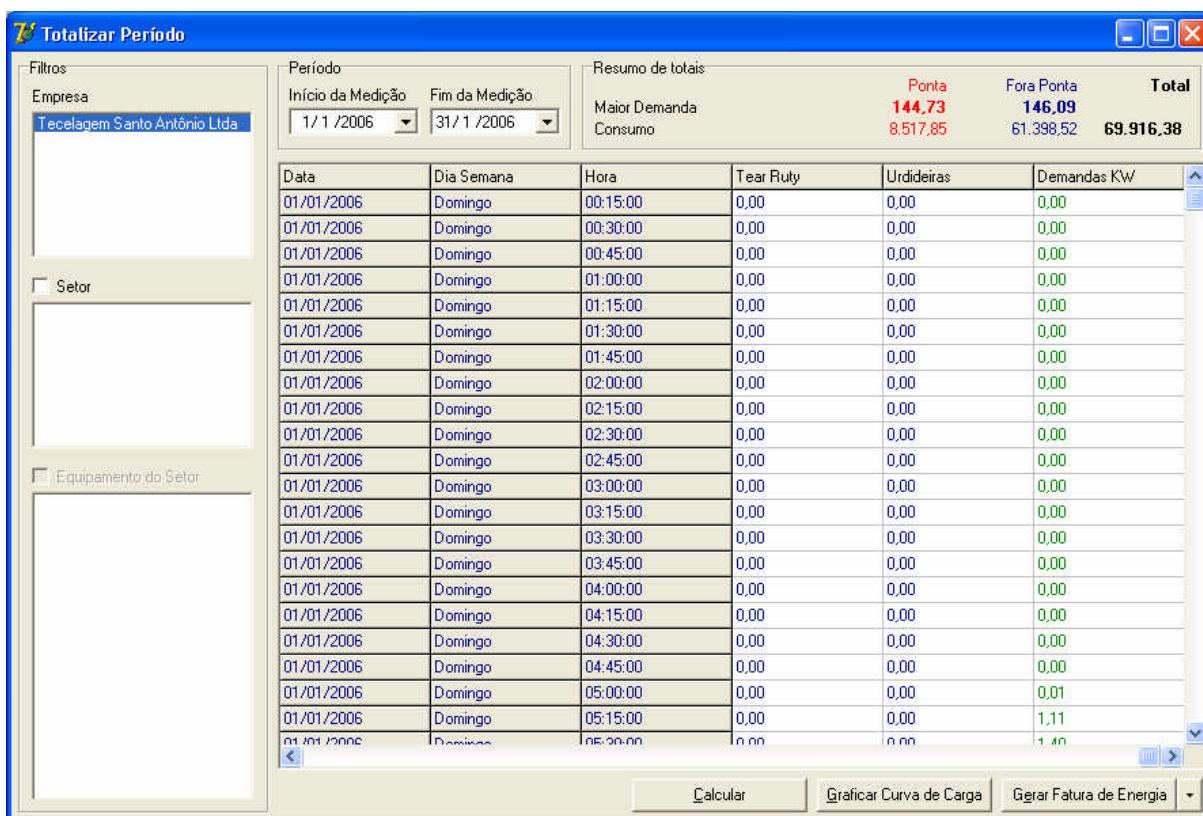



Figura 20 - Tela de totalização do período após cálculo efetuado

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Na coluna situada mais a direita da planilha aparecerá o somatório total das cargas ligadas naquele exato instante, naquele dia de semana. Esta coluna é a curva de carga simulada da empresa. Se o usuário descer na planilha gerada, ele poderá pesquisar pelo dia em que ocorreu o registro da maior demanda, tanto na ponta quanto fora de ponta, esta informação serve para suas providências técnicas no caso de utilização de métodos para conservação baseados em GLD. No quadro Resumo de Totais aparecem as grandezas elétricas incógnitas para o cálculo da fatura de energia, demanda na ponta, demanda fora da ponta, consumo na ponta, consumo fora da ponta.

A partir dos dados elétricos já calculados gerar a fatura de energia elétrica é uma operação muito simples para qualquer profissional. Este sistema utilizará a informação do tipo de contrato fornecida na tela de cadastro da empresa para gerar a fatura de energia elétrica. Ao lado do botão **Gerar Fatura de Energia** tem um ícone  com o qual pode-se escolher qual a tarifa de energia constante no cadastro de tarifas será aplicada para gerar a fatura em questão. O modelo de fatura gerado pelo aplicativo é mostrado na Figura 21.

Deve-se verificar na fatura de energia multas, contribuições e outras especificidades que não estarão incluídas, portando deve-se comparar os valores individualmente contabilizados na fatura, como demanda e consumo, ponta e fora de ponta para uma fidelidade maior com os dados simulados.

Simulação de Fatura de Energia Elétrica

FURB
Universidade Federal de Roraima (UFRR)
Instituto de Engenharia Ambiental

Dados da Empresa	
Empresa: Tecatagem Saria Antônio Clait	DM, Cont. na Ponta (00%): 130
Local: Avenida Ademar Vicente Krutz 047	DM, Cont. Fora da Ponta (00%): 155
Cidade: Boa Vista - RO	Número do Consumidor: 923 0502-30
Atual Opção Contratual: Cellesc	Simulação na Opção Contratual: Conventional
Data	Hora
Início da Medição: 31/12/2008	00:00:00
Fim da Medição: 31/12/2008	00:00:00

Tarifização			
	Ponta	Fora da Ponta	Total
Horas	00,00	070,00	70,00
Demanda (00%)	144,75	140,00	284,75
Consumo (00%)	0,072,05	0,200,82	0,272,87
Fator de Carga	0,25	0,62	

Custos (R\$)			
	Ponta	Fora da Ponta	Total
Demanda (00%)			4.007,80
Consumo (00%)			15.005,47

0% Page 1 of 1

Figura 21 - Tela do relatório da fatura de energia simulada

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

A fatura de energia simulada² será calculada na tarifa de energia a qual a empresa está enquadrada, ou ainda na qual ela foi cadastrada. Se desejar fazer alguma alteração, volta-se ao cadastro de empresa e edita-se o mesmo para alterar as opções de contrato. Assim ao gerar novamente a fatura de energia, os valores em reais correspondentes as cobranças na ponta/fora da ponta e a conseqüente aplicação da tarifa correta serão verificados.

Pode-se então verificar a coerência dos dados simulados com a fatura de energia da empresa. Após esta garantia, há a possibilidade de se passar ao ponto de verificar as melhores condições de obtenção de economia de energia elétrica. Estas informações são

² Vide anexo 5 para um modelo de fatura de energia impresso conforme o sistema fornece ao usuário

melhor explicadas nas seções 3.2 a 3.4, onde trata-se de apresentar as oportunidades de economia frequentemente encontradas.

Com uma estratégia traçada para busca de eficiência energética, seja por mudança no contrato de fornecimento de energia ou mudanças em substituição de equipamentos ou até inclusão de paradas no processo produtivo em determinados horários poderão ser simulados no módulo do sistema para cadastro das **Substituições**.

De posse dos dados dos equipamentos que teoricamente seriam mais eficientes, pode-se simular uma substituição total ou parcial de um determinado tipo de equipamento por este tido como eletricamente mais eficiente, prevendo assim as vantagens de uma mudança. Para esse fim, a ferramenta está preparada com uma rotina de comparação entre faturas de energia. No formulário principal, ao clicar em **Substituições** o aplicativo gera uma tela como a da Figura 22.

Figura 22 - Tela do cadastro de substituições

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Na tela do cadastro de substituições pode-se expandir toda a árvore do lado esquerdo, verificando assim a montagem da empresa com os equipamentos dentro dos setores e a quantidade dos mesmos. Toda vez que se clicar sobre um equipamento

haverá a possibilidade de inserir no quadro ao lado o cadastro de uma substituição para o tipo de equipamento selecionado. Esta substituição terá suas características definidas como qualquer equipamento no cadastro de equipamentos, além disso será escolhido o método da substituição desejado (**Total** ou **Parcial**) e as informações financeiras da substituição em questão. Se o método escolhido for o **Parcial**, o aplicativo solicitará a quantidade de equipamentos que será retirado da empresa e manterá a diferença inclusa no projeto. Se o método escolhido for o **Total**, o aplicativo considerará que o novo equipamento escolhido e a nova quantidade estarão substituindo todos aqueles equipamentos anteriormente presentes naquele setor.

Durante o cadastro de substituição o usuário pode informar o **Valor Unitário da Implantação** e o **Valor Unitário da Revenda**, ou seja, o custo do novo equipamento e o valor da venda do equipamento que sairá da planta. Estes dados serão aproveitados para gerar o cálculo de retorno de investimento e informar ao usuário do aplicativo em quantos meses o investimento retornará, dada a economia gerada na fatura de energia simulada. Finalmente o usuário informa o período desejado de simulação do projeto de substituição e calcula a fatura comparativa, clicando em **Fatura Comparativa**. Veja maiores detalhes na seção 4.4 – exemplo de aplicação.

O modelo de relatório de simulação é mostrado na Figura 23. O relatório de simulação de custos comparativos de energia elétrica possui 3 quadros de informações. O primeiro destaca as informações do consumidor, os dados de contrato de energia e o período da simulação. O segundo quadro mostra a simulação dos valores da empresa conforme montagem dos equipamentos nos setores, respeitando as devidas quantidades e horários de parada. O terceiro quadro informa os resultados obtidos da simulação da empresa incluindo os novos equipamentos e excluindo os equipamentos cadastrados no arquivo de substituições. Gera-se assim, as informações detalhadas dos dados a serem comparados na substituição dos equipamentos. Vale salientar que não estão considerados aumentos na produtividade de equipamentos para casos em que a economia de energia acaba por não transparecer em economia na fatura de energia e sim na quantidade de produtos finais a ser obtido. Para isso, o usuário deste aplicativo deverá monitorar os resultados, e quando for o caso, levar em consideração o aumento da produção. Uma possível solução talvez fosse reduzir o número de máquinas novas em substituição as antigas ou ainda diminuir o tempo de trabalho das máquinas novas para fazer com que apareçam na fatura os resultados desta economia.

