

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

PLANO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – ESTUDO DE CASO DA LPX  
AGROINDUSTRIAL DE CAMPO GRANDE/MS

JOÃO CARLOS CAPISTRANO MIDON

CAMPO GRANDE  
2015

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

PLANO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – ESTUDO DE CASO DA LPX  
AGROINDUSTRIAL DE CAMPO GRANDE/MS

JOÃO CARLOS CAPISTRANO MIDON

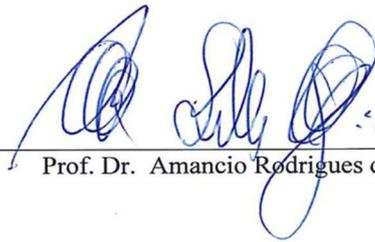
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Eficiência Energética e Sustentabilidade, Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade. Área de concentração: Eficiência Energética.

Orientador: Prof. Dr. Amancio Rodrigues da Silva Junior.

CAMPO GRANDE  
Dezembro - 2015

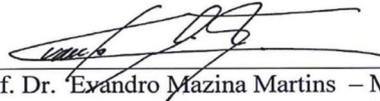
## FOLHA DE APROVAÇÃO

Redação final do Trabalho de Conclusão Final de Curso defendida por **JOÃO CARLOS CAPISTRANO MIDON**, aprovada pela Comissão Julgadora em 16 de Dezembro de 2015, na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para obtenção do título de Mestre em Eficiência Energética e Sustentabilidade.



---

Prof. Dr. Amancio Rodrigues da Silva Junior – Orientador  
INFI/UFMS



---

Prof. Dr. Evandro Mazina Martins – Membro Titular  
FAENG/UFMS



---

Prof. Dr. Flávio Aristone – Membro Suplente  
INFI/UFMS

A Deus,  
por um propósito de vida; à minha esposa, por me incentivar  
nos momentos difíceis; à meus pais, por me criar e me  
educar; e à sociedade interessada no tema Eficiência  
Energética.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela vida e pela capacidade de realizar este trabalho.

Ao meu orientador, Professor Doutor Amancio Rodrigues da Silva Jr., por todo apoio e conhecimento passado durante o Curso e especialmente pela confiança e pela oportunidade de trabalharmos juntos.

Aos Professores: Doutor Flávio Aristone, Doutor Evandro Mazina Martins, Doutor Peter Cheung e a todos os professores que colaboraram para meu crescimento, passo a passo, durante o Programa de Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade.

Ao Engenheiro Eletricista Danilo Flores, do Laboratório de Eficiência Energética da UFMS, por ter colaborado na realização das medidas elétricas e na revisão dos estudos energéticos, tendo participado de forma determinante para que este trabalho acontecesse.

À Professora Rosana Cristina Zanelatto Santos, pelo auxílio na revisão linguística deste trabalho.

Aos professores, técnicos administrativos e estagiários da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da UFMS.

A toda minha família e aos meus amigos, pelo incentivo e pelo apoio constante.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	15
INTRODUÇÃO .....	15
CAPÍTULO 2 .....	19
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	19
2.1    Primeiras intenções com a eficiência energética no Brasil.....	19
2.2    Energia, eficiência energética e energia elétrica.....	20
2.3    Propostas para o Brasil.....	25
2.3.1    Eficiência energética na indústria e balanço energético nacional.....	28
CAPÍTULO 3 .....	33
PLANO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	33
3.1    Plano de Eficiência Energética na indústria.....	33
3.2    Implantando o Plano de Eficiência Energética - PEE (Gestão Energética) .....	40
3.3    Análise energética do PEE.....	42
3.3.1    Como a energia elétrica é medida .....	42
3.3.2    O custo da energia elétrica.....	43
3.3.3    Tarifas .....	44
3.3.4    Estrutura tarifária .....	47
3.3.5    Fator de carga (FC).....	48
CAPÍTULO 4.....	51
MATERIAIS E MÉTODOS .....	51
4.1    Identificação da planta industrial .....	51
4.1.1    Descrição Geral do Ambiente de Pesquisa .....	52
4.2    Localização dentro do Distrito Industrial .....	54
4.2.1    Edifícios e salas .....	55
4.2.2    Estruturas e instalações internas .....	55
4.2.3    Instalações anexas à indústria (instalações externas) .....	57
4.2.4    Equipamentos e Utensílios .....	59
4.3    Estudo energético da planta industrial .....	59

4.3.1	Manutenção das Instalações e equipamentos industriais .....	59
4.3.2	Levantamento de setores da planta industrial em potencial para a pesquisa.....	60
4.3.3	Descrição do esquema produtivo da Agroindústria LPX Ltda. ....	60
4.3.4	Levantamento da carga instalada em quilowatts na planta industrial .....	61
4.4	Análise das últimas faturas de consumo de energia .....	63
4.4.1	Análise das tarifas da LPX .....	64
4.5	Estudo da opção da melhor escolha da modalidade tarifária.....	64
4.6	Estudo do sistema de cargas elétricas .....	72
4.6.1	Métodos utilizados nesta análise .....	72
4.6.2	Análise e discussão dos resultados dos parâmetros elétricos .....	73
4.7	Análise de racionalização de energia.....	81
4.7.1	Análise do setor de Graxaria.....	81
4.7.2	Análise de viabilidade econômica .....	83
CAPÍTULO 5 .....		87
RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES .....		87
5.1	Resultados .....	87
5.2	Análise do histórico das faturas de consumo da LPX .....	89
5.3	Comparativo da opção da melhor modalidade tarifária .....	91
5.4	Resultado do estudo do sistema de cargas elétricas .....	92
5.5	Resultado da análise de viabilidade econômica da troca de motores .....	93
5.6	Recomendações .....	94
5.7	Recomendações para Trabalhos Futuros.....	95
CAPÍTULO 6 .....		96
CONCLUSÃO.....		96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		98
ANEXOS .....		103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	- Uso da energia no Brasil em 2013 por setor.....	25
Figura 2.2	- Motor tipo de indução trifásico de rotor gaiola de esquilo utilizado na agroindústria LPX.....	26
Figura 3.1	- Distribuição percentual do consumo de energia primária no Brasil por setor em 2013.....	29
Figura 3.2	- Consumo final por setor industrial.....	29
Figura 3.3	- Etapas de uma auditoria energética.....	33
Figura 3.4	- Conteúdo típico do relatório de uma auditoria energética.....	34
Figura 3.5	- Exemplo de diagrama de Sankey.....	35
Figura 4.1	- Layout da fábrica da LPX.....	50
Figura 4.2	- Vista aérea da LPX.....	51
Figura 4.3	- Esquema resumido da produção da agroindústria LPX.....	59
Figura 4.4	- Tipo de carga instalada versus a porcentagem de cada uma.....	59
Figura 4.5	- Transformador de 1000 kVA da LPX Agroindustrial Ltda.....	71
Figura 4.6	- Tensão das fases, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.....	72
Figura 4.7	- Curvas de carga, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.....	75
Figura 4.8	- Curva de fator de potência, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.....	77
Figura 4.9	- Tipos de motores na Graxaria X quantidade.....	81
Figura 4.10	- Taxas com fluxo ao longo do tempo.....	156
Figura G.1	- Modelo de ata de reunião.....	145
Figura G.2	- Implantação da CICE/LPX-01.....	151
Figura G.3	- Implantação da CICE/LPX-02.....	152
Figura G.4	- Implantação da CICE/LPX-03.....	153
Figura E.1	- Composição da energia aparente.....	126
Figura E.2	- Curva de carga de um dia útil.....	128
Figura E.3	- Consumo de energia elétrica x volume água nos reservatórios das usinas.....	129
Figura A1.1	- Tensão das fases, sábado, 25 de outubro de 2014.....	102
Figura A1.2	- Tensão das fases, domingo, 26 de outubro de 2014.....	103
Figura A1.3	- Tensão das fases, segunda-feira, 27 de outubro de 2014.....	104
Figura A1.4	- Tensão das fases, terça-feira, 28 de outubro de 2014.....	105
Figura A1.5	- Tensão das fases, quarta-feira, 29 de outubro de 2014.....	106
Figura A1.6	- Tensão das fases, quinta-feira, 30 de outubro de 2014.....	107
Figura 4.6	- Corrente das fases, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.....	73
Figura B1.1	- Corrente das fases, sábado, 25 de outubro de 2014.....	108
Figura B1.2	- Corrente das fases, domingo, 26 de outubro de 2014.....	109
Figura B1.3	- Corrente das fases, segunda-feira, 27 de outubro de 2014.....	110
Figura B1.4	- Corrente das fases, terça-feira, 28 de outubro de 2014.....	111
Figura B1.5	- Corrente das fases, quarta-feira, 29 de outubro de 2014.....	112
Figura B1.6	- Corrente das fases, quinta-feira, 30 de outubro de 2014.....	113
Figura 4.7	- Curvas de carga, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.....	75
Figura C1.1	- Curvas de carga, sábado, 25 de outubro de 2014.....	114

Figura C1.2	- Curvas de carga, domingo, 26 de outubro de 2014.....	115
Figura C1.3	- Curvas de carga, segunda-feira, 27 de outubro de 2014.....	116
Figura C1.4	- Curvas de carga, terça-feira, 28 de outubro de 2014.....	117
Figura C1.5	- Curvas de carga, quarta-feira, 29 de outubro de 2014.....	118
Figura C1.6	- Curvas de carga, quinta-feira, 30 de outubro de 2014.....	119
Figura D1.1	- Curva de fator de potência, sábado, 25 de outubro de 2014.....	120
Figura D1.2	- Curva de fator de potência, domingo, 26 de outubro de 2014.....	121
Figura D1.3	- Curva de fator de potência, segunda-feira, 27 de outubro de 2014.....	122
Figura D1.4	- Curva de fator de potência, terça-feira, 28 de outubro de 2014.....	123
Figura D1.5	- Curva de fator de potência, quarta-feira, 29 de outubro de 2014.....	124
Figura D1.6	- Curva de fator de potência, quinta-feira, 30 de outubro de 2014.....	125

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	- Tarifas exemplo.....	40
Tabela 3.2	- Tarifas de ultrapassagem do exemplo.....	40
Tabela 3.3	- Exemplo de ultrapassagem de demanda.....	41
Tabela 3.4	- Regras para enquadramento tarifário.....	42
Tabela 4.5	- Consumo mensal dos parâmetros elétricos.....	75
Tabela 4.6	- Local de instalação dos motores dentro do setor Graxaria.....	77
Tabela 4.7	- Cálculo da viabilidade de investimento em motores novos.....	80
Tabela 4.6.1	- Tensões Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014.....	69
Tabela 4.7.1	- Correntes Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014.....	70
Tabela 4.8.1	- Potências Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014.....	72
Tabela 4.9.1	- Fator de Potência Horário – Do dia 24 de outubro de 2014.....	74
Tabela 5.6	- Histórico da Demanda Contratada.....	85
Tabela 5.7	- Análise da Simulação da Tarifa de alta tensão e escolha da melhor opção tarifária.....	86
Tabela 5.I.1	- Análise Tarifária 1.....	60
Tabela 5.I.2	- Análise Tarifária 1.....	61
Tabela 5.I.3	- Análise Tarifária 1.....	62
Tabela 5.II.1	- Análise Tarifária 2.....	63
Tabela 5.II.2	- Análise Tarifária 2.....	64
Tabela 5.III.1	- Análise Tarifária 3.....	65
Tabela 5.III.2	- Análise Tarifária 3.....	66

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANEEL	-	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABESCO	-	Associação Brasileira de ESCO's
BEM	-	Balanço Energético Nacional
CICE	-	Comissão Interna de Conservação de Energia
CNI	-	Confederação Nacional da Indústria
COMPI	-	Unidade de Competitividade Industrial da CNI
CETESB	-	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CNPE	-	Conselho Nacional de Política Energética
DAMPI	-	Departamento de Assistência a Média e Pequena Indústria
DOE	-	Departamento de Energia dos EUA ( <i>Department of Energy</i> )
EMBRAPA	-	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ELETRORÁS	-	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
ECCJ	-	Centro de Conservação de Energia do Japão
ESCO	-	Empresa de Conservação de Energia
FIEMS	-	Federação das Indústrias de Mato Grosso do Sul
ICMS	-	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias
ISSO	-	Organização Internacional de Normalização
PEE	-	Plano de Eficiência Energética
P&D	-	Pesquisa e Desenvolvimento
PGE	-	Programa de Gestão Energética
PROCEL	-	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PROÁLCOOL	-	Programa Nacional do Alcool
MME	-	Ministério das Minas e Energia
MIDC	-	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
NAP	-	Plano Nacional de Alocação do Governo Alemão
SEBRAE	-	Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas

## RESUMO

MIDON, J. C. C. (2015). Plano de Eficiência Energética Estudo de Caso da LPX Agroindustrial de Campo Grande/MS. Campo Grande, 2015. 162p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

O presente trabalho apresenta um Plano de Eficiência Energética para a empresa LPX Agroindustrial, localizada no núcleo industrial de Campo Grande/MS, com o propósito de evitar o desperdício de energia elétrica nos setores que a compõem, colaborando assim com a viabilidade econômica do empreendimento.

A LPX produz produtos intermediários como farinha de osso, carne para ração animal e sebo bovino para a indústria química. No ano de 2014, a produção média anual foi de aproximadamente 612 toneladas de farinha e 700 toneladas de sebo. Para elaborar o Plano de Eficiência Energética, foi realizado o levantamento de carga, a análise do histórico das faturas de energia elétrica e a medição dos parâmetros elétricos, por meio do analisador de energia modelo RE2000 da marca Embrasul.

O levantamento de carga permitiu identificar os equipamentos de baixo rendimento que podem ser substituídos, com a finalidade de reduzir o consumo de energia elétrica. A análise do histórico das faturas e a medição dos parâmetros elétricos da instalação permitiram identificar tanto a melhor modalidade tarifária como a necessidade de correção do fator de potência, além da viabilidade da utilização de grupo motor gerador.

Foi constatado que da carga instalada 94,33% correspondem a motores trifásicos de indução, 1,75% é de iluminação, 2,73% são de ar condicionado e 1,19% é composta de outros equipamentos. A substituição dos motores *standards* por novos de alto rendimento resultaria em uma economia de aproximadamente R\$ 793.000 reais num período de 10 anos, sendo o período de retorno do investimento igual a 6 anos.

Por meio dos resultados obtidos com o analisador de energia e da análise das tarifas de energia da empresa, constatou-se que a melhor modalidade tarifária para a operação da empresa é a verde, e que é possível diminuir o valor da demanda contratada de 393 para 345 (KW), proporcionando uma economia de 2,23% no valor da fatura.

A utilização do grupo motor gerador de 450 kVA existente no horário de ponta é inviável; considerando-o carregado com 75% da sua carga nominal, sua utilização aumenta em 13,02% o custo final da energia elétrica. No entanto, recomenda-se sua instalação para operação emergencial na falta de energia elétrica da rede. *In loco*, foi possível constatar que o fator de

potência é corrigido de forma automática, portanto, recomenda-se a regulação do banco automático de capacitores, para evitar multa por excesso de consumo de energia reativa.

**Palavras-Chave:** Eficiência Energética. Tarifação. Energia elétrica.

## ABSTRACT

This paper presents an Energy Efficiency Plan for Agroindustrial LPX company, located in the industrial core of Campo Grande / MS, in order to avoid waste of electricity in the sectors that compose it, thus contributing to the economic viability of the enterprise.

The LPX produces intermediate products such as bone meal, meat for animal feed and tallow for the chemical industry. In 2014, the annual average production was approximately 612 tons of flour and 700 tons of sebum.

To prepare the Energy Efficiency Plan, the load survey was conducted, the history analysis of electricity bills and measurement of electrical parameters, through RE2000 model energy analyzer Embrasul brand. The hoisting identified the low income equipment that can be replaced, in order to reduce the consumption of electricity.

The analysis of the history of invoices and the measurement of electrical installation parameters have identified both the best tariff mode as the need for power factor correction in addition to the feasibility of using motor-generator group. It was found that the installed load 94.33% corresponds to three-phase induction motors, 1.75% is brightening, 2.73% is air conditioned and 1.19% is made up of other equipment.

The substitution of the new high performance standards for engines would result in a savings of R \$ 793,580.65 reais a period of 10 years, and the payback period of the investment equal to 6 years. Through the results obtained with the energy analyzer and analysis of the company's tariffs, it was found that the best tariff modality for the company's operation is the green hourly rate, and it is possible to reduce the demand value contracted 393 to 345 (KW), providing a savings of 2.23% on the invoice amount.

Use of the 450 kVA generator existing engine group at peak hours is not feasible; considering the loaded with 75% of its rated load, its use increases by 13.02% the final cost of electricity. However, it is recommended installation for emergency operation in the absence of electricity from the grid. Spot, it was found that the power factor is corrected automatically, so it is recommended to control the automatic capacitor bank to avoid a fine for excess reactive power consumption.

**Keywords:** Energy efficiency. Charging. Electricity.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

No contexto histórico mundial podemos afirmar que a eficiência energética está em atividade no mundo moderno desde a década de 70 com a crise do petróleo. Tal crise desencadeada pelo fato da descoberta de que a fonte de petróleo é esgotável, e foi utilizada como pretexto para que em poucos anos triplicasse o preço do barril do petróleo.

Toda essa turbulência fez estimular em vários países do mundo a tentativa de se livrar da dependência dos combustíveis fósseis, buscando fontes alternativas de energia e processos que diminuíssem o consumo e o desperdício de energia nos processos industriais e no seu uso final. A busca por fontes alternativas de energia e processos que diminuam o desperdício e que contribuam para otimização de energia deu início ao que conhecemos por eficiência energética.

De forma paralela percebeu-se que aumentando a eficiência, ocorrem melhorias significativas na diminuição de gastos com energia para o empreendedor e favorece-se ambientalmente a sociedade ao seu redor. No Brasil, as primeiras medidas relacionadas com a eficiência energética surgiram no período de 1975 a 1985, destacando o programa PROCEL do governo federal, também influenciados pela crise do petróleo na década de 1970.

Desta maneira pode-se definir a eficiência energética como um conjunto de atividades de origem técnica científica que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia que atendam as necessidades humanas e no uso de processos. Objetiva em síntese, atender as necessidades da economia com menor uso da energia primária, e, portanto com menor impacto na natureza.

O presente trabalho objetiva contribuir e estimular o uso eficiente e racional de energia elétrica, neste caso numa indústria agroindustrial, e os demais recursos produtivos escassos e indispensáveis ao próprio desenvolvimento econômico da indústria e por fim a elaboração de um plano de eficiência energética, baseado em auditoria energética.

E também pelo fato de que no setor industrial, apresentar maior concentração de consumo energético, segundo o balanço energético nacional de 2015, o estudo aqui desenvolvido vem propor soluções de otimização dentro do plano de eficiência energética.

A justificativa deste trabalho está fundamentada na disparada nos preços da energia, na evidente crise energética anunciada desde 2001 no Brasil e na busca da indústria por alternativas para driblar o aumento de custos com o insumo de energia elétrica. Entre as

saídas, destacam-se projetos que visam o consumo mais eficiente com base no incentivo e desenvolvimento de planos de eficiência energética.

Serve de estímulo para dar suporte técnico ao segmento de maior consumo de eletricidade, que é o setor da indústria e contribuir para que no Mato Grosso do Sul se adquira o hábito de rotinas e processos eficientes no tocante ao uso e processo que consomem energia elétrica e contribuir para causa de melhoria do meio ambiente com a redução de emissão de gases do efeito estufa.

A unidade industrial LPX Agroindustrial Ltda, de acordo com os dados levantados, iniciou sua atividade produtiva em 2012. Sua atividade principal é a preparação de subprodutos do abate de bovinos. Os subprodutos são caracterizados por carcaças bovinas provenientes de frigoríficos próximos a Campo Grande/MS. De acordo com CETESB (2008), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA informa que as produções brasileiras anuais de sebo ou gordura animal industrial e de farinhas de carne e ossos são realizadas pelo setor de graxaria, a partir de materiais gerados pelo abate de bovinos e suínos.

Os principais mercados atendidos pelas graxarias, por meio do sebo industrial e das farinhas, são:

- Rações animais, principalmente para aves (farinhas de carne, de ossos e de sangue e sebo);
- Farmacêutico, cosmético, glicerina e outras aplicações industriais (sebo ou gordura animal).

De acordo com CETESB (2008), no início de 2006, mesmo sem ter chegado ao Brasil, a gripe aviária preocupou setores que dependem, direta ou indiretamente, do setor de aves e ovos – entre eles, o setor de graxaria – pela diminuição do consumo de seus produtos pelas granjas avícolas. Isso causou o aumento dos estoques, principalmente das farinhas, bem como eventuais retenções adicionais e indesejáveis de materiais gerados pelos abatedouros e frigoríficos, destinados às graxarias, pois sua utilização para fins de alimentação animal é praticamente a única opção. O Estado de São Paulo, por exemplo, gera mensalmente cerca de 30.000 toneladas desses materiais.

A EMBRAPA tem pesquisado formas alternativas de aproveitamento dos subprodutos e dos resíduos de abatedouros e frigoríficos, bem como das próprias farinhas e do sebo produzido pelas graxarias. Algumas possibilidades em estudo desses subprodutos são:

- Biodiesel (do sebo ou gordura animal industrial);
- Biogás;
- Compostagem;

- Produção de novas moléculas/substâncias comerciais.

A importância da efetivação desta pesquisa baseia-se na relevância social, na medida em que contribui para evitar o desperdício de energia, em face da crise energética verificada no ano de 2001. É também de relevância operativa, uma vez que contribui como parte do estudo técnico científico eficiente operação dos equipamentos da dos vários setores de uma indústria.

