

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CURITIBA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

RODRIGO BARYCZKA DE MELLO

SARA MARIA ANDREATTA

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE
PÚBLICO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2013**

RODRIGO BARYCZKA DE MELLO

SARA MARIA ANDREATTA

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE UMA EMPRESA DE TRANSPORTE
PÚBLICO**

Monografia de especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Eficiência Energética”.

Orientador (a): Prof^a. Maria de Fátima Ribeiro Raia, Dr. Eng.

CURITIBA
2013

**RODRIGO BARYCZKA DE MELLO
SARA MARIA ANDREATTA**

**DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE UMA EMPRESA DE
TRANSPORTE PÚBLICO**

Esta Monografia foi julgada e aprovada como requisito parcial para a obtenção do Título de Especialista, do Curso Especialização em Eficiência Energética da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 26 de agosto de 2013

Prof. Luiz Amilton Peplow, M.Sc.
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

BANCA EXAMINADORA

Jorge Eduardo Vasconcelos Schorr
Copel

Prof^a. Maria de Fátima Ribeiro Raia, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientadora

Prof. Jorge Assade Leludak, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Carlos Alberto Martins Cravo
SENAI

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus por ter nos dado força e saúde para encarar esta etapa de nossas vidas, com ânimo e persistência, sem ele nada seria possível.

A nossas famílias que nos ajudaram e incentivaram nesta fase de extensão universitária, dando-nos incentivos e subsídios. Aos nossos mais próximos que se dedicaram incondicionalmente nesta nossa caminhada.

Agradecemos a Professora Dra. Maria de Fátima Raia pela sua dedicação e orientação para elaboração deste trabalho. Agradecemos também ao Coordenador do Curso de Especialização em Eficiência Energética Professor Me. Luiz Amilton Peplow, através da pessoa do Professor Peplow, citamos toda a instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), pelo apoio que nos foi oferecido.

Agradecemos a diretoria da empresa Expresso Azul LTDA. que nos permitiu a realização deste estudo em suas dependências. E também as pessoas Fabiano Meier, Luiz Carlos Zaneti, Celso Ferreira Lúcio, Élcio Karas, que nos acompanharam e auxiliaram nos trabalhos realizados na empresa.

RESUMO

A energia elétrica é um dos insumos mais utilizados para o desenvolvimento econômico e social de um país, mas o seu custo de produção acarreta às concessionárias um maior investimento em infraestrutura e aumenta a degradação ambiental. Pensando nestas consequências surgiu o conceito “eficiência energética” com o objetivo de maximizar o efeito útil minimizando os desperdícios. O objetivo deste trabalho foi realizar um diagnóstico energético nas dependências da empresa de transporte coletivo Expresso Azul Ltda., onde foram buscadas informações gerais de sua logística de trabalho para entender a forma de utilização da energia elétrica. Através da instalação de um equipamento de análise de energia se pôde levantar a curva de carga, permitindo um estudo mais detalhado quanto a viabilidade técnica de troca de equipamentos e econômica quanto ao potencial de conservação de energia. Os resultados apresentaram um potencial de otimização de contratação da energia elétrica e um potencial de conservação de energia nos usos finais. Foram seguidos os padrões de projetos da ANEEL para eficiência energética nos moldes da chamada pública 003/2012, necessitando adequar aos moldes da próxima chamada pública, se houver possibilidades.

Palavras chave: eficiência energética, diagnóstico energético, transporte público.

ABSTRACT

Electricity is one of the most used inputs for economic and social development of a country, but their production cost leads to dealerships increased investment in infrastructure and increasing environmental degradation. Thinking of these consequences came the concept of "efficiency" in order to maximize the effectiveness and minimize waste. The aim of this study was to perform a diagnosis on company energy public transportation Express Azul Ltda., Where information was sought from their general logistics work to understand how to use the electricity. Through the installation of equipment energy analysis is able to raise the load curve, allowing a more detailed study regarding the technical feasibility of exchanging equipment and cost about the potential for energy conservation. The results showed a potential of optimizing procurement of electricity and the potential for energy conservation in end uses. We followed the design standards for energy efficiency by ANEEL in the mold of the public call 003/2012, requiring suit to mold the next public call, if possible.

Keywords: energy efficiency, energy diagnosis, public transportation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Oferta de energia relacionada por fonte em 2012.....	24
Figura 2 - Selos CONPET/PROCEL	29
Figura 3 - Etiqueta aplicado a produtos (ENCE)	30
Figura 4 - Lâmpadas fluorescentes tubulares	36
Figura 5 - Lâmpadas fluorescentes compactas.....	36
Figura 6 - Lâmpadas de multivapor metálico, sódio e mercúrio	37
Figura 7 - Reatores	37
Figura 8 - Exemplo de luminárias.....	38
Figura 9 - Curvas de eficiência versus potência para motores.....	38
Figura 10 - Exemplo de ar condicionado de janela ou parede	39
Figura 11 - Exemplo de ar condicionado split.....	40
Figura 12 - Exemplo de ar condicionado selfs.....	40
Figura 13 - Símbolo do grupo ZEM	57
Figura 14 - Layout da empresa Expresso Azul Ltda.....	57
Figura 15 - Entrada de energia da empresa.....	58
Figura 16 - Compressores Schulz usados na empresa.....	61
Figura 17 - Especificação técnica dos compressores de ar	62
Figura 18 - Instalação do analisador	62
Figura 19 - Ferramentas pneumáticas utilizadas nos processos da empresa.....	63
Figura 20 - Perfil de carga atual do compressores.....	66
Figura 21 - Relação motor de 15 cv convencional e alto rendimento.....	67
Figura 22 - Lâmpada de vapor de sódio 400 W	67
Figura 23 - Aberturas para entrada de iluminação natural	68
Figura 24 - Ambiente da oficina.....	68
Figura 25 - Tipo de luminária usada na empresa	69
Figura 26 - Cartaz de conscientização.....	88
Figura 27 - Perfil de demanda no dia 17/12 (segunda feira)	89
Figura 28 - Perfil de demanda no dia 18/12 (terça feira)	90
Figura 29 - Perfil de demanda no dia 19/12 (quarta feira).....	90
Figura 30 - Perfil de demanda no dia 20/12 (quinta feira)	91
Figura 31 - Perfil de demanda no dia 21/12 (sexta feira).....	91
Figura 32 - Perfil de demanda no dia 22/12 (sábado)	92
Figura 33 - Perfil de demanda no dia 23/12 (domingo)	93
Figura 34 - Comparação das modalidades tarifárias.....	95
Figura 35 - Quadro de distribuição dos compressores.....	96
Figura 36 - Curto encontrado no quadro dos compressores	97
Figura 37 - Fio com sobreaquecimento por mau contato	97
Figura 38 - Luminária com a lente suja	98
Figura 39 - Filtro de ar dos compressores.....	98
Figura 40 - Pressostatos	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de níveis de iluminância para cada tipo de atividade.....	34
Tabela 2 - Faturas de energia elétrica da Expresso Azul Ltda.	60
Tabela 3 - Consumo de todos os equipamentos de ar comprimido	64
Tabela 4 - Consumo dos equipamentos que mais usam ar comprimido.....	65
Tabela 5 - Estudo de consumo de energia do conjunto de compressores.....	65
Tabela 6 - Principais características das lâmpadas	73
Tabela 7 - Principais características dos reatores.....	74
Tabela 8 - Principais características dos motores.....	74
Tabela 9 - Cálculo dos resultados esperados para iluminação	76
Tabela 10 - Cálculo dos resultados esperados para a força motriz.....	78
Tabela 11 - Orçamento para iluminação opção 1.....	80
Tabela 12 - Orçamento para iluminação opção 2.....	81
Tabela 13 - Orçamento dos Motores.....	82
Tabela 14 - Calculo para custos anualizados para iluminação opção 1	83
Tabela 15 - Calculo para custos anualizados para iluminação opção 2.....	83
Tabela 16 - Custos anualizados para os motores	84
Tabela 17 - Custo dos usos finais com a iluminação da opção 1.....	84
Tabela 18 - Custo dos usos finais com a iluminação da opção 2.....	85
Tabela 19 - Resultados finais com a iluminação da opção 1.....	86
Tabela 20 - Resultados finais com a iluminação da opção 2.....	87
Tabela 21 - Valores de consumo e demanda médios de um mês típico	93
Tabela 22 - Importes de consumo e demanda	94

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACL – Ambiente de Contratação Livre
ACR – Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN – Balanço Energético Nacional
CED – Custo de Demanda Evitada
CEE – Custo de Energia Evitada
CMO – Custo Marginal de Operação
CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
COPEL – Companhia Paranaense de Energia S.A.
CTE – Custo Total Somente de Equipamentos
ESS_SE – Encargo de Serviço de Sistema por Segurança Energética
ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FRC – Fator de Recuperação de Capital
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
LED – *Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MME – Ministério de Minas e Energia
MPEE – Manual dos Programas de Eficiência Energética
MOP – Mão de Obra Própria
MOT – Mão de Obra de Terceiros
MUG – Medidor Universal de Grandezas
NBR – Norma Brasileira
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PEE – Programa de Eficiência Energética
PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S/A
PIMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance

PNE – Plano Nacional de Energia

PNEf – Plano Nacional de Eficiência Energética

PR – Paraná

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia

PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RTE – Recomposição Tarifária Extraordinária

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

TE – Tarifa de Energia

TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE SÍMBOLOS

B – benefícios

C_1 – capacidade nominal do equipamento existente

C_2 – capacidade nominal do equipamento novo

C_1' – consumo anual de energia dos equipamentos de refrigeração a serem substituídos

C_2' – consumo anual de energia do equipamento eficiente

$CA_{\text{equip n}}$ – custo anualizado do equipamento

CA_{Total} – custo anualizado total

$CE_{\text{equip n}}$ – custo somente de equipamento com a mesma vida útil

$CPE_{\text{equip n}}$ – custo dos equipamentos com a mesma vida útil

CT – custo total do projeto

EF_1 – eficiência do equipamento existente

EF_2 – eficiência do equipamento novo

EE – energia economizada

$EE_{\text{uso n}}$ – energia economizada de cada uso final

EE_{Total} – energia economizada total

\tilde{E}_m – iluminância mantida

FCP – fator de coincidência na ponta

FP – fator de potência

FF – fator de fluxo luminoso

FU – fator de utilização médio

i – taxa de juros

n – tempo de vida do investimento

N – número de equipamentos a serem substituídos

N_1 – quantidade de equipamentos existentes

N_2 – quantidade de equipamentos novos

ND – número de dias úteis ao longo do mês

NM – número de meses ao longo do ano

NUP – número de horas de utilização no horário de ponta

P_1 – potência nominal do motor existente

P_2 – potência nominal do novo motor

$P_{\text{uso } n}$ – peso da participação porcentual da energia economizada em cada uso final

PL_1 – potência da lâmpada do sistema existente

PL_2 – potência da lâmpada do sistema proposto

PR_1 – potência do reator do sistema existente

PR_2 – potência do reator do sistema proposto

R_a – índice de reprodução de cor mínima

R_1 – eficiência do motor existente

R_2 – eficiência do motor novo

RCB – relação custo benefício

RDP – redução de demanda na ponta

t – tempo de utilização

THD – taxa de distorção harmônica total

UGR_L – limite de ofuscamento unificado

SUMÁRIO

RESUMO	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE SIGLAS	8
LISTA DE SIMBOLOS	10
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA.....	14
1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 JUSTIFICATIVAS.....	17
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 A POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL.....	20
2.2 USO EFICIENTE DA ENERGIA.....	21
2.3 MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL.....	23
2.3.1 Cana de Açúcar.....	24
2.3.2 Biodiesel.....	24
2.3.3 Energia Eólica.....	24
2.3.4 Energia Elétrica.....	25
2.3.5 Petróleo e Derivados.....	25
2.3.6 Gás Natural.....	25
2.3.7 Carvão Vapor e Metalúrgico.....	26
2.4 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	26
2.4.1 Manual para Elaboração de Programas de Eficiência Energética da ANEEL.....	27
2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS USOS FINAIS.....	29
2.5.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem.....	29
2.5.2 Quadro de Distribuição.....	31
2.5.3 Iluminação.....	32
2.5.3.1 Nível de Iluminamento.....	33
2.5.3.2 Componentes de um Sistema de Iluminação.....	35
2.5.4 Motores de Corrente Alternada.....	38
2.5.4.1 Motores de Alto Rendimento.....	39
2.5.5 Condicionamento de Ar.....	41
2.5.6 Ar Comprimido.....	43
2.6 CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	43
2.6.1 Grupos Tarifários.....	44
2.6.2 Horário de Ponta.....	45
2.6.3 Horário Fora de Ponta.....	45
2.6.4 Estrutura tarifária.....	45
2.7 ENDOMARKETING.....	47
2.8 METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	47
2.8.1 Metodologia Básica da ANEEL.....	48
3. O CASO DA EMPRESA DE ÔNIBUS EXPRESSO AZUL LTDA	56
3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA.....	56

3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA	58
3.2.1 Dados Gerais da Empresa.....	58
3.2.2 Serviços executados.....	59
3.3 ESCOPO BÁSICO.....	59
3.4 FATURAS DE ENERGIA.....	59
3.5 USOS FINAIS ESCOLHIDOS PARA O ESTUDO	60
3.5.1 Sistema de Ar comprimido.....	61
3.5.2 Iluminação	67
3.6 CRITÉRIOS DA CHAMADA PÚBLICA DA COPEL.....	70
3.7 CÁLCULO DOS RESULTADOS ESPERADOS	74
3.8 VIABILIDADE ECONÔMICA	79
3.8.1 Custos do projeto.....	79
3.8.2 Cálculo da Relação Custo-Benefício do Estudo	83
3.9 APLICAÇÃO DO ENDOMARKETING	88
3.10 OTIMIZAÇÃO TARIFÁRIA	88
3.11 OUTRAS OPÇÕES DE REDUÇÃO DE CONSUMO	95
3.11.1 Avaliação da Instalação.....	95
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	101
REFERÊNCIAS	102
APÊNDICE A	108

1. INTRODUÇÃO

1.1 TEMA

A globalização estimula negócios altamente competitivos, isto exige uma gestão cada vez mais eficiente. No mundo moderno, o lucro de uma empresa está no preço imposto pelo próprio mercado subtraído dos seus custos. A economia de um modo geral é movida pela disponibilidade de energia.

Segundo José Goldemberg (1997), o papel da energia no desenvolvimento é bem conhecido, como também é uma das principais causas da degradação ambiental. Sendo assim, o crescente aumento da demanda de energia elétrica custa para as concessionárias maiores investimentos em infraestrutura e novas usinas, que possivelmente, irão degradar o meio ambiente; é neste impasse que a eficiência energética busca seu espaço.

A energia é um insumo fundamental para assegurar o desenvolvimento econômico e social de um país. A racionalização de seu uso apresenta-se como alternativa de baixo custo e de curto prazo de implantação. Em alguns casos, significativas economias podem ser obtidas apenas com mudanças de procedimentos e de hábitos, além de impactar positivamente o meio ambiente (PROCEL, 2005).

Eficiência Energética é um conceito dinâmico que está relacionado ao crescimento econômico, à produtividade, à proteção ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável, ou seja, é a maximização do efeito útil e minimização dos desperdícios (LAWDER, 2012).

Com a disseminação do conceito “eficiência energética”, o termo tem sido considerado como um recurso energético adicional. Sendo o fato de que a energia não consumida em perdas pode ser utilizada em efeitos mais úteis, gerando vantagens imediatas para todos.

Aos poucos, cresce a consciência de que a eficiência energética deve ser incluída, de forma definitiva, na política energética nacional através da difusão de medidas que possibilitem valorizar as iniciativas já existentes no país, do desenvolvimento de novas tecnologias mais eficientes e do apoio à programas que reeduquem a postura perante o consumo (PROCEL, 2005).

É preciso conhecer o grau de eficiência das instalações, realizando um conjunto de técnicas chamadas de diagnóstico energético. De acordo com Milton Marques (2006), um diagnóstico energético requer um levantamento de dados em campo que são processados e permitem identificar qualitativamente os pontos críticos e identificar necessidades de atuação e equipamentos específicos, por meio de relatórios padronizados.

Um diagnóstico energético é imprescindível para controlar e avaliar o uso da energia elétrica e tornar o sistema mais eficiente. Deve ser realizado prioritariamente para que a empresa possa analisar o seu potencial de conservação de energia e definir as condições de suas instalações. A análise dos dados coletados possibilita a determinação de problemas e o melhor modo de resolvê-los (ALVAREZ, 1998).

Este trabalho tem a proposta de realizar um diagnóstico energético nas instalações da empresa Expresso Azul Transporte de Passageiros, localizada na cidade de Pinhais, com o intuito de buscar alternativas para melhorar os parâmetros energéticos como consumo e demanda visando à redução dos custos com a energia elétrica.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Expresso Azul Ltda. é uma empresa que opera no transporte público de passageiros na cidade de Pinhais e Curitiba. A mesma não possui monitoramento do consumo de energia elétrica nem conhecimento dos custos envolvidos, tem instalações e equipamentos ineficientes e praticamente, não realiza manutenção preventiva nos mesmos.

Em virtude deste quadro, a empresa faz um uso irracional de energia. Constatou-se também a falta de orientação e conscientização dos usuários e colaboradores com relação ao uso adequado e eficiente da energia elétrica, contribuindo ainda mais para o aumento das despesas com este insumo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar um diagnóstico energético nas dependências da empresa Expresso Azul Ltda., uma empresa de transporte público da cidade de Pinhais e Curitiba.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudar a política energética nacional e os programas de eficiência energética existentes para a realização de um diagnóstico energético;
- buscar casos de sucesso em empresas de médio porte que implementaram a eficiência energética;
- obter informações gerais sobre o funcionamento da empresa de transporte coletivo e levantamento de seus usos finais (cargas);
- instalar um equipamento de análise de energia para levantar a curva de carga da empresa;
- estudar a viabilidade técnica da troca dos usos finais encontrados por equipamentos mais eficientes;
- analisar a viabilidade econômica das alternativas que apresentarem um potencial de conservação de energia;
- otimizar a compra de energia elétrica junto à concessionária local – COPEL (Companhia Paranaense de Energia S.A.) – por meio de uma análise tarifária;
- elaborar palestras e informativos com sugestões de economia de energia para conscientização do uso da energia elétrica (*endomarketing*);
- adequar este trabalho aos moldes da chamada pública do Programa de Eficiência Energética da COPEL nos padrões exigidos pela ANEEL para futura inserção.

1.4 JUSTIFICATIVAS

A busca de um monitoramento do consumo de energia da empresa e o real conhecimento dos custos envolvidos, a conscientização da diretoria e funcionários quanto aos benefícios de um programa de racionalização de energia, a busca de equipamentos mais eficientes, a importância de um programa de manutenção preventiva do consumo de energia e a possibilidade do trabalho se tornar um modelo para a construção de outros diagnósticos energéticos em outras empresas de transporte público, justifica o desenvolvimento geral deste trabalho.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A política energética nacional e os programas de eficiência energética, bem como as metodologias existentes para a realização de projetos de eficiência energética, serão feitos por meio de pesquisas em livros, manuais de diagnóstico energético, monografias, dissertações e teses que se correlacionam com o tema proposto.

O conhecimento geral do funcionamento da empresa será feito através de entrevistas com gerentes e encarregados da manutenção bem como os procedimentos de trabalho de cada setor.

O estudo de casos de sucesso em empresas de médio porte será feito por meio de pesquisa em outros trabalhos científicos, literatura especializada, *sites* na Internet, dentre outros.

O levantamento geral das cargas instaladas e coletas de dados serão realizados por meio de visitas constantes às dependências da empresa. Para as medições em campo serão utilizados equipamentos como alicate amperímetro, luxímetro; além de analisar os diagramas unifilares.

Devido à empresa não possuir medidor de energia e demanda com memória de massa, será necessária a instalação de um analisador de energia MUG (Medidor Universal de Grandezas) por intermédio da COPEL, durante uma semana.

O contato com a concessionária por meio do Portal do Cliente, catálogos de equipamentos e *sites* na internet, fornecerão subsídios teóricos para os procedimentos de cálculos e a análise técnica e econômica.

A otimização da compra de energia junto à concessionária local será feita pela análise das faturas de energia e pela curva de carga.

Para a proposta de conscientização dos colaboradores da empresa serão elaboradas algumas palestras e informativos sobre o uso eficiente da energia elétrica (endomarketing).

Como objetivo final, adequar o projeto aos moldes e critérios contidos no Manual para Elaboração de Programas de Eficiência Energética da ANEEL, para estar apto a ser apresentado na chamada pública do Programa de Eficiência Energética da COPEL.

De acordo com as necessidades da equipe, serão realizadas reuniões com a professora orientadora e outros professores, bem como profissionais da área com o objetivo específico de melhorar o projeto e buscar sugestões.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será dividido na estrutura de capítulos abaixo:

- **Capítulo 1:** Proposta do trabalho

Neste capítulo é apresentado o conceito de eficiência energética e diagnóstico energético, é apresentado o problema que levou a elaboração deste trabalho bem como seus objetivos e suas justificativas. Ainda é feita uma breve descrição dos procedimentos metodológicos aplicados a este trabalho.

- **Capítulo 2:** Referencial Teórico

No capítulo dois temos o embasamento teórico para o tema do trabalho, mostrando um histórico da eficiência energética nacional, os programas de racionalização, a matriz energética nacional, o manual para elaboração de programas de eficiência energética da ANEEL e os usos finais. Também é explicado as condições do fornecimento de energia no Brasil e as metodologias de diagnóstico energético.

- **Capítulo 3:** O caso da empresa de ônibus Expresso Azul LTDA

Neste capítulo é apresentado o objeto do estudo, descrevendo o histórico da empresa e seu funcionamento geral, bem como os usos finais escolhidos para o estudo e a análise energética e econômica destes usos finais. Ainda será feita uma otimização tarifária além da busca de outras opções para redução de consumo.

- **Capítulo 4:** Considerações finais

No capítulo 4 temos as considerações finais e discussões sobre os resultados encontrados, deixando sugestões para trabalhos futuros no mesmo tema.

- **Referências**

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL

A energia é fundamental para existência do ser humano, para a realização de tarefas, trabalho e o funcionamento do planeta.

De acordo com a definição de Yolanda Viera de Abreu (2003), energia é um insumo ou produto, dependendo do uso final, de extrema importância para o desenvolvimento de qualquer país.

No Brasil da década de 80, grandes projetos industriais eletrointensivos entraram em operação. Até o fim dessa década, o modelo de planejamento energético mundial adotado para satisfazer a crescente demanda por energia estava voltado para estratégias de suprimento dos consumidores. Nessa época, o setor energético brasileiro investiu consideravelmente em grandes obras de geração de energia a partir de usinas hidrelétricas. Isso deixou o país por alguns anos com sobras de energia elétrica, criando-se uma ilusão de que essa energia era ilimitada. Vêm dessa época os grandes desperdícios e também as sobras de energia que, paradoxalmente, não assistiam a todas as pessoas (REIS, 2005).

Na década de 90, houve mudanças estruturais na expansão do mercado tendo como ponto de vista do setor elétrico. O perfil do mercado de energia elétrica sofreu influências diretas de ajustes trazidos pelo Plano Real como: reformas institucionais, modernização dos processos produtivos, maior eficiência e produtividade e a terceirização da economia, além da melhoria do nível de renda da população devido à estabilização da inflação.

Em 2001, a combinação de chuvas reduzidas e ausência de investimentos no aumento da capacidade de geração, obrigaram a maioria das regiões brasileiras a um racionamento de eletricidade. Das lições aprendidas, ficou a capacidade da maioria dos consumidores em reduzir o consumo de energia elétrica sem interrupção de suas atividades. De certa forma, a população e as empresas brasileiras foram impulsionadas a buscar eficiência energética, adequando-se ao cenário de escassez de energia elétrica (WITTEWER, 2004).

No que se refere às distribuidoras de energia elétrica, as mesmas foram atacadas diretamente, devido ao volume baixo de energia comercializada, devido a

isto, o governo pela Medida Provisória nº 14 de 21 de dezembro de 2001, (convertida em Lei nº 10438 em 26 de abril de 2002) instituiu a obrigação do pagamento da **RTE** (Recomposição Tarifária Extraordinária), através disto houve repasse dos custos da energia elétrica das distribuidoras para a tarifa pública.