O relatório pode ser impresso ou simplesmente consultado na tela. No Anexo 5 pode-se verificar um relatório exemplo.

Simulação de Custos Comparativos de Energia Elétrica

FURB
Universidade Federal de Roraima (FURB)
Núcleo de Engenharia Ambiental

Dados da Empresa

Empresa: Tecatagem Saria Antônio Cláudio DM, Cont. na Ponta (100%): 250
 Local: Avenida Aldebaran, Vicente Krüger 047 DM, Cont. Fora da Ponta (100%): 155
 Cidade: Boa Vista - RR Número do Consumidor: 223 8582-30
 Atual Opção Contratual: Celasco Simulação na Opção Contratual: Convencional

	Data	Hora
Início da Medição:	25/02/2008	00:15:00
Fim da Medição:	25/02/2008	00:00:00

Ta bilizadora c. (Bipha ca sem alteração na carga)

	Pen ta	Pon ta da Pen ta	To tal c
Horas	3,00	2,1,00	24,00
Demanda (100%)	144,75	140,00	
Consumo (100%)	400,30	2.535,30	2.841,77
Fator de Carga	0,54	0,23	
Cuidos (R\$)	Pen ta	Pon ta da Pen ta	To tal c
Demanda (100%)			4.007,00
Consumo (100%)			873,02

Ta bilizadora c. (Bipha ca com alteração na carga e visando economia de energia)

	Pen ta	Pon ta da Pen ta	To tal c
Horas	3,00	2,1,00	24,00
Demanda (100%)	120,00	12,1,74	
Consumo (100%)	340,55	2.140,07	2.480,62
Fator de Carga	0,54	0,23	
Cuidos (R\$)	Pen ta	Pon ta da Pen ta	To tal c
Demanda (100%)			3.400,54
Consumo (100%)			600,08

0% Page 1 of 1

Figura 23 - Tela com o relatório da simulação de substituição.

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

Pode-se fazer a análise econômica dos resultados das duas faturas de energia apresentadas no relatório anterior. A Figura 24 mostra 3 quadros, o primeiro com as informações dos custos da instalação sem a alteração proposta. O segundo quadro mostra as informações dos custos da instalação com a alteração de carga proposta, e o terceiro quadro, mostra o resultado da análise financeira. São informados os investimentos totais do projeto, o total retornável pela revenda dos equipamentos antigos, o investimento real a ser realizado e por fim, a economia mensal na fatura de energia e o tempo de retorno de investimento em meses dada uma taxa de juros fixa ao mês. A este método é dado o nome de Payback Descontado, que se diferencia do Payback simples por considerar o valor temporal do dinheiro, ou seja, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro, trazendo os fluxos a valor presente. (Fonseca, 2006)

Abordagem Econômica

Valores esperados para fatura de energia elétrica com e sem a implementação das mudanças.

SEM alterações na carga:	COM alterações na carga:
Custo com Demanda (R\$): 4.033,61	Custo com Demanda (R\$): 3.894,38
Custo com Consumo (R\$): 15.898,62	Custo com Consumo (R\$): 15.226,10
Total Geral (R\$): 19.932,23	Total Geral (R\$): 19.120,48

Análise Financeira

Investimento (R\$): 9.096,00 Total Receita (R\$): 0,00 Investimento Real (R\$): 9.096,00

Economia Mensal R\$: 811,75

Taxa de juros (%): 1 Tempo de Retorno de Invest. (meses): 11,93475

Calcular

Figura 24 – Tela de abordagem econômica da substituição em questão

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

De posse das informações referentes a abordagem econômica, o usuário do aplicativo pode tomar sua decisão de investir na substituição proposta, ou ainda simular um novo arranjo de cargas. Caso a economia mensal obtida seja negativa, o sistema informa que isto deve ao fato do usuário realmente não ter vantagem financeira na simulação proposta, mas pode também significar que a mesma está mascarada por incremento na produção devido ao novo equipamento. É possível que a economia mensal não seja suficiente para cobrir a despesa do juro mensal, indicando a inviabilidade do investimento. Nestes casos, o sistema informa uma mensagem como apresentada na Figura 25 e não realiza o cálculo, pois o tempo de retorno tenderia ao infinito.



Figura 25 – Tela de mensagem de juro acima da economia mensal.

Fonte: Desenvolvido pelo próprio autor

4.3. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Os exemplos apresentados a seguir são importantes no sentido da verificação de que a metodologia implantada para somar as amostras é realmente capaz de simular a fatura de energia elétrica para, da mesma forma, poder-se utilizar este método em previsões de substituições de equipamentos com segurança nos resultados obtidos.

São apresentados dois exemplos de aplicação em empresas do ramo têxtil de felpudos. Vai-se testar se a metodologia proposta é aplicável e se os resultados são próximos dos valores reais fornecidos pela concessionária de energia elétrica. Os valores das faturas reais de energia podem ser verificados nos anexos 6 e 7.

Dados da empresa 1:

Tipo de consumidor: Industrial – A4 convencional.

Demanda contratada: 155 kW

Os primeiros dados a serem levantados durante a utilização do aplicativo são os equipamentos que compõe os setores que se deseja acompanhar o consumo de forma individual e o setor que vai ser acompanhado o consumo de forma coletiva (todas as cargas medidas juntas). Deve-se ter uma amostra do consumo de energia de cada equipamento já cadastrado no banco de dados de equipamentos. A amostra do consumo de energia do equipamento pode ser obtida por medição de energia ou por estimativa. Dependendo do equipamento a estimativa é uma opção segura para determinação da amostra, por exemplo iluminação e outras cargas constantes.

A Tabela 8 apresenta o levantamento de cargas feito na empresa1 referente ao faturamento 10/2003, na forma em que se encontravam os setores à época.

TABELA 8 – LEVANTAMENTO DE CARGA DA EMPRESA 1

Setor	Equipamento	Quant.	Observação
Acabamento	Costura	01	Acabamento (costureiras)
	Revisão	01	Palanque
	Luminária 2 x 110W	04	Amostra estimada
	Luminária 1 x 40W	01	Amostra estimada
	Luminária 2 x 40W	01	Amostra estimada

Tecelagem	Tear Jacard (Ribeiro)	16	Laçadeira
	Tear Ruty	16	Laçadeira
	Tear Pinça	12	Pinça
	Luminária 2 x 110W	33	Amostra estimada
	Luminária 1 x 40W	71	Amostra estimada
	Luminária 2 x 40W	06	Amostra estimada
Escritório	Computadores	10	Amostra estimada
	Luminária 2 x 40W	06	Amostra estimada
Espularia	Espularia	01	Medição do setor inteiro
	Luminária 2 x 110W	02	Amostra estimada
Manutenção	Manutenção	01	Medição do setor inteiro
	Compressor de ar	01	Medição do funcionamento
	Luminária 1 x 40W	10	Amostra estimada
Retorção e montagem dos cones	Autoconner	01	Equipamento individual
	Retorcedeira, Belcone e Murata	01	Os 3 equipamentos foram medidos juntos
	Luminária 2 x 40W	40	Amostra estimada
Urdume	Urdideiras	01	2 equipamentos juntos
	Luminária 2 x 110W	05	Amostra estimada
	Luminária 2 x 40W	45	Amostra estimada

Os valores da simulação e da fatura de energia gerada entre os dias: 17/09/2003 e 20/10/2003 apresentaram os valores mostrados na Tabela 9.

TABELA 9 – FATURAMENTO CELESC 10/2003 X SIMULAÇÃO

Origem	Demanda Medida (kW)	Consumo (kWh)
Fatura CELESC 10/2003	160	74538
Simulação mesmo período de apuração	144	77053

As informações da Tabela 9 indicam que a simulação ficou muito próxima da fatura real e que os dados de amostragem têm consistência para representar o todo. O desvio de aproximadamente 10% do valor da demanda faturada em relação ao simulado é considerado aceitável, O desvio de consumo é de aproximadamente 3,4%, considerado muito bom. Esta dificuldade de determinação na demanda com tanta precisão quanto se consegue com o consumo está relacionada com a própria definição de demanda, a qual é a maior média das potências solicitadas no intervalo de 15 minutos. Como amostra-se

24h e fatura-se um mês, qualquer diferença no uso consecutivo de equipamentos vai certamente afastar o resultado da realidade.

Com a comprovação de que a simulação é bastante próxima dos valores reais da concessionária, partiu-se para o estudo de substituição de equipamentos.

Simulou-se a substituição de 4 teares “Jacard (Ribeiro)” por 4 teares do tipo “Pinça”, a parada da Autoconner e a mudança nas Urdideiras de “Varimot” para conversor de frequência e o resultado foi o apresentado na tabela 10.

TABELA 10 – SIMULAÇÃO COM SUBSTITUIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS

Origem	Demanda Medida (kW)	Consumo (kWh)
Simulação com mudanças sob o mesmo período de apuração	129	71813

Comparando-se as Tabelas 9 e 10 verifica-se uma economia de energia elétrica. A demanda caiu de 144kW para 129kW e o consumo de 77053 kWh para 71813 kWh (valores simulados). Porém se a simulação fosse feita apenas para a substituição dos quatro teares teria-se um incremento na fatura, pois os novos equipamentos produzem uma maior quantidade de kilogramas de produto e consomem mais energia. É importante que o operador do aplicativo esteja atento para essas situações, uma vez que nem sempre será obtido redução nas grandezas elétricas, pois nesse caso, além de trocar os equipamentos antigos por outros mais eficientes, o empresário optou por aumentar a produção, o que acarreta maior consumo e demanda de energia. Proporcionalmente à quantidade produzida, o novo consumo e demanda são menores para a nova situação.