A pesquisa desenvolveu várias etapas de atividades, dentre elas, visitas ao pátio da LPX Agroindustrial Ltda, onde foi verificado que a maioria dos equipamentos elétricos (lâmpadas, motores e equipamentos eletromecânicos) instalados não eram novos, e sim com mais de cinco anos de uso, ainda que em bom estado, conforme relatos do gerente industrial da época da pesquisa.

A escolha da planta industrial da LPX está fundamentada na alta concentração de motores elétricos trifásicos de indução, o que justifica uma verificação da viabilidade técnica científica com um estudo de conservação de energia e de eficiência energética. Some-se a isso o fato dessa indústria ainda não possuir em seus procedimentos gerenciais um plano de eficiência energética para racionalizar a quantidade expressiva de energia elétrica que sua planta industrial consome.

O problema que esta pesquisa busca esclarecer é baseado na seguinte questão: a implantação de um plano de eficiência energética em organizações industriais que não possuem tal estudo contribui para elas diminuírem seus gastos com insumo de fatura de energia elétrica? Nos processos da indústria é possível gastar menos energia, mantendo os mesmos níveis da produção, com isso quais ações são possíveis de serem feitas. Pode ocorrer a redução de gasto com energia elétrica após a implantação e verificação desse plano?

A pesquisa é apresentada na forma de estudo de caso, o que permite uma investigação que preserva as características principais do objeto de estudo, neste caso, uma planta industrial. Foram realizadas observações diretas das máquinas e dos equipamentos elétricos, durante o período de outubro de 2014 a janeiro de 2015, valendo-se de uma coleta de dados com base nas visitas à planta industrial e entrevista com o gerente da LPX, baseadas no método de campo e pesquisa exploratória e bibliográfica para subsidiar as soluções que compõem o planejamento final.

Buscou-se alcançar especificamente:

- a elaboração de um diagnóstico energético fundamentado em normas e recomendações do PROCEL/ELETOBRÁS, resultando em uma auditoria energética,

levantando as cargas e os processos que demandam o uso intenso de energia elétrica, e propondo mudanças de equipamentos para racionalizar o uso da energia elétrica que redunde num plano de eficiência energética na planta industrial;

- a avaliação das faturas de energia, de modo a realizar uma análise tarifária e propor um padrão de consumo com menor custo de energia;

- a proposição de procedimentos e intervenções que desenvolvam a eficiência energética da planta industrial, alinhado com os requisitos e os processos de sustentabilidade.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A eficiência energética pelo seu caráter de promoção de economia de energia tem uma importância crescente no setor industrial. Sendo assim, buscou-se neste capítulo realizar uma breve pesquisa exploratória bibliográfica desse tema, destacando os conceitos e as principais reflexões dos mais relevantes pesquisadores do assunto, por meio da revisão da literatura em trabalhos já publicados.

#### **2.1 Primeiras intenções com a eficiência energética no Brasil**

De acordo com GODOI (2011), os primeiros eventos voltados para a eficiência energética no Brasil surgiram com as crises do petróleo de 1973 e de 1979. Segundo SKIDMORE (2000), o País mostrava-se em alta dependência de petróleo, importando 80% do que necessitava. LEITE (2007) explica que, em 1982 a conta do petróleo era de tal magnitude que consumia 50% de todas as divisas de exportação brasileiras.

Em 1975, o Brasil cria o Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL), por meio do Decreto nº. 76.593, de 14/11/1975, com o objetivo na misturar álcool à gasolina. Ao findar da década de 1970, houve uma medida governamental rigorosa que obrigou as indústrias a reduzir 10% de uso de óleo combustível em atividades produtivas. Na transição entre as décadas de 1970 e 1980, surge o CONSERVE, programa institucional dedicado à conservação de energia na indústria.

Instituído por meio da Portaria nº 46, de 23/02/1981, o CONSERVE deveria, entre vários objetivos: incentivar a redução do uso de energia no setor industrial, especialmente em setores de maior intensidade de uso como cimento e siderurgia; promover a troca dos combustíveis importados por fontes alternativas nacionais; e desenvolver novos processos industriais, com foco maior na eficiência energética. De acordo com JANNUZZI (2004), o CONSERVE tomou outro rumo de sua diretriz principal de conservação de energia e passou a ser um programa de simples substituição de combustíveis importados para energia elétrica, o que fez perder o foco da eficiência energética.

Sucessivamente, em 30/12/1985, com a publicação no Diário Oficial da União de 31/03/1986, e com a Portaria Interministerial (MME e MIC) nº 1877, criou-se o Programa

Nacional de Conservação de Energia (PROCEL). Com isso, o Brasil passa a ter foco específico na energia elétrica, tendo por designação “conservação de energia”. De 1990 a 1996, por motivo de reforma administrativa, o PROCEL perde força e incentivo, entrando em estagnação. Porém, em 08/12/1993 foi emitido um decreto presidencial que dispôs sobre o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia, o que deu origem ao selo PROCEL de economia de energia.

Na sequência desse marco institucional do tema “conservação de energia”, surgiram leis específicas de eficiência energética, tais como as Leis nº. 9.991 e a nº. 10.295. A Lei nº. 9.991, de 24/07/2000, dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética pelas empresas concessionárias, e outras do setor de energia elétrica.

Isso significou um grande salto para consolidar as práticas de desenvolvimento dos programas e planos de eficiência energética em todo Brasil. A Lei nº. 10.295, de 17/10/2001, importante na busca da eficiência energética, estabelece os níveis máximos de utilização específica de energia (ou o mínimo de eficiência energética de acordo com a Lei) para maquinário e aparelhos fabricados e comercializados no território nacional, e ainda institui metas para a evolução progressiva nos índices de eficiência energética.

Vale destacar outros importantes instrumentos jurídicos no campo da eficiência energética que surgiram no Brasil, como o Decreto nº. 4.508, de 11/12/2002, dispondo sobre a regulação dos níveis mínimos de eficiência energética de motores trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação nacional e importados, para uso e comercialização no Brasil.

## **2.2 Energia, eficiência energética e energia elétrica**

A energia elétrica é um importante elemento de impulsão de desenvolvimento da sociedade moderna e de qualidade de vida para a população e regiões onde ela se instala e se desenvolve. Deve-se atentar que, para tanto, é utilizado combustível fóssil e o aproveitamento de elementos geográficos naturais como quedas d’água (energia potencial mecânica) como fontes de energia para produção da energia elétrica de uso habitual.

É importante destacar o fato de que a fatura de energia nos informa o quanto de energia elétrica foi consumida, e a unidade de medida de energia é o joule, ou caloria, ou kWh, especificidades que serão detalhadas mais adiante.

A energia pode ser entendida como a capacidade de produzir trabalho. Trabalho é a ação de uma força aplicada durante certa distância, e força é uma interação fundamental entre dois corpos. Maxwell, em 1872, nos apresentou uma definição mais precisa de energia, propondo que “energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a esta mudança”. O que evidencia as ações de mudança de estado nos corpos existentes é a energia que permite vencer essas mudanças (PROCEL, 2001).

Para GOLDEMBERG (1998), a energia existente no universo é infinita; porém, é difícil controlar suas várias fontes, para transformar economicamente a energia bruta em formas aproveitáveis. Então, a problemática energética consiste mais na busca de conversores de energia de simples utilização do que na procura de fontes de energia.

PROCEL (2001) esclarece ainda que a energia promove as mudanças de estado necessárias ao nosso modo de vida no ambiente onde vivemos. Somente nos processos de conversão é que conseguimos verificar que a energia se faz presente ao nosso redor, principalmente na forma de calor e realizando trabalho. Dentre as várias formas de energia, podemos citar algumas, como: energia térmica (calor = transferência de temperatura), energia química (por exemplo, os combustíveis líquidos), energia elétrica, radiação eletromagnética, energia nuclear, energia elástica e energia mecânica. Para realizar as atividades produtivas da sociedade, é importante acumular alguma energia para realizar os mais variados tipos de trabalho.

NOGUEIRA (2007) enfatiza que os verdadeiros indicadores da eficiência dos sistemas energéticos e sua intensidade de perdas são a geração de entropia e sua medida. Há também os balanços de energia, que foram propostos por Rant em 1956. Nesse sentido, é importante fazer a classificação das perdas de energia para poder atuar com mecanismos de gerenciamento e incentivar sua redução.

Para as empresas, é importante manter suas perdas no mínimo de impacto em sua atividade e saber que essas perdas são intrínsecas aos sistemas energéticos, o que torna relevante classificar as causas das ineficiências, que são associadas essencialmente a três grupos de causas: projeto deficiente, operação ineficiente e manutenção inadequada.

NOGUEIRA (2007) demonstra ainda que são encontrados elevados níveis de perdas nos sistemas energéticos modernos e que sua redução passa por uma reeducação que precisa ser mais bem explorada, visando às vantagens econômicas e ambientais. Seu estudo mostra também a importância dos conceitos de perdas em sistemas energéticos e esclarece a evolução do marco institucional brasileiro para a difusão e o incentivo do uso racional da energia.

Segundo REIS (2006), na atualidade o acesso à energia elétrica é requisito básico no exercício da cidadania; os indivíduos que estão fora desse acesso não terão o almejado desenvolvimento. Em vários momentos, utilizamos a eletricidade. Conseqüentemente, a demanda para a implantação de uma grande indústria vai desde a captação dos recursos naturais necessários até a entrega final nos ambientes de consumo, como residências e organizações. Trata-se, pois, de uma cadeia de geração de empregos e desenvolvimento e que modifica, algumas vezes de forma agressiva, o meio ambiente. Daí advém a relevância da energia elétrica em conjunto com o desenvolvimento na implantação de um crescimento sustentável.

Com esse entendimento da questão energética e observando a importância da eletricidade que contribui para a construção de um modelo sustentável de desenvolvimento, REIS (2006) afirma alguns motivos pelos quais a questão energética exerce grande influência na busca por sustentabilidade: desde a conferência de Estocolmo, em 1972, o acesso à eletricidade pelo ser humano é considerado como requisito de sustentabilidade.

Sendo assim, a questão energética também incorpora outras interfaces da infraestrutura, como transporte, saneamento e telecomunicações; a ocorrência de vários desastres e acidentes relacionados ao uso da energia reforça a necessidade de um olhar mais preciso na busca por um desenvolvimento sustentável; outra posição de destaque que a questão energética assumiu nos últimos anos é em relação às evidências do aquecimento global, o que promoveu discussões globais importantes como as do Protocolo de Kyoto.

Ainda é forte o uso de combustíveis fósseis em nossas atividades, e a atual matriz energética ainda depende desses combustíveis. Devido a sua utilização em veículos e máquinas de vários tipos e tamanhos, ocorre a liberação dos gases do efeito estufa<sup>1</sup> para a atmosfera, o que contribui para as mudanças climáticas na Terra, de acordo com EFEITO ESTUFA (2015). Em face disso, a prática de eficiência energética tanto nas atividades sociais e industriais contribui para a implantação de um modelo sustentável de desenvolvimento. REIS (2006) destaca ainda que o modelo de desenvolvimento sustentável é um processo demorado, de longo prazo, e com afinidade com os atores do sistema energético. Além disso, mostra que o maior desafio enfrentado para alcançar esse modelo é a mudança de paradigma

---

<sup>1</sup>Gases como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>) e o vapor d'água (H<sub>2</sub>O) funcionam como uma cortina que vai da superfície da Terra em direção ao espaço, impedindo que a energia do Sol absorvida pela Terra durante o dia seja emitida de volta para o espaço. Sendo assim, parte do calor fica "aprisionada" próxima da Terra (onde o ar é mais denso), o que faz com que a temperatura média do nosso planeta seja em torno de 15°C. A esse fenômeno de aquecimento da Terra dá-se o nome de "efeito estufa".

nos hábitos humanos. Por isso, devemos lembrar que a sustentabilidade é de interesse de todos nós e que deve estar alinhada à ética e à honestidade.

BELINOVSKI (2009), ao tratar do estudo de eficiência energética realizado em uma indústria de artefatos de madeira, expõe a elaboração de diagnósticos energéticos para cada tipo de equipamento constituinte do complexo elétrico dessa fábrica, buscando diminuir o desperdício e o custo da energia sem que haja racionamento energético. O autor mostra também os indicadores gerais de consumo e de custo da energia antes e depois da aplicação do programa. Seu trabalho justifica que a aplicação da eficiência energética é totalmente viável, evidenciando uma redução nos custos em energia de aproximadamente 35%, apresentando benefícios tanto para a fábrica quanto para o setor energético brasileiro.

Em analogia com BELINOVSKI (2009), PEDROSO (2010) destaca que a gestão eficiente da energia elétrica no ambiente industrial pode ocorrer de diversas formas e o entendimento da aplicação da eficiência energética será benéfico em todos locais de seu desenvolvimento. A pesquisa de PEDROSO (2010) apresenta uma análise de publicações relacionadas com a temática da conservação de energia e o uso consciente da energia elétrica. São abordadas as maneiras de se realizar uma gestão energética eficiente, observando os efeitos da conservação de energia no custo de produção e operação de uma indústria e, também, a elaboração de plano de conservação de energia.

Ainda na pesquisa de PEDROSO (2010), a respeito do plano de conservação de energia, não é somente a questão financeira que deve ser tratada de forma mais importante, mas também as questões ambiental e social que estão agregadas ao consumo de energia. De maneira relevante, o trabalho de PEDROSO (2010) aponta que um programa (ou plano) de eficiência energética deve estar alinhado com o princípio de sustentabilidade e o uso correto de recursos naturais, para garantir as necessidades da sociedade e o aparecimento de soluções alternativas para os processos industriais, no qual o principal elemento consumidor de energia é o motor elétrico.

Nota-se que a conservação de energia na indústria demanda tempo, reflexão e dedicação, para que os esforços sejam direcionados para o foco correto. A criação de um corpo de elementos responsáveis pela execução do plano de conservação deve ser realizado de modo que exista plena integração entre os diversos setores da empresa.

PEDROSO (2010) mostra que os investimentos para a implementação do plano de conservação de energia devem ocorrer não somente em equipamentos e novas tecnologias, mas também em treinamentos de pessoal e consultorias especializadas. Por último, para que os trabalhadores da empresa com perfil operacional, geralmente com maior resistência a

mudanças organizacionais, se rendam a elas, PEDROSO (2010) recomenda que eles devam ter uma atenção mais incisiva, sendo demonstrados de forma clara quais são os objetivos e que aspectos devem ser abordados pelo plano de conservação. Assim, será possível a obtenção de uma maior aderência e maior sucesso da gestão energética eficiente em todos os níveis de uma organização e/ou indústria.

CARVALHO (2013) apresenta a análise de dois estudos de caso sobre eficiência energética e a sua viabilidade econômica, com o propósito de mostrar onde há maior concentração de desperdício energético e de oferecer soluções, mostrando o tempo que se leva até que haja o retorno do capital empregado. O estudo mostra ainda algumas leis de eficiência energética que exigem dos fabricantes de máquinas limites máximo de consumo de energia e mínimos de eficiência a serem obedecidos. Nesse trabalho, também são destacados programas federais de apoio e incentivo a projetos de eficiência energética na indústria. A pesquisa de CARVALHO (2013) aponta que o maior índice de desperdício encontra-se no sistema motriz, seja pelo mau dimensionamento ou pelo baixo rendimento da máquina, e que uma boa alternativa seria, inicialmente, a troca por uma máquina de alto rendimento.

Para BURSZTYN (2001) a obtenção de eficiência energética é decorrente do planejamento energético moderno leva em conta o uso final da energia e buscando implantações que causem menores danos ambientais. Sua pesquisa afirma que a transformação de energia sempre ocorre com algum tipo de perda, e a eficiência está definida no percentual de energia que de fato é aproveitada por uma máquina ou dispositivo elétrico. Das fontes de energia conhecidas como as renováveis como a solar, dos ventos, hidráulica e as não renováveis composta pelos combustíveis fósseis como carvão e petróleo. Em relação às fontes renováveis BURSZTYN (2001) contextualiza que se os custos das tecnologias utilizadas nessas fontes renováveis estiverem caindo com o passar dos anos, certamente irá favorecer um aumento significativo dessa fonte o que contribui para melhoria de um sistema de gestão energética de uma organização. Em relação às fontes não renováveis, seu trabalho afirma que 90% da oferta mundial de energia vêm dessa fonte de energia, porém seu uso intenso provoca a degradação ambiental de alcance global, contudo os representantes de fontes não renováveis conhecidos como hidrocarbonetos (gasolina, óleo diesel, gás liquefeito de petróleo) mais utilizados devido às suas características físico-químicas de massa específica, viscosidade e temperatura adequadas às condições normais do nosso cotidiano.

Destaca que o Brasil é um país privilegiado, pois tem nas fontes renováveis a maior participação na geração de energia primária. Contudo este sistema se manterá sustentável se estiver firmado num rigoroso controle ambiental.

### 2.3 Propostas para o Brasil

O Brasil já tem uma experiência significativa com diversos mecanismos de fomento a medidas de conservação de energia na indústria, como, por exemplo: capacitação de pessoal, envolvendo cursos e programas de treinamento em vários níveis; divulgação de informações técnicas e econômicas sobre equipamentos eficientes; disponibilização de softwares que facilitam a detecção de oportunidades de conservação de energia e permitem estimar os seus custos e benefícios; custeio, total ou parcial, de diagnósticos energéticos e estudos de otimização energética de instalações industriais.

Com intenção de aumentar a produtividade dos recursos públicos atualmente empregados em programas de eficiência energética industrial, atrair capital privado para esses e novos programas e aumentar substancialmente os investimentos e retornos, energéticos e econômicos em tais programas, várias mudanças terão que ser feitas pelo governo e pelo setor industrial. A análise da experiência internacional com inúmeros mecanismos de fomento a esses programas e do pano de fundo institucional necessário para o seu funcionamento satisfatório, realizada nesta dissertação, pode indicar os rumos das principais mudanças requeridas.

A elaboração de uma política, com um conjunto de procedimentos voltados para a busca de ganhos de eficiência energética na indústria brasileira, contribui para o primeiro passo a ser tomado pelo governo federal no âmbito do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). O CNPE tem como principais objetivos: identificar as soluções mais eficientes para o suprimento de energia elétrica; promover a utilização de fontes alternativas de energia com aproveitamento econômico dos recursos disponíveis.

É importante ter em mente que avanços na eficiência energética da indústria brasileira trarão além de ganhos energéticos, ganhos ambientais e de competitividade. E consonância com BRASIL (2007) apesar de o Plano Nacional de Energia 2030 contemplar metas de conservação de energia, as metas não estão sustentadas por uma política energética, nem há estratégias de instalação dessa política que assegurem a sua concretização. Logo, o seu valor não vai além de uma ainda tênue sinalização de que a atual administração federal está começando a pensar no uso de programas de conservação, ao lado das tradicionais opções de expansão pelo lado da oferta, no planejamento energético nacional.

Metas realistas só poderão ser definidas nas próximas versões do Plano Nacional de Energia e do Plano Decenal com o auxílio de curvas de oferta de conservação de energia que, sobretudo para o setor industrial, precisariam ser elaboradas conjuntamente com os principais agentes envolvidos em sua implementação, como, por exemplo, as associações patronais dos segmentos energo-intensivos e a CNI, além das instituições e programas governamentais que realizam atividades de formulação de políticas públicas, planejamento e regulação nessa área, como o MME, EPE, ANEEL, PROCEL e CONPET.

A elevação a um melhor nível dos programas de eficiência energética no Brasil será possível se mecanismos eficazes de medição e verificação forem implantados em todos os programas e se houver um razoável grau de descentralização desses programas em relação aos estados da federação, tal qual ocorre, por exemplo, nos Estados Unidos e no Canadá. Esses dois objetivos podem ser mais facilmente alcançados com a existência de uma agência executiva, ao invés do arranjo institucional atual.

No Brasil, há importantes programas de gestão ambiental e controle dos processos muito bem elaborados em alguns segmentos industriais, conforme constatado durante a execução das atividades desta pesquisa. A utilização de medidas de eficiência energética de uma forma sistemática nesses programas é ainda rara no País, ao contrário do que se verifica em muitos segmentos semelhantes no exterior.

PETENATTI (2015) destaca que em se tratando de ferramenta de gestão, a aplicação do sistema de gestão energética através da implantação e cumprimento da série de normas 50.000 da ISO, que busca exercer controle energético, estabelecer medidas administrativas, verificar falhas e agir constantemente fazendo correções necessárias, é considerada importante para as organizações buscar altos padrões de eficiência energética e bom desempenho energético.

O modelo de sistema de gestão energética que as organizações podem implantar está baseado no texto da norma ABNT NBR ISO 50001: 2011 – Sistemas de gestão da energia: Requisitos com orientações para uso, com objetivo principal de favorecer as organizações a implantar e melhorar seu desempenho energético, dando importância também à redução de emissão dos gases do efeito estufa. E também na norma ABNT NBR ISO 50002:2014 – Diagnósticos energéticos – Requisitos com orientação para uso, que tem como principal objetivo estabelecer os requisitos de processo para a execução de um diagnóstico energético em relação ao desempenho energético, para todo tipo de organização e para todas as formas de energia.

Um plano de eficiência energética pode ter como base essas duas normas a ABNT NBR ISO 50001: 2011 e ABNT NBR ISO 50002:2014, para garantir o melhor padrão de eficiência energética de uma organização e com isso estabelecer a base de seu sistema de gestão energética.