Ao decorrer do ano de 2004, entrou em vigor a Nova Reforma da Indústria Elétrica Brasileira, sendo os principais objetivos do novo modelo: a criação de dois ambientes de negócios e de contratos (Ambiente de Contratação Regulada – ACR e o Ambiente de Contratação Livre – ACL), a estruturação de leilões para a contratação de energia com o critério de menor tarifa, segurança no abastecimento e a estruturação de leilões específicos (contratos bilaterais de longo prazo) e a licença ambiental prévia de empreendimentos hidrelétricos (PINTO JUNIOR, 2007).

Confirmou-se em 2009, a solidez dos processos balizadores do modelo institucional vigente, concretizando-se a continuidade dos leilões de energia nova, bem como das licitações de empreendimentos de transmissão. Vale destacar a realização com sucesso, do leilão de energia de reserva específico para fontes eólicas, o qual permitiu caracterizar a competitividade dessa fonte renovável para a expansão do sistema elétrico (MME, s.d. b).

Em dezembro de 2012 houve o leilão de energia nova A-5 (início de fornecimento em 5 anos), que tinha como objetivo suprir a demanda projetada das empresas distribuidoras para o ano de 2017, apresentou um total de 525 projetos com habilitação técnica para participar do leilão. Os empreendimentos somaram uma capacidade instalada de 14.181 MW (EPE, 2013).

Para 2013 é previsto segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética) um novo leilão de energia de reserva e A-5, que ocorrerá provavelmente em agosto do mesmo ano.

2.2 USO EFICIENTE DA ENERGIA

Devido à crise energética em 2001, houve a necessidade de difundir de forma mais intensiva medidas de conservação de energia elétrica.

A conservação de energia reduz, ou mesmo posterga investimentos voltados à expansão da potência instalada, sem prejudicar a qualidade dos serviços prestados aos usuários finais. A eficiência energética é uma alternativa de baixo custo e curto prazo de implementação, capaz de reduzir custos e impactos

ambientais, diminuindo a necessidade de subsídios governamentais para promoção de tecnologias limpas. Em alguns casos, políticas e ações simples como mudanças de hábitos, por exemplo, promovem significativas economias (MME, s.d. a).

Segundo os autores Gualter Ataíde e Tarciso Colodetti (2008), a eficiência energética atende aos interesses do Programa Nacional de Energia promovendo o desenvolvimento e valorizando os recursos energéticos com investimentos vinculados à modernização das unidades produtivas.

Ultimamente, há um maior interesse em tornar a eficiência energética parte decisiva da política energética nacional por meio de uma maior participação de programas nacionais de conservação de energia, incentivos ao desenvolvimento de novas tecnologias mais eficientes e apoio à programas que promovam mudanças de hábitos de consumo (PROCEL, 2005).

O uso eficiente da energia elétrica visa afastar o risco de falta de energia elétrica no sistema e as consequências indesejáveis de agressão ao meio ambiente como: poluição, emissão de gases e perigos nucleares (SORIA; FILIPINI, 2010).

Sem dúvida a busca da eficiência energética é uma das melhores alternativas na otimização da energia elétrica. Nesta procura o governo brasileiro tem grandes programas, dentre eles pode-se ressaltar os três mais divulgados:

- **PROCEL** (Programa Nacional de Conservação de Energia) - foi criado em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e Comércio e é coordenado pela Eletrobrás. O objetivo do programa é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais (ELETROBRÁS, 2012 a).
- **CONPET** (Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e do Gás Natural) - criado em 1991, por decreto presidencial, para promover o desenvolvimento de uma cultura antidesperdício no uso dos recursos naturais não renováveis no Brasil. Os principais objetivos do Programa são: racionalizar o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural; reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera; promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; e fornecer apoio técnico para o aumento da eficiência energética no uso final da energia (CONPET, s.d.).

- **PBE** (Programa Brasileiro de Etiquetagem) – tem a finalidade de contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil através da prestação de informações a respeito da eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional (INMETRO, s.d.). Atua por meio de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética dos principais eletrodomésticos nacionais.

Ainda pode-se ressaltar outro programa nacional, o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica), criado em 26 de abril de 2002 e coordenado pelo MME e extinto desde dezembro de 2010. Tinha como objetivo principal a diversificação da matriz energética e a busca de soluções utilizando energias renováveis.

Dentro da eficiência energética nacional não se pode deixar de mencionar os programas de eficiência energética das concessionárias de energia distribuídos pelo território nacional, pois são eles que movimentam o fluxo de tecnologias e ações locais no consumo de energia.

2.3 MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

Para quantificar os recursos energéticos que um processo utiliza, deve-se elaborar uma matriz energética dos consumos de energia e das despesas de cada recurso energético.

O BEN (Balanço Energético Nacional), divulgado anualmente pela EPE ligado ao MME (Ministério de Minas e Energia). O relatório consolidado documenta e divulga, anualmente, extensa pesquisa e a contabilidade relativa à oferta e ao consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia (MME, s.d. c).

No relatório de 2012, ano base 2011, houve um destaque importante para os recursos energéticos mais relevantes para o país como: petróleo, gás natural, energia elétrica, carvão mineral, energia eólica, biodiesel e produtos da cana em relação aos anos anteriores. A figura 1 mostra a oferta de energia relacionada a cada fonte energéticas do país no ano de 2011.

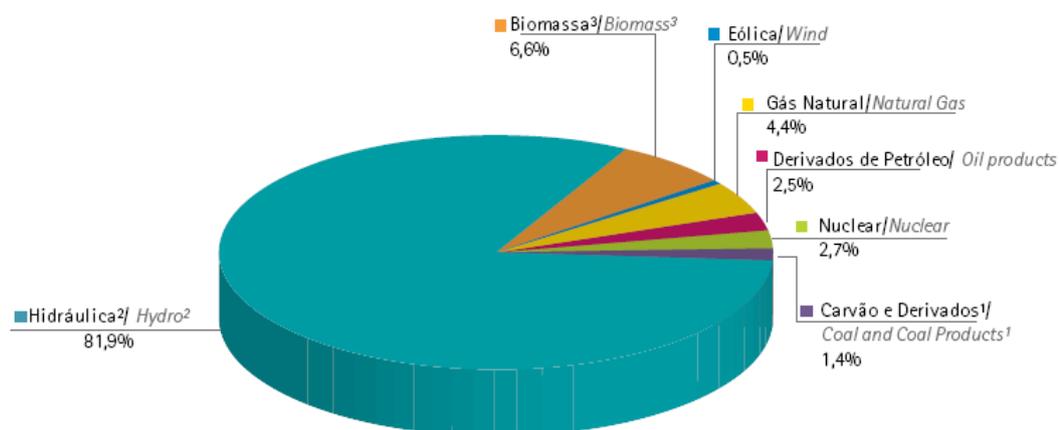


Figura 1 - Oferta de energia relacionada por fonte em 2012.

Fonte: MME, 2012

2.3.1 Cana de Açúcar

No ano de 2011, a produção de cana de açúcar alcançou 565,8 milhões de toneladas, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo que deste montante produziu-se 22.892.504 m³ de etanol, uma redução de 18,1 % em relação à 2010. Deste valor 62% foram de etanol hidratado (MME, s.d.c).

2.3.2 Biodiesel

Em 2011, o montante de B100 (Biodiesel 100% puro, sem adição de diesel mineral) produzido no país atingiu 2.672.760 m³ contra 2.386.399 m³ do ano anterior. Com isto, verificou-se aumento de 12,0% no biodiesel disponibilizado no mercado interno (MME, s.d.c).

2.3.3 Energia Eólica

A produção de energia elétrica, a partir da fonte eólica, alcançou 2.705 GWh em 2011. Isto representa um aumento de 24,3% em relação ao ano anterior, quando se alcançou 2.177 GWh. Em 2011, a potência instalada para geração eólica no país aumentou 53,7%. Segundo o Banco de Informações da Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o parque eólico nacional cresceu 498 MW, alcançando 1.426 MW ao final de 2011 (MME, s.d.c)

2.3.4 Energia Elétrica

A geração de energia elétrica no Brasil em centrais de serviço público e autoprodutores atingiu 531,8 TWh em 2011, resultado 3,1% superior ao de 2010. (MME, 2011) Já a geração elétrica a partir de combustíveis fósseis representou 18,9% do total nacional e as importações líquidas de 35,9 TWh, somadas à geração interna, permitiram uma oferta interna de energia elétrica de 567,6 TWh. O consumo final foi de 480,1 TWh, um acréscimo de 3,3% em comparação com 2010 (MME, s.d. c).

Ainda observando a matriz energética nacional, tem-se 74% de energia sendo gerada por meio hidráulico, uma fonte de energia renovável. Somando-se com a energia importada pelo Brasil, que é predominantemente de origem hídrica tem-se aproximadamente 89% de energia renovável.

O consumo de energia elétrica cresceu 4,4% no setor residencial, 3% no setor industrial e 12% no setor comercial e transporte, em relação ao ano de 2010, tendo sido acrescido em 2011 de 5 GW à capacidade instalada nacional.

Do total de energia elétrica gerada no Brasil, destaca-se, ainda, que 52,4% do acréscimo de capacidade instalada foi de termoelétricas e apenas 10,5 % de eólicas.

2.3.5 Petróleo e Derivados

A produção nacional de petróleo e óleo de xisto subiu 2,4% em 2011, atingindo a média recorde de 2,21 milhões de barris diários produzidos em dezembro. A produção marítima correspondeu a 91,4% do total nacional em 2011 (MME, s.d.c).

2.3.6 Gás Natural

No ano de 2011 a participação do gás natural foi equilibrada, mantendo os 10% de contribuição a matriz energética nacional, sendo que a demanda industrial subiu 8% e uma redução expressiva de 31,2% do uso do gás natural na geração das termoelétricas em relação a 2010 (MME, s.d.c).

2.3.7 Carvão Vapor e Metalúrgico

A demanda de carvão vapor para este uso final diminuiu 8,2% em 2011 em relação ao ano anterior (MME, s.d.c).

2.4 PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Em 25 de dezembro de 1996 foi criada a Lei nº 9.427 e regulamentada pelo Decreto nº 2.335 de 6 de dezembro de 1997, onde a ANNEL foi constituída, sendo a mesma atrelada ao MME. A função geral da ANEEL é fiscalizar e regulamentar a comercialização, transmissão, geração e distribuição da energia elétrica; atender aos agentes consumidores; interceder nas subversões entre os agentes do setor e dos mesmos com os clientes; assegurar tarifas justas, autorizar e ceder instalações e serviços bem como a qualidades destes serviços, ordenar investimentos; estimular a concorrência entre os operadores do sistema elétrico.

O contrato de concessão consolidado entre as empresas concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica e a ANEEL estabelece obrigações e encargos. Uma das obrigações dessas concessionárias é a aplicação anual do montante mínimo de 1% da sua receita operacional líquida em ações que tenham a finalidade de combater o desperdício de energia elétrica (ANEEL, s.d.).

Os programas de eficiência energética seguem diretrizes para a sua elaboração, que estão definidas nas seguintes, leis e resoluções como:

- Resolução nº 334 de 2 de dezembro de 1999 - Resolução que autoriza as concessionárias de energia a devolverem projetos de melhoria do fator de carga dos consumidores;
- Lei nº 9.991 de 24 de julho de 2000 – Lei sobre a realização de investimentos em eficiência energética e P&D pelas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor elétrico. Atualmente elas são obrigadas a aplicar 50% em P&D e 50% da sua receita em programas de eficiência energética;
- Resolução nº 394 de 17 de setembro de 2001 – estabelece critérios para aplicação dos recursos em projetos de combate ao desperdício.

- Resolução nº 492 de 3 de setembro de 2002 – estabelece critério para aplicação dos recursos em programas de eficiência energética pelas concessionária e permissionárias;
- Resolução nº 176 de 28 de novembro de 2005 – aprova o Manual a ser utilizado pela concessionária e permissionária de serviço público de distribuição de energia;
- Lei nº 11.465 de 28 de março de 2007 - esta Lei faz a alteração dos incisos I e III do caput do art. 10 da Lei nº 9.991 de 24 de dezembro de 2000, prorrogando até 31 de dezembro de 2010, a obrigação das concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica aplicar, no mínimo, 0,50% de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética no uso final e 0,50% em pesquisa e desenvolvimento (ANEEL, 2007).
- Lei nº 12.212 de 20 de janeiro de 2010 - dispõe sobre a Tarifa Social de Energia Elétrica; altera as Leis nos 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.925, de 23 de julho de 2004, e 10.438, de 26 de abril de 2002; e dá outras providências (ANEEL, 2010).

2.4.1 Manual para Elaboração de Programas de Eficiência Energética da ANEEL

O Manual dos Programas de Eficiência Energética – MPEE – é um guia que determina procedimentos dirigidos às empresas, para elaboração e execução de projetos de eficiência energética (ANEEL 2008).

Neste manual é determinada a estrutura e a apresentação do texto e quais devem ser os critérios para a avaliação econômica, acompanhamento e aprovação do projeto, além de definir os possíveis recursos empregados para a preparação do PEE, os diversos tipos de projetos a serem realizados e as técnicas que devem ser utilizadas para a contabilização dos custos.

Para elaboração de projetos do tipo comercial/serviços, o manual descreve o combate aos desperdícios de energia e melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais, sendo o roteiro básico para elaboração o descrito abaixo (ANEEL, 2008):

- **Objetivos:** descrever os principais objetivos do projeto, ressaltando aqueles vinculados à eficiência energética;
- **descrição e detalhamento:** descrever o projeto e detalhar suas etapas, principalmente no que se refere às ações de efficientização ou que promovam economia de energia. Descrever as metodologias e tecnologias aplicadas ao projeto em todas as suas fases de execução;
- **avaliação:** apresentar proposta para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia e redução da demanda na ponta, a qual deve contemplar a comparação dos valores estimados com os resultados efetivamente obtidos. Detalhar a metodologia que será utilizada para a avaliação do projeto conforme descrição do item “Critérios para Medição e Verificação de Resultados”. Pelo critério da empresa, a metodologia de medição e verificação de resultados poderá ser realizada por terceiros. Os custos dessa etapa do projeto devem ser explicitados no respectivo orçamento;
- **abrangência:** mencionar ou descrever as áreas que serão beneficiadas pelo projeto (município, distritos, bairros, etc.), o público alvo e outras informações que venham facilitar o entendimento do projeto;
- **metas e benefícios:** informar as metas de economia de energia e de redução de demanda na ponta, expressas em MWh/ano e kW, respectivamente, com base nos valores verificados no diagnóstico ou pré diagnóstico realizado. O cálculo das metas deve ser devidamente detalhado e apresentado no item Metodologia de Cálculo das Metas. Destacar outros benefícios do projeto, que não a economia de energia/redução de demanda na ponta, para a empresa, consumidor e Sistema Elétrico. A definição das metas de energia economizada [MWh/ano] e de redução de demanda na ponta [kW] deve ser feita com base na metodologia de cálculo proposto para cada uso final;
- **prazos e custos:** apresentar os cronogramas físico e financeiro, destacando os desembolsos e as ações a serem implementadas, e a tabela custo por categoria contábil e origem dos recursos. Apresentar ainda, a “Memória de Cálculo” da composição dos custos totais da tabela,

a partir dos custos unitários de equipamentos/materiais envolvidos e de mão de obra (própria e de terceiros);

- **acompanhamento:** tomando como base o cronograma apresentado no item anterior, definir os marcos que devem orientar o acompanhamento da execução do projeto;
- **itens de controle:** a empresa deve apresentar os itens a serem verificados ao longo da implementação do projeto, tomando por base os itens específicos apresentados nos roteiros básicos para elaboração de projetos.

2.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS USOS FINAIS

2.5.1 Programa Brasileiro de Etiquetagem

Em 1984, o INMETRO iniciou com a sociedade a discussão sobre a criação de programas de avaliação da conformidade com foco no desempenho, com a finalidade de contribuir para a racionalização do uso da energia no Brasil através da prestação de informações sobre a eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado nacional (INMETRO, 2012). Inicialmente criado para o setor automotivo nos anos 70, mas durante as décadas seguintes tomou grande proporção sendo redirecionado para outras áreas. O programa foi oficialmente legalizado após a promulgação da Lei nº 10.295 de 17/10/2001. Através do Programa Brasileiro de Etiquetagem, são fornecidos como mostrado na figura 2, os selos CONPET e PROCEL para cada tipo de equipamento que possuir o nível “A” de eficiência energética.



Figura 2 - Selos CONPET/PROCEL
Fonte: INMETRO, 2012

José Godoi (2011) destaca que o principal produto do PBE é a etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), a qual estabelece níveis de eficiência energética, que segue ordens decrescentes de “A” a “E” para veículos e de “A” a “G” para os demais equipamentos testados, todos fornecidos ao mercado consumidor em geral, como mostrado na figura 3.

A ENCE classifica os equipamentos, veículos e edifícios em faixas coloridas, em geral de “A” (mais eficiente) a “E” (menos eficiente), e fornece outras informações relevantes, como, por exemplo, o consumo de combustível dos veículos, a eficiência de centrifugação e de uso da água em lavadoras de roupa.

Atualmente, o PBE é composto por 38 programas de avaliação da conformidade em diferentes fases de implementação, que contemplam desde a etiquetagem de produtos da linha branca, como fogões refrigeradores e condicionadores de ar, até demandas mais recentes na área de recursos renováveis (aquecimento solar e fotovoltaico) e outras mais complexas e com grande potencial de economia de energia para o país, como as edificações e os veículos (GODOI, 2011).

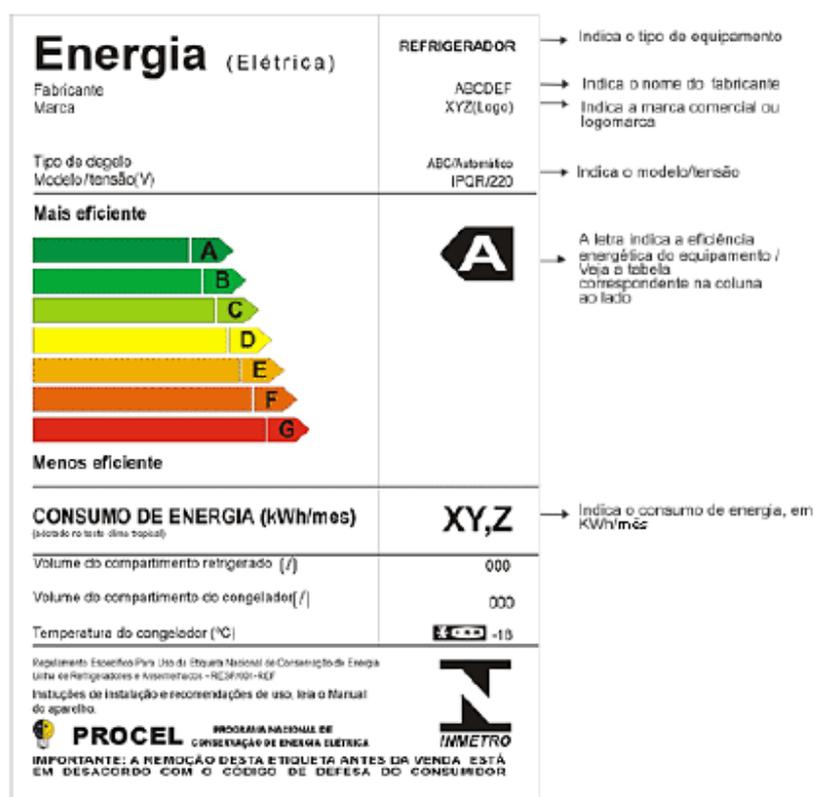


Figura 3 - Etiqueta aplicada a produtos (ENCE)
Fonte: INMETRO, 2012

De acordo com o INMETRO, o PBE incentiva a inovação e a evolução tecnológica dos produtos e funciona como instrumento para redução do consumo de energia, estando alinhado, dessa forma, às metas do Plano Nacional de Energia (PNE 2030) e ao Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf).

2.5.2 Quadro de Distribuição

A concessionária de energia possui suas redes de distribuição de energia elétrica tendo responsabilidades quanto às boas condições operacionais das mesmas até o ponto de entrega na empresa. A partir daí, é de responsabilidade do consumidor zelar pelas boas condições de seus circuitos internos, que compreendem todos os componentes necessários para a utilização da energia elétrica em sua instalação (SEBRAE RJ, 2006).

A instalação elétrica de qualquer empresa deve obedecer às normas estabelecidas quanto ao dimensionamento e segurança, no geral, sistemas de distribuição de energia elétrica mal dimensionada irão gerar perdas de energia por vários motivos como descrito a seguir:

- **Circuitos sobrecarregados** - provocam aquecimento dos cabos, acarretando perdas de energia;
- **sobrecargas** - os cabos sofrem danos em seu isolamento, podendo causar fugas de corrente e curtos circuitos. Instalações muito antigas com cabos desencapados e emendas mal feitas também provocam sobrecarga;
- **sistemas de proteção** - mal dimensionados, apresentam perigo à instalação, ao equipamento e ao usuário;
- **distribuição** - má distribuição das cargas elétricas pelas fases do circuito, geram um desequilíbrio, causando aquecimentos e falhas nos sistemas de proteção.

Para prevenir tais problemas algumas medidas devem ser descritas como:

- toda instalação elétrica deve ser dimensionada e executada por profissionais qualificados;
- proceder a reforma de instalações antigas, adequando o dimensionamento dos cabos e sistemas de proteção;
- quando da realização de emendas em fios, verificar que estas sejam bem feitas e fitas apropriadas devem ser usadas para isolação;
- nunca utilizar pregos, parafusos, pedaços de arame ou outros tipos de objeto no local dos fusíveis de proteção;
- sempre que adquirir novos equipamentos ou promover mudanças na localização dos mesmos, consulte um profissional sobre as condições dos circuitos elétricos, a fim de garantir a qualidade do funcionamento;
- antes de fazer qualquer tipo de reparo, verificar para que a chave do circuito correspondente, ou a geral, esteja desligada;
- evitar o uso de extensões e ligações múltiplas, que podem sobrecarregar tomadas e cabos;
- não utilizar materiais de baixa qualidade ou de origem duvidosa, pois a economia na hora da compra pode resultar em prejuízos futuros;
- quando algum componente de proteção apresentar defeito, este deve ser substituído por outro de mesma capacidade, nunca de capacidade inferior ou superior.

2.5.3 Iluminação

Um dos fatores eficazes para um desempenho de um ser humano nas suas tarefas e atividades passa por um correto nível de iluminamento do local. Um sistema de iluminação em um local de trabalho deve apresentar:

- luz uniforme em todos os locais;
- luz bem dirigida e distribuída;
- iluminação adequada sem ofuscamento, tanto direto quanto refletida;
- reprodução de cor de acordo com o trabalho desenvolvido.

Geralmente, a iluminação participa com uma pequena parte do consumo de energia elétrica nas indústrias, porém existem grandes possibilidades para obter uma redução de consumo de energia. Apresenta-se neste estudo alguns conceitos e informações que ajudarão na conservação de energia elétrica.

Visando a redução do consumo e o máximo aproveitamento do potencial de conservação de energia que os sistemas de iluminação podem apresentar, é fundamental que já no projeto da edificação, os engenheiros, projetistas e arquitetos empreguem a arquitetura bioclimática¹ no local, recomendem a aquisição de equipamentos e materiais eficientes energeticamente e adotem critérios racionais de projeto (ALVAREZ, 2000).

Um sistema de iluminação basicamente constitui-se de:

- **lâmpada:** são responsáveis pelo fornecimento da energia luminosa, sendo divididas em três tipos distintos (incandescente, descarga e indução) além das lâmpadas LED;
- **reator:** é um componente auxiliar utilizado para a operação adequada das lâmpadas de descarga e tem como função limitar a corrente, proporcionando as condições necessárias para a partida. No caso em especial da lâmpada LED, o *drive*.
- **luminária:** as luminárias são utilizadas para a colocação das lâmpadas, servindo de suporte e orientação para o fluxo luminoso produzido.

2.5.3.1 Nível de Iluminamento

O nível de iluminamento corresponde à iluminância mantida (\bar{E}_m , lux) que o campo de trabalho deve possuir mais o índice de limite de ofuscamento unificado (UGR_L) e o índice de reprodução de cor mínimo (R_a) estes dados possibilitam o conforto e à precisão ao tipo de tarefa visual a ser executada segundo os exemplos da tabela 1, retirada da Norma Brasileira NBR ISO 8995-1, que se refere ao nível de iluminamento de cada ambiente segundo o tipo de utilização.