A empresa efetuou as modificações em 2005, trocando os Teares, modificando as Urdideiras e desligando a Autoconner. Na fatura de energia que compreendeu o período entre: 17/06/2005 e 19/07/2005 obtiveram-se os registros dados na Tabela 11.

TABELA 11 – FATURA X SIMULAÇÃO EM 2005 JÁ COM ALTERAÇÕES IMPLEMENTADAS.

Origem	Demanda Medida (kW)	Consumo (kWh)
Fatura CELESC 07/2005	142	66092
Simulando novamente as substituições para novo período de apuração	129	69158

Vale ressaltar que já houve aumento da produção de felpudos neste período, a qual foi de 56747 kg em 10/2003, para 58533 kg em 07/2005, mostrando que a eficiência energética não ficou tão evidente devido a maior produção. Entretanto, a demanda registra uma redução considerável, isto comparando-se as faturas reais e as simulações. Na análise das faturas reais percebe-se uma redução de energia, mesmo com o aumento da produção. Isto caracteriza a maior eficiência energética da indústria considerada.

Para se verificar a conveniência em realizar o investimento na substituição de algum equipamento é importante simular um equipamento por vez, para que a contribuição de um não interfira numa eventual ineficiência de outro.

A abordagem econômica calculada apresentou uma economia mensal de R\$ 116,32, porém há possibilidade de que uma das amostras das Urdideiras seja atípica. Mas como a empresa não tem mais os equipamentos antigos, ficou-se impossibilitado de fazer uma nova leitura do equipamento com o “Varimot” para certificação desta amostra.

Dados da empresa 2:

Tipo de consumidor: Industrial – A4 convencional.

Demanda contratada: 30 kW

A segunda empresa analisada, também é do ramo de felpudos textéis. É uma empresa de menor porte que trabalha em 2 turnos diários. A tabela 12 apresenta o levantamento de equipamentos da empresa no estágio em que atualmente se encontra.

TABELA 12 – LEVANTAMENTO DE CARGA DA EMPRESA 2

Setor	Equipamento	Quant.	Observação
Tecelagem	Tear Jacard (Ribeiro)	09	Laçadeira
	Tear Ruty	11	Laçadeira
	Luminária 2 x 40W	40	Amostra estimada
	Ventiladores	2	Amostra estimada
Espulcaria	Espuladeiras	06	Amostra estimada
	Compressor 1CV	1	Amostra estimada

Para as cargas levantadas acima e baseado nas amostras de cada uma destas, obteve-se os dados elétricos apresentados na tabela 13.

TABELA 13 – FATURA DE ENERGIA X SIMULAÇÃO

Origem	Demanda Medida (kW)	Consumo (kWh)
Fatura CELESC 11/2006	31	8364
Simulando com aplicativo para comparação	28	8462

Novamente pode-se verificar que a simulação aproximou-se bastante dos dados da fatura de energia elétrica e considera-se seguro simular alterações na carga visando obtenção de eficiência energética. Esta verificação comprova que o somatório individual da contribuição de cada carga pode ser utilizado para previsão de fatura de energia elétrica.

A simulação das faturas apresenta proximidade com os dados reais, garantido que as substituições, se bem definidas, devem apresentar dados e resultados coerentes após a implementação das modificações de equipamentos. Isso fornece dados confiáveis para que o empresário possa decidir, com boa precisão, sobre o investimento a ser efetuado.

4.4. PROJEÇÃO DE RESULTADOS

Constatou-se que as duas empresas analisadas utilizam iluminação fluorescente com reatores convencionais. A seguir será apresentada a simulação da troca de iluminação de ambas as empresas por iluminação fluorescente mais eficiente, para que se possa vislumbrar em quanto tempo o investimento se paga.

A substituição proposta de reatores convencionais e de lâmpadas fluorescentes é apresentada na Tabela 14, onde se especifica os tipos de lâmpadas, reatores e preços dos mesmos. Estas informações foram levantadas em empresas locais de fornecimento de material elétrico, não inclusos encargos para instalação dos mesmos.

TABELA 14 – EQUIPAMENTOS PARA SUBSTITUIÇÃO

Equipamento a retirar	Equipamento a instalar	Preço sugerido
Reator Convencional 2 x 40W	Reator Eletrônico 2 x 32W	R\$18,00
Lâmpada Fluorescente 40W	Lâmpada Fluorescente 32W	R\$ 5,74
Reator Convencional 1 x 40W	Reator Eletrônico 1 x 32W	R\$11,00
Reator Convencional 2 x 110W	Reator Eletrônico 2 x 110W	R\$ 45,00

Aplicando a substituição proposta na empresa1, cujos resultados são apresentados na Figura 26, percebe-se claramente que o relatório de abordagem econômica indica um retorno de 9,36 meses para o investimento total de R\$7.863,12. Foi considerada uma taxa de remuneração de capital de 2% ao mês e que os materiais antigos não foram vendidos. A economia projetada representa 4,15% do total da fatura da empresa1.

Aplicando a substituição proposta na empresa2, percebe-se que o relatório de abordagem econômica indica um retorno de 8,45 meses para o investimento total de R\$1.179,20. Foi considerada uma taxa de remuneração de capital de 2% ao mês e que os materiais antigos não foram vendidos. A economia projetada representa 5,23% do total da fatura da empresa2. Os resultados são apresentados na Figura 27.

Abordagem Econômica

Valores esperados para fatura de energia elétrica com e sem a implementação das mudanças.

SEM alterações na carga:		COM alterações na carga:	
Custo com Demanda (R\$):	4.652,12	Custo com Demanda (R\$):	4.488,72
Custo com Consumo (R\$):	17.722,38	Custo com Consumo (R\$):	16.956,89
Total Geral (R\$):	22.374,50	Total Geral (R\$):	21.445,62

Análise Financeira

Investimento (R\$): 7.863,12 Total Receita (R\$): 0,00 Investimento Real (R\$): 7.863,12

Economia Mensal R\$: 928,89

Taxa de juros (%): 2 Tempo de Retorno de Invest.(meses): 9,36196

Calcular

Figura 26 – Abordagem econômica da substituição da iluminação empresa 1.

Abordagem Econômica

Valores esperados para fatura de energia elétrica com e sem a implementação das mudanças.

SEM alterações na carga:		COM alterações na carga:	
Custo com Demanda (R\$):	807,28	Custo com Demanda (R\$):	759,69
Custo com Consumo (R\$):	2.109,66	Custo com Consumo (R\$):	2.004,44
Total Geral (R\$):	2.916,94	Total Geral (R\$):	2.764,13

Análise Financeira

Investimento (R\$): 1.179,20 Total Receita (R\$): 0,00 Investimento Real (R\$): 1.179,20

Economia Mensal R\$: 152,81

Taxa de juros (%): 2 Tempo de Retorno de Invest.(meses): 8,45831

Calcular

Figura 27 – Abordagem econômica da substituição da iluminação empresa 2.

Se a observação for feita somente pelo lado do consumo de energia, a redução seria de 4,31% na empresa1 e 4,98% na empresa2. Estes dados indicam uma grande lacuna para a obtenção de eficiência energética com iluminação no setor industrial.

De acordo com relatório da APIMEC (2006, p.12), A concessionária de energia elétrica CELESC registrou 413 GWh como consumo médio mensal da indústria de Santa Catarina no âmbito do atendimento da mesma. Considerando que 30% das

indústrias se encontrem em situação semelhante ao das empresas analisadas e, que se obtém o mesmo nível de redução de consumo, ou seja, em torno de 4%, economizar-se-ia por ano 59 GWh.

De acordo com o Plano Decenal de Expansão da Energia Elétrica, do Ministério de Mina e Energia (2006, p.286), o consumo de energia elétrica aproximado por habitante por ano é da ordem de 2049 KWh. A redução proveniente da implementação de iluminação eficiente em 30% das indústrias do Estado de Santa Catarina, daria para abastecer uma cidade de 28000 habitantes por um ano. É fato que 4% de redução do consumo previstos nesta projeção são empíricos, uma vez que dependendo do tipo de indústria analisada, a relação do consumo total da empresa com o consumo de iluminação muda bastante. Mas, também é fato de que se considerou que apenas 30% das empresas implementariam a modificação. Ainda pode-se afirmar que dentro do percentual de economia também não se levou em consideração a possibilidade de implantação de iluminação natural em algumas empresas, o que aumentaria bastante a economia.

4.5. CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

O Aplicativo computacional desenvolvido para análise de eficiência energética é um aplicativo facilitador das interpretações de dados. Ele agiliza o trabalho do investigador por lacunas na eficiência energética das empresas. Pode ser usado em empresas cujas cargas se comportem com uma repetibilidade de 24h.

As amostras de equipamentos ou grupos de equipamentos ou setores de uma empresa são obtidas por algum analisador de energia e importadas pelo aplicativo sob a forma de um arquivo do tipo CSV (comma separated value). Pode-se estimar a amostra de um equipamento, porém esse procedimento exige conhecimento profundo da carga envolvida e pode gerar desvios desnecessários. O arquivo é cadastrado e pode fazer simulações para recompor a fatura de energia elétrica da empresa. Pode-se experimentar alterações em equipamentos ou grupo de equipamentos para verificar a possibilidade de obtenção de eficiência energética. O aplicativo efetua a análise financeira, fornecendo o tempo de retorno do investimento ao considerar-se uma taxa de juros fixa.