Uma norma de gestão otimizada na indústria requer comparações de desempenho energético de equipamentos individuais, como motores, bombas, compressores, etc., como já se faz no Brasil (no PROCEL, por exemplo), e também de processos industriais associados a produtos específicos (*benchmarking – processo de busca contínua por melhores práticas*).

Para melhorar os processos da atividade industrial, uma boa estratégia, porém pouco utilizada no Brasil, para alcançar ganhos de eficiência energética no longo prazo e conseguir saltos de competitividade sustentáveis na indústria, é por meio de projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) com equipamentos e processos industriais eficientes. Parcerias público-privadas têm sido montadas em vários países para diminuir os riscos e as incertezas associadas a essas atividades.

O governo norte-americano, por exemplo, tem apostado nessa estratégia, sobretudo por intermédio de seu Departamento de Energia (DOE). A CNI, junto com as associações setoriais interessadas, poderia negociar com o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Ministério de Minas e Energia como, no curto prazo, recursos disponíveis na FINEP e em fundos setoriais existentes, com os de Energia e de Petróleo, poderiam ser utilizados para essa finalidade.

Destaca-se os acordos voluntários entre governo e indústria têm sido comuns na implementação de programas de eficiência energética na indústria em diversos países. Em geral, esses acordos propiciam benefícios fiscais para as empresas participantes. Negociações nesse sentido poderiam ser iniciadas, envolvendo associações setoriais e a CNI, de um lado, e alguns ministérios do governo federal envolvidos com a questão, como o MME, o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Fazenda.

Um aprofundamento dos estudos realizados nesta pesquisa e a implantação, em escala de demonstração, de programas de eficiência energética em alguns dos segmentos industriais selecionados na pesquisa poderiam ser efetuados em duas frentes: uma envolvendo empresas de grande porte, bem organizadas e já com alguma experiência com programas de eficiência energética, e a outra voltada para empresas de pequeno e médio porte desses segmentos.

As abordagens devem ser diferentes nas duas frentes. Para as empresas de grande porte, os focos devem ser em acordos voluntários, na implantação de sistemas de gestão otimizada da energia e em projetos de P&D voltados para o desenvolvimento de

equipamentos e processos industriais eficientes. Para as empresas de pequeno e médio porte, deve ser fomentada a realização de contratos de desempenho entre elas e empresas especializadas na prestação de serviços de eficiência energética – ESCO (Empresa de Conservação de Energia).

Buscando sempre melhores estratégias de implantar e estabelecer um sistema de gestão energética BRASIL (2002) destaca a importância de como aumentar a eficiência no consumo de energia elétrica, e no caso da energia elétrica de fato ocorre um desperdício grande no seu uso final quanto na sua distribuição. Normalmente são priorizados os projetos de eficiência energética nas seguintes áreas: a. conservação de energia, b. eficiência dos aparelhos elétricos, c. melhora do fator de carga, d. redução de perdas.

Ainda priorizando a conservação de energia, as ações já conhecidas do governo federal atuando com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) promovendo a racionalização na produção de no consumo de energia elétrica. Através da aplicação das leis federais e resoluções da ANEEL (Lei n.º 9.991 de 24 de julho de 2000), que obriga as concessionárias de energia elétrica a aplicar valores em programas de eficiência energética no uso final, outra importante ferramenta é a aplicação da Lei n.º 10.295 de 17 de outubro de 2001, que estabelece política nacional de conservação de energia.

Outro fator importante na eficiência de um sistema energético é a melhora do fator de carga adotando medidas que deslocam parte da demanda para fora do horário de ponta do sistema. Outra medida eficiente é a redução de perdas buscando reduzir as perdas físicas de energia elétrica no sistema elétrico de transmissão e distribuição, buscando prioritariamente a aplicação de novas tecnologias e materiais.

### **2.3.1 Eficiência energética na indústria e balanço energético nacional**

De acordo com SOLA (2004), o conceito de eficiência energética está ligado à minimização de perdas na conversão de energia primária em energia útil, sendo que as perdas ocorrem para qualquer tipo de energia, seja ela térmica, mecânica, ou elétrica. Com semelhante entendimento, GODOI (2011) esclarece que a eficiência energética compreende ações ou medidas comportamentais, tecnológicos e econômicos que quando realizadas sobre sistemas e processos de conversão e produção, resultam na diminuição da demanda energética, sem causar prejuízo na qualidade e na quantidade dos bens produzidos.

Segundo HINRICHS (2013), a eficiência energética apresenta-se com um dos tópicos centrais para a conservação de energia, constituindo-se numa variável resultante da interação

de diversos fatores econômicos, políticos e sociais. Por isso, ela é influenciada diretamente por mudanças estruturais na economia, caracterizadas por alterações nos padrões tecnológicos e no conteúdo energético de todo o sistema produtivo. Além disso, diversos fatores como o uso racional da energia, os hábitos de consumo e o padrão de vida das populações também produzem alterações nos níveis de eficiência energética.

Desse modo, embora já exista amplo conhecimento sobre estratégias e tecnologias para o uso racional da energia, várias são as barreiras que impedem um avanço rápido nos níveis de eficiência energética possíveis de ser atingidos. As barreiras mais importantes são: custos e incertezas relacionadas às novas tecnologias; falta de conhecimento detalhado sobre as vantagens econômicas e ambientais das várias fontes de energia e seus usos finais; falta de informação (com respeito aos benefícios provenientes da conservação de energia).

GODOI (2008) esclarece que os sistemas energéticos que levam à racionalização de energia e conseqüentemente à elaboração de um plano de eficiência energética passam por estudos climáticos e socioambientais que deve estar sistematizado em um referencial analítico, que é formado principalmente pelos dados coletados, organizados em relatórios como parte da realização de diagnóstico energético, análises de fornecimento e qualidade de energia levado em consideração na indústria.

O referencial analítico é importante, e essencial para a gestão de eficiência energética e do plano de eficiência energética. É de grande interesse para a sociedade, especialmente para o setor produtivo da indústria, desenvolver estratégias e alcançar os benefícios da eficiência energética, por meio de pesquisas como esta.

Outro fator importante, de referencial analítico é o conhecimento e interpretação do Balanço Energético Nacional (BEN) e de acordo com o BEN (2014), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética do ano base de 2013. Esse Balanço demonstrou que a indústria foi o setor produtivo que mais usou a energia no Brasil em 2013, com um índice de 33,9 %, vindo à sequência os transportes, com 32,0%; as residências, com 9,1%; o setor energético, com 10,0%; a agropecuária, com 4,1%; e os serviços, com 4,6%.

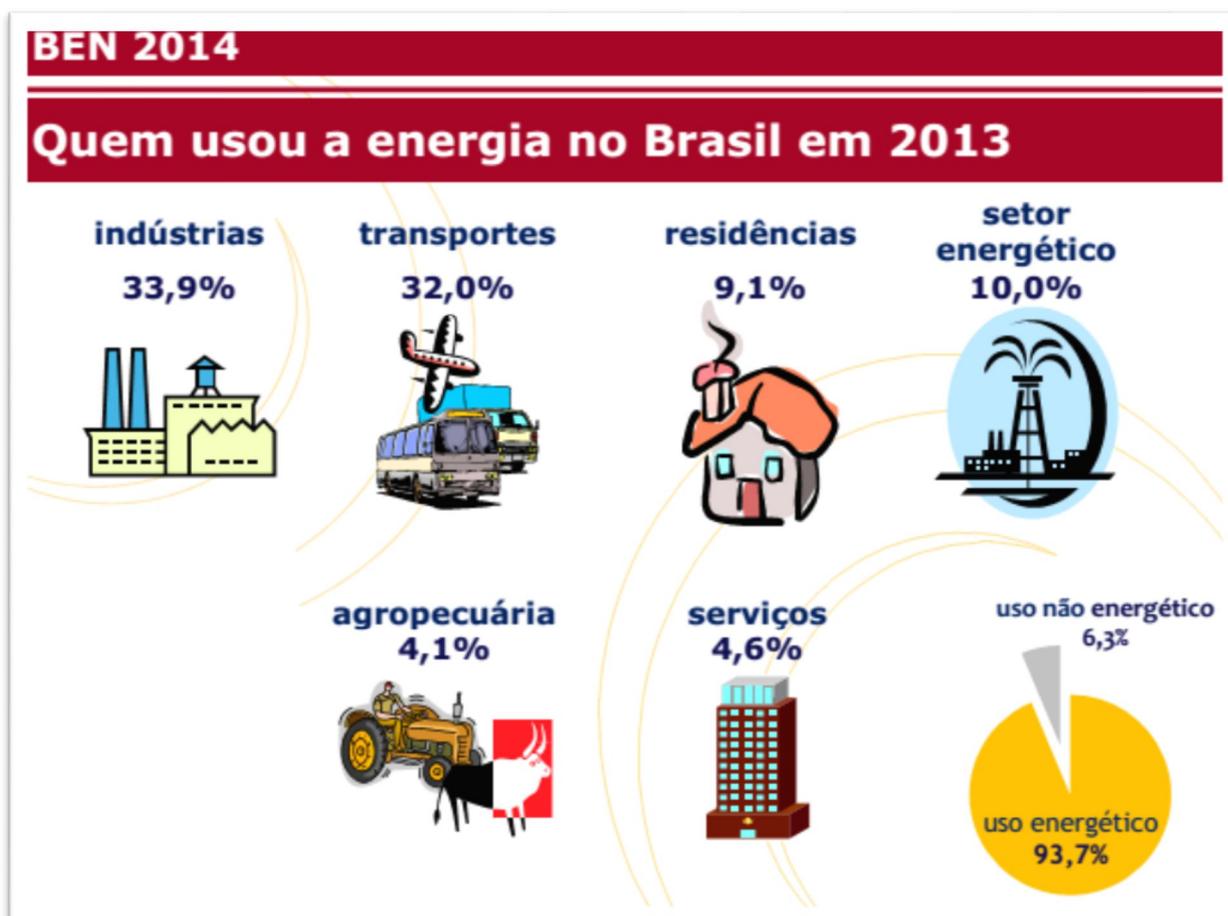


Figura 2.1 – Uso da energia no Brasil em 2013 por setor.  
Fonte: BEN, 2014.

Na Figura 2.1 mostra-se o uso de energia no Brasil em 2013 e observamos que de acordo com o balanço energético de 2014, a indústria é o setor de atividade que mais consome energia no Brasil. Ao observarmos um ambiente de instalações industriais percebemos facilmente a presença de motores elétricos que movem vários tipos de máquinas do tipo: correias transportadoras, compressores, acoplamento de motores entre outros, ou fazem funcionar processos que demandam várias etapas até a transformação do produto final.

Portanto a importância dos motores elétricos para indústria é primordial para sua atividade e progresso. Os motores elétricos desempenham várias funções e isso varia de acordo com sua velocidade, dimensão e tensão, de acordo com ELETROBRÁS (2009).

MOREIRA (2008) destaca que praticamente em todos os setores industriais a força dos motores é predominante, exceto aqueles que usam eletrotermia e eletrólise, como em atividades industriais de ferro-ligas. Com isso, observamos um predomínio da força motriz sobre os diversos setores, logo, os motores elétricos correspondem a 60% da eletricidade consumida na indústria, de acordo com GARCIA (2003). Entre os vários tipos de motores, o

motor de indução de gaiola de esquilo é o mais simples e o mais utilizado no aspecto construtivo, segundo KOSOW (2000), pois não tem comutador, nem e anéis coletores, nem quaisquer contatos móveis entre o rotor e o estator.

A Figura 2.2 apresenta um tipo de motor de indução trifásico de rotos de gaiola de esquilo.



Figura 2.2 – Motor tipo de indução trifásico de rotor gaiola de esquilo utilizado na agroindústria LPX.

Fonte: <http://www.engevitec.com/#!/produtos/cy9i>.

Conforme ELETROBRÁS (2009), o motor do tipo indução trifásico gaiola de esquilo é muito versátil, e requer poucos cuidados de manutenção e por causa disso, dependendo da potência, é de baixo custo, e largamente utilizado na força eletromotriz de várias indústrias. E de acordo com MOREIRA (2008) o motor de indução trifásico do tipo de gaiola de esquilo é largamente utilizado na indústria, correspondendo a 75% dos motores existentes no Brasil. Na indústria, devido à utilização de motores de maior porte este número é seguramente maior, isso porque os 25% restantes constituem-se de motores menores que 1 cv, monofásicos, de uso modesto em pequenos aparelhos utilizados em residências, como geladeiras.

Dentro das instalações industriais, os motores são responsáveis por grande parcela das perdas nas instalações, conseqüentemente, o potencial de redução do consumo de energia é enorme. Entretanto várias indústrias desperdiçam energia por causa de processos industriais rústicos.

Uma boa parte dos motores usados no Brasil é do tipo “standard”, ou seja, são os que apresentam uma baixa eficiência energética, ou então, estão sobre dimensionados para a rotina de função que estão executando. Esse dimensionamento ineficaz faz com que o motor trabalhe com um baixo fator de potência. Por outro lado, utilizando motores eficientes os processos consomem menos energia, a partir daí a indústria começa a ter uma considerável possibilidade de redução no valor da conta de energia e ajudar com a redução de impactos ambientais, comenta MOREIRA (2008).

Neste capítulo foi apresentada uma breve revisão da literatura, que teve como objetivo trazer os conceitos iniciais de entidades físicas como a energia, as formas de energia, calor e trabalho, úteis e importantes para entender o seu uso associado com o conceito de energia elétrica e eficiência energética e das importantes máquinas elétricas conhecidas como motores elétricos que são a base da força motriz de uma indústria. Também foram trazidas informações que contextualizam trabalhos relevantes voltados para a importância e a utilidade dos programas de conservação de energia e eficiência energética no ambiente da indústria.

Além disso, foram apresentados os principais programas de eficiência energética desenvolvidos no Brasil. Também há um breve histórico da atividade da FIEMS, em conjunto com o PROCEL, na implantação de atividades voltadas para as indústrias de Mato Grosso do Sul no desenvolvimento da eficiência energética em suas indústrias.

No próximo capítulo serão descritos os conceitos relacionados com um Plano de Eficiência Energética para uma indústria.

## **CAPÍTULO 3**

### **PLANO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

É importante para o setor produtivo acompanhar e controlar o seu suprimento de eletricidade e de combustíveis, a fim de que o processo seja contínuo e seguro para a manutenção do negócio. Nesse sentido, sendo a eletricidade uma forma integrante de energia na indústria, até o momento, essa energia não possui um substituto disponível, a não ser ela própria. Decorre que se aplicarmos a eficiência energética de forma estruturada no ambiente industrial, isso vai contribuir para a disponibilidade sem interrupção dessa energia.

Assim sendo, um Plano de Eficiência Energética é importante para melhorar a disponibilidade e a conservação de energia na indústria. Esse tipo de plano tem por base uma abordagem ampla no sistema produtivo de uma organização, determinando onde está sendo consumida a energia, qual elemento está consumindo mais e como está consumindo essa energia. Portanto, é feito um diagnóstico de toda instalação e o conjunto de todos os detalhes gera uma auditoria energética, que é a base de um Plano de Eficiência Energética.

#### **3.1 Plano de Eficiência Energética na indústria**

Um plano, no sentido de projetar e alcançar objetivo, é um conjunto de ações ou intenções coordenadas e específicas. Nesse sentido, antes de se iniciar um Plano de Eficiência Energética é necessário visualizar o local a ser estudado e conhecer pessoalmente a realidade do ambiente industrial.

De acordo BEN (2014) com base no Balanço Energético Nacional – 2013, publicado pelo Ministério das Minas e Energia, informa que no Brasil conforme ilustrado na Figura 3.1: a indústria foi responsável por aproximadamente 34% da energia primária consumida em 2013; os setores de transportes, residências, energético, agropecuário e outros serviços e o uso não energético responderam por aproximadamente 66,10% do consumo de energia primária no País naquele ano.

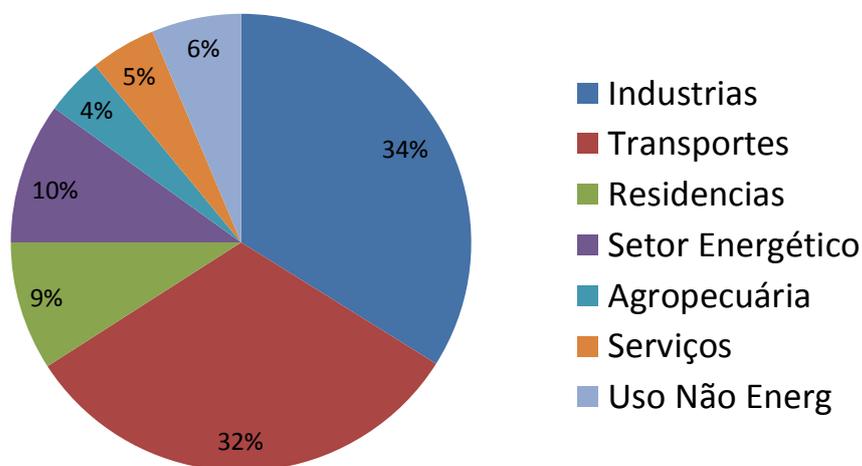


Figura 3.1 - Distribuição percentual do consumo de energia primária no Brasil por setor em 2013

O setor industrial também é um importante consumidor de energia elétrica em vários setores de produção, como mostra a Figura 3.2, e possivelmente o que tem maior potencial de conservação de energia.

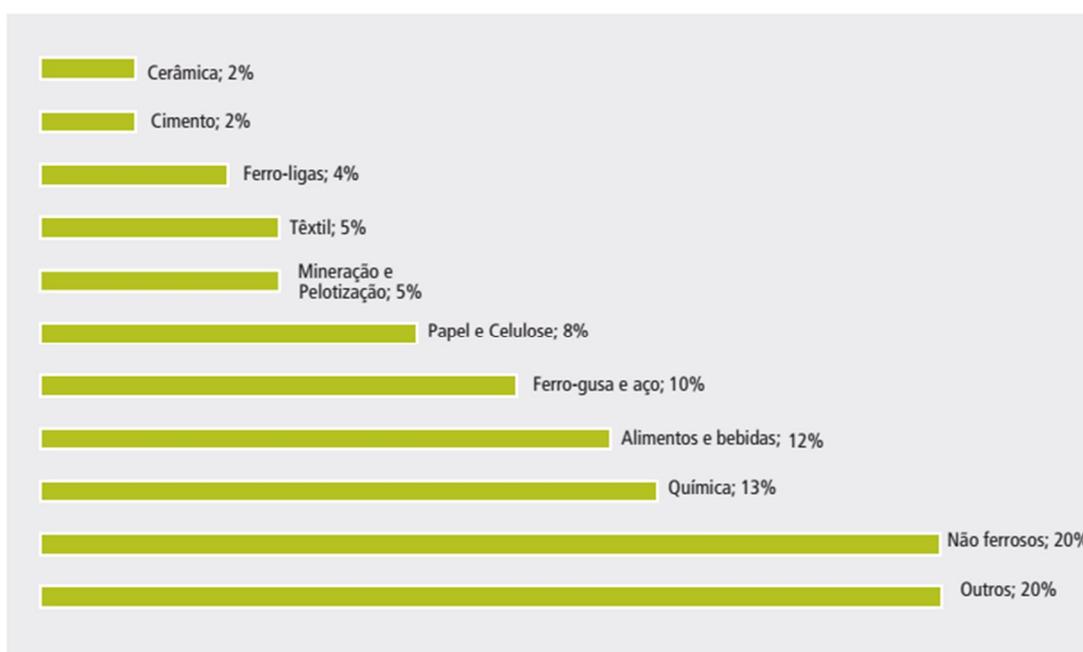


Figura 3.2 - Consumo final por setor industrial.

Fonte: PNE 2030.

O setor industrial adequado é formado por indústrias energo-intensivas (por exemplo, ferro e aço, químicos, refino de petróleo, cimento, alumínio, celulose e papel) e indústrias leves (por exemplo, processamento de alimentos, têxteis, produtos de madeira, impressão e publicação e processamento de metais). As indústrias energo-intensivas respondem por mais da metade do consumo de energia do setor na maioria dos países.

Oportunidades de melhoria de eficiência energética industrial são encontradas por todos esses diversificados setores da indústria. Em se tratando de instalações, motores e sistemas de bombeamento mais eficientes, eles habitualmente reduzem o consumo de energia de 15% a 20%, frequentemente com períodos simples de amortização, em torno de dois anos, e taxas internas de retorno de aproximadamente 45%. Calcula-se que o uso de sistemas movidos a motor de alta eficiência, somando esforços nos grupos existentes, poderia abaixar o uso de eletricidade em grupos movidos a motor na União Europeia em 30%, enquanto a efficientização de sistemas de ar comprimido poderia resultar em melhorias de 20% a 50% (McKANE & MEDARIS, 2003). Avaliações da fabricação de aço, cimento e papel nos Estados Unidos depararam-se com economias custo-efetivas de 16% a 18% (WORRELL *et al.*, 2001).

Melhorias ainda maiores podem ser alcançadas em países subdesenvolvidos, onde tecnologias antigas e ineficientes são as que mais ocorrem (WEC, 2004). Uma avaliação separada do potencial tecnológico para avanços em eficiência energética na indústria siderúrgica descobriu que economias de energia de 24% poderiam ter sido alcançadas até 2010, com o uso de tecnologias avançadas já disponíveis, visto como smelt reduction e near net shapecasting (DE BEER *et al.*, 2000).