¹Arquitetura Bioclimática é um conceito que visa a harmonização das construções com o meio ambiente de forma a otimizar a utilização dos recursos naturais disponíveis (como a luz solar e o vento), possibilitando conforto ao homem em harmonia com a natureza (FARIA, 2013).

O correto dimensionamento do sistema de iluminação corresponde a um ganho significativo no consumo de energia de uma empresa, sendo, portanto, um item de grande preocupação para o engenheiro responsável, pois sistemas de iluminação superdimensionados para atividade em questão geram um consumo desnecessário.

Tabela 1 – Exemplos de níveis de iluminância para cada tipo de atividade

<i>Tipo de interior, tarefa ou atividade.</i>	Iluminância mantida <i>Em (lux)</i>	Limite de ofuscamento unificado <i>UGRL</i>	Reprodução de cor mínimo <i>Ra</i>
Depósitos	100	25	60
Saguão de entrada	100	22	60
Museus	300	19	80
Sala de cirurgia	1000	19	90
Banheiros	200	25	80
Casa de máquinas	200	25	80
Área de circulação e corredores	100	28	40
Cozinhas de restaurantes	500	22	80
Depósitos de chapas metálicas	50	28	20
Escadas	150	25	40
Arquivos	200	25	80
Refeitório	200	22	80
Sala de Aula, sala de aula particulares	300	19	80
Vestiário	200	25	80
Pintura: retoque, inspeção em veículos	1000	16	90
Estacionamento	75	28	40
Relojoaria (manual)	1500	16	90
Expedição	300	25	60
Oficinas eletrônicas, ensaios, ajustes	1500	16	80
Fabricação de Sapato	500	22	80
Restaurante self-service	200	22	80
Casa da caldeira	100	28	40
Fornos para industria metalúrgica	200	25	20
Estações de	500	19	80
Salas de endoscopia	300	19	80
Salas de autópsia e necrotérios	500	19	90
Salas de espera em aeroportos	200	22	80
Cadeira, altar, púlpito em igrejas	300	22	80

Fonte: ABNT, 2010

2.5.3.2 Componentes de um Sistema de Iluminação

a) Lâmpadas

- incandescentes convencionais

Sendo as lâmpadas mais ineficientes que existe, devido ao fato que aproximadamente 95% da energia elétrica transformada em calor, mas ainda utilizada em residências apesar de estar com os dias contados para sair do mercado.

- halogênas

As lâmpadas halogênas são pertencentes às famílias das lâmpadas incandescentes de construção especial, pois dentro do seu bulbo tem-se adicionando um gás, o criptônio e funcionam sobre o princípio regenerativo. As lâmpadas incandescentes halogênas são mais eficientes e possuem uma vida útil de aproximadamente 2.000 horas, o dobro se comparada à lâmpada incandescente convencional (ALVAREZ, 2000).

- fluorescentes

Lâmpadas pertencentes à família das lâmpadas de descarga, estas se dividem em tubulares, que são especificadas para a iluminação de interiores, como mostrado na figura 4. São constituídas de bulbo cilíndrico de vidro, pintado com materiais fluorescentes, com eletrodos metálicos de tungstênio em suas extremidades, por onde circula a corrente elétrica. Em seu interior existe vapor de mercúrio ou argônio a baixa pressão. Existem dois tipos de lâmpadas fluorescentes tubulares: as do tipo *standard*, com eficiência luminosa de até 170 lm/W e as do tipo trifósforo com eficiência em torno de 100 lm/W.



Figura 4 - Lâmpadas fluorescentes tubulares

Fonte: SEBRAE RJ, 2006

Outro tipo de lâmpada é a fluorescente compacta, mostrada na figura 5. Estas lâmpadas foram criadas para substituir as lâmpadas incandescentes, possuindo características que possibilitam sua colocação no mesmo bocal. As principais vantagens são: vida útil superior, cerca de 10 vezes maior, consumo de energia inferior cerca de 80 % e menor aquecimento do ambiente. Os equipamentos auxiliares necessários para o seu funcionamento vêm acoplados às lâmpadas na maioria dos modelos (SEBRAE/RJ, 2006).

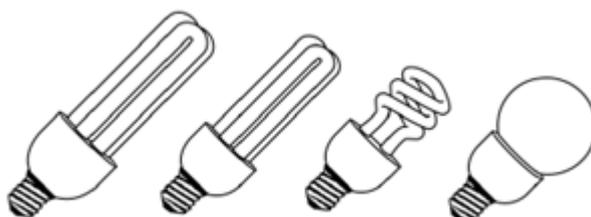


Figura 5 - Lâmpadas fluorescentes compactas

Fonte: SEBRAE RJ, 2006

- outras lâmpadas de descarga

As lâmpadas com multivapor metálico, são ideais para serem empregadas em sistemas de iluminação de *shoppings centers*, onde é necessária a correta reprodução de cores, mas também em indústrias.

Utilizadas em lugares onde não seja necessária a perfeita reprodução de cores, a iluminação do ambiente pode ser feita utilizando-se lâmpadas a vapor de

mercúrio ou de sódio, como em praças, monumentos, viadutos, aeroportos, alguns tipos de indústrias e iluminação pública. Todas essas lâmpadas requerem reatores para o seu funcionamento (ALVAREZ, 2000). Na figura 6 pode-se verificar os principais bulbos existentes para os modelos citados.

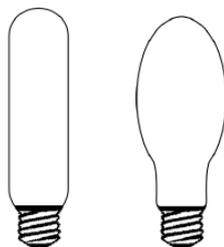


Figura 6 - Lâmpadas de multivapor metálico, sódio e mercúrio

Fonte: SEBRAE/RJ, 2006

b) Reatores

Os reatores são avaliados principalmente pelas suas perdas e fator de potência. Os reatores eletrônicos são mais eficientes que os eletromagnéticos disponíveis no mercado, pois consome em torno de 25% menos energia (ALVAREZ, 2000). Exemplo de reatores pode ser visto na figura 7.



Figura 7 - Reatores

Fonte: Intral, 2013

c) Luminárias

As luminárias são utilizadas para a colocação das lâmpadas, servindo de suporte e orientação para o fluxo luminoso produzido. Sua escolha deve ser

determinada por diversos fatores que irão considerar questões relacionadas ao objetivo da instalação (comercial, residencial, industrial e outros), aspectos decorativos, econômicos e de manutenção. Para tanto, é necessário acessar as tabelas de fabricantes para a escolha do melhor tipo a ser empregado para cada tipo de uso e lâmpada utilizada (SEBRAE/RJ, 2006).

É importante analisar a eficiência da luminária, que corresponde ao percentual de luz irradiada pela lâmpada que efetivamente é emitido pela luminária (ALVAREZ, 2000). Luminárias espelhadas permitem a redução de até 70% no número de lâmpadas, o que ocasiona considerável economia de energia (PROCEL, 2005).

Na figura 8 observam-se alguns modelos existentes no mercado.

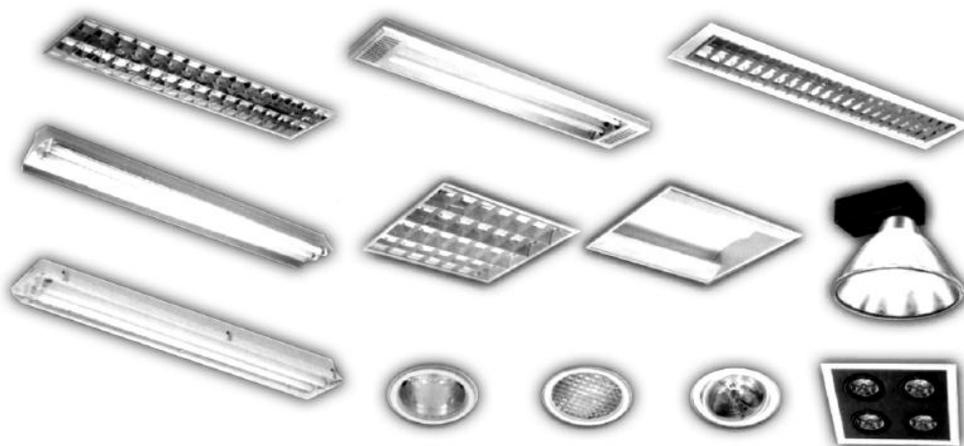


Figura 8 - Exemplo de luminárias

Fonte: SEBRAE/RJ, 2006

2.5.4 Motores de Corrente Alternada

Os motores elétricos de corrente alternada são os mais usados na indústria devido à rede de distribuição de energia ser também em corrente alternada. Esta classe específica de motores se divide em:

a) motor síncrono: funciona em velocidade fixa e utilizada somente para grandes potências (devido ao alto custo e tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade invariável.

b) motor de indução: funciona normalmente com uma velocidade constante, que pouco varia com a carga mecânica aplicada ao eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo é o motor mais utilizado, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas.

Os motores elétricos representam grande parte do consumo de energia de uma empresa e de um modo geral são instalados com potência muito superior à potencia efetiva necessária, o que leva à desperdícios (SÓRIA; FILIPINI, 2010).

A potência mecânica útil gerada na ponta do eixo será sempre menor que a potência elétrica absorvida da rede. As perdas ocasionadas pela geração de calor são decorridas da diferença entre as potências. Estas perdas ocorrem no enrolamento, sendo dissipadas pela carcaça do motor.

O calor gerado pelas perdas no interior do motor é dissipado para o ambiente por meio da superfície externa da carcaça. Nos motores fechados, a dissipação é auxiliada pelo ventilador existente no próprio eixo do motor (WEG, 2006).

O rendimento de um motor varia de acordo com a potência fornecida, apresentando maiores valores operando acima de 70% de sua potência nominal (dados de placa). Em geral, para cargas entre 75 e 100 % da nominal, o motor pode ser considerado bem dimensionado. Operando na faixa de 50 a 75 % da carga, os motores só deverão ser substituídos após uma análise mais criteriosa. Por fim, em operações com carregamentos abaixo de 50%, estes podem ser substituídos por motores de menor potência, proporcionando redução no consumo de energia (SEBRAE/RJ, 2006).

2.5.4.1 Motores de Alto Rendimento

Os motores de alto rendimento foram introduzidos no Brasil a partir de 1990, quando os dois maiores fabricantes lançaram seus primeiros produtos no mercado. Atualmente estão disponíveis motores de indução de alto rendimento para potências de 1 a 250 CV (NATURESA, 2011).

Os motores de alto rendimento são projetados para fornecer a mesma potencia mecânica útil que um motor *standard*, só que consumindo uma parcela de energia elétrica bem menor. Esta tecnologia, porém tem um custo maior em relação

aos modelos convencionais, devido ao seu processo de fabricação e construção, mas é possível um retorno rápido do investimento devido ao menor consumo de energia.

Construtivamente, os motores de alto rendimento possuem diversas características, tais como: chapas magnéticas de melhor qualidade (aço silício); maior volume de cobre, o qual reduz a temperatura de operação; enrolamentos que produzem menos perdas estatóricas; rotores termicamente tratados, o que reduz as perdas rotóricas; altos fatores de enchimento das ranhuras, o que possibilita melhor dissipação do calor gerado; anéis de curto circuito dimensionados para reduzir as perdas pelo efeito Joule (WEG, 2006).

A diferença de preço entre os motores de alto rendimento e os motores convencionais é de cerca de 35%. Embora a comercialização do produto esteja sendo estimulada pelos próprios fabricantes, cabe ressaltar que a maior parte dos motores é vendida diretamente aos fabricantes de máquinas. Desse modo, como os motores são componentes que vão incidir sobre o custo inicial das máquinas, não interessa a esses fabricantes utilizar motores de alta eficiência e elevar o custo de produção das máquinas (KOSLOFF, 2000).

A figura 9 apresenta as curvas de eficiência versus potência para os motores *standard* e de alto rendimento. As maiores diferenças aparecem em máquinas de menores potências (abaixo de 10 HP). Logo, devem-se escolher motores de baixa potência para a substituição por motores de alto rendimento.

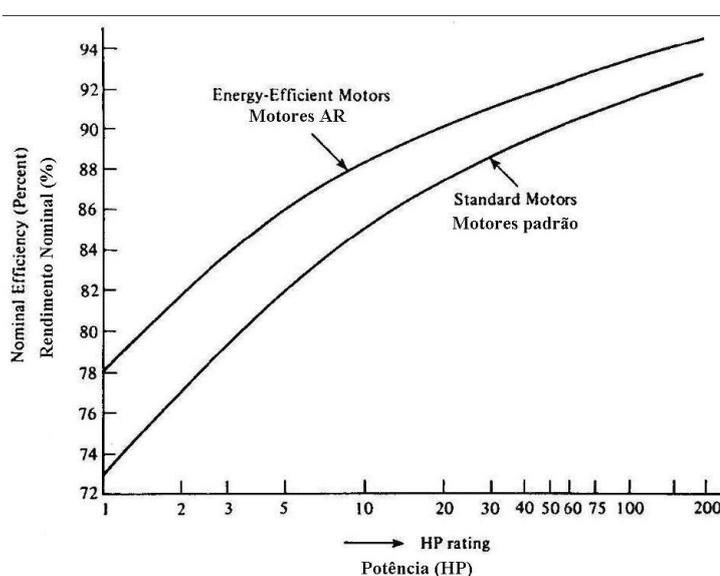


Figura 9 - Curvas de eficiência versus potência para motores.

Fonte: NASAR, 1995.

2.5.5 Condicionamento de Ar

No comércio ou indústria, o consumo de energia responsável pelo condicionamento do ar pode representar até 50% do consumo total mensal. Os aparelhos de ar condicionado podem ser encontrados em vários tipos e modelos, cuja escolha deverá ser baseada em função da aplicação específica (SEBRAE/RJ,2006).

- **Janela ou parede**

Como mostrado na figura 10, são os mais utilizados e também os mais baratos. São facilmente encontrados no varejo. Deve ser instalado embutido na parede ou janela, a uma altura mínima de 1,5 metros. É importante fazer um bom acabamento na instalação do suporte e do caixilho para que não haja perdas na climatização. Os modelos mais recentes têm baixo nível de ruído e possuem controle remoto (AMÉRICO, 2010).

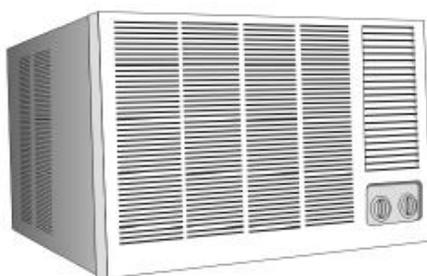


Figura 10 - Exemplo de ar condicionado de janela ou parede

Fonte: SEBRAE/RJ, 2006

- **Split**

Possui duas partes diferentes: uma parte (evaporador) é instalada no interior e a outra parte (condensador) fica do lado de fora do ambiente, como mostrado na figura 11. Além de manter o ar do ambiente agradável e com a temperatura controlada, os Splits ainda reduzem bastante o ruído de operação, pois o condensador é externo ao ambiente. A instalação requer um profissional

especializado e seu custo é mais elevado que os aparelhos de janela (AMÉRICO, 2010).

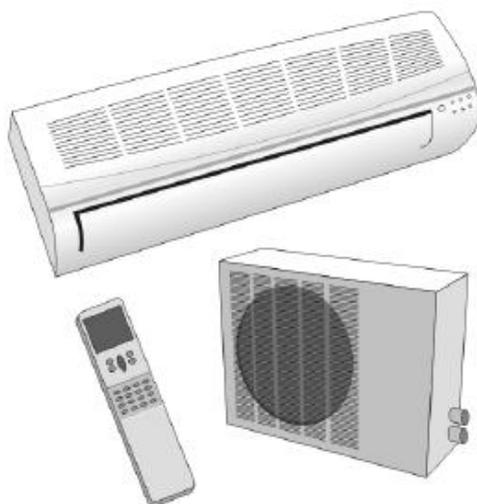


Figura 11 - Exemplo de ar condicionado split

Fonte: SEBRAE/RJ, 2006

- **Sistemas centrais (chiller e selfs)**

São recomendáveis para ambientes comerciais, para climatização de muitos ambientes simultaneamente. Tem custo maior de aquisição, operação e manutenção. São muito silenciosos e não ficam visíveis nas fachadas de prédios (AMÉRICO, 2010). Na figura 12 temos o exemplo de um ar condicionado selfs.



Figura 12 - Exemplo de ar condicionado selfs

Fonte: SEBRAE/RJ, 2006

2.5.6 Ar Comprimido

O ar comprimido é aplicado em quase todos os processos ou tarefas relacionados à indústria ou setor de serviços em geral. Na maioria dos casos, o consumo de energia elétrica responsável pela obtenção do ar comprimido é grande, sendo que os mesmos podem apresentar grandes perdas de energia, ou seja, um grande potencial de economia.

Geralmente, esses sistemas não recebem a atenção necessária e apresentam perdas que podem ser amenizadas de forma simples, como efetuarem um ajuste na regulagem do nível de pressão ou proceder à eliminação de vazamentos. O correto dimensionamento do sistema é o primeiro passo a ser dado, devendo-se obedecer aos critérios técnicos e operacionais aliados à escolha de um equipamento de boa eficiência e componentes de boa qualidade. A instalação deve ser realizada por mão de obra especializada, garantindo a confiabilidade e segurança operacional do sistema, devendo-se atentar também para o estabelecimento de um programa de manutenção periódica (SEBRAE/RJ, 2006).

2.6 CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

O valor da tarifa de energia elétrica a ser pago pelos consumidores às concessionária/permissionárias locais, é definida pela ANEEL nas revisões tarifárias anuais. Para aplicação das tarifas, os consumidores são identificados por classes de consumo. Cada classe tem sua estrutura tarifária, de acordo com as características de consumo de energia e de demanda de potência. As classes são: residencial; industrial; comercial e serviços; rural; poder público; iluminação pública; serviço público, e consumo próprio.

A análise tarifária em uma instalação é de extrema importância para a determinação da modalidade tarifária e contratação de valores de demanda adequada para que se tenha o menor custo possível com a energia elétrica (ALVAREZ, 1998).

Para realizar um diagnóstico energético, a análise tarifária deve ser realizada em duas etapas. A primeira deve ser a atual, para avaliar se os valores contratados são adequados para a instalação, ou seja, se não há falta ou excesso na demanda contratada e se não há um baixo fator de potência. E a segunda etapa

é a que levam em conta os valores de demanda e consumo estimados com a implantação das ações previstas no diagnóstico energético.

2.6.1 Grupos Tarifários

Para efeito de faturamento da energia elétrica, distinguem-se dois grupos tarifários:

- **Grupo “A”**

Segundo a COPEL (2005), o grupo A é composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, ou, ainda, atendidas em tensão inferior a 2,3 kV a partir de um sistema subterrâneo de distribuição, caracterizado pela estruturação tarifária binômica e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) **subgrupo A1** – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
- b) **subgrupo A2** – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
- c) **subgrupo A3** – tensão de fornecimento de 69 kV;
- d) **subgrupo A3a** – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
- e) **subgrupo A4** – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV; e
- f) **subgrupo AS** – tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição.

As tarifas do grupo “A” são aplicadas em três modalidades de fornecimento: convencional, horária azul e horária verde.

O consumidor é faturado pela demanda, consumo e fator de potência da sua instalação. Os parâmetros para a cobrança desses podem variar de acordo com as horas do dia (horário de ponta e fora de ponta, são os chamados sistemas horários).

- **Grupo “B”**

Grupamento composto de unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, e subdividido nos seguintes subgrupos:

- a) **subgrupo B1** - residencial;

- b) **subgrupo B1** - residencial baixa renda;
- c) **subgrupo B2** - rural;
- d) **subgrupo B2** - cooperativa de eletrificação rural;
- e) **subgrupo B2** - serviço público de irrigação;
- f) **subgrupo B3** - demais classes;
- g) **subgrupo B4** - iluminação pública.

Esse consumidor é faturado apenas pelo seu consumo de energia ativa, salvo casos em que o consumidor possui um medidor de reativo em suas instalações.

2.6.2 Horário de Ponta

É o intervalo de três horas consecutivas compreendido entre 17h e 21h e definido pela concessionária/permissionária, de segunda a sexta-feira, exceto feriados nacionais (ANEEL, 2000 b).

2.6.3 Horário Fora de Ponta

É o período compreendido pelas horas complementares às do horário de ponta (ANEEL, 2000 b).

2.6.4 Estrutura tarifária

A tarifa aplicada aos consumidores pelas concessionárias de energia elétrica é estabelecida pela ANEEL, sendo composta pela **TUSD** e a **TE**, onde:

- **TUSD:** é tarifa de uso do sistema de distribuição, um valor monetário unitário em R\$/MWh ou R\$/kWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica pelo uso do sistema elétrico;
- **TE:** é a tarifa de energia, um valor monetário unitário em R\$/MWh, utilizado para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia.

O valor monetário em R\$ é a soma destas duas tarifas. A partir do ano de 2014, haverá a aplicação de bandeiras tarifárias com o fim de sinalizar aos consumidores faturados por meio da tarifa de energia, os custos atuais da geração de energia elétrica, sendo composta pelo intervalo dos valores da CMO (custo marginal de operação) e do ESS_SE (encargo de serviço de sistema por segurança energética), onde tem-se:

- bandeira tarifária verde: utilizada no meses, quando a soma do CMO e ESS_SE for inferior ao valor monetário de R\$100/MWh ;
- bandeira tarifária amarela: acionada nos meses, quando a soma do CMO e ESS_SE for igual ou superior a R\$100/MWh e inferior a R\$200/MWh;
- bandeira tarifária vermelha: acionada nos meses, quando a soma dos valores de CMO e ESS_SE, for igual ou superior a R\$200/MWh.

Em 2013 é realizado o ano teste para orientar o consumidor sobre os procedimentos das bandeiras tarifárias através de simulações educativas.

Dependendo da tensão de conexão e da demanda de potência contratada, os consumidores do grupo A podem optar pela modalidade tarifária Convencional Binômia, Horária Verde ou Horária Azul (ANEEL, 2010).

- **Convencional Binômia**

Aplica-se às unidades consumidoras do grupo, na qual se caracteriza por tarifas de consumo de energia elétrica e demanda de potência, independente das horas de uso no dia. Sendo que o mesmo acaba em 22/06/2016 por determinação da ANEEL.

- **Horária Verde**

Aplicada às unidades consumidoras do grupo A, caracteriza-se pela tarifa diferenciada no consumo de energia de acordo com as horas do dia e com uma única tarifa de demanda de potência.

- **Horária Azul**

A Horária Azul é a modalidade de fornecimento caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo também com as horas de utilização do dia. Ela é aplicável obrigatoriamente às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV.

2.7 ENDOMARKETING

O *Endomarketing* é uma ação de *marketing* voltada para os funcionários e colaboradores das empresas e organizações em geral.

De acordo com o estudo realizado por Neuza de Mora Brito (2011), ações de endomarketing consistem de técnicas marketing utilizando modernos conceitos de recursos humanos. É grande o desafio de adaptar o cliente interno a uma condição de aplicar valores como transparência, empatia, afetividade, comprometimento e cooperação.

Para que se tenha sucesso com a aplicação do *endomarketing*, é necessário atitude e comunicação durante o processo. Atitude porque conscientiza o usuário da importância estratégica do serviço a ser realizado e é por meio dela que se demonstra o envolvimento, a valorização e o comprometimento do funcionário com as ações implementadas.

No que se refere à eficiência energética para essas entidades, pode-se focar o *endomarketing* por meio do emprego de ações que viabilizem a economia de energia elétrica evitando o desperdício nas instalações.

2.8 METODOLOGIAS DE DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

As metodologias de um diagnóstico energético seguem um plano de ação padrão, sofrendo algumas alterações segundo as particularidades de cada caso analisado (ALVAREZ, 1998).

De modo geral, são as seguintes etapas:

- **auditoria inicial** – visita preliminar à instalação;
- **levantamento de dados** – medição, inspeção, dentre outros;
- **análise técnica dos dados coletados** – interpretação dos dados e determinação do consumo separado por uso final;
- **estudo das alternativas para os usos finais identificados** – alternativas tecnológicas;
- **determinação do potencial de conservação de energia elétrica;**
- **análise da viabilidade econômica das alternativas propostas;**
- **análise tarifária.**

2.8.1 Metodologia Básica da ANEEL

A metodologia da ANEEL para diagnóstico energético deve conter os itens abaixo, os quais rigorosamente devem estar no relatório enviado para a chamada pública (ANEEL, 2012).

a) Objetivos

Apresentar os fundamentais objetivos do projeto, observando aqueles vinculados à eficiência energética.

b) Descrição e Detalhamento

Expor o projeto e detalhar suas etapas, no que se refere às ações de efficientização ou que promovam economia de energia. Descrever as metodologias e tecnologias aplicadas ao projeto em todas as suas fases de execução.

c) Avaliação

Apresentar proposta para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia e redução da demanda na ponta.