Foram realizadas várias simulações de recomposição da fatura de energia, resultando em dados bastante confiáveis. Os desvios na demanda ficaram inferiores a 10% e os desvios no consumo inferiores a 5%. Tais resultados são considerados satisfatórios, pois se consegue com boa precisão estimar o consumo e a demanda em períodos de 30 dias com amostras de 24h.

Foram feitas simulações de substituições de equipamentos que comprovam a eficácia da metodologia proposta com indicações de redução de consumo, redução de demanda e indicação do tempo de retorno do investimento.

Percebeu-se que numa substituição de equipamento o empresário pode optar por também aumentar a produção. Este aspecto pode levar a interpretações equivocadas, uma vez que quando se aumenta a produção, geralmente se aumenta o consumo de energia. Nestas situações deve-se considerar os ganhos com o aumento de produção e/ou produtividade.

5. CONCLUSÕES GERAIS

O aplicativo computacional desenvolvido neste trabalho representa um grande facilitador de análises complexas para investigações que envolvam alterações na planta da empresa e os conseqüentes resultados na fatura de energia. Obviamente que considerou-se que estas alterações têm o intuito de conservar energia e trocar equipamentos menos eficientes por outros mais eficientes energeticamente, porém pode-se simular qualquer arranjo, desde que se tenha idéia da nova carga a ser somada com as demais e dos horários e dias que esta funcionará. Enfim, pode-se prever os resultados de infinitos tipos de arranjos de cargas ainda não implementados e planejar a melhor forma de utilizar a energia elétrica.

Os relatórios apresentados geram uma fatura de energia elétrica simulada para que se compare com uma fatura de energia real da empresa. E também, um relatório de substituições para que se compare as duas faturas de energia, sem e com as modificações propostas. Muitas idéias de relatórios poderiam ter sido implementadas, porém optou-se por dados mais gerais, a partir dos quais o usuário pode chegar a outras conclusões por si só.

A principal dificuldade deste trabalho foi estruturar todos os dados, alinhá-los e repetí-los nos dias em que fossem considerados iguais, respeitando para cada equipamento os cadastros de paradas previamente informados. Observou-se que para manter-se fiel as informações de demanda, primeiro se precisava somar os equipamentos que estavam funcionando no mesmo horário, formando uma curva de carga geral. Se simplesmente fosse determinada uma demanda para cada equipamento, teria-se uma demanda estimada muito maior que a realidade, sendo assim, a partir da curva de carga geral, calcula-se demandas e consumos gerais, desta vez, muito mais próximos e adequados a realidade.

As substituições de equipamentos podem levar a empresa a um aumento no consumo de energia, mas isso pode não significar uma piora em termos de eficiência energética. Há de se considerar se a produção foi alterada. Geralmente o empresário opta por um investimento com dois objetivos: aumentar a produção e reduzir o consumo de energia.

Todos os resultados estão fortemente ligados a fidelidade das amostras. Dessa forma, é imprescindível que se tome muito cuidado na aquisição dos dados amostrais, nas conexões do analisador de energia e nas disposições dos equipamentos durante o

processo de medição. Equipamentos que serão alvo de substituições devem ser experimentados individualmente. Já equipamentos sem interesse em estudos podem ser medidos em grupo.

As comparações de substituição de equipamentos foram feitas calculando duas faturas de energia elétrica, uma simulação feita com amostras de consumo de energia dos equipamentos originais da empresa e outra fatura simulada com a integralização dos valores gerados pelo cadastro das substituições (fatura desejada com as alterações de carga). Estas duas faturas de energia têm seus valores financeiros comparados na análise financeira, onde pode-se saber o tempo de retorno do investimento de acordo com a economia atingida mensalmente dividida pelo custo da implementação da modificação. No aplicativo considerou-se o uso de uma taxa fixa de remuneração do capital, tal taxa é regulada pelo usuário.

No capítulo 4.4 apresentou-se um exemplo de aplicação onde pôde-se perceber que quando as amostras estiverem bem ajustadas, a fatura simulada deve ficar muito próxima da fatura real, mas este é um cuidado particular que cada operador do sistema deve ter.

É de fundamental importância a correta manutenção dos equipamentos, pois em alguns casos isso pode influenciar no aumento do gasto com energia elétrica. Nem sempre o equipamento mais barato é realmente mais barato quando se considera seu funcionamento ao longo do tempo. É possível que este seja mais barato a vista e mais caro no prazo, energeticamente falando.

O trabalho foi concentrado em análise de indústrias de pequeno e médio porte na região de Brusque, SC. Percebe-se que há uma grande lacuna por eficiência energética em iluminação e em aplicação de motores com velocidade variável. Ainda utiliza-se variadores mecânicos de velocidade e iluminação fluorescente convencional de baixo rendimento. Investimentos em iluminação eficiente tem rápido retorno financeiro, por simulação constatou-se abaixo de 12 meses, o que é atrativo. Sugere-se trocar os antigos reatores eletromagnéticos do sistema de iluminação por reatores eletrônicos e também uma verificação da luminância dos postos de trabalho. A iluminação na indústria têxtil apresenta uma característica interessante e diferente de outros ramos de indústria. Há a necessidade de manter-se o ambiente úmido para que o processo de tecelagem não sofra paradas constantes, pois o ar seco faz com que os fios rebentem com mais facilidade. Por este motivo não se deve substituir telhas convencionais por telhas translúcidas nos galpões (pelo menos nas áreas de tecelagem) e aproveitar a iluminação natural do dia.

Este procedimento é muito utilizado em outros segmentos industriais. Em alguns casos pode-se diminuir a intensidade geral e iluminar o posto de trabalho de forma focada.

Também é comum a utilização de motores inadequados para diversas atividades, recomenda-se que a potência do motor esteja bem ajustada ao trabalho do mesmo.

Finalmente através do aplicativo pode-se simular a mudança contratual para verificação da melhor opção de compra de energia elétrica. Isto possibilita que a empresa sempre compre energia da forma mais econômica possível.

6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho pode ser aplicado a qualquer segmento industrial ou comercial, por se basear em uma premissa básica, reconstituir-se-á o todo somando as partes. Se não se deixar de fora nenhuma parte do sistema, deve-se conseguir compor uma fatura simulada. Para que a simulação seja coerente a empresa deve possuir comportamento típico para os equipamentos, caso contrário este aplicativo não é indicado.

Para futuros trabalhos pode-se implementar um módulo no programa para estimar as cargas a partir de valores nominais, fatores de demanda e horário de funcionamento do(s) equipamento(s) (amostras do sistema). Com isso o usuário não terá necessariamente que medir uma situação na empresa, nem tampouco calcular em um aplicativo separado e depois importar sua estimativa para a nova carga.

A análise dos diferentes setores ficou restrita a uma visualização mais criteriosa dos dados gerados na fatura de energia simulada, sugere-se a exportação destes dados para gráficos de “barras” ou “pizza” para melhor visualização da distribuição da energia na empresa. Isso ajuda a dar mais importância em efficientizar este ou aquele processo.

É interessante a criação posterior de um módulo do aplicativo que, a partir da curva de carga da empresa, possa facilitar operações de simulação da programação de paradas de alguns equipamentos do projeto em análise e as consequentes alterações tanto na curva de carga quanto na fatura de energia elétrica.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, J. C. R. **El Programa Peruano de Substitución de Lámparas Incandescentes por Lámparas Fluorescentes Compactas**. Revista Energética. p37-p45. [s.d.]
- ALMEIDA, João C. O.; OLIVEIRA, Marco A. G. Gestão do consumo e da qualidade da energia elétrica em uma universidade. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 355, pp. 196-217, out. 2003.
- APIMAC, **Relatório de Desempenho Operacional das Centrais Elétricas de Santa Catarina**. http://www.b2i.cc/Document/1449/CELESC_Apimec_08_DEZ_2006.pdf, Acesso em: 10/12/2006.
- ASSUMPCÃO, Marina G. **Política nacional de eficiência energética**. In: ORTIZ, Lucia S. (org). Fontes alternativas de energia e eficiência energética. Campo Grande: Fundação Heirich Böll, 2002. pp. 31-49.
- BAGATTOLI, Sandro G. **Gestão estratégica de energia elétrica e seus reflexos no desenvolvimento regional**. Blumenau, 2005. Dissertação Mestrado em Desenvolvimento Regional , Universidade Regional de Blumenau.
- BITU, Roberto S. BORN, Paulo H. **Tarifas de energia elétrica: aspectos conceituais e metodológicos**. São Paulo: MM Editora, 1993.
- BJÖRK, C. O.; KARLSSON, B. G. Load management applications for industrial loads. **IEEE transactions on Power Apparatus & Systems**. V. PAS-104, n.8, aug. 1985.
- BORENSTEIN, Carlos Raul; CAMARGO, C. Celso de Brasil. **O setor elétrico no brasil: dos desafios do passado às alternativas do futuro**. 1. ed. – Porto Alegre : Sagra Luzzato, 1997.
- BRANDT, Paulo R. **Geração e co-geração de energia: uma proposta para os municípios do médio Vale do Itajaí**. Blumenau: 2002. Dissertação Mestrado, Universidade Regional de Blumenau.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Resolução nº 456** de 29 de Novembro de 2000. **Condições gerais de fornecimento de energia elétrica**. Diário da República Federativa do Brasil, Brasília, v. 138, n. 230-E , seção 1, p. 35, 30 nov. 2000. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/bres2000456.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2006.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria Nº 132 - Regulamentação de lâmpadas compactas**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/download.do?attachmentId=6733&download>>. Acesso em: 21 jun 2006.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica : 2006-2015 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética**. – Brasília : MME : EPE, 2006. 304 p. : il.
- BRÜSEKE, Franz. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, Clóvis (org). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 2a ed. São Paulo: Cortez, 1998. pp. 29-40.
- CANTU, Marco. **Dominando o Delphi 7: a bíblia**. São Paulo : Pearson Education do Brasil, c2003. xxviii, 801p, il. Tradução de: Mastering Delphi 7.
- CAMARGO, C.Celso de Brasil., **Apostila de Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD**, LabPlan/EEL/UFSC, 1999. 121p
- _____. **Gerenciamento pelo lado da demanda: metodologia para identificação do potencial de conservação de energia elétrica de consumidores residenciais**. Florianópolis: 1996. Tese Doutorado – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/teses96/camargo/index>>. Acesso em 23 Jan. 2004.