Diante da sinalização de modo otimista com o potencial para maiores ganhos em eficiência no setor industrial, várias empresas, que efetivamente colocaram em prática avanços tecnológicos e reduziram seus custos de energia, estão criando novas linhas de negócio em que se associam a outras empresas energo-intensivas, para difundir essa habilidade.

De acordo com JANUZZI (2004), a avaliação de programa ou plano de eficiência energética pelo critério de duração, no segmento industrial tem uma duração média de 15 a 25 anos, onde as ações passam por troca de equipamentos antigos por outros novos com melhor eficiência, e a redução do consumo dura por toda vida útil do equipamento. E levando em conta o critério de abrangência no segmento industrial, a efficientização de uma indústria deve passar por um atendimento às unidades industriais de forma isolada. Tudo isso para que o plano de eficiência energética possa ter uma metodologia de avaliação considerando os

resultados obtidos os custos e a duração dos efeitos da aplicação de um plano ou programa de eficiência energética no segmento industrial.

No campo das políticas para promover a eficiência energética no setor industrial, verificam-se entre as barreiras para uma maior eficiência algumas de particular importância, que são as barreiras de investimento e rentabilidade, informação e custos de transação, falta de pessoal especializado e lenta circulação de capital.

A tendência de muitas empresas a acreditarem que já estão operando com a máxima eficiência possível pode se constituir em outra barreira: uma pesquisa com 300 firmas dos Países Baixos, por exemplo, revelou que a maioria se via como energo-eficiente, mesmo quando havia avanços rentáveis disponíveis (VELTHUIJSEN, 1995). Incertezas relacionadas aos preços da energia ou à disponibilidade de capital são outro impedimento comum, normalmente resultantes da aplicação de critérios rigorosos e altas taxas de mínimo retorno para investimentos em eficiência energética.

Varias políticas e programas foram desenvolvidos e implementados, buscando à melhoria da eficiência energética industrial (GALITSKYET *et al.*, 2004). Quase todos os países industrializados buscam tratar das barreiras informacionais, por meio de uma combinação de auditoria de plantas específicas ou de relatórios de avaliação; da demanda por melhores práticas; de estudos de caso, relatórios de atividades e manuais, além de ferramentas e softwares relativos à energia.

A demanda por melhores práticas fornece um meio de comparar o uso de energia de uma empresa ou planta ao de outras instalações semelhantes, que produzam produtos semelhantes. Essa maneira de comparação pode ser utilizada para comparar plantas, processos ou sistemas e também pode ser aplicada a uma classe de equipamentos ou eletrodomésticos, como acontece em vários países desenvolvidos.

O estabelecimento de metas nas quais governos, setores industriais ou empresas individuais estabeleçam metas abrangentes de eficiência energética ou de redução de emissões, pode fornecer uma valiosa estrutura para relatar o consumo de energia e empreender avanços em eficiência.

Para as empresas, os governos podem oferecer incentivos financeiros, informação de apoio, recompensas, publicidade e dispensa de outros impostos ou obrigações ambientais em troca do atingimento de certas metas. Onde essa abordagem foi utilizada, o progresso em direção às metas negociadas é monitorado com rigor e relatado publicamente, normalmente com base anual.

Vários países fornecem assistência para o gerenciamento de energia, apoiando sistemas padronizados de gerenciamento de energia, materiais promocionais, especialistas da indústria, programas de treinamento e algum tipo de assistência para verificação e validação para empresas interessadas em rastrear e relatar o uso de energia e/ou as emissões de gases de efeito estufa. Incentivos também podem ser dados em forma de programas de recompensa e de reconhecimento. Padrões de eficiência podem ser efetivamente aplicados a certos tipos de equipamentos padronizados, amplamente utilizados em todo o setor industrial.

São fomentadas políticas fiscais como auxílios ou subsídios para investimentos em eficiência, auditorias subsidiadas, empréstimos e desconto de impostos – são usados em muitos países para promover investimentos em eficiência energética no setor industrial. Em todo o mundo, a abordagem mais popular envolve programas de auditoria subsidiados. Apesar de os empréstimos públicos serem menos populares do que os subsídios diretos para eficiência energética, mecanismos inovadores de financiamento como os que podem ser fornecidos por meio de empresas de serviços de energia, fundos de finanças, fundos rotativos e fundos de capital de risco têm popularidade crescente.

Identificadas as oportunidades de melhorias no setor industrial e buscando no horizonte de médio e longo prazo o potencial de maiores ganhos em eficiência no setor industrial, as empresas de fato desejam reduzir seus custos de energia, colocando em prática um programa ou um Plano de Eficiência Energética, com base em gestão e auditorias energéticas.

Observe-se também que na análise dos sistemas energéticos podem ser identificadas interessantes alternativas de redução dos custos com energia, sem necessariamente implicarem em redução das perdas energéticas, seja por reduções de perdas de processo, por substituição dos insumos energéticos (de um combustível para outro ou para eletricidade ou vice-versa), ou ainda por alterações da modalidade tarifária ou tributária associada às faturas energéticas.

De acordo com o PROCEL (2001), são propostas metodologias padronizadas para efetuar auditorias energéticas, destacando-se: Diagnóstico energético; auto avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica; estudo de otimização energética.

Em princípio, qualquer estudo dos fluxos energéticos em uma empresa com o propósito de racionalizar o uso de eletricidade e/ou combustíveis ou reduzir os custos com energia, pode ser considerado uma auditoria energética, não sendo obrigatório seguir as metodologias padronizadas expostas anteriormente.

Nesse sentido, o acervo reunido no Brasil mediante cursos, publicações e a experiência adquirida na realização de auditorias é significativo e permite estabelecer uma abordagem geral para a realização de análises, visando a promover a eficiência em bases técnico-econômicas. Considerando tal abordagem, a sequência de atividades apresentada na Figura 3.3 pode ser adotada para o desenvolvimento de uma auditoria energética.

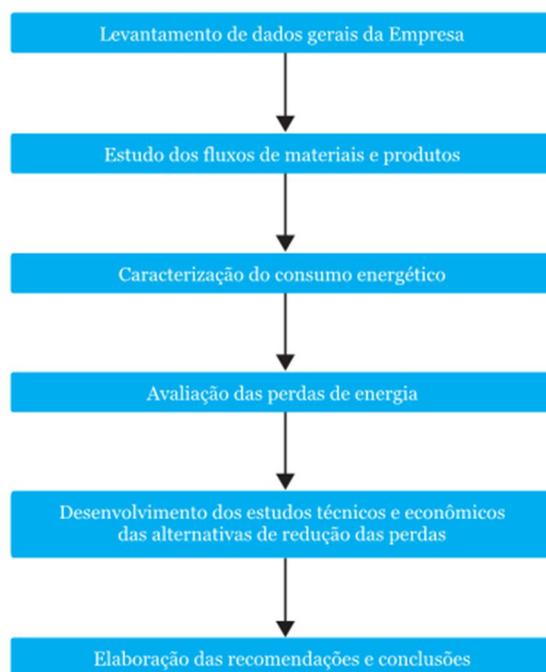


Figura 3.3 – Etapas de uma auditoria energética.  
Fonte: PROCEL, 2001 - Conservação de Energia.

Como resultado dessas atividades, deve ser preparado o relatório da auditoria energética, documento que sintetiza o trabalho de levantamento empreendido e que deve apresentar, de forma clara, as recomendações e as conclusões. Recomenda-se adotar os procedimentos descritos na Figura 3.4 que apresenta uma boa prática de execução de um relatório de auditoria energética. Entre parênteses indicam-se os temas que tipicamente podem ser abordados em cada tópico.

- 1 - Resumo Executivo
- 2 - Empresa  
(localização, indicadores, descrição básica dos processos)
- 3 - Estudos energéticos  
(diagramas, características, estudo das perdas)
  - 3.1 - Sistemas Elétricos
    - a) Levantamento da carga elétrica instalada
    - b) Análise das condições de suprimento  
(qualidade do suprimento, harmônicas, fator de potência, sistema de transformação)
    - c) Estudo do Sistema de Distribuição de energia elétrica  
(desequilíbrios de corrente, variações de tensão, estado das conexões elétricas)
    - d) Estudo do Sistema de Iluminação:  
(luminometria, análise de sistemas de iluminação, condições de manutenção)
    - e) Estudo de Motores Elétricos e outros Usos Finais  
(estudo dos níveis de carregamento e desempenho, condições de manutenção)
  - 3.2 - Sistemas Térmicos e Mecânicos
    - a) Estudo do Sistema de ar condicionado e exaustão  
(sistema frigorífico, níveis de temperatura medidos e de projeto, distribuição de ar)
    - b) Estudo do Sistema de geração e distribuição de vapor  
(desempenho da caldeira, perdas térmicas, condições de manutenção e isolamento)
    - c) Estudo do Sistema de bombeamento e tratamento de água
    - d) Estudo do Sistema de compressão e distribuição de ar comprimido
  - 3.3 - Balanços energéticos
- 4 - Análise de Racionalização de Energia  
(estudos técnico-econômicos das alterações operacionais e de projeto, como por exemplo, da viabilidade econômica da implantação de sistemas de alto rendimento para acionamento e iluminação, viabilidade econômica da implantação de sensores de presença associados a sistemas de iluminação, análise do uso de iluminação natural, análise de sistemas com uso de termoacumulação para ar condicionado, viabilidade econômica da implantação de controladores de velocidade de motores, análise da implantação de sistemas de cogeração)
- 5 - Diagramas de Sankey atual e prospectivos
- 6 - Recomendações
- 7 - Conclusões
- 8 - Anexos  
(figuras, esquemas, tabelas de dados)

Figura 3.4 - Conteúdo típico do relatório de uma auditoria energética.  
Fonte: PROCEL, 2001 - Conservação de Energia.

Os procedimentos descritos na Figura 3.4 se propõem a separar claramente a avaliação da situação real encontrada (Estudos Energéticos), que retrata o quadro encontrado, dos estudos prospectivos (Análise de Racionalização de Energia), que definem condições a serem atingidas. Essas etapas podem ser efetuadas de forma independente e mesmo por profissionais diferentes. Por outro lado, essa estrutura não é fixa e é possível apresentar algumas sugestões

e alternativas para a racionalização dos sistemas elétricos, térmicos e mecânicos na sequência imediata de sua avaliação.

Outras ferramentas como os diagramas de Sankey são uma forma gráfica de representar os fluxos energéticos na empresa, desde sua entrada até os usos finais, evidenciando-se as diversas transformações intermediárias e as perdas associadas. Os fluxos são representados por faixas cuja largura corresponde à sua magnitude em unidades energéticas. A execução desses diagramas para a situação base e para as alternativas propostas permite evidenciar que, com as medidas de racionalização de energia, o nível de atendimento das demandas de energia útil se mantém e pode mesmo melhorar, sendo as reduções de consumo de vetores energéticos decorrentes do menor nível das perdas de energia. A Figura 3.5 mostra um exemplo desse tipo de diagrama, no qual as perdas em um transformador, cabos e distribuição e o motor somam 52 kW, para um efeito útil de 48 kW no motor.

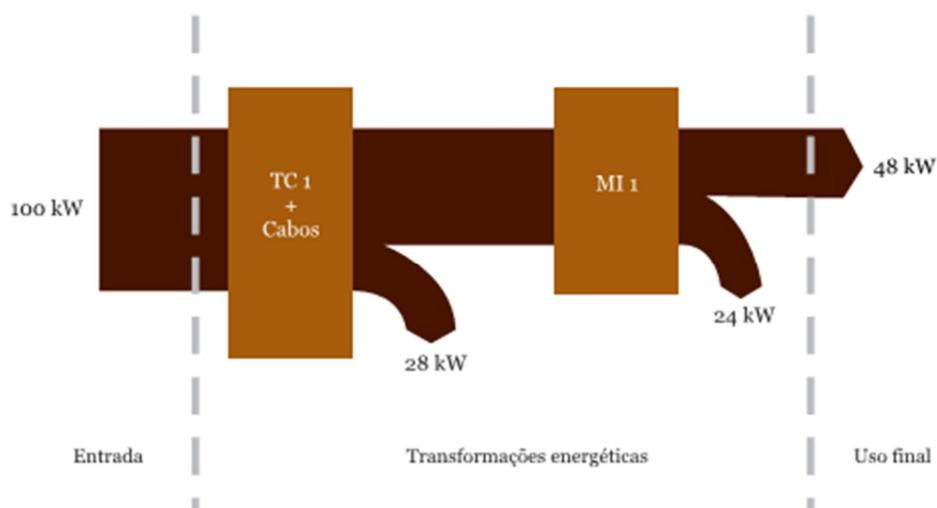


Figura 3.5 – Exemplo de Diagrama de Sankey.  
Fonte: PROCEL, 2001 - Conservação de Energia.

### 3.2 Implantando o Plano de Eficiência Energética - PEE (Gestão Energética)

Segundo o ELETROBRÁS (2005), a implantação de um Plano de Gestão Energética ou Plano de Eficiência Energética deve ser a primeira iniciativa ou ação, visando à redução de custos com energia em uma empresa. A importância da implantação do Plano deve-se ao fato de que ações isoladas, por melhores resultados que apresentem, tendem a perder o seu efeito

ao longo do tempo. Um PEE deve ser estruturado de forma que os resultados de sua implementação se mantenham e as ações adotadas não percam seu efeito ao longo do tempo.

O PEE visa a otimizar a utilização de energia por meio de orientações, direcionamento, propostas de ações e controle sobre os recursos humanos, materiais e econômicos. Objetiva-se reduzir os índices globais e específicos da energia necessária à obtenção do mesmo resultado ou produto.

A empresa deve entender que o PEE não trata de:

- racionamento de energia;
- redução na qualidade dos produtos fabricados ou dos serviços prestados; ou
- ações mesquinhas de economia ou de poupança.

Na maioria das empresas, a preocupação com a gestão de energia, geralmente, é de caráter pontual, não tendo continuidade e ficando delegada aos escalões inferiores da organização. Isso não quer dizer que deva ser negligenciada. Muito esforço nesse sentido já foi realizado e muitos resultados relevantes foram colhidos. Existe a consciência de que, cada vez mais, o tema “Gestão Energética” merece a atenção e o empenho da direção das empresas e de todos os seus níveis hierárquicos.

Atualmente, assistimos a importantes transformações no Brasil e no mundo com respeito à preocupação com a preservação do meio ambiente. É importante que as empresas procurem se antecipar às mudanças que ocorrerão quanto às exigências de um novo mercado consumidor, que dará preferência a produtos de empresas que possuam o compromisso com a preservação do meio ambiente e com o não-desperdício.

O PEE é uma alternativa para mostrar ao mercado que a empresa está comprometida com esses valores. Aliás, para reivindicar a certificação ISO 14000, é exigida a implantação de um programa de conservação.

Para demonstrar a sua importância na política administrativa interna, esse programa deve ser formalmente lançado como um marco na existência da empresa. Em função disso, deverá ocorrer por meio de um documento ou evento formal.

Para a implementação do PEE, a empresa deve delegar responsabilidade ao grupo de funcionários encarregados de criá-lo e de implementá-lo. A direção deve manter-se comprometida com o seu sucesso, devendo acompanhar suas ações e resultados e demonstrar seu apoio.

Assim, decidida a importância estratégica do PEE, seu lançamento deverá abranger, no mínimo: sua institucionalização no organograma da empresa, suas diretrizes e os responsáveis por sua condução.

A implantação e metodologia do PEE estão detalhadas no Anexo G.

### 3.3 Análise energética do PEE

O gerenciamento energético de qualquer instalação requer o pleno conhecimento dos sistemas energéticos existentes, dos hábitos de utilização da instalação, dos mecanismos de aquisição de energia e da experiência dos usuários e técnicos da edificação.

A implementação de medidas estanques, não coordenadas e não integradas a uma visão global de toda a instalação, ou carente de uma avaliação de custo/benefício pode não produzir os resultados esperados e minar a credibilidade do Programa, dificultando a continuidade do processo perante a direção e os ocupantes da planta.

Por isso, o primeiro passo consiste em conhecer como a energia elétrica é consumida na sua instalação e em acompanhar o custo e o consumo de energia elétrica por produto/serviço produzido, mantendo um registro cuidadoso. Os dados mensais e históricos são de grande importância para a execução do diagnóstico, podendo ser extraídos da conta de energia elétrica.

Esses dados poderão fornecer informações preciosas sobre a contratação correta da energia e seu uso adequado, bem como sobre a análise de seu desempenho, subsidiando a tomada de decisões, visando à redução dos custos operacionais. Para realizar a análise energética, é necessário, antes, conhecer alguns conceitos.

#### 3.3.1 Como a energia elétrica é medida

Quantificar a energia elétrica é difícil, já que ela é invisível (mas sensível). Neste trabalho, trataremos a energia elétrica como um produto qualquer, a fim de torná-lo o mais visível possível.

Todos os equipamentos elétricos possuem uma potência, que pode estar identificada em *watts* (W), em *horsepower* (hp) ou em cavalo vapor (cv). Caso a potência esteja identificada em hp ou cv, basta transformar em *watts*, usando as seguintes conversões:

$$1\text{cv} = 735\text{ W e } 1\text{ hp} = 746\text{ W ou } 1\text{ kW} = 1,36\text{ cv} = 1,34\text{ hp.}$$

Pode-se verificar que o consumo de energia elétrica, de acordo com a equação 3.1, que é igual à potência em *watts* (W) vezes o tempo em horas (h), expressa em *watt* hora (Wh). Portanto, depende das potências (em *watts*) dos equipamentos e do tempo de funcionamento (em horas) desses.

$$\text{Consumo (Wh)} = \text{Potência (W)} \times \text{Tempo (h)} \quad (3.1)$$

### 3.3.2 O custo da energia elétrica

O custo da energia elétrica para o consumidor dependerá de uma série de fatores. Além dos equipamentos e suas condições operacionais, a forma de contratação da energia poderá causar enormes diferenças de preços entre plantas semelhantes.

A reestruturação do setor elétrico implicou o aparecimento de um agente no setor que inexistia até pouco tempo atrás: o consumidor livre. Esse novo agente hoje ainda se constitui de poucos consumidores, porém há a tendência de crescimento nos próximos anos.

Os consumidores cativos são regulados por legislação específica, estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), notadamente a Resolução nº 456, os quais estão sujeitos a tarifas de energia.

O preço a que esses consumidores estão sujeitos dependerá da tensão a que estiverem ligados, se baixa ou alta. Mesmo enquadrados em uma dessas classes de tensão, eles pagarão por sua energia um preço médio, que dependerá de alguns fatores, detalhados a seguir.

No setor elétrico, é considerado consumidor de baixa tensão (BT) aquele que está ligado em tensão inferior a 2.300 V, e de alta tensão aquele ligado em tensão superior a 2.300 V.

Na baixa tensão (BT), o preço médio da energia é igual, acrescido do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), pois só é cobrado o consumo. Na BT, os clientes estão sujeitos às tarifas do grupo B. Nele existem subgrupos que variam de acordo com as classes:

- a) Subgrupo B1 - residencial; residencial baixa renda;
- b) Subgrupo B2 – rural; cooperativa de eletrificação rural; irrigação;
- c) Subgrupo B3 - demais classes; e
- d) Subgrupo B4 - iluminação pública.

O ICMS varia conforme a legislação tributária de cada estado. Por exemplo: em Minas Gerais, a alíquota para a classe residencial é de 30% e nas demais classes, é de 18%. É

possível observar que, apesar de o produto (energia) ser o mesmo, na BT o preço da energia varia por tipo de classe (residencial, industrial/comércio e rural), por estado, conforme o ICMS, e entre as concessionárias.

Na alta tensão (AT), a tarifa aplicada não é monômnia, como na baixa tensão (BT), e sim binômnia, ou seja, cobra-se, além do consumo (kWh) registrado, a demanda (kW) contratada ou a medida (a que for maior), mais o ICMS.

Na AT, clientes estão sujeitos às tarifas do grupo A. Nele os subgrupos não dependem das classes, e sim do nível de tensão. São os subgrupos:

- a) A1 – 230 kV ou mais;
- b) A2 – 88 kV a 138 kV;
- c) A3 – 69 kV;
- d) A3a – 30 kV a 44 kV;
- e) A4 – 2,3 kV a 25 kV; e
- f) AS – subterrâneo.

No setor elétrico, diz-se que os consumidores dos subgrupos AS, A4 e A3a estão ligados em “média tensão” (MT).

No caso do atendimento em AT, o preço médio da energia elétrica não será igual às tarifas. Ele variará conforme o fator de carga. São oferecidas nesse tipo de atendimento duas modalidades tarifárias: a convencional e a horo-sazonal. Na modalidade convencional, as tarifas independem dos horários de ponta e fora de ponta, bem como dos períodos seco e úmido. Na modalidade horo-sazonal, existem dois tipos de tarifa: azul e verde (somente para a MT). As tarifas de demanda são diferenciadas conforme os horários (HP e HFP), no caso da azul, ao passo que as de consumo (energia) são diferenciadas conforme os horários e períodos (PS, PU, FS e FU).

### **3.3.3 Tarifas**

A ANEEL homologa as tarifas de energia por concessionária após analisar as planilhas de custos apresentada. Assim, as tarifas variam para cada área de concessão. Seus reajustes ocorrem em meses diferentes.

Para cada subgrupo, é estabelecido um grupo de tarifas. Os clientes da média tensão estão sujeitos a mais opções de tarifas (azul, verde e convencional). Como ilustração

apresentamos os exemplos, na Tabela 3.1, que apresenta as tarifas de uma concessionária do Brasil para o subgrupo A4 (2,3 a 25 kV).