Pelo critério da empresa, a metodologia de medição e verificação de resultados poderá ser realizada por terceiros.

d) Abrangência

Descrever as áreas que serão beneficiadas pelo projeto (município, distritos, bairros, etc.), o público alvo e outras informações que venham facilitar o entendimento do projeto.

e) Metas e Benefícios

Informar as metas de economia de energia e redução de demanda na ponta, expressas em MWh/ano e kW, com base nos valores avaliados neste diagnóstico.

Destacar outros benefícios do projeto, que não a economia de energia ou redução de demanda na ponta.

A definição das metas de energia economizada (MWh/ano) e de redução de demanda na ponta (kW) deve ser feita com base na metodologia de cálculo proposto para cada uso final, conforme a seguir:

Sistema de Iluminação

Descrição do sistema atual e do sistema proposto, apresentado os seguintes itens, para os dois casos:

- Tipo de lâmpada;
- quantidade;
- potencia (lâmpada + reator);
- potencia instalada;
- energia consumida.

Por meio destes dados, pode-se encontrar a redução de demanda na ponta e energia economizada (MWh/ano), segundo equações 1 e 2 :

$$RDP = [(NL_1 \times PL_1 + NR_1 \times PR_1) - (NL_2 \times PL_2 + NR_2 \times PR_2)] \times FCP \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$EE = [(NL_1 \times PL_1 + NR_1 \times PR_1) - (NL_2 \times PL_2 + NR_2 \times PR_2)] \times t \times 10^{-6} \quad (2)$$

onde:

- NL_1 - quantidade de lâmpadas do sistema existente;
- NL_2 - quantidade de lâmpadas do sistema proposto;
- PL_1 - potência da lâmpada do sistema existente (W);
- PL_2 - potência da lâmpada do sistema proposto (W);
- NR_1 - quantidade de reatores do sistema existente;
- NR_2 - quantidade de reatores do sistema proposto;
- PR_1 - potência do reator do sistema existente;
- PR_2 - potência do reator do sistema proposto;
- t - tempo de utilização das lâmpadas no ano, em horas;
- FCP - fator de coincidência na ponta, definido pela concessionária;

O cálculo para a vida útil de lâmpadas em anos é apresentado na equação 3:

$$\text{Vida útil das lâmpadas} = \frac{\text{vida útil da lâmpada (horas)}}{\text{tempo de utilização (horas/ano)}} \quad (3)$$

Sistema de Ar Condicionado

Da mesma forma que no sistema de iluminação deve-se apresentar o sistema atual e proposto, ressaltando tipo, quantidade, potencia e energia consumida. Sendo que ao final encontra-se a redução de demanda na ponta e energia economizada pelas equações 4 e 5.

$$RDP = \left(C_1 \times N_1 \times \frac{1}{EF_1} - C_2 \times N_2 \times \frac{1}{EF_2} \right) \times FCP \times 1,055 \times 10^{-3} \quad (4)$$

$$EE = \left(C_1 \times N_1 \times \frac{1}{EF_1} - C_2 \times N_2 \times \frac{1}{EF_2} \right) \times t \times 1,055 \times 10^{-6} \quad (5)$$

onde

- C_1 - capacidade nominal do equipamento existente (BTU/h);
- C_2 - capacidade nominal do novo equipamento (BTU/h);
- t - tempo de utilização no ano em horas = 960 horas para residências e 2.400 horas para comércio. Valores diferentes serão aceitos, desde que devidamente justificados;
- EF_1 - eficiência do equipamento existente (kJ/Wh);
- EF_2 - eficiência do novo equipamento, definido pelo fabricante (kJ/Wh);
- N_1 - quantidade de equipamentos existentes;
- N_2 - quantidade de equipamentos novos;
- FCP - fator de coincidência na ponta, definido pela concessionária;

Motores

Segue-se o mesmo princípio anterior descrevendo o atual e o proposto, como os mesmos itens mencionados acima. Sendo o cálculo para redução da demanda na ponta (kW) e energia economizada (MWh/ano), apresentada nas equações 6 e 7.

$$RDP = \left(P_1 \times N_1 \times \frac{1}{R_1} - P_2 \times N_2 \times \frac{1}{R_2} \right) \times FCP \times 0,736 \quad (6)$$

$$EE = \left(P_1 \times N_1 \times \frac{1}{R_1} - P_2 \times N_2 \times \frac{1}{R_2} \right) \times t \times 0,736 \times 10^{-3} \quad (7)$$

onde

- P_1 - potência nominal do motor existente (cv);
- P_2 - potência nominal do novo motor (cv);
- t - tempo de utilização do motor no ano em horas;
- R_1 - eficiência do motor existente;
- R_2 - eficiência do novo motor, definido pelo fabricante;
- N_1 - quantidade de motores existentes;
- N_2 - quantidade de motores novos;

- FCP - fator de coincidência na ponta, definido pela concessionária;

Sistema de Refrigeração

No sistema de refrigeração após o levantamento de dados do sistema atual e o proposto, calcula-se a redução de demanda na ponta (kW) e energia economizada (MWh/ano) , através das equações 8 e 9;

$$EE = N \times (C_1 - C_2) \times 10^{-3} \quad (8)$$

$$RDP = \frac{EE \times FU \times 10^3}{t} \quad (9)$$

onde

- FU - fator de utilização médio (dado fornecido pelo fabricante ou conseguido através de pesquisa);
- t - tempo de utilização do equipamento de refrigeração no ano em horas = 8.760h;
- C_1 - consumo anual de energia dos equipamentos de refrigeração a serem substituídos (kWh). Na ausência desta informação, usar o valor médio de consumo dos equipamentos menos eficientes das categorias E, F, G, conforme tabela do site do INMETRO ou do PROCEL;
- C_2 - consumo anual de energia do equipamento eficiente (kWh);
- N - nº de equipamentos a serem substituídos.

f) Cálculo da Relação Custo Benefício

Todos os projetos devem ter sua relação custo benefício (RCB). Se o projeto possuir mais de um uso final (iluminação, refrigeração, etc) cada um desses usos finais deverão ter sua RCB calculada. Deverá, também, ser apresentada a **RCB_{Global}** do projeto por meio da média ponderada das RCBs individuais. Os pesos serão definidos pela participação percentual da energia economizada em cada uso final, segundo as equações 10 e 11:

$$RCB_{Global} = RCB_{uso1} \times Peso_{uso1} + RCB_{uso2} \times Peso_{uso2} + \dots + RCB_{uson} \times Peso_{uson} \quad (10)$$

$$Peso_{uson} = \frac{EE_{uson}}{EE_{Total}} \quad (11)$$

Os projetos devem apresentar, no máximo, uma Relação Custo-Benefício (RCB) igual a 0,8.

g) Cálculo da Relação Custo Benefício para cada uso final

A avaliação econômica do projeto será feita por meio do cálculo da relação custo benefício (RCB) de cada uso final, devendo obedecer à equação 12:

$$RCB = \frac{\text{Custos Anualizados}}{\text{Benefícios Anualizados}} \quad (12)$$

- **Cálculo do custo anualizado total (CA_{TOTAL})**

$$CA_{TOTAL} = \sum CA_{equip1} + CA_{equip2} + \dots + CA_{equipn} \quad (13)$$

- **Cálculo do custo anualizado dos equipamentos com mesma vida útil (CA_{equipn}):**

$$CA_{equipn} = CPE_{equipn} \times FRC \quad (14)$$

- **Cálculo do custo dos equipamentos e/ou materiais com mesma vida útil (CPE_{equipn}):**

$$CPE_{equipn} = CE_{equipn} + \left[(CT - CTE) \times \frac{CE_{equipn}}{CTE} \right] \quad (15)$$

- **Cálculo do fator de recuperação de capital (FRC):**

$$FRC = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (16)$$

onde

- $CPE_{equip\ n}$ - custo dos equipamentos com a mesma vida útil, acrescida da parcela correspondente aos outros custos diretos e indiretos. Esta parcela é proporcional ao percentual do custo do equipamento em relação ao custo total com equipamentos;
- $Ce_{equip\ n}$ - custo somente de equipamento com mesma vida útil;
- CT - custo total do projeto (custos diretos + custos indiretos);
- CTE - custo total somente de equipamentos;
- FRC - fator de recuperação de capital;
- n - vida útil (em anos);
- i - taxa de juros (taxa de desconto).

O custo anualizado dos equipamentos com a mesma vida útil ($CPE_{equip\ n}$) também pode ser calculado utilizando os custos unitários de mão de obra e os custos indiretos (administração, acompanhamento e avaliação), desde que estes estejam desagregados.

O $CPE_{equip\ n}$ deve então ser calculado pela soma dos custos unitários de equipamento, mão de obra e custos indiretos multiplicados pela quantidade total do equipamento correspondente.

- **Cálculo do benefício**

$$B = (EE \times CEE) + (RDP \times CED) \quad (17)$$

onde

- EE - energia economizada (MWh/ano);
- CEE - custo evitado de energia (R\$/MWh);
- RDP - redução de demanda na ponta (kW);
- CED - custo evitado de demanda (R\$/kW).

h) Prazos e Custos

Apresentar os cronogramas físico e financeiro, destacando os desembolsos e as ações a serem implementadas, e a tabela custo por categoria contábil e origem dos recursos.

Apresentar ainda, a “Memória de Cálculo” da composição dos custos totais da tabela, a partir dos custos unitários de equipamentos ou materiais envolvidos e de mão de obra (própria e de terceiros).

i) Acompanhamento

Tomando como base o cronograma apresentado no item anterior, definir marcos que devem orientar o acompanhamento da execução do projeto.

j) Itens de Controle

A empresa deve apresentar os itens a serem verificados ao longo da implementação do projeto, tomando por base os itens específicos apresentados nos Roteiros Básicos para Elaboração de Projetos.

3. O CASO DA EMPRESA DE ÔNIBUS EXPRESSO AZUL LTDA.

A metodologia da ANEEL foi utilizada para a realização do presente diagnóstico energético, nas dependências da empresa Expresso Azul LTDA. localizada na cidade de Pinhais. Já o método escolhido para a análise da viabilidade econômica é o método dos custos evitados.

3.1 HISTÓRICO DA EMPRESA

A partir da década de 1950, o eixo que ligava Piraquara à Curitiba recebeu um novo caminho que foi ampliado e recebeu o nome de Estrada do Encanamento. Neste mesmo período começou a circular o primeiro ônibus coletivo, ligando o município de Piraquara à Curitiba. Essa linha de ônibus ficou conhecida como “Ônibus do Bimba”, referência ao apelido do proprietário dos veículos que prestavam serviço, Sr. Pedro Pinto de Castro.

No final da década de 60, o empresário Sr. Ipenor Piccoli, fundou a empresa Expresso Azul localizada em Piraquara PR, com apenas quatro ônibus perfazendo três viagens diárias a cidade de Curitiba.

Com o desenvolvimento da região a empresa Expresso Azul passou a adquirir mais veículos e visando sempre o crescimento, o empresário Sr. Ipenor Piccoli decidiu criar duas áreas de atuação do transporte coletivo na cidade de Piraquara. Anos após esta divisão, o empresário vende a empresa Expressa Azul. Em busca por transformações, novas oportunidades e desafios a família Zem em meados de 1976 torna-se a nova proprietária da empresa Expresso Azul. A empresa estava crescendo, mas enfrentava muitas dificuldades com as péssimas condições das estradas. Em 1978 foi feito o asfalto na Estrada do Encanamento e passado algum tempo, a cidade de Piraquara perde um espaço de sua área territorial para a emancipação da cidade atual de Pinhais.

Hoje, com uma área aproximada de 17 mil metros quadrados, a garagem da Expresso Azul comporta 150 ônibus de vários modelos: bi-articulados, articulados, alimentadores, ligeirinhos e ensino especial. Pensando no futuro a Expresso Azul esta projetando a mudança de sua estrutura física, onde as novas instalações estão em fase de projeto.

Na figura 13 é apresentado a logomarca da empresa.



Figura 13 - Símbolo do grupo ZEM

Fonte: Grupo ZEM, 2012

Atualmente, o quadro funcional de colaboradores gira em torno de 668 trabalhadores, sendo 192 mulheres e 496 homens. A Expresso Azul percorre mensalmente em torno de 711.000 km, transportando aproximadamente 1.100.000 passageiros. Mas não é unicamente da quantidade de km rodados e pessoas que se faz uma empresa; é o cotidiano das relações, na intensidade dos menores gestos, no dia a dia das atitudes e dos afetos para com a cidade e com o cliente, que se constitui a trama da vida social e cultural. Nesse exercício da cidadania, a história desempenha um papel fundamental.

A figura 14 apresenta um croqui da planta da Expresso Azul LTDA.

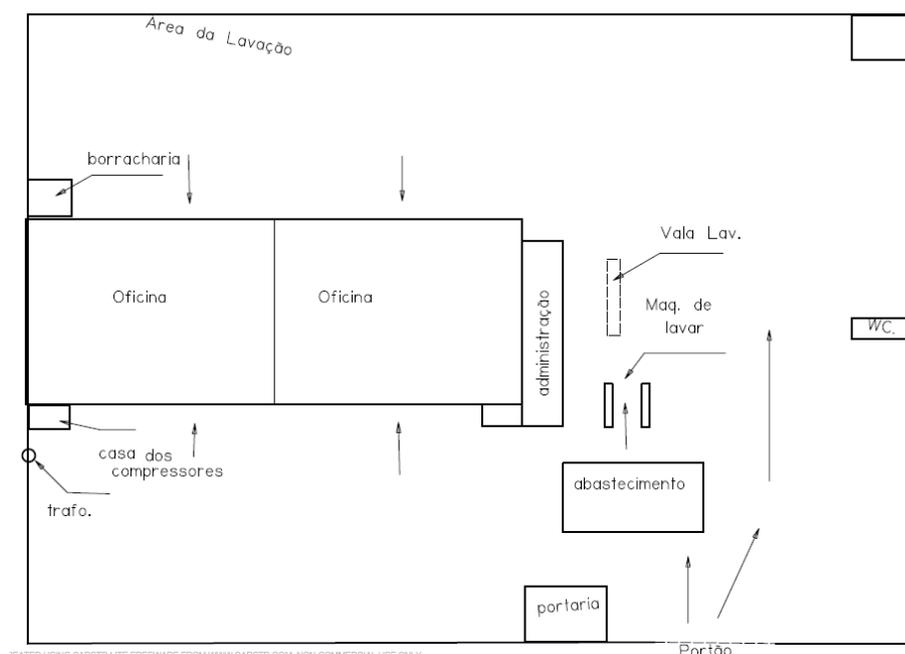


Figura 14 - Layout da empresa Expresso Azul Ltda.

Fonte: Grupo ZEM, 2012

3.2 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA

3.2.1 Dados Gerais da Empresa

Os principais dados referentes a empresa para análise energética encontram-se abaixo .

Nome : Expresso Azul LTDA.

Endereço: Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, nº11735

Cidade: Pinhais **Estado:** Paraná

Concessionária: COPEL Distribuição S.A.

Classe de Consumo: comercial, serviços e outras atividades

Atividade Econômica: Transporte público de passageiros

Tensão de Fornecimento: A4 (13,2 kV)

Modalidade: Convencional

Demanda Contratada: 60 kW

A figura 15 mostra uma visão da entrada de energia da empresa.



Figura 15 - Entrada de energia da empresa

Fonte: Autores, 2012

3.2.2 Serviços executados

A empresa Expresso Azul LTDA. caracteriza-se pelo transporte público de passageiros e pelos serviços executados de manutenção preventiva e corretiva, abastecimento, lavação e serviços de cronotagógrafos nos seus veículos. Bem como, serviços administrativos, de almoxarifado e copa.

Dentro do plano de trabalho da manutenção corretiva, encontra-se lanternagem, mecânica geral, suspensão, freios, elétrica, e limpeza; nos serviços de manutenção preventiva têm-se lanternagem, lubrificação, mecânica geral, suspensão e freios, além do serviço de abastecimento diário da frota.

3.3 ESCOPO BÁSICO

Baseado nas Leis nº. 9.991, de 24 de julho de 2000, nº. 11.465, de 28 de março de 2007, nº. 12.212, de 20 de janeiro de 2010 e nas resoluções nº. 176, de 28 de novembro de 2005, nº. 215, de 28 de março de 2006 e nº. 300, de 12 de fevereiro de 2008, o estudo destina-se a habilitar a Expresso Azul LTDA a participar do Programa de Eficiência Energética da COPEL, de modo a contribuir para a melhoria da eficiência energética no sistema de iluminação, considerando a substituição de lâmpadas, reatores e o sistema de ar comprimido, levando em conta os motores.

O estudo visa à redução de recursos com despesas em energia elétrica e manutenção de equipamentos, tendo como objetivo a satisfação plena das necessidades dos usuários.

3.4 FATURAS DE ENERGIA

Para analisar a evolução do consumo e demanda de energia elétrica da empresa, foram utilizados os dados de 24 faturas consecutivas, o que corresponde a dois anos de consumo. Estes dados serão úteis para análise tarifária e do perfil de carga do consumidor.

Na tabela 2 encontra-nos dados referentes aos principais valores de faturamento, correspondente aos últimos dois anos da empresa (02/2011 a

01/2013). Neste conjunto de dados, verifica-se um valor de fatura estável devido a um consumo e demanda de pouca oscilação.

Estas pequenas variações ocorrem devido a um fator externo de difícil previsão, que é o número de acidentes (este fator influencia na quantidade de veículos para reparos), fatores previsíveis como número de veículos para manutenção preventiva no respectivo mês e quantidade de manutenções corretivas. Estes fatores são números dinâmicos que mudam constantemente dentro da empresa.

Tabela 2 - Faturas de energia elétrica da Expresso Azul Ltda.

Mês	Consumo Total (kWh)	Valor Faturado (R\$)	Demanda Total (kW)	Demanda Faturada (R\$)	Consumo reativo faturado (R\$)	Total da Energia (R\$)	PIS/Cofins (R\$)	ICMS (R\$)	Outros Lançamentos (R\$)	Total da Conta (R\$)
02/2011	13.161,00	1.911,25	46	1.969,23	-	3.880,48	315,2	1.515,07	10	5.720,75
03/2011	12.751,00	1.851,71	48	1.969,23	-	3.820,94	311,88	1.517,77	-35,38	5.615,21
04/2011	14.801,00	2.149,42	57	1.969,22	-	4.118,64	362,41	1.787,59	10	6.278,64
05/2011	14.391,00	2.089,86	50,43	1.969,20	-	4.059,06	352,48	1.665,69	10	6.087,23
06/2011	16.236,00	2.357,79	49,24	1.969,20	-	4.326,99	375,25	1.767,49	10	6.479,73
07/2011	12.300,00	1.809,49	49,73	2.025,30	-	3.834,79	331,63	1.551,45	10	5.727,87
08/2011	14.063,00	2.076,12	39,31	2.040,60	-	4.116,72	372,51	1.527,23	10	6.026,46
09/2011	13.735,00	2.027,69	44,19	2.040,60	-	4.068,29	397,16	1.588,86	10	6.064,31
10/2011	14.965,00	2.209,28	44,93	2.040,60	23,93	4.273,81	418,87	1.692,67	10	6.395,35
11/2011	12.915,00	1.906,64	41,9	2.040,60	-	3.947,24	382,38	1.499,33	10	5.838,95
12/2011	12.341,00	1.821,90	43,58	2.040,60	6,47	3.868,97	376,22	1.489,83	10	5.745,02
01/2012	13.448,00	1.985,32	44,48	2.040,60	-	4.025,92	393,17	1.574,23	10	6.003,32
02/2012	12.136,00	1.791,63	41,36	2.040,60	-	3.832,23	370,1	1.439,31	10	5.651,64
03/2012	13.325,00	1.967,16	41,04	2.040,60	-	4.007,76	387,62	1.513,41	10	5.918,79
04/2012	15.580,00	2.300,07	50,71	2.040,60	53,42	4.394,09	437,34	1.835,27	10	6.676,70
05/2012	14.473,00	2.136,64	50,55	2.040,60	64,75	4.241,99	421,69	1.764,37	10	6.438,05
06/2012	15.990,00	2.360,60	46,61	2.040,60	87,07	4.488,27	442,51	1.814,90	10	6.755,68
07/2012	15.252,00	2.553,95	54,24	1.414,44	126,52	4.094,91	412,57	1.781,71	10	6.299,19
08/2012	15.457,00	2.652,11	56,12	1.284,00	131,93	4.068,04	411,49	1.793,35	10	6.282,88
09/2012	17.261,00	2.961,63	52,02	1.284,00	218,26	4.463,89	449,02	1.932,03	10	6.854,94
10/2012	14.965,00	2.567,69	51	1.284,00	143,1	3.994,79	400,59	1.711,09	10	6.116,47
11/2012	15.112,00	2.592,90	50,18	1.284,00	48,47	3.925,37	392,96	1.671,95	10	6.000,28
12/2012	13.278,00	2.278,23	42,06	1.284,00	-	3.562,23	350,51	1.430,33	10	5.353,07
01/2013	11.341,00	1.945,88	47,08	1.284,00	-	3.229,88	297,05	1.320,26	10,6	4.857,79

Fonte: COPEL, 2013

3.5 USOS FINAIS ESCOLHIDOS PARA O ESTUDO

A empresa Expresso Azul LTDA. conta como usos finais: iluminação (interna e externa), bombeamento (água e diesel), produção de ar comprimido, força motriz e equipamentos de escritório.

O estudo realizado leva em consideração os consumos de maior potencial de efficientização: iluminação e produção de ar comprimido, devido ao fato destes usos finais corresponderem a uma parte significativa do consumo, sendo os motores dos compressores os de maior potência (representam aproximadamente 12% do consumo total) e a iluminação que representar segundo Ayres Sória e Fábio

Filipini (2010), o uso final de maior número de medidas para efficientização de energia de fácil aplicação.

O sistema de bombeamento de água e diesel, não foi incluso no estudo devido ao fato dos mesmos serem equipamentos novos e já terem sido objeto de uma efficientização recente.

3.5.1 Sistema de Ar comprimido

Devido ao sistema de ar comprimido ser um dos maiores consumos da empresa, em relação a energia elétrica, bem como o ar comprimido ser um recursos amplamente utilizado pela empresa nos mais variados trabalhos, passa-se para um estudo detalhado do mesmo.

A produção de ar comprimido é feita por dois compressores da marca SCHULZ modelo W96011H acionado por dois motores tipo convencional da marca WEG de 15 cv, como mostrado na figura 16.



Figura 16 – Compressores Schulz usados na empresa

Fonte: Autores, 2012

As características mecânicas dos equipamentos instalados na empresa estão na figura 17, retirado do manual dos compressores. O compressor em estudo esta indicado por uma seta vermelha ao lado da figura.