- _____. **Transmissão de energia elétrica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1984.
- CAMARGO, Ivan Marques de Toledo, **Noções básicas de engenharia econômica : Aplicações ao setor elétrico**. Brasília : FINATEC, 1998, 160p.:il.
- CARVALHO, Cláudio E. Et al. Diagnóstico e gestão energética em indústrias de pequeno e médio portes. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n. 357, pp. 146-155, dez. 2003.
- CAMPOS, Alexandre. **Gerenciamento pelo lado da demanda: um estudo de caso**. São Paulo, 2004, 94p.
- CLEMENTINO, Luiz D. **A conservação de energia por meio da co-geração de energia elétrica** São Paulo: Érica, 2001.
- CODI. Comitê de Distribuição de Energia Elétrica, Tarifas Horo-Sazonais, **Manual de Orientação ao Consumidor**. Rio de Janeiro, 1988. 28p.
- CODI – Comitê de Distribuição de Energia Elétrica. **Manual de orientação aos consumidores sobre a nova legislação para faturamento de energia reativa excedente**. CODI, Rio de Janeiro, 20 p., [s.d.].
- COELHO Jorge., **Apostila de Qualidade de Energia em Sistemas Industriais**. LabPlan/EEL/UFSC, 1999. 121p.
- Conservação de Energia: **Eficiência energética de instalações e equipamentos**. – Itajubá, MG : FUPAI, 2001. Vários Autores. Editora EFEI, 2ª. Edição
- COTRIM, Ademaro A. M. B. **Manual de instalações elétricas**. 2. ed. Sao Paulo : McGraw-Hill, 1985. x, 434p, il.
- DA SILVA, Cesar Ricardo Câmara; Pereira, Elisete Ternes.; **Aplicativo para Melhor Aproveitamento da Demanda Contratada por Consumidores Horo-Sazonais e para Controle de Fator de Potência**; Anais do IX Encontro Regional Latino Americano do CIGRÉ; Artigo 6º Comitê 37; Maio 2001;
- DE LIMA, Paulo Figueiredo. **Energia novos cenários : universalização do acesso, uso racional e fontes alternativas para o futuro**. Fundação Luiz Eduardo Magalhães. 3º Caderno. Salvador, 2002.
- DNAEE – Departamento Nacional de águas e Energia Elétrica. **Conceitos básicos da nova tarifa de energia elétrica**. Mundo elétrico, São Paulo, n. 356, pp. 40-43, mai. 1989.
- ECKMANN, Ronald. **Racionalizar o consumo pode representar ganhos para as empresas e para o país** - Revista update. Ed. 373 – Julho 2001
- FONSECA, Yonara Daltro da. **Técnicas de avaliação de investimentos: Uma breve revisão da literatura** s.d.
- GANIM, Antonio. **Setor elétrico brasileiro: aspectos regulamentares e tarifários**. Rio de Janeiro: Editora CanalEnergia, 2003.
- GARCEZ JR, Nelson et al. **Auto-avaliação do desperdício de energia elétrica na indústria**. Mundo Elétrico. São Paulo, n. 365/366, pp. 43-48/ 46-50, mar./abr. 1990.
- GELLER, Howard S. **O Uso Eficiente da Eletricidade: Uma Estratégia de Desenvolvimento para o Brasil**. Rio de Janeiro : Instituto Nacional de Eficiência Energética, 1944 [i.e.1994]. 226p, il. Tradução de: Efficient electricity use : a development strategy for Brazil. Inclui capítulo de atualização.
- GOLDEMBERG, Jose. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. Sao Paulo : EDUSP : CESP, 1998. 234p, il.
- GRAÇA, Gilena M. G. **A conservação de energia elétrica e o terceiro mundo**. Revista Brasileira de Energia, v.1, n.1, 1990. Disponível em: < <http://www.sbpe.org.br/v1n2/v1n2ae.htm> >. Acesso em 21 jun. 2006.

IEEE BRONZE BOOK. **IEEE recommended practice for energy management in industrial and commercial facilities**. Piscataway: IEEE, 1996.

IEEE **Recommended Practice for Energy Conservation and Cost-Effective Planning in Industrial Facilities**, junho, 1983. 160p

JANNUZZI, Gilberto De Martino. **Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos EUA e do Brasil**. São Paulo : FAPESP : Autores Associados, 2000. xxvii, 116p, il. (Outros títulos).

_____ ; SWISHER, Joel N. P. **Planejamento integrado de recursos energéticos: meio-ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas: Autores Associados, 1997.

JAMAL O. Jaber, Mamlook R., Wa'el Awad. **Evaluation of Energy Conservation Programs in Residential Sector Using Fuzzy Logic Methodology**. ELSEVIER – Energy Policy. 2004.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica**. Petrópolis: VOZES, 1999.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. **Fundamentos de metodologia científica** 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1988.

LEITE, Antonio D. **A energia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira S.A., 1997.

MAMEDE FILHO, João. **Economia de energia elétrica na indústria e comércio**. Mundo Elétrico, São Paulo, n. 344, pp. 51-55, jun. 1988.

_____. **Instalações elétricas industriais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

MOTA, Suetonio. **Introdução a engenharia ambiental**. 2. ed. ampl. Rio de Janeiro : ABES, 2000. 416p, il.

NEO – NEBRASKA ENERGY OFFICE. **Glossary – L.R. 455 study**. Disponível em: <<http://www.nel.org/home/NEO/phase1/glossary.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2001.

OLIVEIRA, B.A., AYRES, H.M., **Diagnóstico e Gestão Energética Utilizando Sistemas de Informação**. Goiânia, 2003. 94p.

PINTO, P.S.Z, MARTONE L. M. C., **Análise da Viabilidade Econômica e Financeira para a Implantação de Sistemas de Cogeração**, Itajubá, 2001.

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual de conservação de energia elétrica – CICE. **ELETROBRÁS**, [s.l.], 16 p., [s.d.].

_____. Manual de conservação de energia elétrica em estabelecimentos comerciais e de serviços – baixa tensão. **ELETROBRÁS**, [s.l.], 20 p., [s.d.].

_____. Manual de conservação de energia elétrica na indústria – alta tensão. **ELETROBRÁS**, [s.l.], 82 p., [s.d.].

_____. Manual de tarifação de energia elétrica. 1ª ed. **ELETROBRÁS**, [s.l.], 44 p., mai. 2001. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/download/publicacoes-energia/Manual_de_tarifacao.pdf>. Acesso em: 14 out. 2003.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental**. Rio de Janeiro : Brasiliense, 1994. 62p. (Primeiros passos).

REIS, Lineu B. dos. **Geração de energia elétrica: tecnologia, inserção ambiental, planejamento, operação e análise de viabilidade**. 3ª ed. Barueri: Manole, 2003.

REVISTA MUNDO ELÉTRICO. **30 anos de energia elétrica no Brasil**. São Paulo, n.360, pp. 8-76, out. 1989.

REVISTA MUNDO ELÉTRICO. **Terminologia de tarifas e mercado de energia elétrica**. São Paulo, n.363. pp. 42-45. jan. 1990.

RIBEIRO, A.E.D. Uma Metodologia Alternativa de Avaliação Preliminar de Consumo de Energia Elétrica Direcionada a Instituições de Ensino Superior, Rio de Janeiro – RJ – Abr. 2002, 106pág. Tese. - <http://www.ppe.ufrj.br/ppp/production/tesis/aedribeiro.pdf>

SAIDEL, Marco A. et al. **A conservação de energia**. In: REIS, Lineu B. dos ; SILVEIRA, Semida (orgs). Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: EDUSP, 2001. pp. 197-235.

SAIDEL, Marco A., ALVAREZ, André L. M. Potencial de conservação de energia em computadores pessoais. **Eletricidade Moderna**, São Paulo, n.283, pp.70-79, out. 1997.

SEBRAE. Capacitação de Empreendedores na área de serviços de eletricidade; micro, pequenas e médias empresas; **empreendedorismo, mercado e finanças**. Brasília, 2002. 67p.

SENAI. DN. Capacitação de Empreendedores na área de serviços de eletricidade; micro, pequenas e médias empresas; **eficiência energética**. Brasília, 2002. 103p.

SILVEIRA, Semida ; REIS, Lineu B dos. ; GALVÃO, Luiz C. R. **A energia elétrica no âmbito do desenvolvimento sustentável**. In: REIS, Lineu B. dos ; SILVEIRA, Semida (orgs). Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável. São Paulo: EDUSP, 2001. pp. 17-42.

SIOHASHI, Fereidoon P. Demand-side management: the third wave. **Energy Policy**. v. 23, n.2, pp. 111-114, 1995.

SOARES G. A., Herszterg I., Arouca M. C., **Avaliação Econômica da Utilização de Motores Elétricos Industriais de Alto Rendimento**. VII Congresso Brasileiro de Energia, II Congresso Latino Americano de Energia. Rio de Janeiro, 1996.

SOUZA, Paulo R. C. de. **Evolução da indústria de energia elétrica brasileira sob mudanças no ambiente de negócios: um enfoque institucionalista**. Florianópolis: 2002. Tese Doutorado – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. pp.72-82.