TARIFA	PONTA	FORA DE PONTA	PONTA		FORA DE PONTA	
			SECO	ÚMIDO	SECO	ÚMIDO
AZUL	36,21	11,86	0,20611	0,18886	0,10402	0,09239
VERDE		11,86	0,88255	0,86530	0,10402	0,09239
CONVENCIONAL	22,30			0,15992		

Tabela 3.1 – Tarifas Exemplo.

Fonte: ELETROBRÁS, 2005 - Gestão Energética.

A tarifa de ultrapassagem é aplicável sobre a diferença entre a demanda medida e a contratada quando a primeira exceder em 10% a segunda, no caso da MT, ou 5%, no caso da AT. O valor é três vezes superior ao estabelecido para as tarifas regulares. No exemplo, as tarifas são mostradas na Tabela 3.2

TIPO DE TARIFA	DEMANDA (R\$/KW)	
	PONTA	FORA DE PONTA
AZUL	108,63	35,57
VERDE	35,58	
Convencional	66,60	

Tabela 3.2 – Tarifas de Ultrapassagem do Exemplo.

Fonte: ELETROBRÁS, 2005 - Gestão Energética.

Um exemplo de ultrapassagem de demanda ilustrado na Tabela 3.3 é descrito como um consumidor atendido em 13,8 kV (MT) com 1.000 kW de demanda contratada (a tolerância nesse caso é de 100 kW).

DEMANDA MEDIDA	PARCELA COM TARIFA NORMAL	PARCELA COM TARIFA DE ULTRAPASSAGEM
1.080 kW	1.080 kW	-
1.120 kW	1.000 kW	120 kW

Observe que a demanda de ultrapassagem será toda a parcela da demanda medida que superar a contratada em mais de 10%, e não apenas o que exceder a tolerância. Neste exemplo, considerando que a demanda se refere à de fora da ponta, e usando as tarifas das tabelas 5.1 e 5.2, teríamos:

1º exemplo: demanda faturada =  $1.080 \times 11,86 = \text{R\$ } 12.808,80$

2º exemplo: demanda faturada =  $1.000 \times 11,86 + 120 \times 35,58 = \text{R\$ } 16.129,60$

Uma diferença monetária de 26%, para uma diferença em kW de apenas 4%.

Tabela 3.3 - Exemplo de ultrapassagem de demanda.  
 Fonte: ELETROBRÁS, 2005 - Gestão Energética.

### 3.3.4 Estrutura tarifária

As regras para o enquadramento tarifário estão apresentadas na Tabela 3.4. As orientações para a escolha da melhor opção tarifária serão detalhadas no final deste capítulo.

TIPO DE TARIFA	VALORES A SEREM FATURADOS		
	CONSUMO (KWH)	DEMANDA (KW)	ULTRAPASSAGEM DE DEMANDA
<b>CONVENCIONAL</b> Aplicada como opção para consumidores com demanda menor que 300kW. A demanda contratada mínima é de 30kW. Ver observação 1.	Total registrado x Preço único	Maior valor entre: - a medida ou - a contratada x Preço único Exceção Ver observação 2.	Aplicável quando a demanda medida superar a contratada em 10%.
<b>VERDE</b> Aplicada como opção para consumidores da MT. Ver observação 3.	Total registrado no HFP x Preços HFP para períodos seco e úmido. + Total Registrado no HP x Preços HP para períodos seco e úmido.	Maior valor entre: - a medida ou - a contratada x Preço único Exceção Ver observação 2.	Aplicável quando a demanda medida superar a contratada em 10%.
<b>AZUL</b> Aplicada de forma compulsória para clientes com demanda maior ou igual a 300 kW e opcional para aqueles com demanda entre 30 a 299 kW. Ver observação 3.	Total registrado no HFP x Preços HFP para períodos seco e úmido. + Total Registrado no HP x Preços HP para períodos seco e úmido.	Maior valor entre: - a medida ou - a contratada x Preços diferenciados para HFP e HP Exceção Ver observação 2.	Aplicável quando a demanda medida superar a contratada em 10%, na MT e 5%, na AT, nos respectivos horários.

Tabela 3.4 – Regras para enquadramento tarifário.

Fonte: ELETROBRÁS, 2005 - Gestão Energética.

Algumas observações se fazem necessárias:

1. Se uma unidade consumidora enquadrada na THS apresentar nove registros de demanda medida menor que 300 kW nos últimos onze ciclos de faturamento, poderá optar por retornar para a convencional.

2. Quando a unidade consumidora for classificada como rural ou reconhecida como sazonal, a demanda a ser faturada será:

- a) tarifa convencional: a demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da maior demanda medida em qualquer dos onze ciclos completos de faturamento anteriores;
- b) tarifa horo-sazonal: a demanda medida no ciclo de faturamento ou 10% da demanda contratada.

A cada doze meses, a partir da data da assinatura do contrato de fornecimento, deverão ser verificados, por segmento horário, a demanda medida não inferior à contratada em pelo menos três ciclos completos de faturamento. Caso contrário, a concessionária poderá cobrar, complementarmente, na fatura referente ao décimo segundo ciclo, as diferenças positivas entre as três maiores demandas contratadas e as respectivas demandas medidas.

3. Se nos últimos onze meses de faturamento houver três registros consecutivos ou seis alternados de demandas medidas maiores ou iguais a 300 kW, o cliente será enquadrado compulsoriamente na tarifa horo-sazonal azul, mas poderá fazer opção pela verde.

Em algumas áreas de concessão já se estuda, para a baixa tensão, a aplicação de tarifas diferenciadas conforme o horário de utilização, denominada “tarifa amarela”. Por enquanto, está em fase de testes ou de homologação, porém sua implantação dependerá da troca dos medidores atuais, que não têm capacidade de registrar e armazenar consumos por períodos diferenciados (ponta, fora de ponta, madrugada). Considerando que a baixa tensão responde por boa parte da ponta do sistema e que os investimentos para expansão do sistema são realizados para atender a essa demanda, verifica-se que estruturas tarifárias baseadas em tarifas diferenciadas por horário de uso são mais justas e educativas, pois apontam custos mais reais para cada horário ou período.

### **3.3.5 Fator de carga (FC)**

O fator de carga, em linhas gerais, é em um indicador que informa como a empresa utiliza a energia elétrica que lhe é disponibilizada pela concessionária. É um índice cujo valor varia entre 0 e 1. Ele aponta a relação entre o consumo de energia elétrica e a demanda de potência máxima em determinado espaço de tempo.

Esse tempo pode ser convencionalizado em 730 horas por mês, que representa o número médio de horas em um mês genérico do ano  $[(365 \text{ dias}/12 \text{ meses}) \times 24 \text{ horas}]$ . Na prática, o

número de horas dependerá do intervalo de leitura. O fator de Carga médio pode ser calculado pela equação 3.2:

$$FC_{m\u00e9dio} = \frac{\text{Consumo Total (kWh)}}{\text{Demanda (kW)} \times 730 \text{ (h)}} \quad (3.2)$$

No caso de consumidores enquadrados no sistema tarif\u00e1rio horo-sazonal, modalidade azul, o fator de carga \u00e9 definido por segmento horo-sazonal (ponta e fora de ponta), e o fator de carga pode ser calculado atrav\u00e9s das seguintes equa\u00e7\u00f5es de 3.3 a 3.6:

$$FC_{HP} = \frac{\text{Consumo no HP (kWh)}}{\text{Demanda HP (kW)} \times NHP} \quad (3.3)$$

- ✓ O NHP sendo o n\u00famero de horas de ponta depender\u00e1 do n\u00famero de dias \u00fateis no per\u00edodo de medi\u00e7\u00e3o e pode ser calculado pela equa\u00e7\u00e3o 3.4 e o seu fator de carga pela equa\u00e7\u00e3o 3.5.

$$NHP = N^{\circ} \text{ de dias \u00fateis} \times 3 \quad (3.4)$$

$$FC_{HFP} = \frac{\text{Consumo no HFP (kWh)}}{\text{Demanda HFP (kW)} \times NHFP} \quad (3.5)$$

- ✓ O n\u00famero de horas fora de ponta (NHFP) depender\u00e1 do per\u00edodo de medi\u00e7\u00e3o e das horas de ponta e pode ser calculado pela equa\u00e7\u00e3o 3.6.

$$NHFP = (N^{\circ} \text{ de dias de medi\u00e7\u00e3o} \times 24) - NHP \quad (3.6)$$

A melhoria (aumento) do fator de carga, al\u00e9m de diminuir o pre\u00e7o m\u00e9dio pago pela energia el\u00e9trica consumida, conduz a um melhor aproveitamento da instala\u00e7\u00e3o el\u00e9trica, inclusive de motores e equipamentos, e a uma otimiza\u00e7\u00e3o dos investimentos nas instala\u00e7\u00f5es.

Apresentamos medidas para aumentar o fator de carga:

- programação do uso dos equipamentos;
- diminuição, sempre que possível, dos períodos ociosos de cada equipamento, operando-os de forma não simultânea;
- não acionamento simultâneo de motores que iniciem operação com carga;
- verificação das condições técnicas de suas instalações, com manutenção periódica dos equipamentos;
- evitar os seguintes desperdícios de energia elétrica: equipamentos funcionando simultaneamente quando poderiam operar em horários distintos; equipamentos funcionando sem produzir em determinados períodos; falta de programação para a utilização de energia elétrica; e curtos-circuitos e fugas de energia elétrica.

Os caminhos para aumentar o fator de carga seguem uma análise dos equipamentos existentes, fazendo-se o levantamento de utilização e a verificação de como a produção pode ser otimizada.

Em resumo, o fator de carga representa a relação entre a energia utilizada pela empresa e a energia que a concessionária poderia ter fornecido no mesmo período. Em termos percentuais, indica a percentagem que a empresa utilizou da carga que sua distribuidora disponibilizou.

Neste capítulo foi apresentado as bases fundamentais de um Plano de Eficiência Energética que se mostra útil e benéfico para melhorar a disponibilidade e conservação de energia na indústria. Finalmente, há os conceitos de estrutura tarifária e fator de carga, parâmetros importantes dentro de um Plano de Eficiência Energética.

No próximo capítulo serão descritos os materiais e os métodos que descrevem onde e como foi feita a coleta de dados, e os procedimentos adotados para realizar o Plano de Eficiência Energética da indústria pesquisada, levando em conta o processo produtivo e os equipamentos eletromecânicos envolvidos no processo de busca pela efficientização.

## **CAPITULO 4**

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada para a realização do Plano de Eficiência Energética. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015, sendo as grandezas elétricas (tensão das fases, corrente das fases e as cargas) medidas entre os dias 24 a 30 de outubro de 2014.

Foi realizado um diagnóstico energético caracterizado por um levantamento do perfil de consumo, identificação dos pontos críticos da planta industrial, com o propósito de racionalizar o uso da energia elétrica e reduzir os custos com esse insumo, e também por meio de pesquisa de revisão bibliográfica, foi possível obter informações que consolidaram o entendimento do assunto que sustenta o caráter científico deste trabalho.

Os dados utilizados nesta pesquisa, as atividades e os procedimentos foram levantados de forma empírica, ou seja, no dia a dia de trabalho da planta da empresa industrial denominada LPX Agroindustrial Ltda.

#### **4.1 Identificação da planta industrial**

A identificação da planta industrial desta pesquisa é assim caracterizada:

- Razão Social: LPX Agroindustrial Ltda.
- CNPJ: 11.907.543/0001-03.
- Endereço: Av. Principal Número Zero Um, nº 1367.
- Coordenadas geográficas: 20° 29'22.01" S e 54°44'39.15" O
- Bairro: Núcleo Industrial.
- CEP: 79.108-552.
- Telefone: (67) 3391 0062.
- Cidade: Campo Grande.
- Estado: Mato Grosso do Sul.
- Número de funcionários: 60 (sessenta).
- Atividade principal: preparação de subprodutos do abate de bovinos. Os produtos principais são o sebo ou gordura animal (para a indústria de sabões/sabonetes, de rações animais e para a indústria química) e farinhas de carne e ossos (para rações animais).

- Produção mensal média anual:
  - Produção de Farinha: 612 t.
  - Produção de Sebo: 700 t.

#### 4.1.1 Descrição Geral do Ambiente de Pesquisa

O layout da planta arquitetônica é mostrado na Figura 4.1 e demonstra a distribuição dos prédios do conjunto industrial.

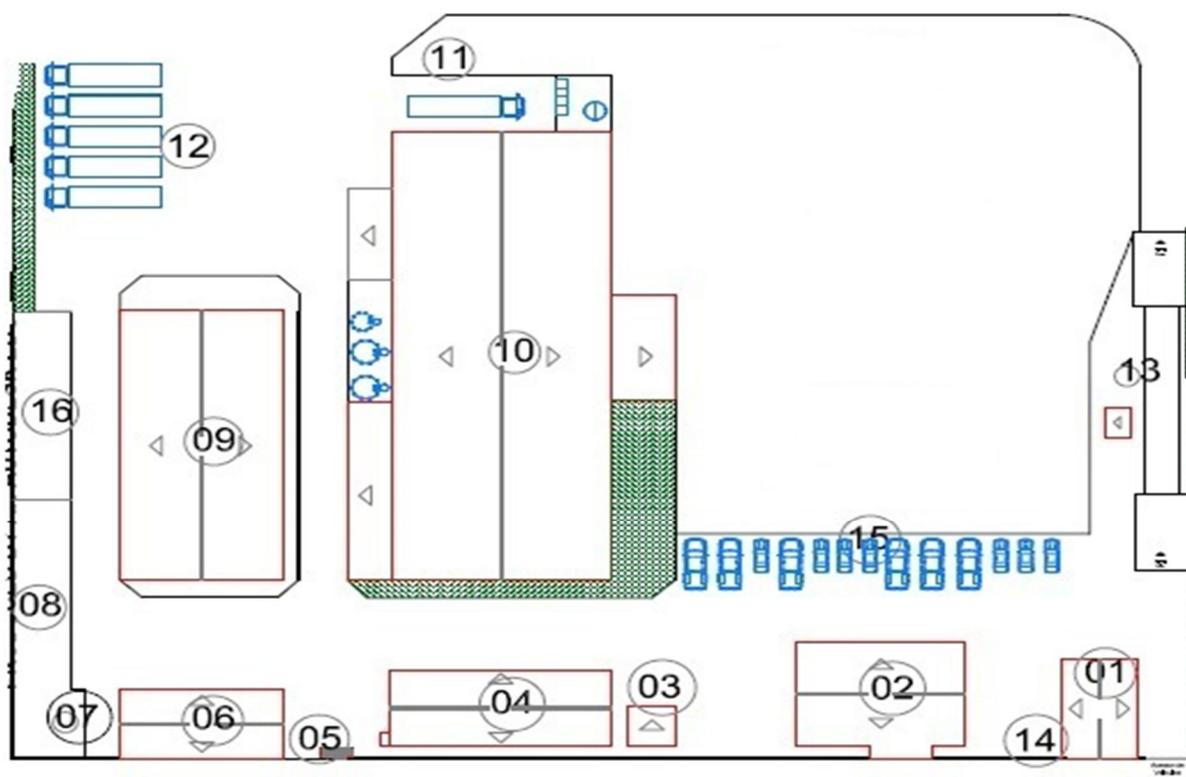


Figura 4.1 – Layout da fábrica da LPX.  
Fonte: Acervo da LPX.

Legenda da Figura 4.1 – Layout da Fábrica da LPX.

	Descritivo da indicação
01	Portaria e Recursos Humanos
02	Administração
03	Cabine e Rebaixamento
04	Refeitório e Vestiário
05	Lixeira

06	Oficina de Manutenção e Almoxarifado
07	Reservatório D'Água
08	Poço Artesiano
09	Caldeira
10	Graxaria
11	Lavador de Caminhão
12	Pátio / Estacionamento de Caminhões
13	Balança
14	Guarita
15	Estacionamento
16	Depósito de Lenha

Na Figura 4.2, temos a vista aérea da Agroindústria LPX.



Figura 4.2 – Vista aérea da LPX.  
Fonte: Acervo da LPX.

## 4.2 Localização dentro do Distrito Industrial

De acordo com LPX (2014) a fábrica de farinha está localizada no Distrito Industrial de Campo Grande/MS, em uma área de fácil acesso, isenta de odores indesejáveis, fumaça e contaminantes. As instalações são separadas por áreas definidas como zona “limpa” e zona “suja”.

As vias de trânsito externo à fábrica possuem asfalto. As vias de trânsito interno são pavimentadas, limpas, livres de entulhos e materiais armazenados desobstruídos e com escoamento adequado, sendo utilizadas por veículos pequenos, para descarregamento de matéria-prima e para carregamento do produto final.

As vias de circulação de pessoas são pavimentadas e possuem calçadas de concreto ao redor dos blocos. A empresa possui refeitório, com acomodação adequada para os colaboradores e coletores de lixo.

A instalação é coberta, permitindo a ventilação adequada. O teto proporciona fácil limpeza, resistência à umidade e a vapores e vedação adequada, evitando a entrada de insetos e pragas. A iluminação e a ventilação proporcionam condições mínimas de arejamento e iluminação, natural e artificial; as lâmpadas são adequadamente protegidas.

A seção de recepção da matéria-prima é separada da seção de processamento do produto final, ou seja, não há nenhum contato entre o produto final e a matéria-prima, nem entre os funcionários das duas seções, não ocorrendo assim qualquer tipo de contaminação cruzada. O piso da seção é resistente e antiderrapante; as paredes são impermeabilizadas, facilitando assim a limpeza e a desinfecção completa da área. O piso possui desnível em direção ao ralo existente dentro da seção, permitindo um adequado escoamento dos líquidos.

As janelas são construídas de forma a evitar o acúmulo de sujidades e possuem proteção contra pragas e insetos. A matéria-prima vinda de abate e da desossa, bucharia e triparia (aparas de carne, recortes e aparas diversas que não são aproveitadas como comestíveis, bem como carcaças, partem de carcaças, órgãos e vísceras descartados) chega à seção de recepção por meio de caminhões carga.

O produto final é armazenado de modo a facilitar a correta higienização da área e a impedir a formação de abrigos para insetos e roedores. A farinha é armazenada em estrados sem contato direto com o piso e distante da parede.

#### **4.2.1 Edifícios e salas**

Todos os prédios são de alvenaria, permitindo uma limpeza fácil e adequada. Os fluxos de processo e de colaboradores não permitem a contaminação cruzada. Contém lavatórios para higienização de mãos e botas independentes. O prédio da fábrica mantém todas as portas de acesso fechadas; as vias de acesso aos setores são providas de portões. Tanto a entrada da área limpa como da área suja possuem gabinete sanitário.

#### **4.2.2 Estruturas e instalações internas**

Todas as áreas internas da fábrica possuem piso de concreto usinado, polido e antiderrapante, além de canaletas e ralos para o escoamento de água.

A iluminação é natural, com janelas, aberturas e telhas transparentes, e artificial, com lâmpadas fluorescentes – 220 lux nas áreas de manipulação e 540 lux nas linhas de inspeção. Nas linhas de inspeção, os focos luminosos são dispostos de maneira a garantir uma perfeita iluminação da área, possibilitando a exatidão dos exames. Além disso, todas as luminárias possuem protetores contra rompimentos.

A ventilação também é natural, através de janelas e aberturas providas de telas à prova de insetos e exaustores também telados.

O teto é constituído de material que impede o acúmulo de sujidades, a condensação de vapores e a formação de mofo, sendo de fácil limpeza.

As janelas e as aberturas são dotadas de telas à prova de insetos, de fácil limpeza e conservação. As telas são removidas periodicamente para limpeza e manutenção, havendo a substituição das que se encontram furadas ou rasgadas.

As portas são de material não absorvente e de fácil limpeza, constituídas de material metálico, sendo as que se abrem para o exterior.

As escadas, as monta-cargas, as plataformas, as escadas de mão e as rampas são bem localizadas e construídas de forma a evitar contaminação, sendo as plataformas de material metálico.

Há mangueiras com água quente e/ou fria para higienização das instalações e dos equipamentos.

As instalações internas estão distribuídas da seguinte forma:

1. Hall de entrada: constitui-se como uma barreira física contra a entrada de poeira, microrganismos e outros agentes, evitando a contaminação física, química e biológica. O acesso ao hall de entrada é através de uma porta de correr metálica, com ar forçado para evitar a entrada de insetos. O piso é de concreto polido, com declividade mínima de 2% com ralos. As telhas são de aço galvanizado. No local, há: um lavatório de botas coletivo, composto também de mangueiras de jato de água e escovas de cerdas plásticas; e um lavatório de mãos de aço inoxidável, com acionamento não manual, equipado com saboneteira contendo detergente antisséptico, álcool em gel a 70%, papelreira e lixeira.
2. Recepção de matéria-prima: as paredes são de alvenaria. Apresenta iluminação no local, com calha contra estilhaçamento. Os ralos e o piso são de concreto polido, com declividade de no mínimo de 2%. As telhas são de aço galvanizado. Possui portão grande de metal para entrada de caminhão para descarregamento da matéria-prima. Possui barreira sanitária completa, com lava-botas e pia automática e materiais necessários à lavagem das mãos (saboneteira com sabonete líquido, papelreira com papel toalha, porta álcool gel e lixeira com tampa). No local, há os seguintes equipamentos: tolva para recepção de resíduos (2), triturador de ossos e transportador helicoidal (rosca sem fim).
3. Área de processamento com parede de alvenaria, piso de concreto polido, com declividade de mínima de 2%. Possui ralo para o escoamento de água. Há exaustores em toda a fábrica. O telhado é de aço galvanizado. Há telhas translúcidas na lateral, para melhor iluminação da fábrica. No local, há os seguintes equipamentos: digestores (4), transportador helicoidal (rosca sem fim), percolador contínuo (1), caixa coletora de sebo, clarificador de sebo (1), tanque de apoio, silo para torta, bomba de vácuo, *blow* tanque, decanter, esterilizador de farinha de carne e osso (1), prensa (2) e bebedouro coletivo (1). A manutenção do esterilizador e do digestor, bem como as revisões periódicas é realizada conforme consta em ata própria.
4. Área de embalagem e estocagem de produtos acabados – farinha de carne e osso mista: as paredes são de alvenaria, com piso de concreto polido, com inclinação mínima de 2%; há canaletas e aberturas para escoamento da água, com ralos sifonados. As telhas são de aço galvanizado. Conta com os seguintes equipamentos: silo para torta, transportador helicoidal (rosca sem fim), moinho

para farinha, ensacadeira de farinha, paletes de armazenagem e tolva para recepção de farinha.