MODELO	DESL. TEÓRICO		PRESSÃO MÁX.		RESERVATÓRIO		rpm	Ø Polia (mm)		Correia	MOTOR ELÉTRICO			ÓLEO LUBRIF.		PESO C/MOTOR (kg)	PINTURA	
	pes ³ /min	l/min	lbf/po ²	bar	Volume geom.(l)	Tempo Enchim.		50 Hz	60 Hz		4P	cv	kW	Tensão (v)	Volume (l)			Ref.
MSWV 60 FORT/ART	60	1700	175	12	-	-	710	262	218	B97	15	11,3	4,4	2MS15 (Schütz) WAYNOIL (Wayne)	339	RAL 5004 (Schütz)		
W 960 (60/AD)					-	-										RAL 3001 (Wayne)		
MSWV 60 FORT/425					425	3'30"										RAL 5004 (Schütz)		
W 96011 H					425	3'30"										RAL 5004 (Schütz)		
W 972 (72/AD)	72	2036	100	7	-	-	850	318	262	B105	30	22,5	220/380 trifásico	2MS15 (Schütz) WAYNOIL (Wayne)	343	RAL 3001 (Wayne)		
W 97211 HL					425	2'40"										600	RAL 5004 (Schütz)	
MSWV 72 FORT/425					460	2'										830	RAL 3001 (Wayne)	
MSWV 120 FORT/ART					-	-										515	RAL 3001 (Wayne)	
W2-9120 (120/AD)	120	3400	175	12	-	-	710	262	218	B105	30	22,5	220/380 trifásico	2MS15 (Schütz) WAYNOIL (Wayne)	830	RAL 5004 (Schütz)		
MSWV 120 FORT/460					460	2'										519	RAL 3001 (Wayne)	
W2-912012 H					460	1'20"										834	RAL 5004 (Schütz)	
MSWV 144 FORT/ART					-	-										519	RAL 5004 (Schütz)	
W2-9144 (144/AD)	144	4078	100	7	-	-	850	318	262	B105	30	22,5	220/380 trifásico	2MS15 (Schütz) WAYNOIL (Wayne)	519	RAL 3001 (Wayne)		
MSWV 144 FORT/460					460	1'20"										834	RAL 5004 (Schütz)	
W2-914412 HL					460	1'20"										834	RAL 5004 (Schütz)	
W640 (40/AD)					-	-										339	RAL 3001 (Wayne)	
W64012 H	40	1132	250	17	-	-	710	262	218	B97	10	7,5	4,4	608	RAL 3001 (Wayne)			

Figura 17 - Especificação técnica dos compressores de ar

Fonte: Schulz S/A, 2012

A partir da instalação de um analisador de energia da marca EMBRASUL modelo RE 4000, como mostrado na figura 18 alocado pela UTFPR e instalado no quadro dos compressores no período de 26/11/2012 a 10/12/2012, pode-se coletar uma amostragem de 19.767 medidas com uma integração de um minuto cada. Com ajuda do Software ANL 6000 obtido ao equipamento RE 4000, analisou-se o comportamento e dados elétricos dos dois compressores.



Figura 18 - Instalação do analisador

Fonte: Autores, 2012

Para estudar o consumo de ar que o grupo de compressores é submetido, recorre-se a uma análise das ferramentas pneumáticas para pintura, lixamento, parafusamento, rebitagem e corte, instaladas nos setores de lataria e mecânica na empresa, como mostrado na figura 19.



Figura 19 - Ferramentas pneumáticas utilizadas nos processos da empresa

Fonte: Autores, 2012

O consumo de ar de cada ferramenta foi obtido nos manuais dos fabricantes. Neste ponto do estudo obteve-se o consumo de todas as ferramentas pneumáticas, se as mesmas estivessem funcionando juntas dentro da faixa de pressão especificada e admitindo-se uma perda de 20% devidos a vazamentos, que é maior que o aceitável, mas devido à falta de conservação das ferramentas preferiu-se ampliar este fator. Na tabela 3, pode-se verificar o consumo total das principais ferramentas funcionando juntas, igual seria o consumo de ar.

Segundo os dados da tabela 3, observa-se uma vazão de aproximadamente 420 m³/h, absorvidos dos dois reservatórios de 425 litros, o que sobrecarregaria o sistema de ar comprimido.

Analisando o processo de manutenção dos veículos, observou-se que sempre há alguém utilizando algum tipo de equipamento pneumático e muitas vezes a coincidência de estarem sendo utilizados ao mesmo tempo é muito rara, por isso selecionou-se segundo observação do processo durante 30 dias, que as

ferramentas com potencial de estarem funcionando juntas ao mesmo tempo são as descritas na tabela 4. As ferramentas menos usadas estão selecionadas na coluna “ligado” com a opção “não”.

Assim, diminui-se o consumo de ar comprimido para 195 m³/h condizendo com os respectivos consumos de energia sem sobrecarregar o reservatório, o que ocorre na prática.

Tabela 3 - Consumo de todos os equipamentos de ar comprimido

Identificação	Consumo (m ³ /h)		Pressão (kgf/cm ²)		Nm ³ /h	m ³ /h	Perdas 20%	Ligado	Consumo (m ³ /h)
	mínimo	máximo	mínima	máxima					
Pistola AS1040	20	23,76	2,45	5,25	148,5	20,3	24,4	sim	24,4
Chave impacto	90	93,42	6	6,3	682,0	93,4	112,1	sim	112,1
Lixadeira orbital	30	36,72	6	6,3	268,1	36,7	44,1	sim	44,1
Desincrustador	28	30,56	6	6,3	223,1	30,6	36,7	sim	36,7
Esmirilhadeira	40	42,44	6	6,3	309,8	42,4	50,9	sim	50,9
Furadeira	50	59,43	6	6,3	433,8	59,4	71,3	sim	71,3
Rebitadeira	7	7,2	6	6,3	52,6	7,2	8,6	sim	8,6
Parafusadeira	55	59,4	6	6,3	433,6	59,4	71,3	sim	71,3
Totais	320	352,9	2,45	6,3	2.551,4	349,5	419,4	todos	419,4

Fonte: Baseado em PROCEL, 2005

O consumo elétrico para a produção da vazão especificada é mostrado na tabela 5. Os dados foram obtidos através das amostras recolhidas pelo analisador de energia e tratadas pelo software ANL 6000 da Embrasul, dentro das amostras, escolheu-se uma semana típica de trabalho dos compressores e levantou-se os dados contidos na respectiva tabela, sendo o tempo de horas trabalhadas um somatório dos tempos que os compressores ficaram ligados, com isso obteve-se 17,5 horas. Com os dados da tabela 4 e 5, obteve-se o consumo específico de energia para a produção de ar comprimido por hora na manutenção preventiva e corretiva da empresa, conseguidos por meio da equação 18.

$$\text{Consumo específico (m}^3\text{/h/kWh)} = \frac{\text{Vazão por hora (m}^3\text{/h)}}{\text{Consumo médio apurado por hora (kWh)}} \quad (18)$$

Tabela 4 - Consumo dos equipamentos que mais usam ar comprimido

Identificação	Consumo (m ³ /h)		Pressão (kgf/cm ²)		Nm ³ /h	m ³ /h	Perdas 20%	Ligado	Consumo (m ³ /h)
	mínimo	máximo	mínima	máxima					
Pistola AS1040	20	23,76	2,45	5,25	148,5	20,3	24,4	não	-
Chave impacto	90	93,42	6	6,3	682,0	93,4	112,1	não	-
Lixadeira orbital	30	36,72	6	6,3	268,1	36,7	44,1	sim	44,1
Desincrustador	28	30,56	6	6,3	223,1	30,6	36,7	não	-
Esmirilhadeira	40	42,44	6	6,3	309,8	42,4	50,9	não	-
Furadeira	50	59,43	6	6,3	433,8	59,4	71,3	sim	71,3
Rebitadeira	7	7,2	6	6,3	52,6	7,2	8,6	sim	8,6
Parafusadeira	55	59,4	6	6,3	433,6	59,4	71,3	sim	71,3
Totais	320	352,9	2,45	6,3	2.551,4	349,5	419,4		195,3

Fonte: Baseado em PROCEL, 2005

Sendo o resultado aproximado de 13 m³/h/kWh.

Tabela 5 - Estudo de consumo de energia do conjunto de compressores

Dia	Data	Consumo Ponta kWh	Consumo Fora de ponta kWh	Consumo Total kWh	Fator de Potencia
Segunda	03/12/12	2,968	44,11	47,078	0,811
Terça	04/12/12	2,653	45,174	47,827	0,811
Quarta	05/12/12	2,924	35,189	38,113	0,811
Quinta	06/12/12	2,679	36,789	39,468	0,809
Sexta	07/12/12	2,884	41,756	44,64	0,811
Sabado	08/12/12	0	32,628	32,628	0,809
Domingo	09/12/12	0	20,408	20,408	0,811
Consumo Médio Apurado por hora				15,44	kWh
Consumo Total no Período				270,162	kWh
Horas trabalhadas				17,5	h

Fonte: Autores, 2012

Na figura 20, tem-se um gráfico obtido das medidas coletadas do analisador RE 4000 com as 19.767 amostras de potência trifásica instantânea consumida pelo grupo de compressores durante o período de amostragem.

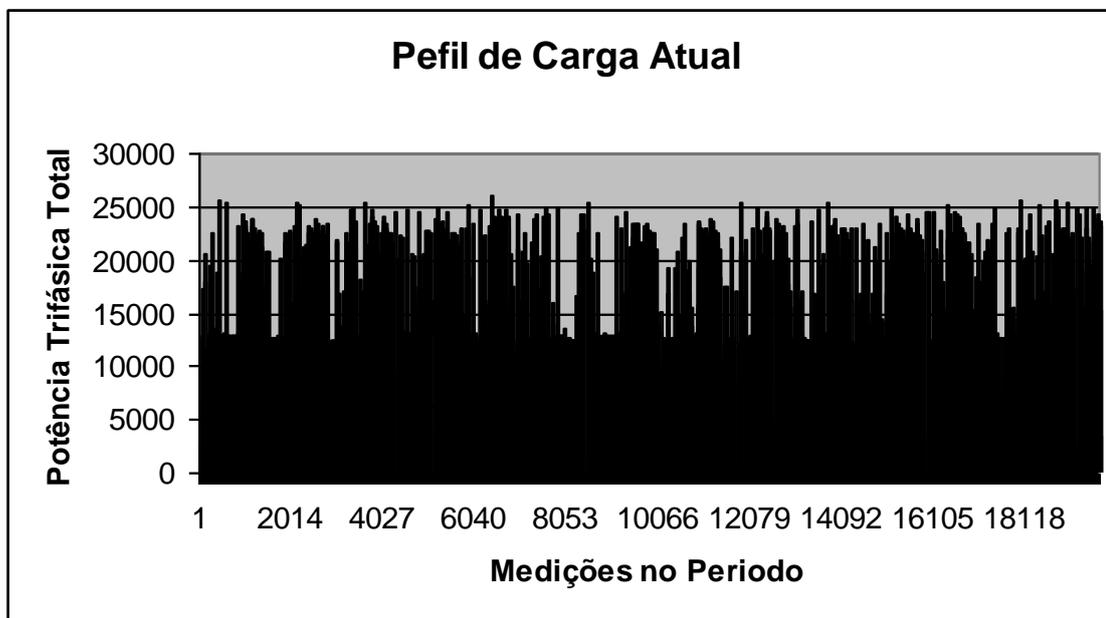


Figura 20 - Perfil de carga atual dos compressores
Fonte: Autores, 2012

Para melhoria do sistema motriz dos compressores, é apresentada a proposta de troca dos motores WEG convencionais de 15 cv, ambos do ano de fabricação 2003, por 2 motores WEG de alto rendimento de mesma potência. Observando a figura 21, pode-se notar que a tecnologia dos motores influencia de forma significativa o consumo de energia, como mostrado pelo gráfico retirado do Software **AnExplore** da Graphus Energia, a relação entre o Motor Atual e o alto rendimento está na relação energia economizada.

A área amarela do gráfico corresponde ao motor tipo *Standar* e a área verde o motor de alto rendimento o ponto vermelho corresponde ao motor de 15 cv e 75% de rendimento utilizado nos compressores de ar. Pela análise feita pelo software **AnExplore** da Graphus Energia pode-se notar uma redução significativa em energia economizada .

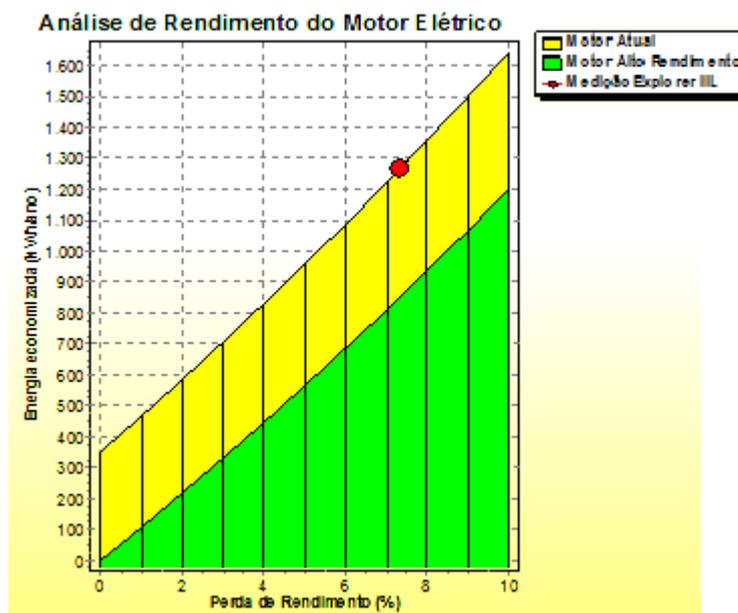


Figura 21 - Relação motor de 15 cv convencional e alto rendimento

Fonte: Software AnExplore da Graphus Energia, 2013

3.5.2 Iluminação

Atualmente, a empresa conta com 104 lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 40 W e 14 lâmpadas fluorescentes tubular T10 de 20 W, ligada a reatores na maioria eletromagnéticos para a respectiva potência das lâmpadas, além destas lâmpadas tem-se 74 lâmpadas de vapor de sódio 400 W, como mostrado na figura 22, que não foi alvo deste estudo, devido o fato das mesmas não ficarem ligadas a noite toda, sendo que a empresa não ter expediente de manutenção a noite.



Figura 22 - Lâmpada de vapor de sódio 400 W

Fonte: Autores, 2012

A oficina tem uma boa iluminação diurna devido às telhas translúcidas espalhadas ao longo do barracão e às laterais abertas, como mostrado na figura 23.

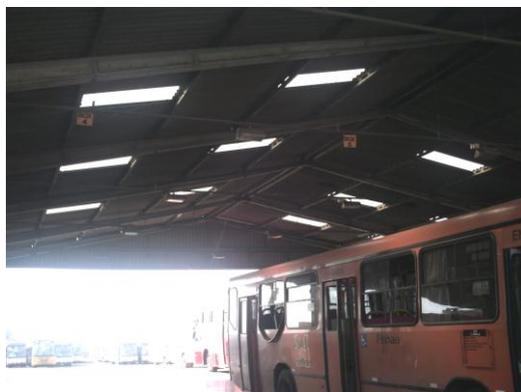


Figura 23 - Aberturas para entrada de iluminação natural

Fonte: Autores, 2012

Na figura 24, tem-se uma amostra da aplicação das lâmpadas fluorescentes, que devido a pouca luminosidade do ambiente, necessitam ficar sempre ligadas, a cor das paredes que são pintadas até o meio de um azul escuro e com pouca iluminação natural contribuem para deixar o ambiente escuro. Estas salas correspondem aos setores de elétrica, montagem de motores e freios, além de banheiros e almoxarifado.



Figura 24 - Ambiente da oficina

Fonte: Autores, 2012

Várias salas da administração, arrecadação e tráfego também mantêm o mesmo padrão de iluminação, diferindo apenas a cor das paredes que no caso são brancas e por algumas janelas, mas há sempre a iluminação artificial ligada durante todo o expediente.

A maioria das luminárias instaladas é de pouca eficiência devido à falta de refletores que orientariam o fluxo luminoso da lâmpada para área de trabalho, como mostrado na figura 25.



Figura 25 - Tipo de luminária usada na empresa

Fonte: Autores, 2012

Para a melhoria do sistema de iluminação das salas, foi escolhida a troca das lâmpadas por uma tecnologia mais atual e de consumo menor, bem como a padronização das luminárias para um modelo mais eficiente.

A lâmpada LED tubular de 18 W tipo T8 é equivalente à lâmpada fluorescente de 40 W T10 segundo dados fornecidos por fabricantes, aplicada em todas as salas da empresa. A lâmpada LED tubular de 18 W foi escolhida conforme a catálogo da empresa Osram, utilizando como referência o fluxo luminoso ou a troca pela fluorescente tubular T5 de 28 W marca Osram.

Para as lâmpadas fluorescentes de 20 W, tem-se a opção da troca por lâmpadas fluorescentes T8 de 16 W, isto se deve ao fato destas lâmpadas representarem apenas 14 unidades.

As lâmpadas de tecnologia LED tubular T8 substituem com eficiência as fluorescentes 40 W T10 instaladas, pois tem o mesmo formato, o que possibilita utilizar as mesmas luminárias, tem fácil instalação, tem fluxo luminoso direcionado

apenas para baixo e não há necessidade de reatores eletrônicos para o funcionamento, mas são de custo elevado.

Já as lâmpadas T5 tem custo inferior às de LED, mas necessitam da troca de todas as luminárias existentes, bem como a instalação de reatores.

3.6 CRITÉRIOS DA CHAMADA PÚBLICA DA COPEL

O edital da Chamada Pública 003/2012 da COPEL (COPEL, 2012), estabelece critérios que são considerados e adotados neste trabalho como:

- Período de vigência da chamada pública;
- somente serão aceitas propostas de projetos que contemplem a efficientização de usos finais da energia elétrica;
- consumidores poderão se candidatar desde que desenvolvam atividades **com fins lucrativos**, na área de concessão da **COPEL DISTRIBUIÇÃO S.A.**, que estejam em dia com suas obrigações legais perante a Companhia;
- o preenchimento completo da proposta de projeto deve estar em conformidade com item III - Roteiro Básico Para Elaboração de Projetos, contido no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética, considerando os parâmetros definidos pela concessionária;
- a relação custo benefício (RCB) deve ser menor ou igual a 0,800 e calculada em conformidade com a metodologia apresentada no item II.2. do Manual para a Elaboração do Programa de Eficiência Energética;
- as lâmpadas LED deverão possuir fator de potência (FP) $\geq 0,92$, distorção harmônica total (THD) $\leq 20\%$ e as suas eficiências luminosas (lm/W) apresentadas na "Proposta de Projeto";
- os reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes deverão possuir as seguintes características mínimas: fator de potência (FP) = 0,92, distorção harmônica total (THD) = 15% e fator de fluxo luminoso (FF) = 0,90;
- pode-se, utilizar os valores de vida útil, perdas e preços apresentados nas tabelas específicas do edital. Para os materiais e equipamentos que não estejam contemplados nestas tabelas, deverão ser apresentadas, no mínimo, três

cotações de preços e catálogo para comprovação das características técnicas do equipamento. Deve ser utilizado o orçamento de menor preço;

- para a “Proposta de Projeto” que contemple os usos finais motores, o rendimento ou eficiência do equipamento existente poderá ser obtido através de dados de fabricantes (placa ou catálogo) bem como através de medições a serem realizadas;
- para os preços de prestação de serviços e/ou mão-de-obra de terceiros deverão ser apresentados, no mínimo, três orçamentos. Deve ser utilizado o de menor preço;
- o custo da mão de obra de terceiros (MOT) não poderá ser superior a 30% do custo total do item materiais e equipamentos;
- as despesas referentes à mão de obra própria (MOP) da concessionária deve ser obtida de acordo com a equação¹⁹:

$$\text{MOP} = 80 \text{ h} \times \text{R\$ } 36,63 + 0,02 \times (\text{materiais e equipamentos}) \quad (19)$$

onde:

80 Hh - número de homens hora COPEL, utilizado por projeto por ano;

R\$ 36,63 - custo unitário a ser considerado por homem hora;

0,02 x (materiais e equipamentos) – correspondem a 2% do valor orçado para os materiais e equipamentos utilizados na proposta de projeto.

- A soma dos custos da mão de obra própria e da administração própria não poderá ser superior a 20% do custo total da proposta de projeto;
- o custo de transporte não poderá ser superior a R\$1000,00 dos custos diretos;
- para o “descarte de materiais” não há necessidade de apresentação de cotação de preços. Os custos com “descarte de materiais” deverão ser contabilizados em separado e alocados no quadro **custos por categoria contábil e origens dos recursos**, no item **custos indiretos**;
- deve-se prever despesas referentes ao marketing no valor de R\$ 2000,00.
- o fator de coincidência de ponta (FCP) deve ser calculado na equação 20:

$$FCP = \frac{NM \times ND \times NUP}{792} \quad (20)$$

Onde:

NM - número de meses, no período de um ano, em que se utiliza o sistema;

ND - número de dias úteis (segunda a sexta-feira) ao longo do mês em que se utiliza o sistema no horário de ponta;

NUP – número de horas por dia de utilização do sistema no horário de ponta (entre 18h00mim e 21h00mim);

792 - número de horas equivalente às horas de ponta disponíveis ao longo de um ano (3 (horas de ponta) x 22 (dias úteis por mês (segunda a sexta-feira)) x 12 (meses));

- a taxa de desconto deverá ser de 8% por cento ao ano;
- o custo unitário evitado de demanda (CED) para consumidores A4 é 322,90 R\$/kW.ano;
- o custo unitário evitado de energia (CEE) para consumidores A4 é 176,67 R\$/kW.ano;
- os equipamentos de uso final de energia elétrica utilizados nas “Propostas de Projetos” devem possuir o **selo PROCEL**, quando aplicável;
- a proposta de projeto deve contemplar a verificação de resultados de acordo com a opção A do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) - Outubro de 2011 – EVO 10000 – 1:2010;
- o período de execução do projeto será o aplicado no referido edital;
- os cronogramas físico e financeiro para execução da propostas de projeto deverão discriminar as seguintes etapas:

etapa 1: celebração do instrumento de ajuste com a COPEL Distribuição S.A. (prazo mínimo de 90 dias);

etapa 2: medição e verificação;

etapa 3: aquisição de equipamentos e materiais;

etapa 4: contratação de serviços e/ou mão de obra de terceiros;

etapa 5: execução da obra (substituição de equipamentos);

etapa 6: descarte de materiais substituídos e/ou retirados;

etapa 7: elaboração de relatórios (parciais e final);

etapa 8: acompanhamento do projeto (corresponde a soma dos custos de mão de obra própria, administração própria e fiscalização da COPEL Distribuição S.A. que deverá ser distribuído em parcelas iguais ao longo do período de execução do projeto).

Características dos equipamentos

Nas tabelas 6, 7 e 8 encontra-se o estudo comparativo entre as principais características técnicas encontradas em catálogos, dos equipamentos atuais e propostas para substituição nos sistemas de iluminação e força motriz.

Tabela 6 - Principais características das lâmpadas

Substituições Recomendadas									
Equipamento existente	Pot. Total (lâmpada +reator) (W)	Fluxo Luminoso (Lm)	Tempo de Utilização (h/ano)	Vida Útil (h)	Equipamento Proposto	Pot. Total (lâmpada +reator) (W)	Fluxo Luminoso (Lm)	Tempo de Utilização (h/ano)	Vida Útil (h)
Fluorescente Tub. 2x40 W	102	2700	7300	7500	Led Tub. 2x18 W	36	1500	7300	30000
					Fluorescente Tub. T5 2x 28 W	66	2900	7300	18000
Fluorescente Tub. 2x20 W	54	1060	7300	7500	Fluorescente Tub. 2x16 W	37	1200	7300	7500

Fonte: Osram, 2013

Na tabela 6 tem-se um comparativo técnico entre a lâmpada fluorescente tubular T10 de 40 W com a tubular LED de 18 W e com a fluorescente tubular T5 de 28 W e lâmpada fluorescente tubular T10 20W com a T8 de 16 W. Nota-se que em relação ao fluxo luminoso e à vida útil a lâmpada fluorescente T5 de 28 W seria uma boa troca se comparada ao modelo atual.

Tabela 7 - Principais características dos reatores

Substituições Recomendadas					
Equipamento existente	Perdas (W)	Vida Útil (anos)	Equipamento Proposto	Perdas (W)	Vida Útil (anos)
Reator Eletromagnético 2x20 W	14	10	Reator Eletrônico 2x16 W	5	10
Reator Eletromagnético 2x 40 W	22	10	Reator Eletrônico 2x28 W	10	10

Fonte: Intral, 2013

No comparativo dos reatores, pode-se notar o ganho em relação às perdas dos reatores atuais em relação as propostos, lembrando que as lâmpadas LED não possuem reatores.

Tabela 8 - Principais características dos motores

Substituições Recomendadas							
Equipamento existente	Rendimento(%)	Vida Útil (anos)	Potencia Ativa (kW)	Equipamento Proposto	Rendimento(%)	Vida Útil (anos)	Potencia Ativa (kW)
Motor 15CV 4 polos Convencional	81	10	12,27	Motor 15CV 4 Polos Alto Rendimento	92	10	10,86

Fonte: WEG, 2013

Numa análise da tabela 8 mostra claramente o rendimento medido do motor atual e o rendimento esperado pela opção escolhida, bem como a redução da potência ativa.