STAHEL, Andri W. **Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis**. In: CAVALCANTI, Clóvis (org). Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1998. pp. 104-127.

TAVARES, Paulo Cesar. Impactos positivos dos comercializadores. São Paulo: Canal energia, outubro, 2003.

THEIS, Ivo Marcos. **Crescimento econômico e demanda de energia no Brasil**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

_____. **Limites energéticos do desenvolvimento**. Blumenau: Editora da FURB, 1996.

UDAETA, M. E. M., Planejamento integrado de recursos energéticos – PIR – para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável), São Paulo - 1997

APÊNDICES

APÊNDICE A

Custos com energia elétrica:

Para a adoção de estratégias para a otimização do uso de energia elétrica faz-se necessário o perfeito conhecimento da sistemática de tarifação. Pois, a legislação brasileira permite às concessionárias calcular as faturas em função do: (a) consumo (kWh) , (b) demanda (kW), (c) fator de potência e (d) diferentes tipos de tarifas.

Compreenda a seguir os custos das faturas de energia elétrica de acordo com a Resolução 456 de 2000 da ANEEL.

Para a elaboração das faturas os consumidores finais (indústrias, residências, propriedades rurais, comércio e outros), são classificados em dois Grupos conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Grupos de Consumidores

Grupo A – Alta Tensão	Grupo B – Baixa Tensão
A-1 - 230 kV ou mais;	B-1 - Residencial;
A-2 - 88 a 138 kV;	B-1 - Residencial Baixa Renda;
A-3 - 69 kV;	B-2 - Rural;
A-3a - 30 a 44 kV;	B-3 - Não Residencial Nem Rural; e
A-4 - 2,3 a 13,8 kV; e	B-4 - Iluminação Pública.
A.S. - 2,3 a 13,8 kV (Subterrâneo).	

Fonte: COPEL

a) Consumo

Consumo refere-se ao registro do quanto de energia elétrica foi consumida durante determinado período. No cálculo das faturas é considerado o período mensal e este é expresso em kWh (quilo watts hora).

b) Demanda

Demanda corresponde ao consumo de energia dividido pelo tempo adotado na verificação. Conforme legislação brasileira é determinado para fins de faturamento que este período seja de 15 minutos. Assim, por exemplo, se determinada instalação possui quatro motores de 30 kW (40 cv) que são acionados da seguinte maneira:

0 – 3 minutos – 2 motores	Carga = 60 kW
3 – 10 minutos – 4 motores	Carga = 120 kW
10 – 15 minutos – 1 motor	Carga = 30 kW

Observa-se para este caso, que a demanda será:

$$D = \frac{60kW \cdot 3 \text{ min} + 120kW \cdot 7 \text{ min} + 30kW \cdot 5 \text{ min}}{15} = 78kW(105cv)$$

No entanto, a demanda para o faturamento mensal será o maior entre os seguintes valores:

Demanda registrada - corresponde ao maior valor de demanda medido em intervalos de 15 minutos durante período, em média considera-se um mês. Desta forma, dentre 3000 valores registrados, seleciona-se o maior.

Demanda contratada - cabe ao usuário, com base nas cargas instaladas e processo produtivo, definir o valor de demanda necessário. Fator que será considerado pela concessionária ao definir os equipamentos para atender a solicitação de serviço, como: transformadores, dispositivos de proteção e/ou eventualmente até a subestação.

Demanda Percentual - considerando o período de 11 meses anteriores ao mês em questão, seleciona-se a máxima demanda registrada e calcula-se 85% deste valor. O que demonstra ser necessário a monitoração do valor da demanda. Pois, um alto valor pode refletir nos valores das faturas dos 11 meses subsequentes.

c) Fator de Potência

Geralmente em circuitos elétricos têm-se potências ativas e reativas. As potências ativas referem-se ao somatório dos valores dispensados a realização de trabalho como: aquecimento, resfriamento, iluminação e acionamento de equipamentos. Enquanto as potências reativas são associadas a manutenção de campos elétricos, como os que ocorrem nas espiras dos motores elétricos. Ao somar vetorialmente as potências ativas e reativas tem-se a potência aparente.

Desta forma, define-se como fator de potência, a razão entre potência ativa e potência aparente, e seu valor varia entre 0 e 1.

Conforme legislação brasileira, o fator de potência deverá ter como limite mínimo o valor de 0,92. Caso ocorra valores menores o consumidor será penalizado. O custo com faturamento reativo excedente é facilmente retornável, pelo baixo custo de instalação dos capacitores necessários à correção do fator de potência. Normalmente ainda são encontrados casos onde o consumidor não atuou na correção do fator de potência apenas por desconhecimento, problema cultural para interpretação dos dados técnicos apresentados na fatura de energia elétrica.

Sistema tarifário:

Segundo o CODI, em estudos realizados nos anos oitenta, foi constatado que o perfil de comportamento do consumo ao longo do dia encontra-se vinculado aos hábitos do consumidor e às características próprias do mercado de cada região. Foi também caracterizado que o sistema elétrico brasileiro, em quase sua totalidade, possui geração por meio de hidroelétricas. Portanto, o maior potencial de geração concentra-se no período chuvoso.

Baseando-se nestas características originou-se, em 1982, a nova Estrutura Tarifaria Horo-sazonal. Em que as tarifas tem valores diferenciados segundo: horários do dia e períodos do ano, conforme descrito abaixo:

Divisão do Dia

- Horário de Ponta - Corresponde ao intervalo de 3 horas consecutivas, ajustado de comum acordo entre a concessionária e o cliente, situado no período compreendido entre às 18h e 21h e durante o horário de verão das 19h às 22h.
- Horário Fora de Ponta - Corresponde às horas complementares ao horário de ponta.

Divisão do Ano

- Período Seco - Compreende o intervalo situado entre os meses de maio a novembro de cada ano (sete meses).
- Período Úmido - Compreende o intervalo situado entre os meses de dezembro de um ano a abril do ano seguinte (cinco meses).

Considerando os parâmetros de tributação e a sistemática horo-sazonal, têm-se as tarifas Convencional e Horo-sazonal. O cálculo das faturas no sistema convencional considera apenas os parâmetros de tributação. Enquanto no sistema horo-sazonal são considerados os parâmetros de tributação e as variações horo-sazonais descritas acima. Sendo que na estrutura Horo-sazonal têm-se as tarifas: Azul e Verde.

A Tarifa Azul aplica-se às unidades consumidoras que possuem processo produtivo contínuo e enquadram-se no Grupo A. A adoção desta é obrigatória aos consumidores dos tipos A-1, A-2 e A-3 e opcional aos demais.

Enquanto, a Tarifa Verde aplica-se a consumidores com capacidade de modulação do processo produtivo. Esta é opcional aos consumidores do Grupo A tipos A-3a, A-4 e A-S.

Apresenta-se no Quadro 2 os itens considerados nos cálculos das faturas ao aplicar as tarifas Azul e Verde.

Quadro 2 - Ítems considerados nos cálculos de faturas de energia elétrica para as tarifas Azul e Verde.

Tarifa Azul	Tarifa Verde
Demanda na Ponta (DP)	Demanda (D)
Demanda Fora da Ponta (DFP)	Consumo na Ponta (CP)
Consumo na Ponta (CP)	Consumo Fora da Ponta (CFP)
Consumo Fora da Ponta (CFP)	

Cálculo da fatura - Tarifa Convencional - Grupo B

O faturamento é obtido pelo produto do consumo medido pela respectiva tarifa em vigor.

$$F_c = C \cdot T_c$$

Onde:

F_c - valor da fatura, R\$

C - consumo de energia elétrica medido no mês, kWh

T_c - Tarifa de consumo, R\$/kWh

Cálculo da fatura - Tarifa Convencional - Grupo A

Somente aplicável de forma opcional aos consumidores dos tipos A-3a, A-4 e A-S. Tem-se:

$$F_t = D_{FAT} \cdot T_D + C \cdot T_C$$

Onde:

F_t - valor da fatura, R\$

D_{FAT} - valor da demanda faturável, kW

T_D - tarifa de demanda, R\$/kW

C - consumo de energia elétrica medido no mês, kWh

T_C - tarifa de consumo, R\$/kW/h

Cálculo da Fatura - Tarifa Azul

$$F_t = D_{FATP} \cdot T_{DP} + D_{FATFP} \cdot T_{DFP} + C_P \cdot T_{CP} + C_{FP} \cdot T_{CFP}$$

Onde:

D_{FATP} - demanda faturada no horário de ponta, kW

T_{DP} - tarifa de demanda de ponta, R\$/kW

D_{FATFP} - demanda faturada no horário fora de ponta, kW

T_{DFP} - tarifa de demanda fora de ponta, R\$/kW

C_P - consumo medido no mês - horário de ponta, kWh

T_{CP} - tarifa de consumo no horário de ponta, R\$/kWh

C_{FP} - consumo medido no mês - horário fora de ponta, kWh

T_{CFP} - tarifa de consumo no horário fora de ponta, R\$/kWh

Cálculo da Fatura - Tarifa Verde

$$Ft = D_{FAT} \cdot T_D + C_P \cdot T_{CP} + C_{FP} \cdot T_{CFP}$$

Onde:

D_{FAT} - demanda faturada, kW

T_D - tarifa de demanda, R\$/kW

C_P - consumo medido no mês - horário de ponta, kWh


T_{CP} - tarifa de consumo no horário de ponta, R\$/kWh

C_{FP} - consumo medido no mês - horário fora de ponta, kWh

T_{CFP} - tarifa de consumo no horário fora de ponta, R\$/kWh

ANEXOS

ANEXO 1- TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC- SEM IMPOSTOS

 TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA				
N.º RESOLUÇÃO	TIPO	DATA EMISSÃO	DATA VALIDADE	ABREVIATURA
161/I	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN
161/I	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN
001	Fiscal Nacional (MWh)	04-01-1996	05-01-1996	TFN