5. Sala de máquinas, com equipamentos de manutenção.
6. Sala de monitoramento de esterilização (laboratório), com computador com programa de esterilização da farinha de carne e ossos.
7. Área de armazenamento de sebo: têm paredes de alvenaria, piso de concreto polido, com inclinação mínima de 2%, e canaletas e aberturas para escoamento da água com ralos. As telhas são de aço galvanizado. Conta com os seguintes equipamentos: depósito de sebo (3) e bomba de engrenagem.

### **4.2.3 Instalações anexas à indústria (instalações externas)**

#### **4.2.3.1 Bloco 01: Portaria**

A Portaria é composta por conjuntos de salas e banheiro, para uso exclusivo de seus funcionários. O piso é de cerâmica antiderrapante, com porta de metal, paredes de alvenaria pintadas e lâmpadas com luminária (há protetor contra queda e explosão). O teto é de alvenaria e a cobertura é de telhas de aço galvanizado. É dotada de meios que permitem o controle da entrada e saída dos funcionários, bem como o peso emitido da balança.

#### **4.2.3.2 Bloco 02: Escritório/Recepção/Controle de Qualidade**

Esse bloco é composto por conjuntos de salas, copa e sanitários para uso exclusivo dos funcionários da administração. Possui piso de porcelanato antiderrapante, porta de madeira e vidro, paredes de alvenaria pintadas de cor bege e lâmpadas com luminária (há protetor contra queda e explosão). O teto é de alvenaria e a cobertura é de telhas de aço galvanizado.

#### **4.2.3.3 Bloco 02: Sede da Inspeção Federal**

A sede da Inspeção Federal localiza-se no Bloco 02. É composta por conjuntos de salas, com copa e sanitários. Possui portas de madeira e janelas de vidro. Possui lâmpadas com luminárias (há protetor contra queda e explosão). O piso é de cerâmica. Há ralos nos banheiros para escoamento de água. O teto é de alvenaria e a cobertura é de telhas de aço

galvanizado. As paredes de alvenaria são pintadas de cor bege. Possui armários para arquivo de controles, registros e documentos privativos da Inspeção Federal.

#### **4.2.3.4 Bloco 03: Almoxarifado e Laboratório**

Esse bloco localiza-se em área independente, próxima ao térreo do prédio do escritório. Conta com piso de cerâmica antiderrapante e com ralos no banheiro para escoamento da água. Possui portas de madeira e janelas de vidro. Possui lâmpadas com luminárias (há protetor contra queda e explosão). O teto é de alvenaria e a cobertura é de telhas de cerâmica bege. As paredes de alvenaria são pintadas de cor bege. Ali é feita a estocagem de embalagem primária, no depósito de embalagens, ao lado da sala de produtos químicos. No mesmo bloco, está o Laboratório, onde são feitas as análises do sebo.

#### **4.2.3.5 Bloco 05: Refeitório/Vestiário**

O vestiário masculino possui entrada e saída independentes, com piso e paredes revestidos de cerâmica clara, armário para a guarda de roupas e objetos pessoais, chuveiros, mictório, sanitário e pia acionada não manual. A pia é dotada de materiais para higienização das mãos (sabonete líquido bactericida, papel toalha não reciclável e lixeira com tampa acionada a pedal).

Há um sanitário próximo à entrada de produção, a fim de facilitar a saída dos funcionários. O piso e as paredes são revestidos de cerâmica, com área para a guarda de roupas e objetos pessoais, chuveiros, sanitário e pia. A pia é dotada de materiais para higienização das mãos (sabonete líquido bactericida, papel toalha não reciclável e lixeira com tampa acionada a pedal).

O refeitório é devidamente equipado com cozinha e composto por conjuntos de mesas e bancos suficientes para a acomodação dos funcionários durante as refeições. As mesas e os bancos são de alvenaria e granito, com a pedra de cor preta. Na cozinha industrial são feitas as refeições aos funcionários. Há o Refeitório A e o B, sendo o Refeitório A destinado aos funcionários da área limpa (com uniforme de cor branca) e do escritório, e o Refeitório B aos funcionários da área suja (cujas cores de uniforme são laranja, cinza e azul).

#### **4.2.3.6 Oficina**

É uma área independente a ser construída e destinada à execução de reparos e à manutenção geral de máquinas e equipamentos utilizados nas diversas seções industriais do estabelecimento. Será construída em alvenaria, com piso de concreto polido e telhas de aço galvanizado.

#### **4.2.4 Equipamentos e Utensílios**

Os equipamentos foram projetados e construídos visando à facilidade de limpeza e também para assegurar que não causem alterações dos produtos durante o processamento, a manipulação e a estocagem. Além disso, os equipamentos foram instalados em locais onde permitem a avaliação das condições higiênicas pela equipe do Controle de Qualidade. A maioria deles é de aço inox e de ferro galvanizado.

Os equipamentos e utensílios usados no armazenamento de produtos não comestíveis são instalados e operados de forma que não propiciem qualquer risco de contaminação, sendo de uso exclusivo para essa finalidade.

### **4.3 Estudo energético da planta industrial**

#### **4.3.1 Manutenção das Instalações e equipamentos industriais**

A empresa dispõe de uma equipe de manutenção constituída por profissionais qualificados para manutenção das instalações e equipamentos industriais, composta por bombeiros hidráulicos, eletricitista, mecânicos, soldadores e auxiliares (pedreiros e pintores).

Dispõe ainda de um programa de manutenção do estabelecimento, concebido com o objetivo de manter toda a indústria em perfeito funcionamento, ou seja, um trabalho feito no sentido de preservar as características originais das instalações e dos equipamentos tanto no que se refere à estrutura como ao acabamento e à funcionalidade, tudo com o propósito de garantir a elaboração e a inocuidade dos produtos. Os equipamentos passam por manutenção preventiva, preditiva ou corretiva, ou uma associação dessas modalidades. Da mesma forma, as instalações são submetidas a reparos e pinturas sempre que necessário.

#### **4.3.2 Levantamento de setores da planta industrial em potencial para a pesquisa**

Esta etapa do trabalho é uma das mais importantes do levantamento de informações, pois foram obtidos relatos da rotina de pessoas que atuam no ambiente da planta industrial e que operam seus equipamentos ou convivem dentro e ao redor do prédio da planta.

A partir de reuniões com o responsável pelo setor de produção, foram pesquisados os setores que possuem maior quantidade de motores trifásicos de indução. Numa visita preliminar, para conhecimento das instalações e suas dimensões, foi entrevistado o gerente industrial, que informou a respeito dos diferentes turnos de trabalho. Todos os setores da planta industrial foram visitados, sendo os estudos concentrados na área de Graxaria, local onde se concentra o maior número de motores de indução trifásico.

Durante as visitas, foram realizadas verificações nos equipamentos em operação e analisados os seguintes itens:

- Estado de conservação dos equipamentos e máquinas, além de sua data de fabricação e uso na planta.
- Condições de funcionamento dos equipamentos – na medida do possível foram verificados os equipamentos mais acessíveis para visualização.
- Medição de grandezas elétricas como: tensões e correntes por fase, potência monofásica ativa e reativa.

#### **4.3.3 Descrição do esquema produtivo da Agroindústria LPX Ltda.**

De acordo com o gerente industrial da LPX do período da pesquisa, foi possível descrever o esquema produtivo resumido de fabricação de seus produtos farinha de carne de ossos e sebo, como segue:

1. com a chegada da matéria-prima (massa com ossos ou massa sem ossos) em caminhões basculantes, ocorre o início do ciclo produtivo;
2. se for matéria-prima com ossos, segue para a máquina tolva 1 e em seguida para a máquina trituradora;
3. do triturador a massa com ossos segue para o *blow* tanque e depois para o digestor; na sequência, irá para o percolador (filtragem do sebo);

4. esse sebo é armazenado em um recipiente chamado caixa de borra. Dessa caixa, o sebo é bombeado para o classificador, onde é novamente bombeado para máquina decanter, que depois bombeia esse material para os tanques de sebo. Finalmente, é bombeado para a entrega na expedição;

5. se for matéria-prima sem ossos, vai direto para o *blow* tanque, em seguida para o digestor, gerando a massa com sebo que vai para a prensa *expeller*. Dessa prensa, segue para máquina rosca e em seguida para o esterilizador, que a manda para a tolva de estocagem, onde sai o produto farinha de carne e osso, enviado para uma rosca que alimenta o moinho que o manda para a expedição, onde ocorre a embalagem do produto.

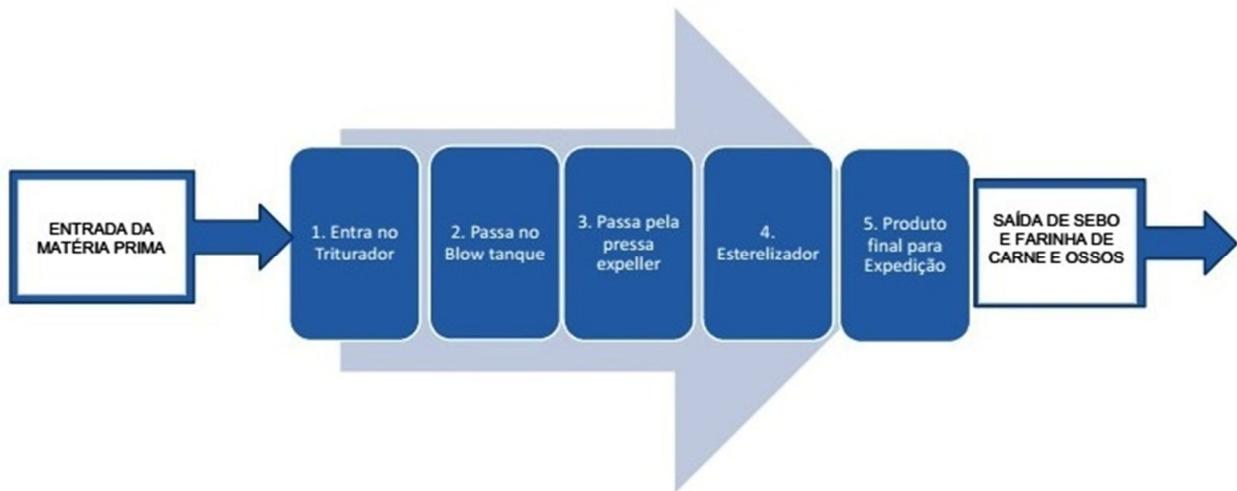


Figura 4.3 – Esquema resumido da produção da agroindústria LPX.

Esse ciclo produtivo se repete de duas em duas horas e meia conforme apresentado na Figura 4.3.

#### 4.3.4 Levantamento da carga instalada em quilowatts na planta industrial

Na etapa de coleta de dados característicos para a realização do gerenciamento energético que dá suporte ao plano de eficiência energética, foi feito o levantamento da

quantidade de cargas instaladas de máquinas e equipamentos eletroeletrônicos que fazem parte das instalações da Agroindústria LPX Ltda.

Após o levantamento, foram organizadas as informações a respeito da carga instalada, divididas da seguinte maneira: relação de motores, equipamentos de iluminação, equipamentos de ar condicionado e equipamentos elétricos, sendo que a carga de motores representa 94,33%, conforme ilustrado na Figura 4.4.

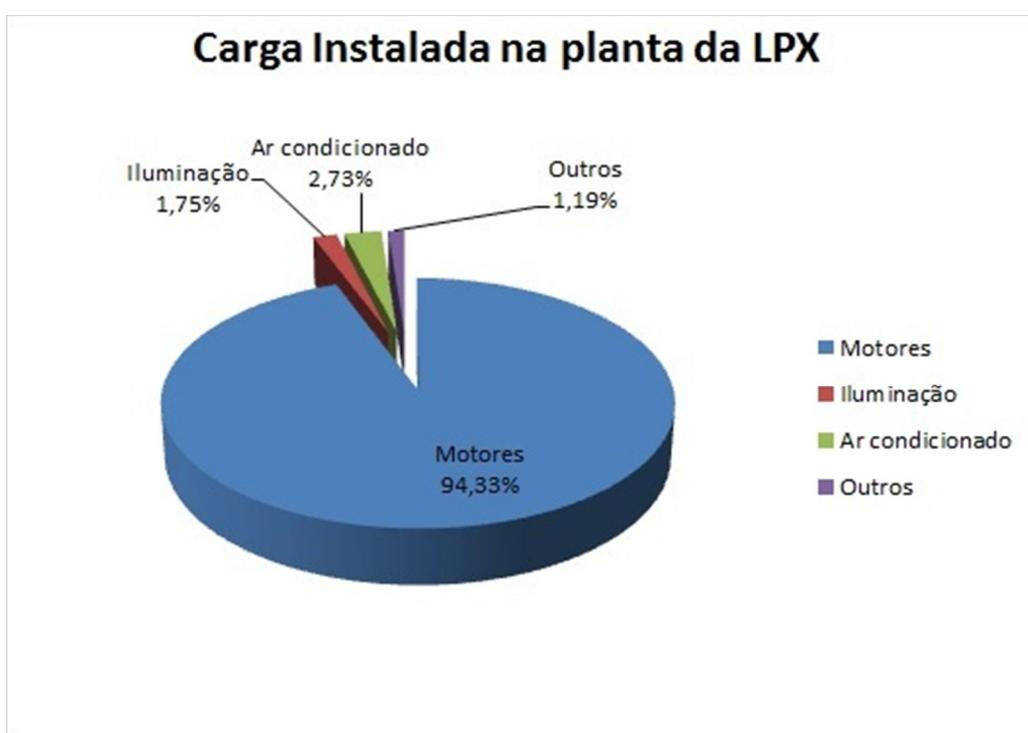


Figura 4.4 – Tipo de carga instalada versus a porcentagem de cada uma.

Observa-se na Figura 4.4 que dos quatro tipos de carga existentes no sistema de equipamentos elétricos da LPX, 94,33 % da carga instalada vem dos motores. Portanto, vem da força motriz, o tipo de carga mais significativo em magnitude e que será estudada em particular mais adiante, na fase de verificação de oportunidade de investimento de troca de motores usados para novos. A maioria dos motores existentes no pátio da fábrica da LPX é do tipo motor de indução trifásico de rotor gaiola de esquilo.

#### 4.4 Análise das últimas faturas de consumo de energia

De acordo com Viana (2012), a otimização tarifária é a escolha da tarifa mais conveniente para a unidade consumidora, considerando-se o seu regime de funcionamento, as características do seu processo de trabalho, bem como a oportunidade/possibilidade de se fazer modulação de carga. A simulação realizada com os dados obtidos nas contas de energia elétrica confirma, ou não, a tarifa utilizada como a mais conveniente, e com os fatores de carga vigentes e a legislação tarifária em vigor aponta a tarifa que proporciona o menor custo médio.

Conforme visto anteriormente, a estrutura tarifária brasileira atual oferece várias modalidades de tarifas, as quais, em função das características do consumo de cada empresa, apresentam maiores ou menores vantagens, em termos de redução de despesas com energia.

Não se pode fiar em regras definidas para essa escolha, devendo ser desenvolvida uma análise detalhada do uso de energia elétrica, identificando-se as horas do dia de maior consumo e as flutuações de consumo ao longo do ano. No entanto, é possível dizer que as tarifas horo-sazonais apresentam maiores possibilidades para gerenciamento das despesas com energia, permitindo obter menores custos, desde que se possam minimizar, ou mesmo evitar, o consumo e a demanda nos horários de ponta.

De maneira geral, para determinar o melhor sistema de tarifação, é preciso considerar:

- os valores médios mensais de consumo e de demanda em cada um dos segmentos de ponta e fora de ponta;
- os valores médios mensais a serem faturados em cada um dos segmentos horo-sazonais ou os valores respectivos de demanda e consumo para tarifação convencional, além dos valores de ultrapassagem que porventura ocorram;
- as possibilidades de deslocamento do horário de trabalho de diversos equipamentos para minimizar o consumo e a demanda no segmento de ponta;
- as despesas mensais com cada um dos sistemas tarifários.

A análise tarifária mostra-se como opção de redução do custo médio da energia da mesma forma que a correção do fator de potência ou a otimização da demanda contratada, eliminando ultrapassagens ou ociosidades. Como poderão ser notadas em outras análises tarifárias, as diferenças das tarifas de uma região para outra, frente às revisões e ao realinhamento tarifário, mostrarão que os resultados podem ser diferentes.

Ações de gerenciamento energético como a modulação de carga e a substituição do suprimento no horário de ponta, bem como ações de eficiência energética como a substituição tecnológica em usos fixos, muitas vezes dependerão dos resultados obtidos numa recontração de demanda.

#### **4.4.1 Análise das tarifas da LPX**

A análise tarifária com base nas faturas mensais emitidas pela concessionária de energia elétrica – no caso da LPX, a concessionária é a Enersul/Energisa – possibilita ao gestor do Plano de Eficiência Energética (PEE) condições de identificar e avaliar o tipo de tarifa ao qual a empresa está submetida ou enquadrada. Esse tipo de análise permite também verificar as tarifas de ultrapassagem, que ocorrem se há uma diferença entre a medida e a demanda contratada. A análise das tarifas ainda é importante para verificar o melhor enquadramento que a empresa exige.

Neste estudo, para integrar o PEE, as tarifas analisadas compreendem o período que corresponde ao mesmo da pesquisa, indo de outubro de 2013 a outubro de 2014, completando doze faturas analisadas, representando um período anual, mais um mês subsequente.

As Tabelas de 5.5 a 5.14, localizadas no Anexo F, ilustram as planilhas utilizadas nesta análise.

#### **4.5 Estudo da opção da melhor escolha da modalidade tarifária**

De acordo com o exposto neste estudo no item 3.7.5, no qual identificamos os três tipos possíveis de tipos de tarifa – a convencional, a verde e a azul – ao qual o consumidor deve se enquadrar ao contratar serviços de fornecimento de energia elétrica, e com base nos dados levantados nas faturas de energia fornecidas pela administração da LPX para a realização deste estudo, e sabendo que a agroindústria é um consumidor do tipo alta tensão foi feitas três análises de comparação, conforme as tabelas Tabela 5.I.1, Tabela 5.I.2, Tabela 5.I.3 para escolher a melhor opção tarifária.

Análise Tarifária I

Cliente: LPX

Potência Aparente do Posto de Transformação (kVA):

1000

1) Parâmetros:

a) Demanda na Ponta (kW) =	0,00
b) Demanda Fora de Ponta (kW) =	345,00
c) Consumo na Ponta (kWh) =	0,00
d) Consumo Fora de Ponta (kWh) =	69327,93

2) Análise:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão):		
Consumo Total (kWh) =		69327,93
Tarifa de Consumo (R\$/kWh) =		0,45
Total do Importe =	R\$	31.356,33

Tarifa Convencional (Alta Tensão):		
Demanda (kW) =		345,00
Consumo Total (kWh) =		69327,93
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =		39,86
Tarifa de Consumo (R\$/kWh) =		0,29
Total da Demanda =	R\$	13.751,70
Total do Consumo =	R\$	19.992,79
Total do Importe =	R\$	33.744,49

Tarifa Verde (Alta Tensão):		
Demanda (kW) =		345,00
Consumo na Ponta (kWh) =		0,00
Consumo Fora de Ponta (kWh) =		69327,93
Consumo Total (kWh) =		69327,93
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =		12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/kWh) =		1,32
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =		0,28
Total da Demanda =	R\$	4.357,35
Total do Consumo na Ponta =	R\$	-
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$	19.259,30
Total do Consumo =	R\$	19.259,30
Total do Importe =	R\$	23.616,65

Tabela 5.I.1 – Análise Tarifária 1.

I-1		Tarifa Azul (Alta Tensão):	
Demanda na Ponta (kW) =			0,00
Demanda Fora de Ponta (kW) =			345,00
Consumo na Ponta (kWh) =			0,00
Consumo Fora de Ponta (kWh) =			69327,93
Consumo Total (kWh) =			69327,93
Tarifa de Demanda na Ponta (R\$/kW) =			37,82
Tarifa de Demanda Fora de Ponta (R\$/kW) =			12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/kWh) =			0,40
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =			0,28
Total da Demanda na Ponta =	R\$		-
Total da Demanda Fora de Ponta =	R\$		4.357,35
Total da Demanda =	R\$		4.357,35
Total do Consumo na Ponta =	R\$		-
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$		19.231,57
Total do Consumo =	R\$		19.231,57
Total do Importe =	R\$		23.588,92

## 3) Balanço Financeiro Parcial:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão)			-
Tarifa Convencional (Alta Tensão)	R\$		33.744,49
Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	R\$		23.616,65
Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	R\$		23.588,92

## 4) Conclusão Parcial:

Melhor Opção Tarifária:	
Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	

## 5) Observações:

a) Análise considerando o desligamento da energia elétrica da rede da concessionária no horário de ponta e a alimentação por grupo motor gerador de 450 KVA abastecido a diesel.

b) Redução percentual no valor da fatura:

$$\Delta F \% = 30,53$$

## 6) Custo de Funcionamento do Grupo Motor Gerador 450 kVA a Diesel:

Número de dias em funcionamento por mês:		22
Número de horas em funcionamento por dia:		3,00
Consumo específico do grupo gerador a 1/2 carga (L/h):		58
Custo do óleo diesel (R\$/L):		3,20
Custo Mensal de Operação:	R\$	12.245,77

Tabela 5.I.2 – Análise Tarifária 1.