3.7 CÁLCULO DOS RESULTADOS ESPERADOS

Iluminação

A tabela 9 apresenta dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de iluminação e no sistema proposto, e é preenchida da seguinte maneira:

- **horas/dias:** o tempo de utilização diário de cada tipo de lâmpada foi conseguido segundo informações dos usuários da instalação;
- **dias/ano:** foram adotados 22 dias úteis x 12 meses de funcionamento da unidade;
- **FCP:** o fator coincidência na ponta foi calculado conforme estipula a chamada pública. A instalação utiliza o sistema de iluminação por 12 meses, 22 dias úteis em um mês e 3 horas na ponta no dia;
- **lâmpadas:** as potências e quantidades foram obtidas no levantamento de dados por inspeção;
- **reatores:** as perdas dos reatores são dados estipulados no edital da chamada pública, já a quantidade foi obtida no levantamento de dados por inspeção;
- **potência instalada:** corresponde ao somatório das potências dos equipamentos;
- **energia consumida:** corresponde à multiplicação da potência instalada pelas horas utilizadas no ano;
- **redução de demanda na ponta:** é a redução de demanda aplicada no horário de ponta;
- **economia conservada:** é representada pela diferença entre a energia consumida antes e depois da implementação do projeto;
- **economia (%):** corresponde ao percentual de energia economizado por ano depois da implementação do projeto.

Na tabela 9, são apresentados os resultados esperados pelas duas opções de troca do sistema de iluminação existente, tendo-se chegado a uma economia de 64,71% na troca da lâmpada fluorescente T10 40 W para LED tubular de 18 W (sistema proposto 1); e de 35,29%, na troca da lâmpada fluorescente tubular T10 40 W para fluorescente tubular T5 28 W (sistema proposto 2), levando-se em conta que a lâmpada LED não usa reatores e os reatores eletrônicos, usados para substituir os atuais reatores eletromagnéticos existentes no sistema proposto 2, tem perdas de 12 W a menos.

Na substituição proposta para as lâmpadas fluorescentes tubulares T10 de 20 W foi escolhida apenas lâmpada fluorescente tubular T8 de 16 W, devido ao fato de representarem somente poucas unidades, neste caso tem-se uma economia de 31,48% em relação ao sistema existente.

Tabela 9 - Cálculo dos resultados esperados para iluminação

Iluminação			Iluminação 1	Iluminação 2
horas/dia:			20	20
dias/ano:			365	365
Horas/ano trabalhadas:		t	7300	7300
Num. meses, em 1 ano, de util. sist. na ponta:		NM	12	12
Num. dias úteis, do mês, de util. sist. na ponta:		ND	22	22
Num. horas de util. sist. no horário de ponta:		NUP	3	3
792	Fator de coincidência de ponta:		FCP	1
Sistema atual				
Tipo de equipamento / tecnologia			Lâmpada Fluorescente T10 40W	Lâmpada Fluorescente T10 20W
Lâmpada	Potência (W)	PL ₁	40	20
	Quantidade	NL ₁	104	14
Reator	Perdas (W)	PR ₁	22	14
	Quantidade	NR ₁	52	7
Potencia instalada (kW)			5,3	0,38
Energia consumida (MWh/ano)			38,72	2,76
Sistema proposto 1				
Tipo de equipamento / tecnologia			Lâmpada LED T8 18W	Lâmpada Fluorescente T8 16W
Lâmpada	Potência (W)	PL ₂	18	16
	Quantidade	NL ₂	104	14
Reator	Perdas (W)	PR ₂	0	5
	Quantidade	NR ₂	0	7
Potencia instalada (kW)			1,87	0,26
Energia consumida (MWh/ano)			13,67	1,89
Resultados esperados				
Redução de demanda na ponta (kW)			RDP	3,43
Energia economizada (MWh/ano)			EE	25,05
Economia (%)				64,71%
Sistema proposto 2				
Tipo de equipamento / tecnologia			Lâmpada Fluorescente T5 28 W	Lâmpada Fluorescente T8 16 W
Lâmpada	Potência (W)	PL ₂	28	16
	Quantidade	NL ₂	104	14
Reator	Perdas (W)	PR ₂	10	5
	Quantidade	NR ₂	52	7
Potencia instalada (kW)			3,43	0,26
Energia consumida (MWh/ano)			25,05	1,89
Resultados esperados				
Redução de demanda na ponta (kW)			RDP	1,87
Energia economizada (MWh/ano)			EE	13,67
Economia (%)				35,29%

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Força Motriz

A tabela 10 apresenta-se os dados que possibilitam o cálculo da energia consumida no sistema atual de força motriz dos compressores de ar e do sistema proposto. A tabela é preenchida baseando nos seguintes parâmetros:

- **horas/dias:** o tempo de utilização diário de cada tipo de motor foi obtido segundo informações do Analisador de Energia instalado;
- **dias/ano:** adotaram-se 22 dias úteis x 12 meses de funcionamento da unidade;
- **FCP:** o fator de coincidência na ponta foi calculado conforme estipula a chamada pública. A instalação utiliza o sistema de iluminação por 12 meses, 22 dias úteis em um mês e 3 horas na ponta no dia;
- **equipamentos:** as potências e quantidades foram obtidas no levantamento de dados por inspeção;
- **eficiência:** foi obtida pela análise dos dados coletados pelo Analisador de Energia e por meio de catálogo para o sistema proposto;
- **potência instalada:** correspondem às potências dos equipamentos;
- **energia consumida:** corresponde à multiplicação da potência instalada pelas horas utilizadas no ano;
- **redução de demanda na ponta:** redução de demanda aplicada no horário de ponta;
- **economia conservada:** é representada pela diferença entre a energia consumida antes e depois da implementação do projeto;
- **economia (%):** corresponde ao percentual de energia economizado por ano depois da implementação do projeto.

Tabela 10 - Cálculo dos resultados esperados para a força motriz

Motores			Motor 1
horas/dia:			2,50
dias/ano:			365
Horas/ano trabalhadas:		t	912,5
Num. meses, em 1 ano, de util. sist. na ponta:		NM	12,00
Num. dias úteis, do mês, de util. sist. na ponta:		ND	22,00
Num. horas de util. sist. no horário de ponta:		NUP	3,00
Fator de coincidência de ponta:		FCP	1,00
Sistema atual			
Tipo de equipamento / tecnologia			Motor Convencional 15 cv
Eficiência	(%)	R₁	81,00%
Quantidade		N₁	2
Potência	(CV)	P₁	15,00
Energia consumida	(MWh/ano)		24,87
Sistema proposto			
Tipo de equipamento / tecnologia			Motor Alto Rendimento 15 cv
Eficiência	(%)	R₂	92,00%
Quantidade		N₂	2
Potência	(CV)	P₂	15,00
Energia consumida	(MWh/ano)		21,90
Resultados esperados			
Redução de demanda na ponta	(kW)	RDP	3,26
Energia economizada	(MWh/ano)	EE	2,97
Economia	(%)		11,96%

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Para reduzir o consumo específico de energia para a produção de ar comprimido pela empresa, a melhor opção seria a troca dos motores WEG convencionais por motores de alto rendimento da mesma marca, bem como a mesma potência e com mesmo sistema mecânico atual (compressores de pistão), o que representa uma redução de aproximadamente 12% e uma energia economizada perto de **3MWh/ano**.

3.8 VIABILIDADE ECONÔMICA

3.8.1 Custos do projeto

Orçamentos

Na tabela 11 e 12, encontram-se os orçamentos dos sistemas de iluminação da opção 1 e opção 2, na tabela 13, encontra-se os orçamentos para força motriz dos compressores de ar deste estudo. As tabelas são preenchidas conforme os parâmetros a seguir:

- **materiais:** o custo unitário das lâmpadas e reatores foi obtido da tabela de preço máximo estipulado no edital da chamada pública. O custo unitário das luminárias foi estimado conforme contato com os fornecedores.
- **mão de obra de terceiros (MOT):** o custo unitário da mão de obra de terceiros foi estimado conforme contato com empresas especializadas. Este custo está relacionado aos serviços de retirada e instalação do sistema de iluminação (luminárias, lâmpadas, reatores) e do descarte dos equipamentos retirados do sistema de iluminação.
- **mão de obra própria (MOP):** a mão de obra própria refere-se às despesas da concessionária;
- **transporte:** foi estimado um percentual de 5% em cima do custo total de materiais e equipamentos para gastos com transporte;
- **outros custos diretos:** neste caso, estes custos referem-se às despesas destinadas à Medição e Verificação dos resultados reais. Este custo foi estimado conforme contato com empresas especializadas e abrange medições em dois disjuntores de entrada e distribuição de energia durante dois dias, a primeira a ser realizada em julho de 2013 e a segunda medição em maio de 2014;
- **administração própria:** a administração própria refere-se às despesas da própria concessionária;
- **outros custos indiretos:** este item refere-se às despesas da concessionária com fiscalização.

Tabela 11 – Orçamento para a iluminação opção 1

CUSTOS DIRETOS					
Descrição	Vida útil [anos]	Quantidade [unidade]	Preço unitário [R\$]	Custo total [R\$]	
Iluminação					
1	Acessórios	20,00		0,00	
2	Lâmpada LED T8 18W	104	110,00	11.440,00	
3	Lâmpada Fluorescente T8 16W	14	6,26	87,64	
4	Reator Eletrônico 2x16W	7	23,94	167,58	
			Sub total - Custos diretos (materiais e equipamentos)	11.695,22	
	Própria (Concessionária)			1699,10	
	Consumidor	0	0	0	
	Terceiros	118	40,00	4720,00	
			Sub total - Mão de obra de terceiros	4720,00	
			Sub total - Mão de obra	6419,10	
	Transporte (Concessionária)			500,00	
	Outros custos diretos			0,00	
			Sub total - Custos diretos	18.614,32	
	Auditoria contábil financeira			0,00	
	Descarte de materiais e equipamentos	118	0,75	88,50	
	Medição e verificação	1	4.000,00	4000,00	
	Outros custos indiretos	1	666,67	666,67	
			Sub total - Custos indiretos	4.755,17	
			Sub total - Iluminação	23.369,49	
Custos diretos					
Custos indiretos					

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 12 – Orçamento para a iluminação opção 2

CUSTOS DIRETOS						
Descrição		Vida útil [anos]	Quantidade [unidade]	Preço unitário [R\$]	Custo total	[R\$]
Iluminação						
1	Acessórios	20,00				0,00
2	Lâmpada Fluorescente T5 28 W	6,16	104	17,89		1.860,56
3	Lâmpada Fluorescente T8 16 W	2,57	14	6,26		87,64
4	Reator Eletrônico 2x16 W	10,00	7	23,94		167,58
5	Reator Eletrônico 2x28 W	10,00	52	41,81		2.174,12
				Sub total - Custos diretos (materiais e equipamentos)		4.289,90
	Própria (Concessionária)					1.550,99
	Consumidor					0,00
	Terceiros		118	40,00		4.720,00
				Sub total - Mão de obra de terceiros		4.720,00
Custos diretos				Sub total - Mão de obra		6.270,99
	Transporte (Concessionária)					500,00
	Outros custos diretos					0,00
				Sub total - Custos diretos		11.060,89
	Auditoria contábil financeira					0,00
	Descarte de materiais e equipamentos		118	0,75		88,50
	Medição e verificação		1	4.000,00		4.000,00
	Outros custos indiretos		1	666,67		666,67
Custos indiretos				Sub total - Custos indiretos		4.755,17
				Sub total - Iluminação		13.649,39

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 13 – Orçamento dos Motores

CUSTOS DIRETOS						
	Descrição	Vida útil [anos]	Quantidade [unid]	Preço unitário [R\$]	Custo total [R\$]	
Motores						
1	Acessórios	20,00			0,00	
2	15CV Premium Alto Rendimento 4 Polos	10,00	2	1.900,00	3.800,00	
				Sub total - Custos diretos (materiais e equipamentos)	3.800,00	
	Própria (Concessionária)				1541,20	
	Consumidor		2	500,00	1.000,00	
	Terceiros		0	0,00	0,00	
				Sub total - Mão de obra de terceiros	1.000,00	
				Sub total - Mão de obra	2.541,20	
Custos diretos	Transporte (Concessionária)				500,00	
	Outros custos diretos				0,00	
				Sub total - Custos diretos	6.841,20	
	Auditoria contábil financeira				0,00	
	Descarte de materiais e equipamentos		2	100,00	200,00	
	Medição e verificação		1	4.000,00	4.000,00	
Custos indiretos	Outros custos indiretos		1	666,67	666,67	
				Sub total - Custos indiretos	4.866,67	
				Sub total - Motores	11.707,87	

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

3.8.2 CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO DO ESTUDO

A seguir, é aplicada a metodologia da ANEEL mencionada do Capítulo 2. Primeiramente, calculou-se o custo anualizado de cada uso final. Em seguida, foi feito o cálculo do benefício individual. Assim, encontrou-se a RCB individual, apresentada nas tabelas 14 e 15, e nas tabelas 16 e 17, são mostrados os resultados finais do estudo.

Tabela 14 - Cálculo para custos anualizados para a iluminação opção 1

CUSTOS ANUALIZADOS					
Descrição	Vida útil [anos]	FRC	CPE	CA	
MATERIAIS					
Iluminação					
1	Acessórios	20,00	0,10185	0,00	0,00
2	Lâmpada LED Tubular T8 18 W	10,27	0,14639	22.859,50	3.346,49
3	Lâmpada Fluorescente T8 16 W	2,57	0,44602	175,12	78,10
4	Reator Eletrônico 2x16 W	10,00	0,14903	334,85	49,90
				CA_{lum}	3.474,49
RCB iluminação 1		0,6068			

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 15 - Cálculo para custos anualizados para iluminação opção 2

CUSTOS ANUALIZADOS					
Descrição	Vida útil [anos]	FRC	CPE	CA	
MATERIAIS					
Iluminação					
1	Acessórios	20,00	0,10185	0,00	0,00
2	Lâmpada Fluorescente T5 28 W	6,16	0,21178	6.859,53	1.452,70
3	Lâmpada Fluorescente T8 16 W	2,57	0,44602	323,11	144,11
4	Reator Eletrônico 2x16 W	10,00	0,14903	617,83	92,07
5	Reator Eletrônico 2x28 W	10,00	0,14903	8.015,57	1.194,55
				CA_{lum}	2.883,43
RCB iluminação2		0,8981			

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 16 - Custos anualizados para os motores

CUSTOS ANUALIZADOS					
Descrição		Vida útil [anos]	FRC	CPE	CA
MATERIAIS					
Motores					
1	Acessórios	20,00	0,10185	0,00	0,00
2	15CV Premium Alto Rendimento 4 Polos	10,00	0,14903	11.707,87	1.744,81
				CA_{Mot}	1.744,81

RCB motores	1,1058
--------------------	---------------

Fonte: Baseado em Copel, 2012

onde:

- FRC- fator de recuperação do capital;
- CPE- custo de equipamentos com a mesma vida útil;
- CA- custo anualizado de equipamentos com a mesma vida útil.

Pode-se notar que a troca dos motores não rende uma relação custo benefício aceitável pela COPEL, que é de 0,8. A mesma situação pode-se conferir em relação a substituição do sistemas de iluminação da opção 2, na tabela 15, onde encontra-se um valor de 0,89. Apenas na opção 1 para iluminação (tabela 14) a relação custo-benefício foi alcançado.

Tabela 17 - Custo dos usos finais com a iluminação da opção 1

USO FINAL	EE Energia economizada (MWh/ano)	RDP Retirada de demanda na ponta (kW)	CAtotal Custo anualizado (R\$)	Benefícios anualizados (R\$)	RCBuso final	Peso (%)	RCBtotal
Iluminação	25,92	3,55	3.474,49	5.726,30	0,6068	89,71%	0,6581
Motores	2,97	3,26	1.744,81	1.577,84	1,1058	10,29%	
Outros	-	-	-	-	0,0000	-	
	28,90	6,81				100,00%	

Fontes: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 18 - Custo dos usos finais com a iluminação da opção 2

USO FINAL	EE Energia economizada (MWh/ano)	RDP Retirada de demanda na ponta (kW)	CAtotal Custo anualizado (R\$)	Benefícios anualizados (R\$)	RCBuso final	Peso (%)	RCBtotal
Iluminação	14,53	1,99	2.883,43	3.210,66	0,8981	83,01%	0,9334
Motores	2,97	3,26	1.744,81	1.577,84	1,1058	10,29%	
Outros	-	-	-	-	0,0000	-	
	17,51	5,25				100,00%	

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Nas tabelas 17 e 18 tem-se os custos anualizados para os respectivos estudos da opção 1 e 2 de iluminação, nesta tabela pode-se notar a relação custo-benefício total, sendo o único estudo viável para COPEL .

Apesar da opção 2, com lâmpadas fluorescentes tubulares T5, representar a opção mais viável devido ao seu custo inferior à iluminação LED, não teria um projeto de eficiência energética que seria aprovado pela COPEL.

Nas tabelas 19 e 20, têm-se os custos finais de cada opção, tendo-se ao final, a energia economizada mensalmente por cada uma. No caso da opção 1 de iluminação junto com a troca dos motores para os compressores, tem-se uma energia economizada de aproximadamente 2400 kWh/mês e na opção com lâmpadas fluorescentes tubulares T5 de 28 W junto a troca dos motores tem-se uma energia economizada de aproximadamente 1400 kWh/mês. Ambas representam algum ganho na fatura do consumidor ao final do mês. Vale ressaltar que na opção das lâmpadas fluorescentes T5 não foi incluso os custos das luminárias novas, o que acarretaria um custo ainda maior.

Tabela 19 - Resultados finais com a iluminação da opção 1

Tipos de custos	Custos totais		Origem dos recursos (R\$)			
	R\$	%	Próprios (Concessionária)	Terceiros	Consumidor	Totais
Custos diretos						
Materiais e equipamentos	15.495,22	44,17%	15.495,22			15.495,22
Mão de obra própria (Concessionária)	3.240,30	9,24%	3.240,30			3.240,30
Mão de obra de terceiros	5.720,00	16,31%	5.720,00			5.720,00
Transporte (Concessionária)	1.000,00	2,85%	1.000,00			1.000,00
Outros custos diretos	-	-	-			-
Sub total:	25.455,52	72,57%	25.455,52	0,00	0,00	25.455,52
Custos indiretos						
Auditoria contábil financeira	-	-	-			-
Descarte de materiais e equipamentos	288,50	0,82%	288,50			288,50
Medição e verificação	8.000,00	22,81%	8.000,00			8.000,00
Outros custos indiretos	1.333,34	3,80%	1.333,34			1.333,34
Sub total:	9.621,84	27,43%	9.621,84	0,00	0,00	9.621,84
Total:	35.077,36	100,00%	35.077,36	0,00	0,00	35.077,36

Limitadores	Limites	Calculada
"Mão de obra própria (Concessionária)" / R\$ _{Total Projeto}	20,00%	9,24%
"Acessórios" / "Materiais e equipamentos"	3,00%	-
"Medição e verificação" / R\$ _{Total Projeto}	5,00%	22,81%
("Mão de obra terceiros" + "Descarte de materiais" + "Medição e verificação") / "Materiais e equipamentos"	30,00%	90,41%
Pay back simples	Meses	58
Vida útil média	Meses	154
Energia economizada mensalmente	kWh	2.408,03
Benefício mensal aproximado	R\$	608,68
Número de parcelas para recuperação integral do investimento (sem juros)	Meses	58

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

Tabela 20 - Resultados finais com a iluminação da opção 2

Tipos de custos	Custos totais		Origem dos recursos (R\$)			
	R\$	%	Próprios (Concessionária)	Terceiros	Consumidor	Totais
Custos diretos						
Materiais e equipamentos	8.089,90	29,39%	8.089,90			8.089,90
Mão de obra própria (Concessionária)	3.092,19	11,23%	3.092,19			3.092,19
Mão de obra de terceiros	5.720,00	20,78%	5.720,00			5.720,00
Transporte (Concessionária)	1.000,00	3,63%	1.000,00			1.000,00
Outros custos diretos	-	-	-			-
Sub total:	17.902,09	65,04%	17.902,09	0,00	0,00	17.902,09
Custos indiretos						
Auditoria contábil financeira	-	-	-			-
Descarte de materiais e equipamentos	288,50	1,05%	288,50			288,50
Medição e verificação	8.000,00	29,07%	8.000,00			8.000,00
Outros custos indiretos	1.333,34	4,84%	1.333,34			1.333,34
Sub total:	9.621,84	34,96%	9.621,84	0,00	0,00	9.621,84
Total:	27.523,93	100,00%	27.523,93	0,00	0,00	27.523,93
Limitadores						
"Mão de obra própria (Concessionária)" / R\$ _{Total Projeto}				20,00%	11,23%	
"Acessórios" / "Materiais e equipamentos"				3,00%	-	
"Medição e verificação" / R\$ _{Total Projeto}				5,00%	29,07%	
("Mão de obra terceiros" + "Descarte de materiais" + "Medição e verificação") / "Materiais e equipamentos"				30,00%	173,16%	
Pay back simples				Meses	69	
Vida útil média				Meses	148	
Energia economizada mensalmente				kWh	1.459,03	
Benefício mensal aproximado				R\$	399,04	
Número de parcelas para recuperação integral do investimento (sem juros)				Meses	69	

Fonte: Baseado em COPEL, 2012

3.9 APLICAÇÃO DO ENDOMARKETING

Com a finalidade de conscientizar os funcionários da empresa, será distribuído o informativo “Dicas de economia de energia”, que se encontra, respectivamente, no Apêndice A e também será colocado o cartaz da figura 26.

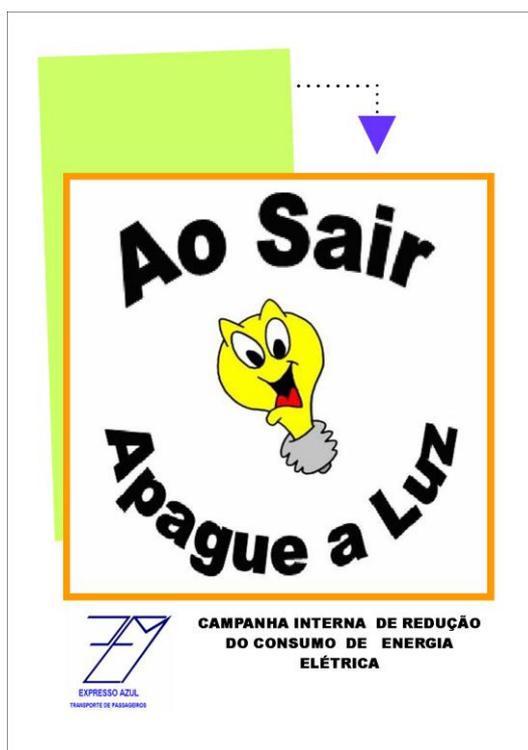


Figura 26 - Cartaz de conscientização

Fonte: Autores, 2012

O cartaz será fixado nas paredes das salas e em outros locais de grande circulação.

3.10 OTIMIZAÇÃO TARIFÁRIA

Visando aperfeiçoar a contratação de energia na empresa, foram realizadas diversas simulações tarifárias com os dados de medição, tanto faturados quanto medidos, para sugerir qual seria a opção mais vantajosa.

Através da memória de massa da empresa, disponível no site da concessionária COPEL, foi retirado um período de 15 dias (16/12/2012 a

30/12/2012), excluindo a medida do dia 25/12, sendo o mesmo dia de Natal e sendo o consumo fora do padrão para o dia. Com estes dados foi traçado o perfil de carga de cada dia de uma semana. Como mostrado nas figuras 27 a 33. Pode-se notar que o perfil é dinâmico, mudando os valores drasticamente a cada 15 minutos.

Pode-se verificar que o consumo da madrugada é elevado devido aos compressores que ligam durante a noite (devido a falta de um controle eletrônico) e também na madrugada acontece o abastecimento da frota e limpeza dos ônibus. Este processo de abastecimento e lavagem inicia-se às 17h30min até às 5h30min do dia seguinte. Tem-se também a partir das 20h (devido ao horário de verão) o acendimento da iluminação do pátio com refletores que utilizam lâmpadas de vapor de sódio, num total de 28 unidades de 400 W, permanecendo ligada até às 5h30min. Nos períodos de 5h30min as 08h e das 17h30min até 20h, trabalham apenas um pequeno grupo de pessoas do tráfego e um segurança, não caracterizando um grande consumo.