GRUPO	CLASSIFICAÇÃO	TUSD + TUST + TE		
		TARIFAS EM R\$	SEM ICMS / PIS-PASEP / COFINS	
		DEMANDA	ENERGIA	
B1	<i>Residencial Baixa Renda *</i>	Até 30 kWh	-	0,11486
		De 31 a 100 kWh	-	0,19682
		De 101 a 150 kWh	-	0,29528
		De 151 a 160 kWh	-	0,29528
		De 161 a 220 kWh	-	0,32810
	<i>Residencial Normal</i>	-	0,32810	
B2	<i>Rural Não Cooperativa</i>	-	0,19496	
	<i>Rural Irrigação</i>	-	0,00000	
B3	<i>Comercial, Serviços e Outras Atividades</i>	-	0,31102	
	<i>Industrial</i>	-	0,31102	
	<i>Poder Público</i>	-	0,31102	
	<i>Água, Esgoto e Saneamento (Redução 15%)</i>	-	0,26437	
B4	<i>Iluminação Pública</i>	-	0,16024	
A3a	<i>Todas as Classes</i>	17,23	0,16804	
	<i>Água, Esgoto e Saneamento (Redução 15%)</i>	14,65	0,14283	
	<i>Rural Não Cooperativa (Redução 10%)</i>	15,51	0,15124	
A3	<i>Cooperativa de Eletrificação Rural</i>	17,69	0,04450	
A4	<i>Todas as Classes, Exceto Residencial</i>	20,99	0,17159	
	<i>Residencial</i>	20,99	0,17159	
	<i>Água, Esgoto e Saneamento (Redução 15%)</i>	17,84	0,14585	
	<i>Rural Não Cooperativa (Redução 10%)</i>	18,89	0,15443	
	<i>Cooperativa de Eletrificação Rural</i>	6,40	0,08832	
AS	<i>Subterrâneo</i>	30,89	0,17955	

A1 = igual ou superior a 230kV	A2 = 88kV a 138kV	A3 = 69kV	A3a = 30 a 44kV	A4 = 2,3 a 25kV
--------------------------------	-------------------	-----------	-----------------	-----------------

ANEXO 2 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC SEM IMPOSTOS

TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA						
N.º RESOLUÇÃO	TIPO	DATA EMISSÃO	DATA VALIDADE	ABREVIATURA		
161/1	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN		
161/1	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN		
001	Fiscal Nacional (MWh)	04-01-1996	05-01-1996	TFN		
TARIFAS DE FORNECIMENTO EM R\$ SEM ICMS/PIS-PASEP/COFINS						
HORO SAZONAIS - AZUL						
SEGMENTOS HOROSAZONAIS			TUSD + TUST + TE			
SUBGRUPOS		COMPONENTES	PONTA		FORA DE PONTA	
			SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
A1	Todas	Demanda	10,63		1,42	
	as Classes	Consumo	0,20738	0,18454	0,12511	0,11060
A2	Todas	Demanda	17,35		3,12	
	as Classes	Consumo	0,20961	0,18882	0,12705	0,11417
A3	Todas	Demanda	23,96		5,52	
	as Classes	Consumo	0,21491	0,19166	0,12951	0,11482
A3a	Todas	Demanda	27,12		7,80	
	as Classes	Consumo	0,24271	0,21916	0,13321	0,11865
A4	Rural	Demanda	27,83		8,15	
	(Redução de 10%)	Consumo	0,22090	0,19951	0,12106	0,10783
	Coop. Eletr. Rural	Demanda	16,89		5,62	
		Consumo	0,11080	0,10254	0,05270	0,04656
	Água, Esgoto e Sanamento	Demanda	26,28		7,69	
		Consumo	0,20862	0,18843	0,11433	0,10184
Demais Classes	Demanda	30,92		9,05		
	Consumo	0,24544	0,22168	0,13451	0,11981	
AS	Todas	Demanda	32,36		13,93	
	as Classes	Consumo	0,25689	2,32030	1,40780	0,12538
HORO SAZONAIS - VERDE						
SEGMENTOS HOROSAZONAIS			PONTA		FORA DE PONTA	
SUBGRUPOS		COMPONENTES	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
A3a	Todas	Demanda	-		7,80	
	as Classes	Consumo	0,71491	0,69138	0,13321	0,11865
A4	Rural	Demanda	-		8,15	
	(Redução de 10%)	Consumo	0,75983	0,73849	0,12106	0,10783
	Demais Classes	Demanda	-		9,05	
		Consumo	0,84426	0,82054	0,13451	0,11981
Água, Esgoto e Sanamento	Demanda	-		7,69		
	Consumo	0,71762	0,69746	0,11433	0,10184	
Coop. Eletrif. Rural	Demanda	-		5,59		
	Consumo	0,49881	0,49064	0,05242	0,04631	
AS	Todas	Demanda	-		13,93	
	as Classes	Consumo	0,88353	0,85870	0,14078	0,12538
DE ULTRAPASSAGEM DA DEMANDA - AZUL						
SEGMENTOS HOROSAZONAIS			PONTA		FORA DE PONTA	
SUBGRUPOS		COMPONENTES	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
A1	Todas Classes		31,89		4,26	
A2	Todas Classes		52,05		9,36	
A3	Todas Classes		71,88		16,56	
A3a	Todas Classes		81,36		23,40	
A4	Rural (Redução de 10%)		83,48		24,44	
	Coop. Eletr. Rural		50,67		16,86	
Demais Classes			92,76		27,15	
	Todas Classes		97,08		41,79	
DE ULTRAPASSAGEM DA DEMANDA - VERDE						
SEGMENTOS HOROSAZONAIS			PONTA		FORA DE PONTA	
SUBGRUPOS		COMPONENTES	SECA	ÚMIDA	SECA	ÚMIDA
A3a	Todas Classes		-		23,40	
A4	Rural (Redução de 10%)		-		24,44	
	Demais Classes		-		27,15	
AS	Coop. Eletrificação Rural		-		16,77	
	Todas Classes		-		41,79	

ANEXO 3 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC - SERVIÇOS

 TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA				
N.º RESOLUÇÃO	TIPO	DATA EMIÇÃO	DATA VALIDADE	ABREVIATURA
161/I	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN
161/I	Fornecimento	01-08-2005	07-08-2005	FORN
001	Fiscal Nacional (MWh)	04-01-1996	05-01-1996	TFN

SERVIÇO EXECUTADO	GRUPO B (R\$)			GRUPO A (R\$)
	MONOFÁSICO	BIFÁSICO	TRIFÁSICO	
Vistoria da Unidade Consumidora	2,72	3,89	7,77	23,34
Aferição de Medidor a Pedido	3,50	5,83	7,77	38,90
Verificação de Nível de Tensão	3,50	5,83	7,00	38,90
Religação de Unidade Consumidora	3,10	4,27	12,83	38,90
Religação de Urgência	15,55	23,34	38,90	77,81
Emissão da 2ª Via de Conta	1,16	1,16	1,16	2,33

EFST/ETST-VERTABELA COMPLETA DE TARIFAS																		
Observações:																		
<i>Tarifa de Fornecimento Expressa em kWh</i>																		
<i>Tarifa Fiscal Nacional (MWh) R\$ 64,48</i>																		
<p>Definições:</p> <p>* TUSD - Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição</p> <p>* TUST - Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão</p> <p>* TE - Tarifa de Energia</p> <p>ICMS: Lei Estadual n.º 7.547, de 27/01/89; Regulamentada pelo Decreto 2.870, de 28/08/01, art. 26.</p> <p style="text-align: right;">Importe x Aliquota *</p> <p>ICMS: Deverá Ser Calculado Conforme a Fórmula ICMS=-----</p> <p style="text-align: right;">100 - Aliquota</p> <p>* Aliquota:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>- Classe Residencial: Primeiros 150 kWh</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">12%</td> </tr> <tr> <td>- Classe Residencial Acima de 150 kWh</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> <tr> <td>- Demais Classes</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> <tr> <td>- Classe Rural: Primeiros 500 kWh</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">12%</td> </tr> <tr> <td>- Classe Rural Acima de 500 kWh</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> </table> <p>* PIS / PASEP = 0,94%</p> <p>* COFINS = 4,31%</p> <p style="text-align: right;">Tarifa Homologada</p> <p>Para calcular a Tarifa Aplicada, utilizar a fórmula: Tarifa=-----</p> <p style="text-align: right;">[100 - (% Cofins + % ICMS + % PIS/PASEP)] / 100</p> <p>- ICMS MUNICÍPIO DE RIONEGRO-PR</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>- Todas as Classes</td> <td style="text-align: center;">=</td> <td style="text-align: right;">27%</td> </tr> </table>	- Classe Residencial: Primeiros 150 kWh	=	12%	- Classe Residencial Acima de 150 kWh	=	25%	- Demais Classes	=	25%	- Classe Rural: Primeiros 500 kWh	=	12%	- Classe Rural Acima de 500 kWh	=	25%	- Todas as Classes	=	27%
- Classe Residencial: Primeiros 150 kWh	=	12%																
- Classe Residencial Acima de 150 kWh	=	25%																
- Demais Classes	=	25%																
- Classe Rural: Primeiros 500 kWh	=	12%																
- Classe Rural Acima de 500 kWh	=	25%																
- Todas as Classes	=	27%																

ANEXO 4 – TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA CELESC (PIS / COFINS)