## 7) Balanço Financeiro Final:

I-2

Concessionária	R\$	23.588,92
Grupo Motor Gerador	R\$	12.245,77
Total	R\$	35.834,69

## 8) Conclusão Final:

A utilização do grupo motor gerador no horário de ponta é inviável atualmente, considerando o regime de funcionamento das cargas da empresa e o atual custo do diesel.

A utilização da energia elétrica proveniente da rede da concessionária local proporciona uma redução de 34,1% no valor final da fatura.

Tabela 5.I.3 – Análise tarifária 1.

Na análise da opção tarifária 1, apresentados nas tabelas Tabela 5.I.1, Tabela 5.I.2, Tabela 5.I.3 levou em conta a manutenção de uma demanda fora de ponta reduzida de 345 kW e as modalidades tarifa convencional (baixa tensão), tarifa convencional (alta tensão) e tarifa verde (alta tensão) e tarifa azul (alta tensão). Após o balanço financeiro parcial, concluímos, nesse caso, que a melhor opção tarifária é a tarifa horária azul (alta tensão). Ao observar o desligamento da energia elétrica da rede da concessionária no horário de ponta e a alimentação por grupo motor gerador de 450 kVA abastecido a diesel, chegamos a uma redução percentual no valor da fatura de 30,53%. Levando em consideração o custo do funcionamento do Grupo Motor Gerador 450 kVA a diesel, concluímos que sua utilização no horário de ponta é inviável atualmente, considerando ainda o regime de funcionamento das cargas da empresa e o atual custo do litro do diesel. A utilização da energia elétrica proveniente da rede da concessionária local proporciona uma redução de 34,1% no valor final da fatura.

Na análise da opção tarifária 2, levamos em conta a escolha entre as três modalidades tarifárias, sendo: a tarifa convencional (baixa tensão), tarifa convencional (alta tensão) e tarifa verde (alta tensão), como mostrado nas Tabela 5.II.1 e Tabela 5.II.2.

### Análise Tarifária II

Cliente: LPX

Potência Aparente do Posto de Transformação (kVA): 1000

1) Parâmetros:

a) Demanda na Ponta (kW) =	345,00
b) Demanda Fora de Ponta (kW) =	345,00
c) Consumo na Ponta (kWh) =	7349,71
d) Consumo Fora de Ponta (kWh) =	69327,93

2) Análise:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão):		
Consumo Total (kWh) =		76677,64
Tarifa de Consumo (R\$/KWh) =		0,45
Total do Importe =	R\$	34.680,53

Tarifa Convencional (Alta Tensão):		
Demanda (kW) =		345,00
Consumo Total (kWh) =		76677,64
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =		39,86
Tarifa de Consumo (R\$/KWh) =		0,29
Total da Demanda =	R\$	13.751,70
Total do Consumo =	R\$	22.112,30
Total do Importe =	R\$	35.864,00

Tarifa Verde (Alta Tensão):		
Demanda (kW) =		345,00
Consumo na Ponta (kWh) =		7349,71
Consumo Fora de Ponta (kWh) =		69327,93
Consumo Total (kWh) =		76677,64
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =		12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/KWh) =		1,32
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =		0,28
Total da Demanda =	R\$	4.357,35
Total do Consumo na Ponta =	R\$	9.734,54
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$	19.259,30
Total do Consumo =	R\$	28.993,84
Total do Importe =	R\$	33.351,19

Tabela 5.II.1 – Análise Tarifária 2.

Tarifa Azul (Alta Tensão):		
Demanda na Ponta (kW) =		345,00
Demanda Fora de Ponta (kW) =		345,00
Consumo na Ponta (kWh) =		7349,71
Consumo Fora de Ponta (kWh) =		69327,93
Consumo Total (kWh) =		76677,64
Tarifa de Demanda na Ponta (R\$/kW) =		37,82
Tarifa de Demanda Fora de Ponta (R\$/kW) =		12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/kWh) =		0,40
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =		0,28
Total da Demanda na Ponta =	R\$	13.047,90
Total da Demanda Fora de Ponta =	R\$	4.357,35
Total da Demanda =	R\$	17.405,25
Total do Consumo na Ponta =	R\$	2.975,02
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$	19.231,57
Total do Consumo =	R\$	22.206,58
Total do Importe =	R\$	39.611,83

## 3) Balanço Financeiro:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão)		-
Tarifa Convencional (Alta Tensão)	R\$	35.864,00
Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	R\$	33.351,19
Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	R\$	39.611,83

## 4) Conclusão:

Melhor Opção Tarifária:	
Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	

## 5) Observações:

a) Análise considerando a possibilidade de redução da demanda contratada de 393 kW para 345 kW de acordo com o valor máximo de demanda registrado nos últimos 14 meses.

b) Redução percentual no valor da fatura:

$\Delta F\% = 1,79$

Tabela 5.II.2 – Análise Tarifária 2.

Conforme apresentado, nas Tabelas 5.II.1 e 5.II.2 a Opção tarifária 2 levou em conta, também, a manutenção de uma demanda fora de ponta reduzida de 345 kW. Foram analisadas as modalidades tarifa convencional (baixa tensão), tarifa convencional (alta tensão) e tarifa verde (alta tensão). Após o balanço financeiro, concluímos, nesse caso, que a melhor opção tarifária é a tarifa horária verde (alta tensão). Ao buscar alcançar a eficiência no consumo de energia elétrica, com a possibilidade de redução da demanda contratada de 393 kW para 345

kW de acordo com o valor máximo registrado nas faturas analisadas da agroindústria, chegamos a uma redução percentual no valor da fatura de 1,79%.

Quanto à Opção tarifária 3, levou-se em conta a escolha entre as três modalidades tarifárias, sendo a demanda contratada e os consumos médios no horário de ponta e fora de ponta dos últimos 14 meses mostrados nas Tabela 5.III.1 e Tabela 5.III.2.

### Análise Tarifária III

Cliente: LPX  
Potência Aparente do Posto de Transformação (kVA): 1000

#### 1) Parâmetros:

a) Demanda na Ponta (kW) =	393,00
b) Demanda Fora de Ponta (kW) =	393,00
c) Consumo na Ponta (kWh) =	7349,71
d) Consumo Fora de Ponta (kWh) =	69327,93

#### 2) Análise:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão):	
Consumo Total (kWh) =	76677,64
Tarifa de Consumo (R\$/KWh) =	0,45
Total do Importe =	R\$ 34.680,53

Tarifa Convencional (Alta Tensão):	
Demanda (kW) =	393,00
Consumo Total (kWh) =	76677,64
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =	39,86
Tarifa de Consumo (R\$/KWh) =	0,29
Total da Demanda =	R\$ 15.664,98
Total do Consumo =	R\$ 22.112,30
Total do Importe =	R\$ 37.777,28

Tarifa Verde (Alta Tensão):	
Demanda (kW) =	393,00
Consumo na Ponta (kWh) =	7349,71
Consumo Fora de Ponta (kWh) =	69327,93
Consumo Total (kWh) =	76677,64
Tarifa de Demanda (R\$/kW) =	12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/KWh) =	1,32
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =	0,28
Total da Demanda =	R\$ 4.963,59
Total do Consumo na Ponta =	R\$ 9.734,54
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$ 19.259,30
Total do Consumo =	R\$ 28.993,84
Total do Importe =	R\$ 33.957,43

Tabela 5.III.1 – Análise tarifária 3.

Tarifa Azul (Alta Tensão):	
Demanda na Ponta (kW) =	393,00
Demanda Fora de Ponta (kW) =	393,00
Consumo na Ponta (kWh) =	7349,71
Consumo Fora de Ponta (kWh) =	69327,93
Consumo Total (kWh) =	76677,64
Tarifa de Demanda na Ponta (R\$/kW) =	37,82
Tarifa de Demanda Fora de Ponta (R\$/kW) =	12,63
Tarifa de Consumo na Ponta (R\$/kWh) =	0,40
Tarifa de Consumo Fora de Ponta (R\$/kWh) =	0,28
Total da Demanda na Ponta =	R\$ 14.863,26
Total da Demanda Fora de Ponta =	R\$ 4.963,59
Total da Demanda =	R\$ 19.826,85
Total do Consumo na Ponta =	R\$ 2.975,02
Total do Consumo Fora de Ponta =	R\$ 19.231,57
Total do Consumo =	R\$ 22.206,58
Total do Importe =	R\$ 42.033,43

## 3) Balanço Financeiro:

Tarifa Convencional (Baixa Tensão)	-
Tarifa Convencional (Alta Tensão)	R\$ 37.777,28
Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	R\$ 33.957,43
Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	R\$ 42.033,43

## 4) Conclusão:

Melhor Opção Tarifária:
Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)

## 5) Observações:

a) Análise considerando a demanda contratada e os consumos médios no horário de ponta e fora do horário de ponta dos últimos 14 meses.

Tabela 5.III.2 – Escolha da opção tarifária 3.

Conforme apresentado acima, a Opção tarifária 3 levou em conta a opção de manter uma demanda na ponta e fora de ponta contratada de 393 kW. Foram analisadas as modalidades tarifa convencional (baixa tensão), tarifa convencional (alta tensão) e tarifa verde (alta tensão). Após o balanço financeiro, concluímos que, nesse caso, a melhor opção tarifária é a tarifa horária verde (alta tensão), considerando a demanda contratada e os consumos médios no horário de ponta e fora de ponta dos últimos 14 meses.

## **4.6 Estudo do sistema de cargas elétricas**

Foi feito aqui a análise das curvas de carga, tensão, corrente e fator de potência horário e referentes às condições de funcionamento da subestação que atende à empresa LPX Agroindustrial Ltda.

As medições realizadas permitem fazer um diagnóstico dinâmico dos parâmetros aferidos, demonstrando assim a qualidade da energia elétrica e a eficiência do equipamento.

O estudo baseia-se em dados registrados com Analisador de Energia RE2000, da marca EMBRASUL Indústria Eletrônica, entre os dias 24 de outubro e 30 de outubro de 2014.

### **4.6.1 Métodos utilizados nesta análise**

Inicialmente, se instalou o Analisador de Energia RE2000 no secundário do transformador que atende às instalações da empresa, para a aferição e o registro das grandezas elétricas: tensões e correntes por fase, potência monofásica ativa e reativa em intervalos de 30 segundos. As demais grandezas elétricas apresentadas nesta dissertação, tais como: potência trifásica ativa, reativa e aparente, fator de potência horário e fator de carga são oriundos da relação física e matemática que elas mantêm com as grandezas aferidas.

A subestação que atende à empresa LPX Agroindustrial Ltda. é alimentada por transformador trifásico de especificação tipo ROMAGNOLE, transformador industrial trifásico com conservador de óleo e flanges 1000 kVA e de distribuição com potência aparente nominal de 1000 kVA, com tensões de 13,8 kV (alta tensão) e 380/220 V (baixa tensão) apresentado na Figura 4.5.



Figura 4.5 – Transformador de 1000 kVA da LPX Agroindustrial Ltda.

A seguir, são apresentadas as curvas de tensão, as curvas de corrente, as curvas de carga, o fator de potência horário e as demais grandezas referentes ao período de medição.

#### **4.6.2 Análise e discussão dos resultados dos parâmetros elétricos**

##### **4.6.2.1 Das curvas de tensão - Limites adequados de tensão**

A Resolução Normativa da ANEEL nº 616, de 19 de dezembro de 2003, estabelece que para tensão nominal igual ou inferior a 1 kV, ligação trifásica, esta é considerada adequada quando está dentro da faixa de 201 V a 229 V.

As ilustrações das Figuras 4.6 e Tabela 4.6.1, representando a medida da tensão de fase do dia 24 de outubro de 2014 e os demais registros de tensão das fases dos dias de medição (de 24 a 30 de outubro de 2014 estão em anexo), exibem os perfis diários de tensão das fases A, B e C registrados no período de medição. A Tabela 4.6.1 mostra os máximos e mínimos registrados no dia (os demais registros estão anexos).

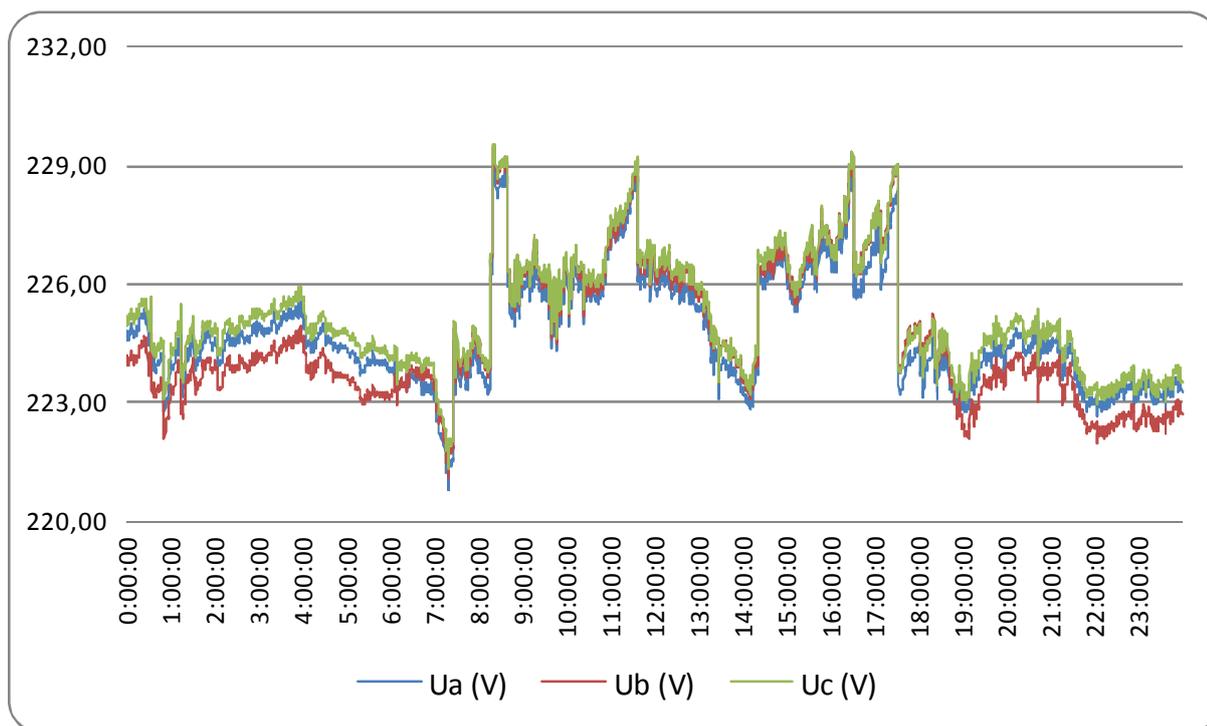


Figura 4.6 – Tensão das fases, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.

Tabela 4.6.1 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: sexta-feira, 24 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	228,98	8:21:30	220,77	7:20:00
Ub	229,49	8:21:30	221,08	7:20:00
Uc	229,56	8:21:00	221,33	7:20:00

Tabela 4.6.1 – Tensões Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014

Ao analisar as demais curvas de tensões (em anexo), foi possível verificar que os maiores valores de tensão foram registrados na fase C, sendo a máxima de 231,83 V no dia 28 de outubro de 2014 (terça-feira). Já na fase A, foram medidos os menores com o mínimo de 220,77 V no dia 24 de outubro de 2014 (sexta-feira). Apesar de o valor máximo de tensão estar acima dos valores padronizados pela ANEEL, nota-se que este foi um caso isolado e de curta duração.

#### 4.6.2.2 Das curvas de corrente

A Figura 4.7 exibe o perfil diário de corrente das fases A, B e C dos dias de medição (de 24 a 30 de outubro de 2014 em anexo), registrados no período de medição. A Tabela 4.7.1 mostra os valores máximo e mínimo de corrente em cada fase, registrados diariamente (os demais registros estão em anexo).

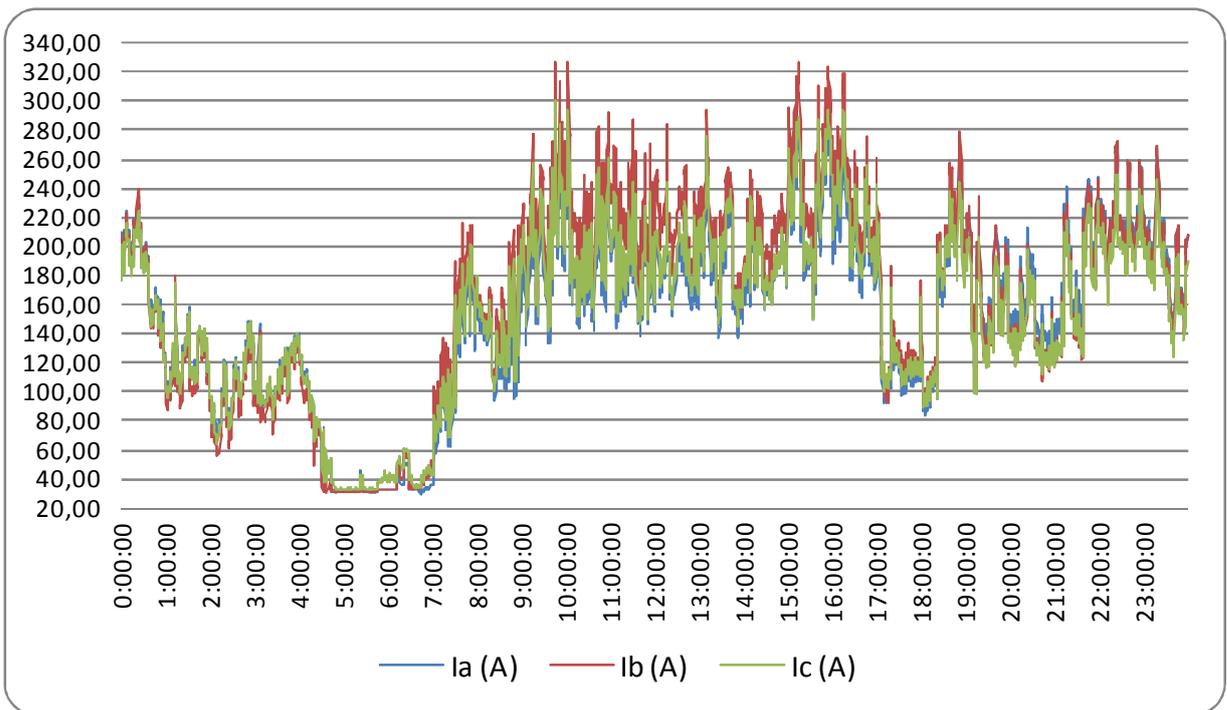


Figura 4.7 - Corrente das fases, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.

Tabela 4.7.1- Correntes Máximas e Mínimas				
Data: sexta-feira, 24 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	289,59	9:21:36	29,89	6:43:30
Ib	327,56	10:03:30	30,63	5:42:30
Ic	301,35	9:46:30	32,10	5:43:30

Tabela 4.7.1 – Correntes Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014

Conforme as demais curvas de corrente (em anexo) e a verificação das máximas e mínimas correntes, concluímos que para o período de medição as maiores correntes foram registradas na fase B, sendo a máxima de 338,59 A no dia 25 de outubro de 2014 (sábado). A mínima registrada foi de 22,79 A, na fase A, no dia 26 de outubro de 2014 (domingo).

#### **4.6.2.3 Das curvas de cargas**

As curvas de carga são traçadas a partir do registro da demanda de energia elétrica requerida por um consumidor em um determinado período. Elas apresentam o comportamento da potência ativa (kW), reativa (kVAr) e aparente (kVA) solicitadas nas instalações elétricas com seus picos e declives.

O fator de carga é definido como sendo a razão entre a demanda média e a demanda máxima da unidade consumidora ocorrida no mesmo intervalo de tempo especificado. Ele mostra se a instalação elétrica está sendo utilizada de forma racional por parte do consumidor.

A Figura 4.8, exibe o comportamento diário das potências ativa, reativa e aparente, calculados a cada 15 minutos, semelhantemente às medições realizadas para fins de faturamento da concessionária local (Energisa). O fator de carga calculado e as demandas de potência máxima e mínima registradas diariamente estão na Tabela 4.8.1 (os demais registros estão em anexo).