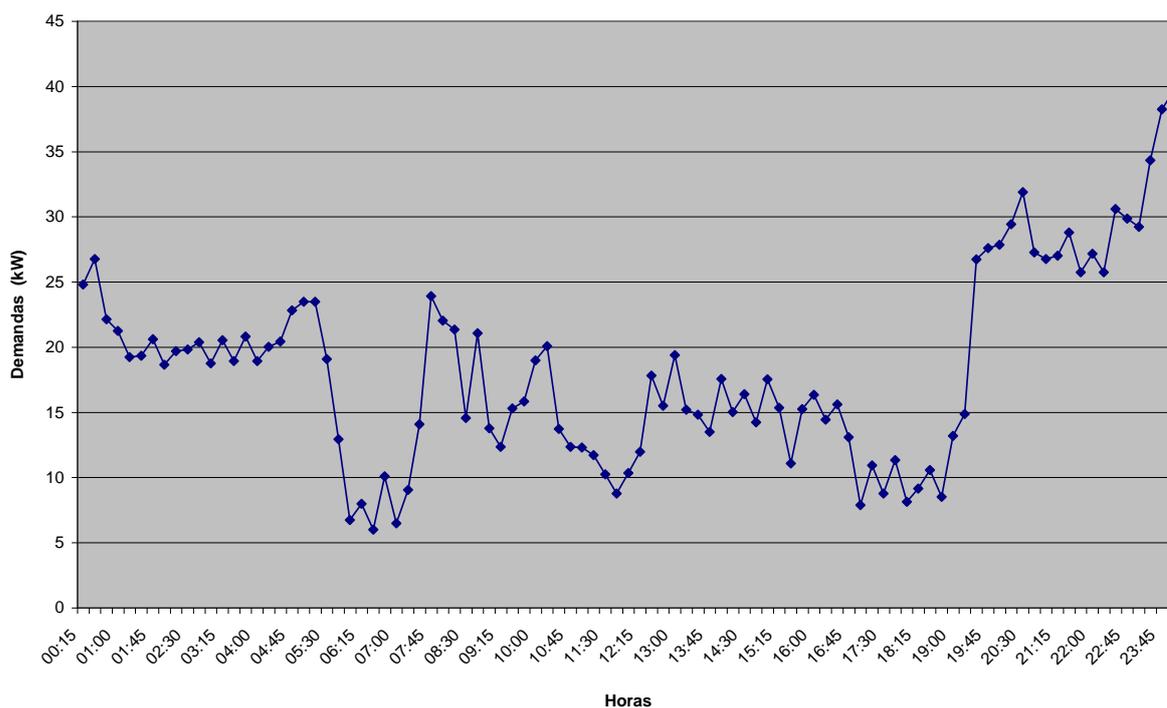


Figura 27 - Perfil de demanda no dia 17/12 (segunda-feira)

Fonte: Autores, 2012

Na figura 27, pode-se verificar que os maiores consumos estão entre a madrugada de domingo (que foi menos elevada em relação aos próximos dias, devido ser domingo) e das 8h em diante.

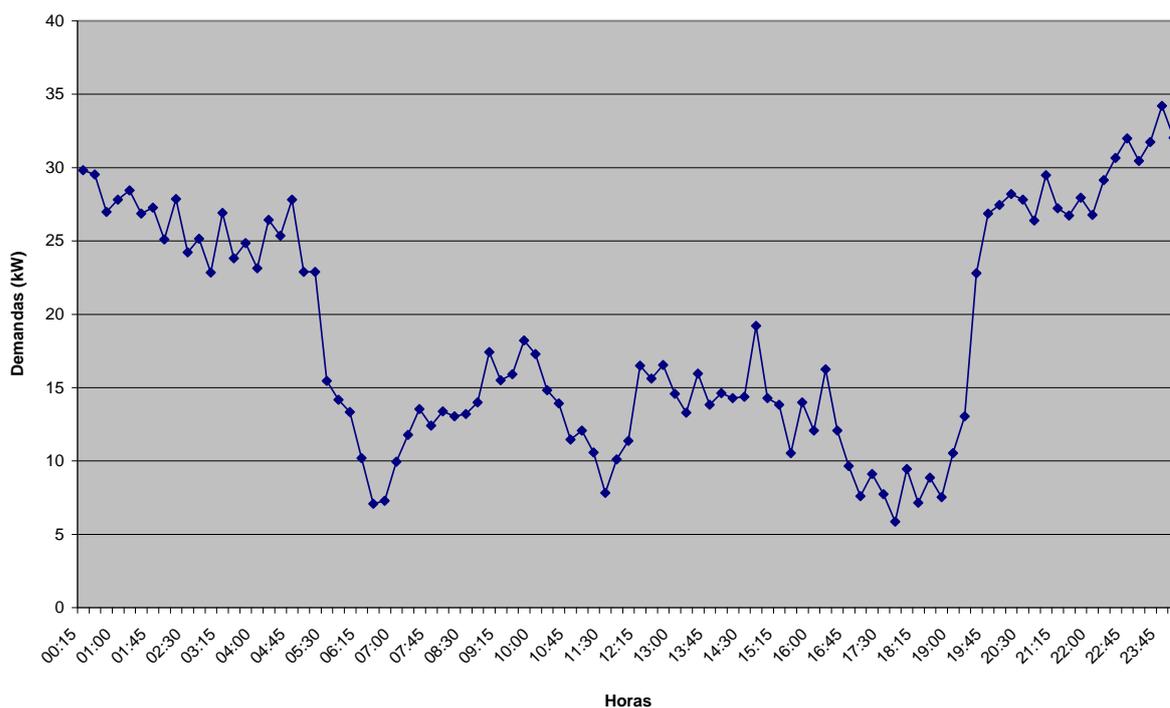


Figura 28 - Perfil de demanda no dia 18/12 (terça feira)

Fonte: Autores, 2012

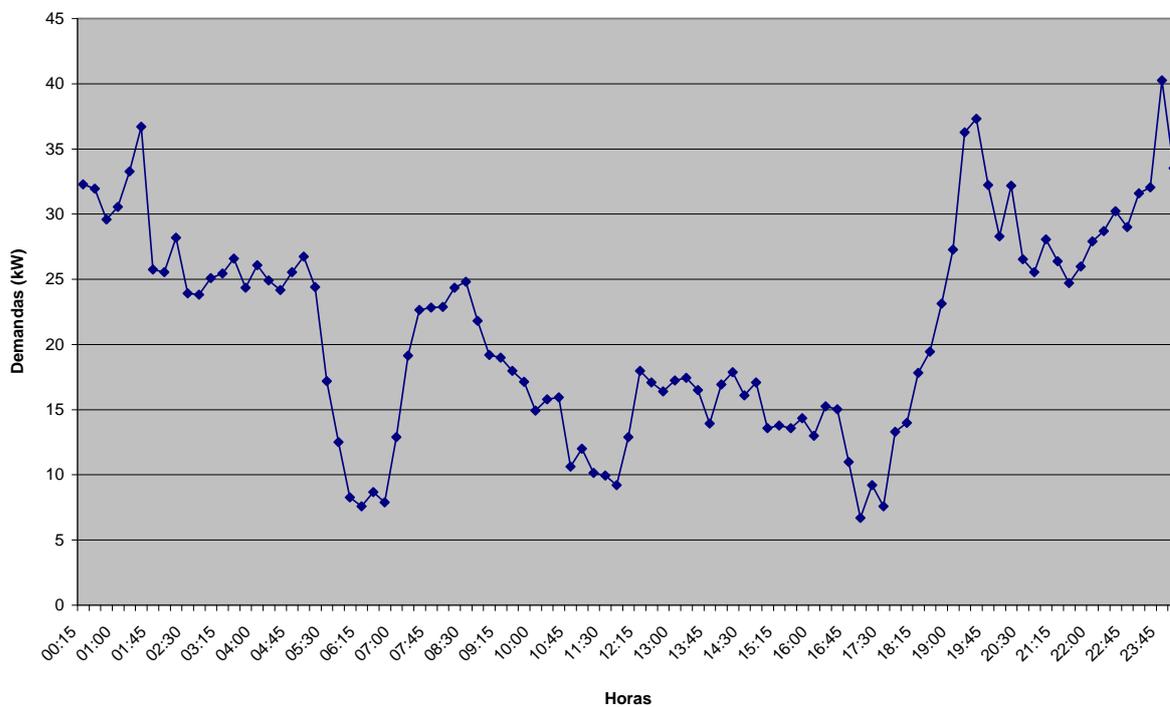


Figura 29 - Perfil de demanda no dia 19/12 (quarta feira)

Fonte: Autores, 2012

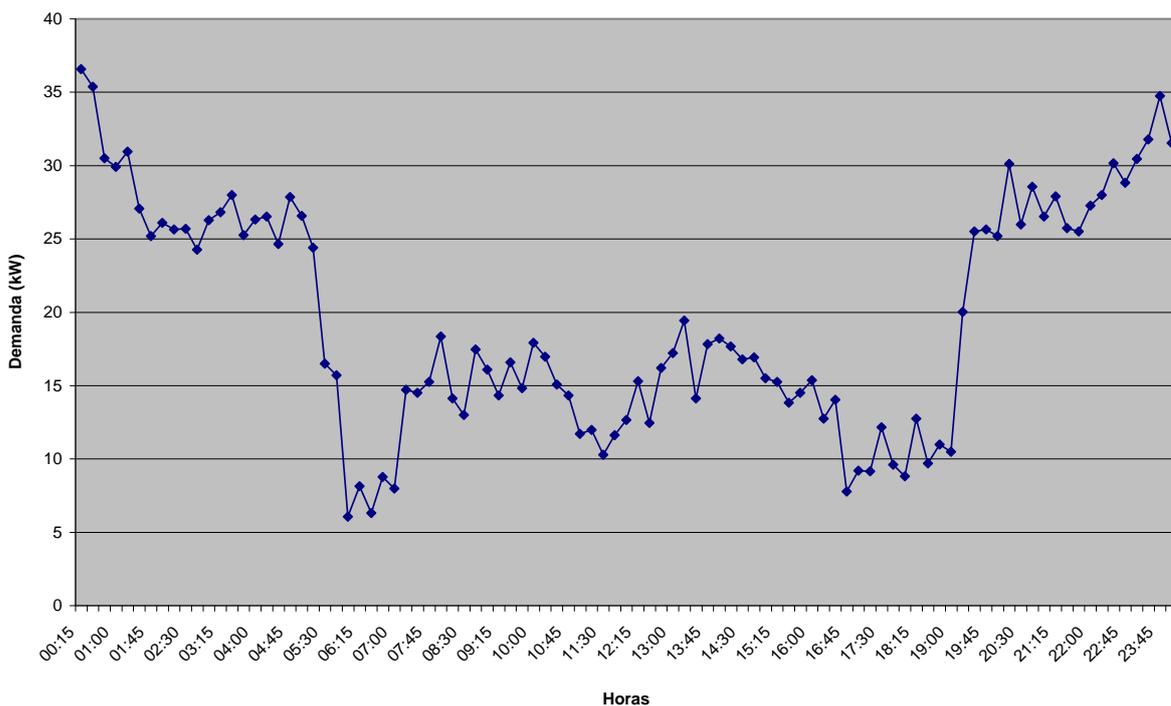


Figura 30 - Perfil de demanda no dia 20/12 (quinta feira)

Fonte: Autores, 2012

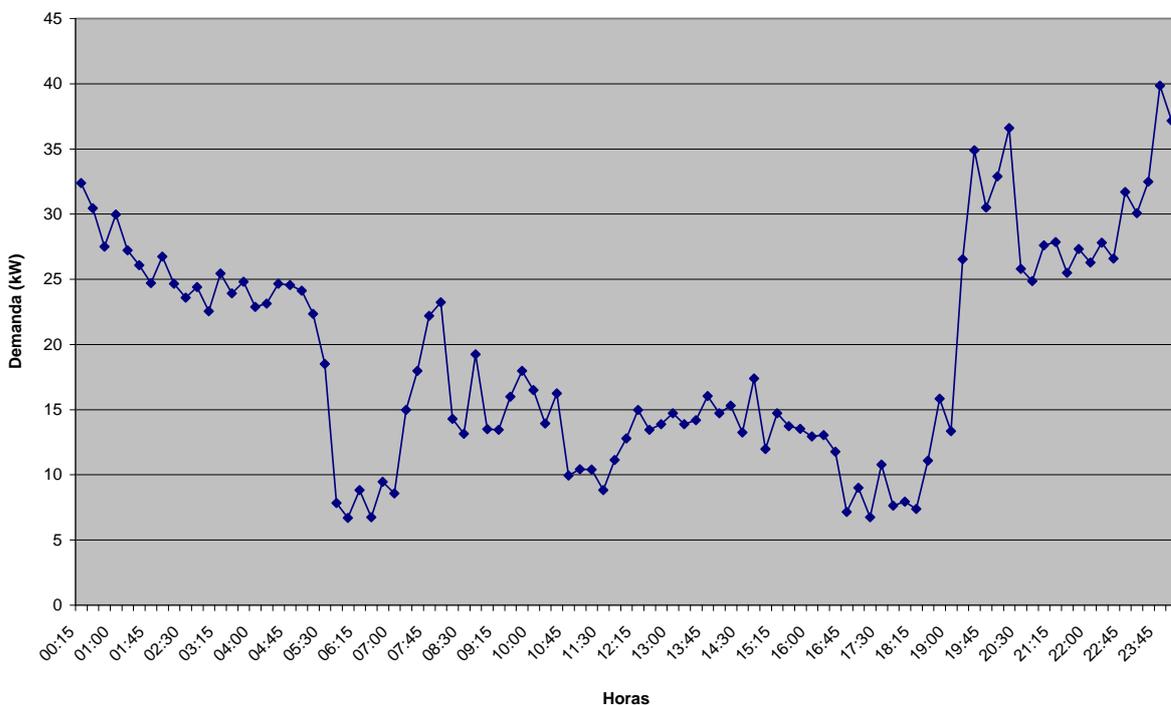


Figura 31 - Perfil de demanda no dia 21/12 (sexta feira)

Fonte: Autores, 2012

Nas figuras 28, 29, 30 e 31 tem-se os perfis de demanda de terça feira (figura 28) a sexta feira (figura 31) apresentando pouca variação nos consumos, apenas o consumo da 24hs até às 5h30mim passa a ser maior devido ao turno noturno de limpeza e abastecimento.

Na figura 32, tem-se o perfil de demanda de um sábado típico com o consumo normal da madrugada, mas com redução durante o dia devido a expediente de manutenção ser até às 12h e não haver expediente administrativo.

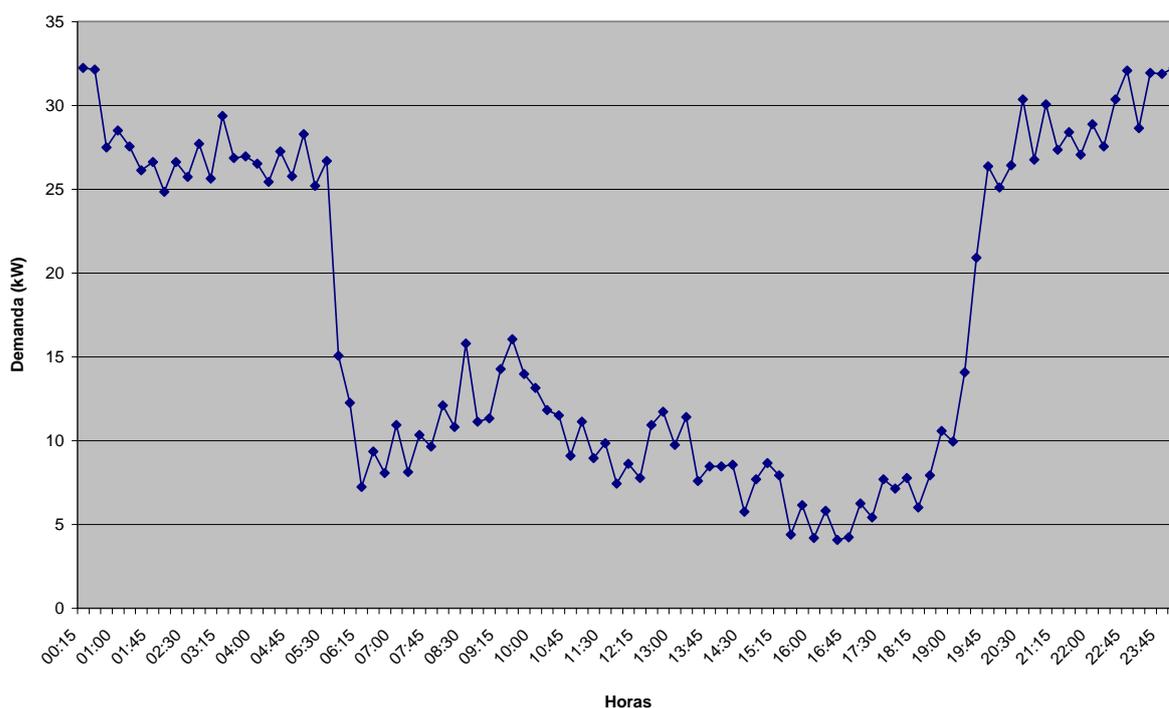


Figura 32 - Perfil de demanda no dia 22/12 (sábado)

Fonte: Autores, 2012

Na figura 33, tem-se o perfil de demanda de um domingo típico, onde nota-se haver um consumo reduzido durante às 8h30mim até 19h30mim devido haver apenas o expediente da segurança e plantonistas de manutenção.

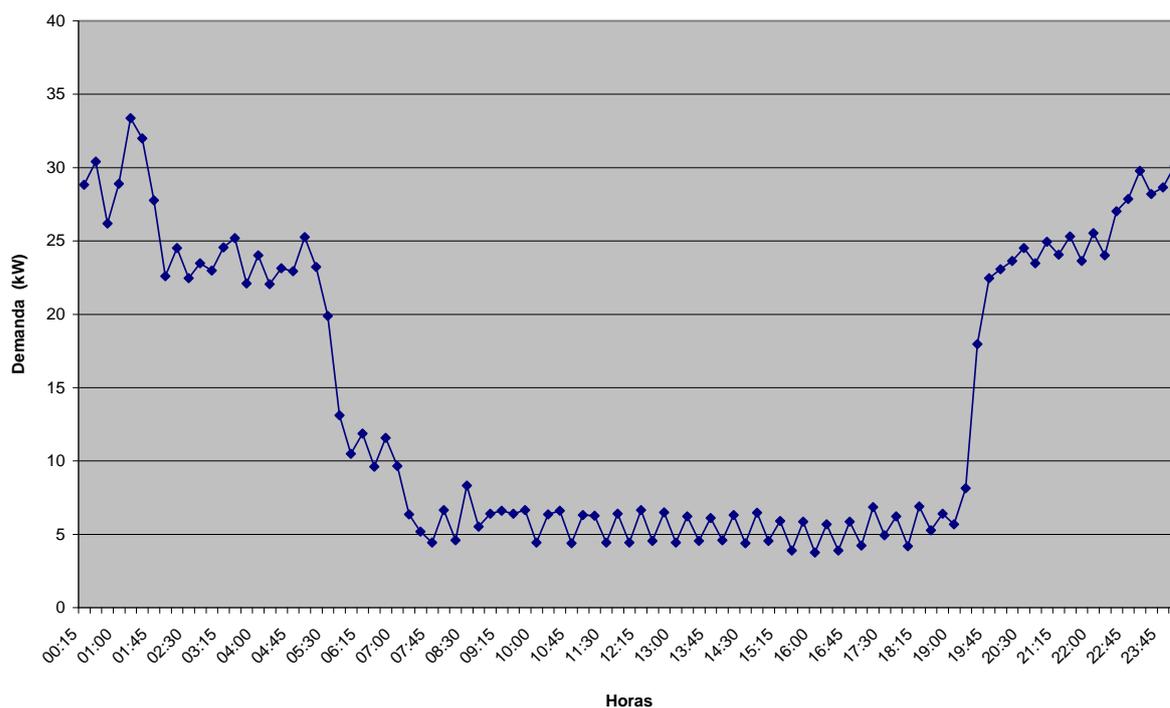


Figura 33 - Perfil de demanda no dia 23/12 (domingo)

Fonte: Autores, 2012

Com os dados foi realizado o estudo do consumo médio típico mensal, para construir um estudo tarifário, sendo que o resultado pode ser visto na tabela 21.

Tabela 21 - Valores de consumo e demanda médios de um mês típico

Mês Típico			
Consumo na Ponta	572,658 kWh	Demanda na Ponta	37 kW
Consumo Fora de Ponta (Dia Útil)	8070,79 kWh	Demanda fora da ponta	39 kW
Consumo Fora de Ponta (Final de semana)	1614,16 kWh		
Consumo Fora de Ponta Total	9684,95 kWh		

Fonte: Autores, 2012

A partir dos valores da tabela 21, foi efetuado uma simulação tarifária no site da COPEL, obtendo os resultados na tabela 22.

Tabela 22 - Importes de consumo e demanda

Convencional			
	Qtd.	Tarifa	Sub Total
Consumo	10.514,00	0,14086	1481,00
Demanda	39,97	17,87	714,26
Total			2.195,26
Obs: Esta modalidade está limitada a uma demanda máxima de 299kW			
Azul			
	Qtd.	Tarifa	Sub Total
Consumo Fora da Ponta	9.927,00	0,13427	1.332,90
Consumo na Ponta	587,00	0,21329	125,2
Demanda Fora da Ponta	39,97	5,12	204,55
Demanda na Ponta	37,92	18,37	696,59
Total:			2.359,34
Verde			
	Qtd.	Tarifa	Sub Total
Consumo Fora da Ponta	9.927,00	0,13427	1.332,90
Consumo na Ponta	587,00	0,65511	384,55
Demanda	39,97	5,12	204,65
Total			1.922,10

Fonte: Baseado em Copel, 2013

Pelos custos da COPEL, segundo a resolução nº 1431 de janeiro de 2013, foi obtida a melhor modalidade tarifária para a empresa que é a horária verde em substituição a modalidade convencional² existente, que para o perfil de demanda e o modelo de trabalho obtém-se o menor custo de tarifa.

Observando a figura 34, pode-se visualizar melhor o comparativo das modalidades tarifárias para a empresa.

² A modalidade tarifária convencional deixará de existir em 2015 (ANEEL, 2011).

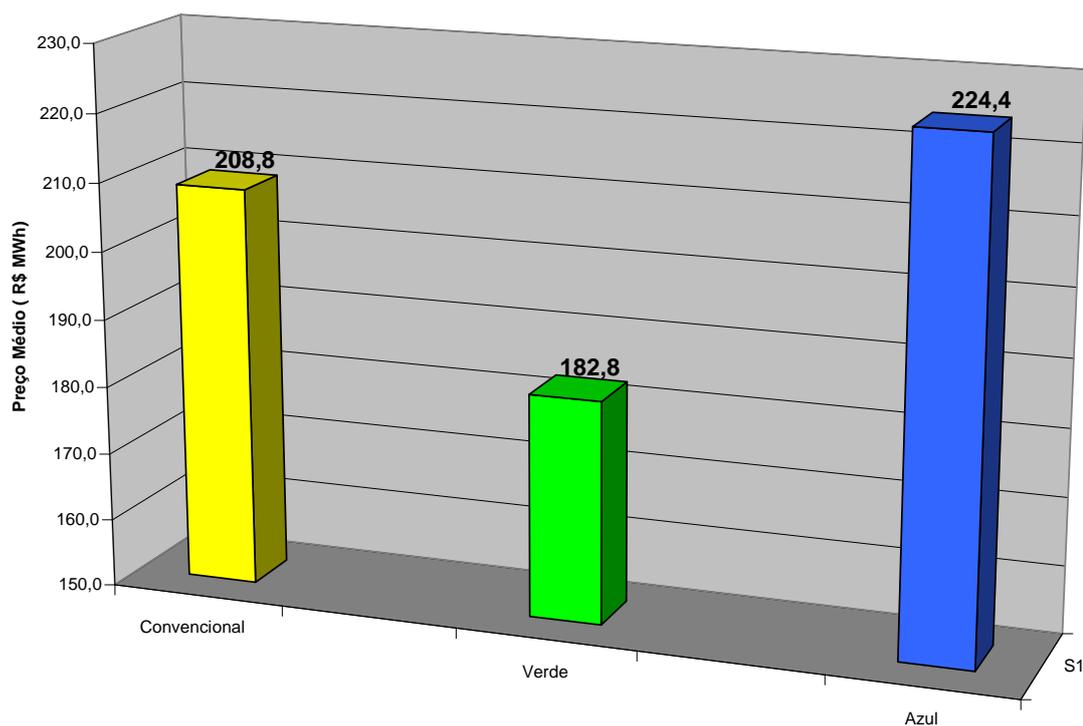


Figura 34 - Comparação das modalidades tarifárias

Fonte: Autores, 2013

3.11 OUTRAS OPÇÕES DE REDUÇÃO DE CONSUMO

Nesta seção foram apresentadas outras opções que estão fora da chamada pública da COPEL, mas que seriam úteis para empresa.