TARIFAS DE ENERGIA ELÉTRICA		
N.º RESOLUÇÃO	TIPO	DATA EMISSÃO
161/I	Fornecimento	01-08-2005
161/I	Fornecimento	01-08-2005
001	Fiscal Nacional (MWh)	04-01-1996
PERCENTUAIS MÊS A MÊS	PIS / PASEP	COFINS
agosto-05	0,91%	4,19%
setembro-05	0,90%	4,13%
outubro-05	0,89%	4,09%
novembro-05	0,83%	3,83%
dezembro-05	0,84%	3,85%
janeiro-06	0,90%	4,13%
fevereiro-06	0,91%	4,19%
março-06	0,93%	4,26%
abril-06	0,93%	4,29%
maio-06	0,94%	4,31%
junho-06	0,00%	0,00%
julho-06	0,00%	0,00%
agosto-06	0,00%	0,00%
setembro-06	0,00%	0,00%
outubro-06	0,00%	0,00%
novembro-06	0,00%	0,00%
dezembro-06	0,00%	0,00%

ANEXO 5 – MODELO DE RELATÓRIO DE FATURA DE ENERGIA DO SISTEMA

Simulação de Fatura de Energia Elétrica



Universidade Regional de Blumenau (FURB)
Mestrado de Engenharia Ambiental

Dados da Empresa	
Empresa: <i>Tecelagem Santo Antônio Ltda</i>	DM. Cont. na Ponta (KW): <i>100</i>
Local: <i>Avenida Ademar Vicente Knihs 841</i>	DM. Cont. Fora da Ponta (KW): <i>155</i>
Cidade: <i>Brusque - SC</i>	Número do Consumidor: <i>1231852-38</i>
Atual Opção Contratual: <i>Celesc</i>	Simulado na Opção Contratual: <i>Convencional</i>
Data	Hora
Início da Medição: <i>19/8/2003</i>	<i>00:15:00</i>
Fim da Medição: <i>17/9/2003</i>	<i>00:00:00</i>

Totalizadores			
	Ponta	Fora da Ponta	Totais
Horas	<i>66,00</i>	<i>654,00</i>	<i>720,00</i>
Demanda (KW)	<i>135,72</i>	<i>144,26</i>	
Consumo (KWh)	<i>8.464,97</i>	<i>61.171,38</i>	<i>69.636,35</i>
Fator de Carga	<i>0,94</i>	<i>0,65</i>	
Custos (R\$)	Ponta	Fora da Ponta	Totais
Demanda (KW)			<i>4.036,52</i>
Consumo (KWh)			<i>15.931,40</i>

ANEXO 6 – FATURA DE ENERGIA DA EMPRESA1



Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.
CNPJ 83878892/0001-55 Insc. Est. 250166321
Rodovia SC 404, Km 3 - Itacorubi
88034-900 - Florianópolis - SC
www.celesc.com.br

NOTA FISCAL		A Convencional Série Única
FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA		
FATURAMENTO 10/2003		NÚMERO DO DOCUMENTO 004093089

0800-612010 = ANEEL
0800-480120 = CELESC
dvat@celesc.com.br
0800-483232 = OUVIDORIA
ouvidor@celesc.com.br

Nome :		Ocorr.	00
Endereço :		Dias Fornec.	33
Município :	88355230		
Cód. Serv. :	0201054 INDUSTRIAL NORMAL		
Cód. Ativ. :	1769 FABRICACAO DE OUTROS ARTIGOS TEXTEIS, EXCLUSIVE VESTUARIO		

Datas		Leitura Atual	Leitura Anterior	Próxima Leitura	Apresentação	Vencimento
		20/10/2003	17/09/2003	17/11/2003	22/10/2003	29/10/2003
Entrega		Débito em Conta		Número Medidor / Registrador		Perdas de Transformação(%)
Ind	Local	Ag.	Ind	Agência	Conta Bancária	kWh/kW
						D001893566
						Z999999993
						000000000
						2,50

ENERGIA ATIVA (kWh)		ENERGIA REATIVA (kVArh)		ENERGIA CORRESP. AO REATIVO EXCEDENTE (kWh)	
Fator Mult.: 40,000000		Fator Mult.: 40,000000		UFER Calculada: 0	
Leitura	Atual : 23.784	Leitura	Atual : 12.764		
	Anterior : 21.966		Anterior : 12.375		
Consumo:	74.538	Consumo:	15.949		
Fator de Potência (%):	97,79				

DEMANDA (kW)		DEMANDA CORRESP. AO REATIVO EXCEDENTE (kW)	
Fator Mult.: 0,050000		DMCR Calculada : 0	
Leitura (ACUM.)	Atual : 60.088	Medida :	160
	Anterior : 56.196	Contratada :	155
		Faturada :	160
		Ultrapassagem:	0
		DMCR Faturada :	0


Indicadores de Continuidade					DESCRIÇÃO ITENS FATURADOS		VALORES (R\$)	
Conjunto: BRUSQUE					CONSUMO	14.697,90		
	DIC	FIC	DEC	FEC	DEMANDA	2.463,99		
METAS	16,80	15,00	8,40	6,80	PARC. FORNECIMENTO 1	2.197,99		
REALIZADO	1,22	2,00	0,33	0,31	APAE-BRUSQUE	5,00		
Tensão de Fornecimento (kV)					COSIP	357,87		
Limite Inferior	Tensão Disponibilizada		Limite Superior		DEVOLUCAO JUROS E.C.	-133,63		
22,41	23,58		24,29		ENCARGO CAPAC. EMERG.	781,88		
ICMS								
Base Cálculo(R\$)	Aliquota(%)	Valor (R\$)						
17.943,74	25	4.485,93						
Nº Meses C/ Multa:	Período:	Faturamento:	LIDO	TOTAL A PAGAR	20.330,57			

Tarifas		Consumo (R\$ / kWh)		Demanda (R\$ / kW)	
0,19719				Normal :	15,39
				Ultrapassagem:	46,19

A Legislação que regulamenta os serviços de distribuição de energia elétrica, cobrança do ICM e Resoluções tarifárias, bem como sobre as demais cobranças, encontra-se à disposição para consulta em nossos Escritórios.

Mensagem: ** AVISO: EM 21/10/2003 NOSSO CADASTRO REGISTRA 1 FATURA(S) VENCIDA(S), REFERENTE AO PERÍODO DE 09/2003 A 09/2003, NO TOTAL DE R. 17.351,71

ANEXO 7 – FATURA DE ENERGIA DA EMPRESA2

 Celesc Distribuição S.A. Av. Itamarati, 160 – Blocos A1, B1 e B2 – Itacorubi 88034-900 Florianópolis - SC CNPJ 08.336.783/0001-90 Insc. Est.: 255.266.626 www.celesc.com.br	NOTA FISCAL FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA Convencional		SÉRIE ÚNICA N° NOTA FISCAL: 0001296310 DATA EMISSÃO: 17/11/2006 CÓD FISCAL DP: 5.252 5.257	
	FATURAMENTO 11/2006		NÚMERO DO DOCUMENTO 049879622	
Nome : Endereço : Município : Cód. Serv. : Cód. Ativ. :		00 30		Ocorr. 00 Dias Fornec. 30
1732 TECELAGEM DE FIOS DE FIBRAS TEXTÉIS NATURAIS				
Datas Leitura Atual 17/11/2006		Leitura Anterior 18/10/2006		Próxima Leitura 18/12/2006
		Apresentação 21/11/2006		Vencimento 28/11/2006
Entrega Ind Local Ag.		Débito em Conta Ind Agência Conta Bancária		Número Medidor / Registrador kWh/kW QH Eletrônico D001260720 Q001079357 000000000
				Perdas de Transformação(%) 2,50
ENERGIA ATIVA (kWh) Fator Mult.: 60,000000		ENERGIA REATIVA (kWh) Fator Mult.: 15,000000		ENERGIA CORRESP. AO REATIVO EXCEDENTE (kWh)
Leitura Atual : 4.558 Anterior : 4.422 Consumo: 8.364 Fator de Potência (%) : 90,38		Leitura Atual : 6.435 Anterior : 5.940 Consumo: 7.611		UFER Calculada: 150
DEMANDA (kW) Fator Mult.: 0,060000		DEMANDA CORRESP. AO REATIVO EXCEDENTE (kW)		
Leitura (MAX.) Atual : 500 Anterior : 500		Medida : 31 Contratada : 30 Faturada : 31 Ultrapassagem: 0		DMCR Calculada : 32 Faturada : 1
Indicadores de Continuidade Conjunto: GASPAR		DESCRIÇÃO ITENS FATURADOS		VALORES (R\$)
METAS REALIZADO		CONSUMO DEMANDA FATUR. REATIVO EXCED. COSIP		2.054,16 1.024,74 69,89 99,80
DIC 22,00 FIC 20,00 DEC 5,10 FEC 4,50				
0,00 0,00 0,54 0,38				
Tensão de Fornecimento (kV) Limite Inferior 21,48 Tensão Disponibilizada 23,10 Limite Superior 24,25				
Tributos (incluídos) no Total a Pagar				
ICMS Base Cálculo(R\$) 3.148,79 Aliquota(%) 25 Valor (R\$) 787,20				
PIS/PASEP 29,28 COFINS 134,77				
Nº Meses C/ Multa: Período:		Faturamento: LIDO		TOTAL A PAGAR 3.248,59
Tarifas com tributos 0,24559		Consumo (R\$ / kWh)		Demanda (R\$ / kW)
		Normal : 33,05 Ultrapassagem: 99,16		
A Legislação que regulamenta os serviços de distribuição de energia elétrica, cobrança do ICM e Resoluções tarifárias, bem como sobre as demais cobranças, encontra-se à disposição para consulta em nossos Escritórios.		Emergência 24h - 0800-480196 144=ANEEL Ligação gratuita de telefone fixo 0800-483232=OUVIDORIA		
Mensagem:		Reservado ao fisco:		
00349 102 202 2711060		3.248,59R CB05		0CE0.9F45.017C.82D2.C782.2F31.83C7.0D61

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)