3.11.1 Avaliação da Instalação

Com o intuito de diminuir perdas por falta de manutenção, foram coletadas algumas opções de melhorias descritas a seguir.

a) Quadro de Distribuição dos Compressores

Na figura 35, tem-se uma visão do quadro de distribuição dos compressores.

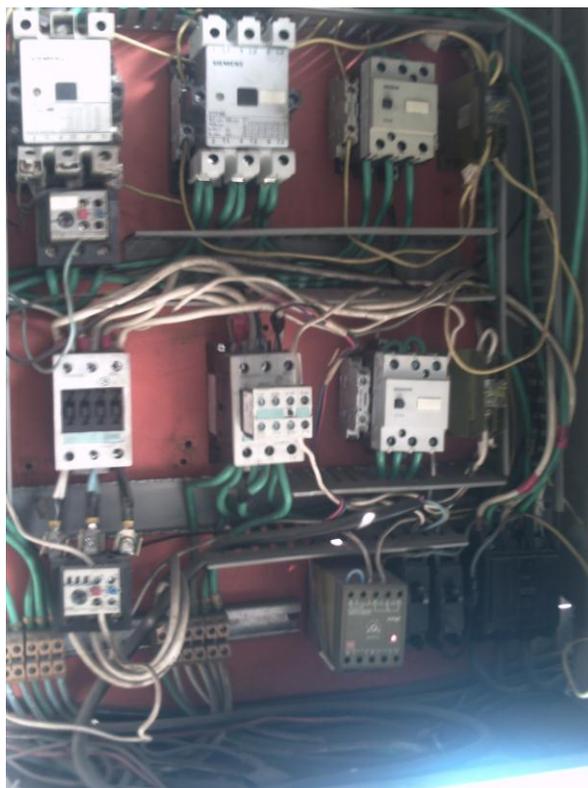


Figura 35 - Quadro de distribuição dos compressores
Fonte: Autores, 2012

A melhoria do quadro de alimentação dos compressores, através da implantação de um inversor de frequência ou de um Softstarter para cada compressor, permitiria que se altere a velocidade do motor de zero rpm à velocidade nominal, criando um rampa de aceleração para o motor e diminuindo a corrente de partida.

Também se deve eliminar fugas de energia pelo sistema de aterramento devido a fiação estar em curto-circuito com a carcaça do quadro, além de reapertar periodicamente os fios de contato dos elementos de manobra do quadro, o que ocasiona mau contato e superaquecimento e perdas de energia por calor , além de possibilitar a propagação de um incêndio.

Na figura 36, observou-se um curto-circuito no quadro de distribuição dos compressores devido à má isolamento da fiação.



Figura 36 - Curto encontrado no quadro dos compressores
Fonte: Autores, 2012

Já na figura 37, apresenta a fiação do disjuntor geral dos compressores com a isolação derretida por superaquecimento devido a um parafuso espanado no próprio disjuntor.

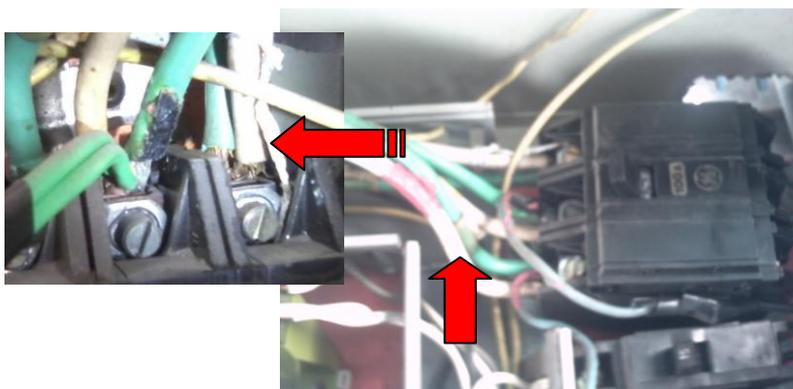


Figura 37 - Fio com superaquecimento por mau contato
Fonte: Autores, 2012

b) Iluminação

É necessário o estabelecimento de um cronograma de limpeza das luminárias do barracão para melhorar e aproveitar o potencial de iluminação da lâmpada. Na figura 38, observou-se uma luminária de vapor de sódio localizada na oficina completamente suja, impossibilitando a passagem da luz para o ambiente, diminuindo assim a quantidade da iluminação do ambiente.



Figura 38 - Luminária com a lente suja
Fonte: Autores, 2012

c) Compressores

A criação de um programa de manutenção preventiva tem por objetivo possibilitar a eliminação de problemas futuros e riscos de acidentes com pessoas e prejuízos ao patrimônio da empresa, além de buscar reduzir desperdícios de energia. Deve-se gerar uma consciência da necessidade de um trabalho de manutenção preventiva, uma vez que o investimento nesse tipo de procedimento pode ser bem menor do que o gasto futuro com a correção dos problemas, sem contar o que se perde pela interrupção do trabalho durante o período de reparo.

Sendo assim deve-se elaborar um cronograma de manutenção preventiva dos compressores como:

- Limpeza e verificação dos filtros de ar. Na figura 39, pode-se notar a falta de limpeza do filtro;



Figura 39 - Filtro de ar dos compressores
Fonte: Autores, 2012

- verificação e limpeza dos purgadores;
- verificação do estado de conservação de correias e polias;
- regulagem da pressão de acordo com a necessidade;
- verificação dos pressostatos. Na figura 40, nota-se a falta de limpeza e cuidado do pressostato;

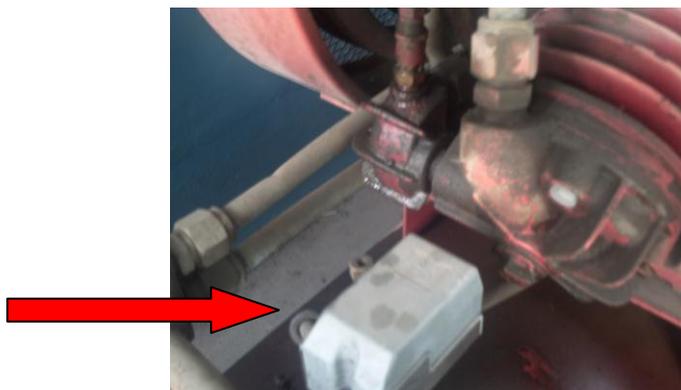


Figura 40 - Pressostatos
Fonte: Autores, 2012

- colocação de unidades de tratamento de ar nos postos de trabalho;
- eliminar vazamentos nas tubulações, etc.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho primeiramente procurou-se abordar os aspectos da política energética nacional e os programas de eficiência energética. As principais cargas presentes numa empresa de transporte coletivo foram estudadas, bem como o processo de funcionamento da mesma. Também estudou-se as instruções para a aplicação da eficiência energética nos equipamentos. A metodologia da ANEEL para a realização de diagnósticos energéticos foi sugerida.

Após a instalação do analisador de energia, cedido pela UTFPR, levanto-se perfil de consumos dos compressores, o que foi imprescindível para realização deste trabalho. O perfil de demanda da empresa foi obtido através da memória de massa do medidor da COPEL, sendo o mesmo crucial para a análise de otimização tarifária.

O somatório dos consumos medidos e estimados resultou em valores próximos aos das faturas de energia elétrica estudadas. Dos usos finais presentes na instalação, primeiramente, optou-se pela escolha da efficientização dos sistemas de iluminação e força motriz dos compressores de ar. Infelizmente, a avaliação da força motriz dos compressores não resultou em uma alternativa viável devido, principalmente, ao seu elevado índice de relação custo benefício (RCB), que foi de aproximadamente 1,11.

Entretanto, o sistema de iluminação com LED (opção1), apresentou considerável potencial de conservação de energia apesar da segunda opção (opção 2) com lâmpadas fluorescentes T5 apresentar uma relação custo benefício (RCB) de aproximadamente 0,89, acima do admitido pela COPEL, que é 0,80. A análise dos dados coletados em campo para o sistema proposto no diagnóstico energético tornou possível à obtenção de um valor viável para a relação custo benefício, apesar das lâmpadas LED constituírem-se um custo muito elevado para implantação em um ambiente comercial. Cargas como, televisores, computadores e outros motores em geral não foram avaliados, devido ao curto período de tempo que permanecem em funcionamento.

Através da análise da otimização tarifária mostrou-se que a modalidade horária verde é a melhor opção, pois apresentou menor custo em virtude do perfil de consumo da empresa.

As ações de *endomarketing* estão em sendo implementadas gradativamente na empresa, devido à quantidade de funcionários e horário disponível para palestras.

A empresa possui um projeto em andamento para a implantação de uma nova garagem em Pinhais, sendo o estudo realizado neste trabalho uma opção de implantação para esta nova unidade, bem como todas as opções de melhorias.

Apesar das dificuldades, do curto espaço de tempo e das mudanças repentinas e variadas que ocorreram na legislação energética do país, bem como implantação de novas modalidades tarifárias da energia elétrica pelo governo federal no início do ano 2013, a equipe conseguiu adequar o seu estudo nos padrões do Edital da Chamada Pública da COPEL (nos moldes de 2012), do Programa de Eficiência Energética da Companhia. Para que esse projeto possa ser encaminhado à COPEL e depois à ANEEL, é necessário que haja um enquadramento às novas regras para a Chamada Pública de 2013 e um engenheiro responsável para a assinatura e acompanhamento da execução do mesmo, mas nada impede a empresa de buscar a efficientização de uma garagem com recursos próprios.

4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Assim como a empresa estudada apresentou considerável potencial de economia, ou seja, de conservação de energia tanto com a substituição de equipamentos quanto com a alteração da modalidade tarifária de faturamento, é interessante que outros trabalhos contemplem os demais tipos de empresas com fins lucrativos em vários segmentos.

É necessário lembrar que nada impede que os estudantes desta instituição e de outras, realizem palestras não somente em empresa com fins lucrativos, mas também as sem fins lucrativos tendo como principal objetivo a divulgação a partir do uso adequado e eficiente da energia elétrica aos usuários e colaboradores desses locais. Essas e outras ações tornam possível a melhoria da eficiência energética no país.

REFERÊNCIAS

ABREU, Y. V de. **Estudo Comparativo da Eficiência Energética da Indústria da Cerâmica de Revestimento Via Úmida no Brasil e na Espanha**. Campinas, SP, 2003. Disponível em: (www.procel.com.br). Acesso em: novembro de 2012.

ABNT NBR ISO 8995-1. **Iluminação de Ambientes Internos de Trabalho**. 2010.

ALVAREZ, A. L. M. **Eficiência Energética em Sistemas Iluminação**. São Paulo: GEPEA, 2000. Apostila.

ALVAREZ, A. L. M. **Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para determinação dos potenciais de conservação dos usos finais em instalações de ensino e similares**. São Paulo, 1998. Dissertação de mestrado da USP. Disponível em: (www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde.../Dissertacao.pdf). Acesso em: outubro de 2012

AMÉRICO, M. **Eficiência Energética em Lan Houses**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: ([http://www.riosoft.org.br/media/Cartilha de Eficiencia Energetica em Lan Houses.pdf](http://www.riosoft.org.br/media/Cartilha_de_Eficiencia_Energetica_em_Lan_Houses.pdf)). Acesso em: junho de 2013.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética – 2008**. [Brasil], 2008 a. Disponível em: (http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/aren2008300_2.pdf). Acesso em outubro de 2012

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei n.º 11.465 de 28 de março de 2007**. [Brasil], 2007. Disponível em: (<http://www.aneel.gov.br>). Acesso em: outubro de 2012

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **A Agência**. [Brasil], [s.d.]. Disponível em: (http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=2). Acesso em: outubro de 2012.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 414, de 09 de setembro de 2010. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.** [Brasil]. Disponível em: (<http://www.aneel.gov.br>). Acesso em: outubro de 2012.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Lei n.º 12.212 de 20 de janeiro de 2010.** [Brasil], 2010. Disponível em: (<http://www3.aneel.gov.br/netacqi/cobaia.exe?S1=Lei&S2=&S3=&S4=12212&S5Mask=&l=20&SECT1=IMAGE&SECT4=e&SECT6=HITOFF&SECT3=PLURON&SECT2=THESON&SECT5=BIBL04&S6=legislacao&d=BIBL&p=1&u=http://www.aneel.gov.br/biblioteca/pesquisadigit.cfm&r=1&f=G&S5=+N%E3o+'OFC+OF%CDCIO'>). Acesso em outubro de 2012.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Notícias.** [Brasil], 2011 . Disponível em(http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/OutputNoticias.cfm?Identidade=492&id_area=90). Acesso em junho de 2013.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Homologatória Nº1431, de 24 de janeiro de 2013. Redução de Tarifas.** [Brasil]. Disponível em: (http://www.aneel.gov.br/atosdodia_reducaotarifaria/). Acesso em junho de 2013.

ANExplore, **Software Para Análise de Motores Elétricos.** Graphus Energia LTDA. 2012. CD-ROM.

ANL 6000, **Software de Análise.** Embrasul Indústria Eletrônica LTDA. 2012 CD-ROM.

ATAIDE, G. V. J.; COLODETTI, T. **Estudo de Eficiência em Conservação de Energia Elétrica.** Poços de Caldas, MG. 2008. 120p. Dissertação (Graduação) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Graduação em Engenharia Elétrica com Ênfase em Telecomunicação.

BRITO, N. M. **Aplicando o Endomarketing na Biblioteca do CNEC_Geisel.** João Pessoa, 2011, Universidade Federal da Paraíba.

Catálogo Osram de Lâmpadas fluorescente T8. Disponível em: ([http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas & Catlogos/ pdf/Arquivos/Iluminacao_Geral/Fluorescente Tubular T8.pdf](http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_%26_Catlogos/_pdf/Arquivos/Iluminacao_Geral/Fluorescente_Tubular_T8.pdf)) Acesso em: janeiro de 2013.

Catálogo Osram de Lâmpadas Fluorescentes Tubulares e circulares. Disponível em : ([http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas %26 Catlogos/ pdf/Arquivos/Iluminacao_Geral/Catlogo Geral 2011-2012/AF_05 fluortubulares-print.pdf](http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_%26_Catlogos/_pdf/Arquivos/Iluminacao_Geral/Catlogo_Geral_2011-2012/AF_05_fluortubulares-print.pdf)). Acesso em: janeiro de 2013.

CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. [Brasil], [s.d.]. Disponível em: (http://www.conpet.gov.br/portal/conpet/pt_br/conteudo-gerais/conpet.shtml). Acesso em: julho de 2012.

COPEL – Manual de Eficiência Energética. [Brasil], 2005. Disponível em ([http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)). Acesso em: setembro de 2012.

COPEL – Edital da Chamada Pública Nº 003/2012. 2012. Disponível em (<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2F2EBBDB9462B99CB803257A02006D3997>). Acesso em: agosto de 2012.

ELETROBRÁS. PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. [Brasil], 2003 a. Disponível em: (<http://www.eletrabras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={67469FA5-276E-431F-B9C0-6F40630498EE}>). Acesso em: julho de 2012.

ELETROBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Dados contidos na página da internet. Disponível em (www.eletrabras.com). Acesso em junho de 2012.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Dados contidos na página da internet. Disponível em: (<http://www.epe.gov.br/leiloes/Paginas/default.aspx?CategoriaID=6801>). Acesso em junho de 2013

FARIA, C. Arquitetura Bioclimática. **Infoescola**, Santa Catarina, 2013. Disponível em: (<http://www.infoescola.com/arquitetura/arquitetura-bioclimatica/>) . Acesso em junho de 2013.

FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná. **Cenários Energéticos 2020**. Curitiba: SENAI/IEL/PR, 2006. Disponível em (http://www.fiepr.org.br/observatorios/uploadAddress/Cenarios_Energeticos_Globais%5B38511%5D.pdf). Acesso em agosto de 2012.

GODOI, J. M. A. **Eficiência Energética Industrial: um modelo de governança de energia para indústria sob os requisitos de sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado – Programada Inter unidades de Pós Graduação em Energia) Universidade São Paulo, 2011. Disponível em (www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/.../GODOI_JMA.pdf). Acesso em: dezembro 2012.

GOLDEMBERG, J. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3. ed. SP, Edusp: 1997.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem**. [Brasil], [s.d.]. Disponível em: (<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/eficiencia.asp>). Acesso em: junho de 2012.

INTRAL. **Catalogo de Reatores Intral**. Disponível em: (<http://www.intral.com.br/produtos/reatores>). Acesso em: janeiro de 2012

JANNUZZI, G.; DANELLA. M. A.; SILVA. S. A. S. **Metodologia para avaliação da aplicação dos recursos dos programas de eficiência energética**. Energy Discussion Paper N° 2.60-01/04. International Energy Initiative. Campinas, 2004. Disponível em (<http://www.iei-la.org/admin/uploads/edpaper2600104.pdf>). Acesso em dezembro de 2012

KOZLOFF, K.; COWART, R.; JANNUZI, G. e MIELNIK, O. **Recomendações para uma Estratégia Regulatória Nacional de Combate ao Desperdício de**

Eletricidade no Brasil. Financiado por *United States Agency for International Development (USAID)* - Brasil. 2000.

LAWDER, J. H. **Análise Energética e Econômica em uma Agroindústria de Laticínios.** Cascavel, PR: UNIOESTE, 2012. Disponível em (cac.php.unioeste.br/pos/media/File/energia_agricultura/pdf/Dissertação_Jose_Lawder.pdf). Acesso em: agosto de 2012.

FACCION, A. S; RODRIGUES, J. A. P. ;HENRIQUES, M. F. J. :**Manual Para as Micro e Pequenas Empresas.** Rio de Janeiro: SEBRAE/RJ, 2006. Disponível em (<http://www.eletronbras.com/pci/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7B592B9D74B46748698C9440FC1082047F%7D&ServiceInstUID=%7B5E202C83-F05D-280-9004-3D59B20BEA4F%7D>). Acesso em: dezembro de 2012.

MARQUES, M. C. S. **Conservação de Energia: eficiência energética de equipamentos e instalações.** 3. ed. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PDEE – Plano Decenal de Energia Elétrica 2006/2015.** Cap. 2. [Brasil], [s.d.]a. Disponível em: (http://www.epe.gov.br/PDEE/20060702_01.pdf). Acesso em: agosto de 2012.

MME – Ministério de Minas e Energia. **PDEE – Plano Decenal de Expansão de Energia 2019.** [Brasil], [s.d.]b. Disponível em: (www.mme.gov.br/mme/galerias/.../PDE2019_03Maio2010.pdf). Acesso em: agosto de 2012.

MME – Ministério de Minas e Energia. **BEN 2012 – Balanço Energético Nacional.** [Brasil], [s.d.]c. Disponível em: (https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf). Acesso em: janeiro de 2013.

NASAR, S. **Electric Machines and Power Systems - Volume I, Electric Machines.** Editora McGraw-Hill, Inc. 1995.

NATURESA, J. S. **Eficiência Energética, Política Industrial e Inovação Tecnológica**. Campinas, SP. 2011.

PINTO, J. , H. Q.; ALMEIDA, E. F.; BOMTEMPO, J. V.; IOOTTY, M.; BICALHO, R. G. **Economia da Energia – Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. Editora Campus. 2007.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Guia técnico – Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005. Disponível em (<http://pessoal.utfpr.edu.br/sola/arquivos/Guia%20Gestao%20Energetica.pdf>). Acesso em janeiro de 2013

REIS, L. B. R ; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Barueri, SP, Manole: 2005.

SANTANA, E. A.; MARIANO, J. B.. **Políticas e Programas de Eficiência Energética no Brasil**. Capítulo 7, 2008. Disponível em: (<http://www.ariae.org/download/sostenibilidad/alves.pdf>). Acesso em: dezembro 2012

Schulz. **Catalogo de Compressores**. Disponível em: (www.schulz.com.br/). Acesso em: dezembro de 2012

SÓRIA, A. F. S. ; FILIPINI, F. A.: **Eficiência Energética** . Curitiba-PR, Editora Base, 2010.

WEG – Indústrias S.A. **Manual de Motores Elétricos**. [Brasil], 2006. Disponível em: (<http://www.weg.com.br/asp/system/empty.asp?P=134&VID=&SID=561335252121162&S=0&C=24121>). Acesso em dezembro de 2012.

WITWER, E. S. ; WARGAS, R. **Os Efeitos Causados pelo Racionamento de Energia Elétrica nas Micro , Pequenas e Médias Empresas Brasileiras**. Artigo apresentado no Décimo Congresso Brasileiro de Energia. Disponível em: (<http://www.seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/CBE2004/X-CBE.PDF>). Acesso em: dezembro de 2012.

APÊNDICE A



Dicas de economia de energia

Todos nós podemos ajudar a combater o desperdício. Economizando energia elétrica, ajudamos a preservar o meio ambiente, ampliamos o tempo de vida dos recursos não-renováveis e adiamos a construção de usinas e a implantação de novas linhas de transmissão.

Conheça algumas pequenas mudanças de hábito e atitudes que fazem a diferença:

- Se possível, não use aparelhos elétricos durante o horário de pico, ou seja, o horário de maior consumo de energia (das 18h às 21h);
- Evite deixar os equipamentos em *stand-by* (modo de espera). Desligue os aparelhos da tomada quando não estiverem sendo usados;
- Na hora da compra, prefira eletrodomésticos com o Selo Procel, que indica aos consumidores quais são os modelos que consomem menos energia;
- Evite o uso de benjamins. O acúmulo de ligações na mesma tomada pode causar o seu aquecimento e aumentar as perdas elétricas;
- Para o aquecimento de água dê preferência aos aquecedores solares. Além da economia na conta de luz, você estará ajudando a preservar o meio ambiente.

Ar condicionado

- Desligue o aparelho quando o ambiente estiver desocupado;
- Mantenha janelas e portas fechadas quando o ar condicionado estiver funcionando;
- Evite o calor do sol no ambiente, fechando cortinas e persianas;
- Não tape a saída de ar do aparelho;



- Proteja a parte externa do ar condicionado da incidência do sol, sem bloquear as grades de ventilação.

Lâmpadas e iluminação

- Evite acender lâmpadas durante o dia. Use melhor a luz do sol, abrindo bem janelas, cortinas e persianas;
- Apague as lâmpadas dos ambientes desocupados;
- Teto e paredes internas pintados com cores claras refletem melhor a luz, diminuindo a necessidade de iluminação artificial;
- As lâmpadas fluorescentes são mais eficientes que as lâmpadas comuns.

Televisão

- Desligue o aparelho se não houver ninguém assistindo;
- Evite dormir com a televisão ligada. Se ela tiver recursos de programação, use o *timer*.

Computador

- Utilize os recursos de economia de energia para desligar o monitor e colocar o computador em estado de espera se eles permanecerem sem uso após um determinado tempo;
- Não deixe monitor, impressora, caixa de som, estabilizador e outros acessórios do computador ligados sem necessidade.

Celular, câmera e notebook

- Não deixe o aparelho "dormir" carregando. Retire da tomada quando a bateria estiver carregada.

Chuveiro elétrico

- Não use o chuveiro elétrico em horários de pico (das 18h às 21h), pois é um dos aparelhos que mais consomem energia;



- Quando não estiver fazendo frio, deixe a chave na posição “Verão”;
- Feche a torneira quando se ensaboar e procure reduzir o tempo do banho. Economizar água também é importante.

Geladeira e freezer

- Não deixe a porta aberta sem necessidade ou por tempo prolongado;
- Arrume os alimentos para que sejam rapidamente encontrados e deixe espaço entre eles para o ar poder circular;
- Não forre as prateleiras, pois isso dificulta a circulação de ar;
- Não use as serpentinas atrás do aparelho para secar panos de prato e roupas.

É importante lembrar que evitar o desperdício não é racionar energia e não compromete necessariamente a qualidade de vida ou a produtividade e o desenvolvimento do país.