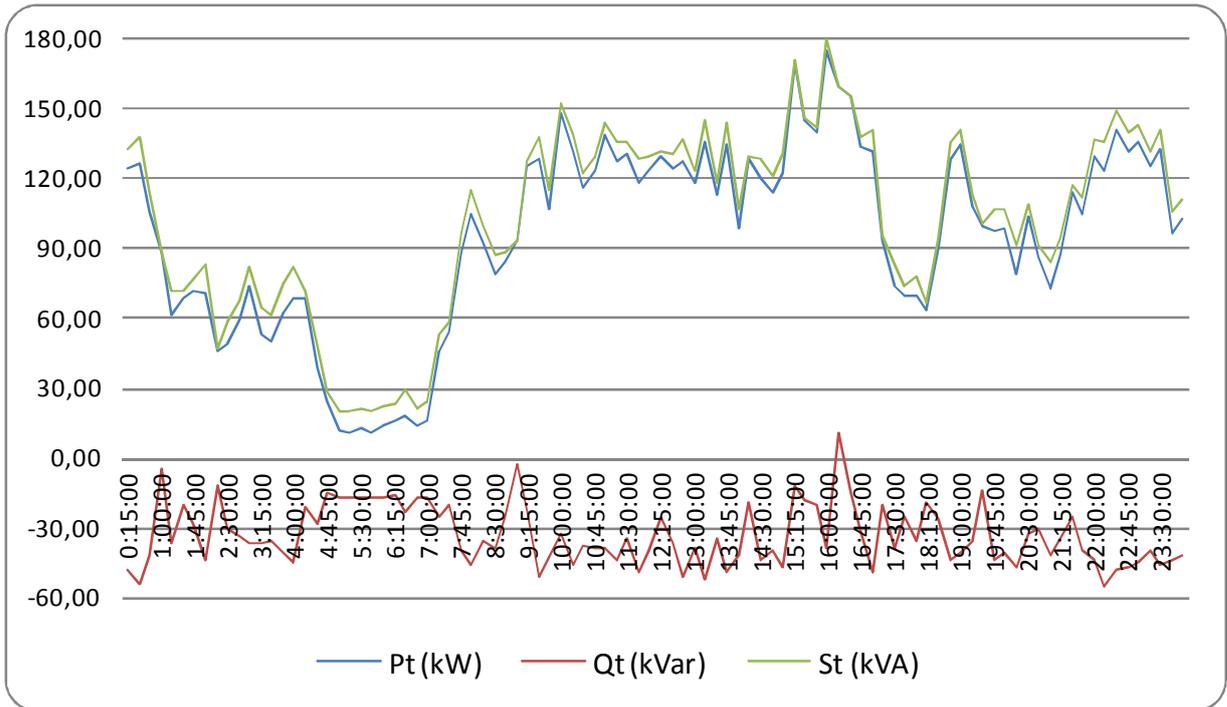


Figura 4.8 - Curvas de carga, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.

Tabela 4.8.1- Potências Máximas e Mínimas				
Data: sexta-feira, 24 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	175,47	16:00:00	10,91	5:15:00
Qt (kVar)	10,67	16:15:00	-55,57	22:15:00
St (kVA)	179,68	16:00:00	20,16	5:15:00
Fator de Carga:	0,54			

Tabela 4.8.1 – Potências Máximas e Mínimas – Do dia 24 de outubro de 2014

Observa-se que as curvas de potência ativa e aparente possuem o mesmo comportamento. Isso se deve aos valores de potência reativa ser muito menores em relação aos da potência ativa. Uma baixa demanda de potência reativa indutiva solicitada pelo consumidor indica a predominância de cargas resistivas (predominância de cargas, motores de indução trifásico), cargas com alto fator de potência ou a presença de bancos de capacitores instalados para correção do fator de potência.

Por meio das curvas de carga, observa-se que a máxima demanda de potências ativa, reativa e aparente foi, respectivamente, de: 175,47kW, 23,57 kvar (indutivo – atrasado) e 179,68 kVA, registradas no dia sexta-feira, 24 de outubro de 2014, as 16 horas. Portanto, constata-se que o transformador de 1000 kVA opera com folga de aproximadamente 77% de sua potência nominal no instante em que foi registrada a maior potência aparente.

Em relação aos fatores de carga diários, ele se manteve entre 0,18 a 0,70. Um fator de carga próximo de 1,00 indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo em um curto período de tempo.

O fator de carga semanal da empresa foi de 0,47; a possibilidade de otimização desse parâmetro está vinculada aos estudos de levantamento de cargas e ao agendamento de seu funcionamento.

#### **4.6.2.4 Fator de potência**

O fator de potência é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétrica ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

O fator de potência é regulamentado segundo a Resolução nº. 414 da ANEEL de 9 de setembro de 2010, em seu artigo 96. Valores altos de fator de potência (próximos de 1,00) indicam que está sendo utilizada pouca energia reativa em relação à energia ativa, indicando o uso racional da energia elétrica. Em contrapartida, valores baixos de fator de potência (abaixo de 0,92) indicam que há excesso de energia reativa, por isso, é cobrada multa em forma de tarifa extra pela concessionária, caso o fator de potência registrado durante o período de medição da instalação não esteja entre os limites de 0,92 (indutivo) e 0,92 (capacitivo).

A Figura 4.9 apresenta a variação diária das medições convertidas em valores horários para análise do excedente de reativos conforme a legislação pertinente.

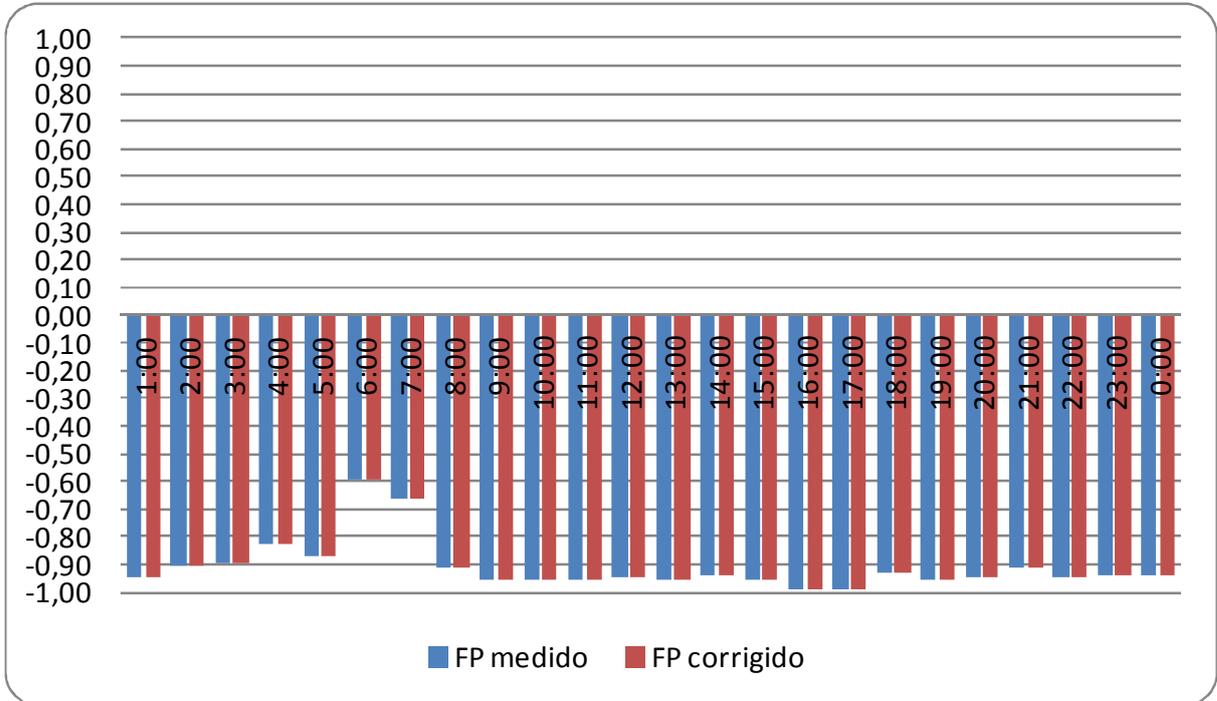


Figura 4.9 - Curva de fator de potência, sexta-feira, 24 de outubro de 2014.

Tabela 3.4.1 - Fator de Potência Horário							
Data: sexta-feira, 24 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,95	7:00	-0,66	13:00	-0,96	19:00	-0,96
2:00	-0,90	8:00	-0,91	14:00	-0,94	20:00	-0,95
3:00	-0,90	9:00	-0,96	15:00	-0,96	21:00	-0,91
4:00	-0,83	10:00	-0,96	16:00	-0,99	22:00	-0,95
5:00	-0,87	11:00	-0,95	17:00	-0,99	23:00	-0,94
6:00	-0,59	12:00	-0,95	18:00	-0,93	0:00	-0,94

Tabela 4.9.1 – Fator de Potência Horário – Do dia 24 de outubro de 2014

Por meio dos dados de fator de potência horário, da Figura 4.9, observa-se que durante o período de medição foram encontrados valor abaixo de 0,92, indutivo. E a Tabela 4.9.1 apresenta os valores do fator de potencia medido no dia 24 de outubro de 2014.

#### 4.6.2.5 Consumo mensal

O consumo mensal estimado por meio da análise dos parâmetros elétricos da empresa é mostrado na Tabela 4.5.

Consumo Medido:			
Data:	de	24/10/2014	a
			30/10/2014
CFP(kWh)			56855,51
CP(kWh)			4692,23
CT(kWh)			61547,74

Tabela 4.5 – Consumo mensal dos parâmetros elétricos.

#### 4.6.2.6 Análise considerando o consumo mensal

Por meio das curvas de carga, foi possível estimar os valores do consumo e demanda no mês referente, permitindo a análise tarifária do consumidor LPX Agroindustrial Ltda. A partir disso, constatou-se que a melhor modalidade tarifária é a verde, totalizando o valor (sem impostos) de R\$ 18.127,47.

#### 4.6.2.7 Considerações finais referente às medidas dos parâmetros elétricos

Os valores de demanda se mostraram padrão, de acordo com os horários de funcionamento dos setores da empresa. Porém, na maior demanda o transformador ficou com folga de 82%.

O fator de potência também se mostrou padrão, sendo abaixo de 0,92 em horário fora de ponta. Uma possível solução é a instalação de um banco de capacitores automático que atue nesses horários.

Quanto à qualidade de energia elétrica, os níveis de tensão se mostraram dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL.

De acordo com os dados de consumo e demanda, conclui-se que a utilização da modalidade tarifária verde é economicamente viável.

## **4.7 Análise de racionalização de energia**

Para a viabilidade econômica da implantação de sistemas de motores de alto rendimento para acionamento de máquinas e equipamentos da planta industrial, seguem as análises realizadas.

### **4.7.1 Análise do setor de Graxaria**

Foi escolhido o setor de Graxaria da planta industrial para análise, por concentrar uma carga significativa de motores elétricos de indução trifásicos.

Apresentamos a Tabela 4.6, informando em qual maquinário da fábrica os motores estão localizados, e a Figura 4.10, apresentando um panorama da quantidade de motores conforme o tipo de cada um, em função de sua potência nominal. A partir desses dados, partimos para um estudo de análise de viabilidade econômica de investimento em motores novos de alto rendimento.

Local de Instalação	CV	Qtde
Tolva p Recepção de raspas de couro cap 08m <sup>3</sup>	0,5	1
Tq para recepção de sangue agitador cap. 5000L	1	1
Bomba para sangue	1	1
Bomba de Engrenagem	1	5
Decantador contínuo	2	1
Tq com agitador p/ sebo	2	1
Transportador helicoidal alimenta prensa	2	1
Transportador helicoidal receptor farinha prensada	2	1
Transportador helicoidal esterilizador	2	1
Digestor cap. 9000L	2	3
Esterilizador de Farinhas	2	1
Transportador helicoidal tolva de torta	2	1
Decanter	2	1
Transportador helicoidal alimenta prensa	3	1
Classificador de sebo	3	1
Transportador helicoidal alimenta blow tanque	3	1
Bomba de vácuo	3	1
Tolva para resfriamento	3	1
Triturador de ossos 10.000 kg	3	1
Transportador helicoidal distribuição da farinha	4	1
Transportador helicoidal alimentar moinho	5	1
Transportador helicoidal	5	1
Moinho de farinha	5	1
Transportador helicoidal ensacadeira	5	1
Ensacadeira de Farinha	5	2
Decanter para sangue	6	1
Tolva p Recepção de ossos cap 15m <sup>3</sup>	6	2
Transportador helicoidal Secador de sangue	6	1
Secador de sangue - 5.000L	6	1
Transportador helicoidal c/ Tulha recp Farinha de sangue	10	1
Transportador helicoidal alimenta moinho de sangue	12,5	1
Moinho c/ exaustor	15	1
Ensacadeira com mangas de filtro	20	1
Percolador contínuo	30	1
Bomba centrifuga circulação de agua	30	1
Prensa Expeller	50	2
"	50	2
"	60	2
"	75	2

Tabela 4.6 – Local de instalação dos motores dentro do setor Graxaria.

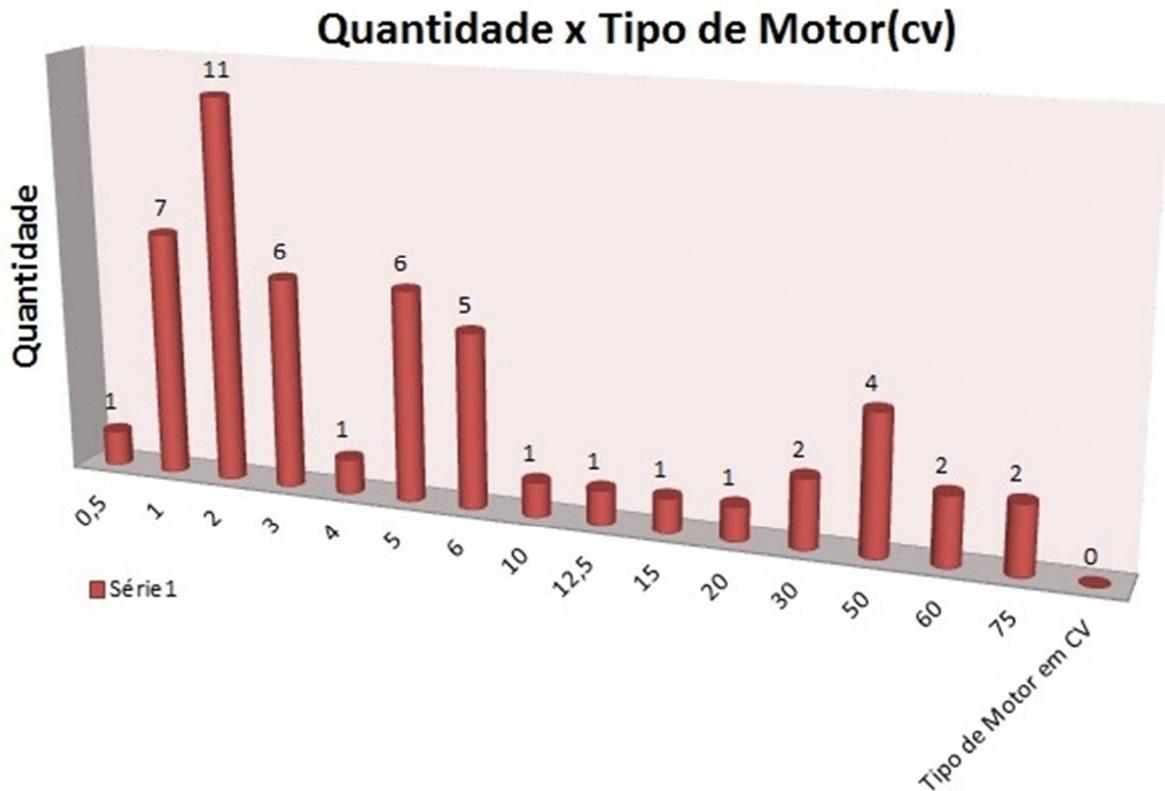


Figura 4.10 – Tipos de motores na Graxaria X quantidade.

#### 4.7.2 Análise de viabilidade econômica

Em consonância com ELETROBRÁS (2005), a conservação de energia elétrica proporciona ao consumidor, principalmente aquele ligado à atividade industrial / comercial, uma redução substancial do custo com esse insumo. Essa redução, em diversas ações, exige dos empresários novos investimentos. De outro lado, sendo escassos os recursos existentes para investimentos, o processo de tomada de decisão apresenta-se como uma das questões de maior relevância e deve consistir na avaliação de rotas alternativas, considerando a escolha de opções mais interessantes do foco econômico.

Antes de optar pela implementação de uma medida de conservação de energia elétrica, deverá ser realizado o estudo da viabilidade econômica. A maneira mais simples de verificar se uma medida de eficiência proposta é economicamente viável consiste em calcular o tempo de retorno simplificado (*payback* simples). Em caso de dúvidas, recomenda-se efetivar cálculos mais elaborados e que envolverão outros conceitos.

Os conceitos básicos da análise de viabilidade econômica estão descritos no Anexo H, e com base no exposto até aqui, nesta seção foi feita uma planilha com base na lista de motores mais expressivos pesquisados na planta industrial da LPX Agroindustrial Ltda., calculando sua viabilidade econômica, levando em conta motores novos da marca WEG de alto rendimento, como segue na planilha representada na Tabela 4.7.



estimado em R\$ R\$ 793.600,00 (setecentos e noventa e três reais mil e seiscentos), o que é recomendável para renovar o quadro de motores da agroindústria.

Neste capítulo, foi apresentada a metodologia aplicada para a elaboração desta pesquisa e os resultados obtidos a partir da análise tarifária e das medições das grandezas elétricas das potências ativa, reativa e aparente. Esse conjunto de dados organizados na forma de gestão energética resultou no Plano de Eficiência Energética da LPX.

A metodologia baseou-se nas etapas de visita às instalações da planta industrial, em entrevista e no levantamento de dados de funcionamento, no levantamento da potência instalada, bem como na identificação dos setores e das máquinas elétricas que representam uma quantidade de carga elétrica expressiva e que é possível de serem eficientizadas.

As medições elétricas foram realizadas no transformador ROMAGNOLE industrial trifásico com conservador de óleo e flanges 1000 kVA, instalado na planta industrial, e a partir delas foram registradas as curvas de cargas e o fator de potência.

Durante as visitas à planta industrial, buscou-se descrever os setores com quantidade de cargas mais representativa, que é o setor de Graxaria da LPX, identificando as ineficiências que podem ser eficientizadas. Para isso, foi elaborada uma auditoria energética, que é uma parte integrante do Plano de Eficiência Energética, do ambiente industrial.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados obtidos e propostas de recomendações para a melhoria da eficiência energética da planta industrial.

## CAPITULO 5

### RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

#### 5.1 Resultados

Com base nas informações levantadas na agroindústria da LPX, no diagnóstico energético e nas análises das faturas de energia elétrica e também nas verificações técnicas e econômicas de eficiência energética temos os seguintes resultados.

Levantamento da carga instalada

A tabela 5.1 apresenta a relação do tipo de carga instalada no prédio da LPX.

Tabela 5.1 – Carga instalada por tipo na LPX

<b>Carga tipo</b>	<b>Potência (KW)</b>	<b>Percentual de cada tipo de carga (%)</b>
Motores	575,93	94,33%
Iluminação	10,68	1,75%
Ar condicionado	16,70	2,73%
Outros	7,26	1,19%
<b>Total</b>	<b>610,57</b>	<b>100,00%</b>

Em relação aos motores instalados na planta da fábrica da LPX, o tipo de motor e sua respectiva potência, são apresentados na Tabela 5.2. A maioria dos equipamentos existentes na fábrica é do motor tipo standard e de baixa eficiência. E representa a maior carga consumida em torno de 94% do total da carga.

Relação de Motores Trifásicos de Indução						
Quantidade (unidades)	Potência de Saída (cv)	Rendimento (decimal)	Potência de Entrada (KW)	Fator de Potência (decimal)	Potência de Entrada (Kvar)	Potência de Entrada (KVA)
2	0,5	0,81	0,91	0,76	0,78	1,20
3	1	0,81	2,73	0,76	2,33	3,59
10	2	0,81	18,17	0,76	15,54	23,91
7	3	0,82	18,85	0,76	16,12	24,80
1	4	0,82	3,59	0,76	3,07	4,72
9	5	0,83	39,90	0,83	26,82	48,08
6	6	0,83	31,92	0,83	21,45	38,46
1	10	0,83	8,87	0,85	5,50	10,43
1	12,5	0,83	11,08	0,85	6,87	13,04
1	15	0,83	13,30	0,85	8,24	15,65
1	20	0,83	17,73	0,85	10,99	20,86
2	30	0,89	49,62	0,88	26,78	56,38
5	50	0,91	202,20	0,89	103,59	227,19
2	60	0,91	97,05	0,89	49,72	109,05
1	75	0,92	60,00	0,89	30,74	67,42
<b>52</b>	<b>294</b>		<b>575,93</b>		<b>328,54</b>	<b>664,78</b>

Tabela 5.2 – Carga instalada de motores trifásicos.

Os equipamentos de iluminação são apresentados na Tabela 5.3. Sua influência na quantidade de carga instalada total é pequena (1,75%) e em sua maioria são do tipo fluorescente, o que já contribui em melhor desempenho para a gestão energética da fábrica, em relação às lâmpadas incandescentes.

Relação de Equipamentos de Iluminação						
Modelos	Quantidade	Potência média	Potência de Entrada	Fator de Potência	Potência de Entrada	Potência de Entrada
	(unidades)	por unidades (W)	(KW)	(decimal)	(Kvar)	(KVA)
Lâmp. Fluorescente (2x 40W)	51	80	5,1	0,92	0,96	5,19
Lâmp. Fluorescente (2x 56 W)	6	112	0,84	0,92	0,16	0,85
Luz de Emergência	16	12	0,24	0,92	0,04	0,24
Kit Refletor (holofote - 400W)	9	400	4,5	0,92	0,84	4,58
<b>Total</b>	<b>82,00</b>	<b>0</b>	<b>10,68</b>	<b>0</b>	<b>2,00</b>	<b>10,87</b>

Tabela 5.3 – Carga instalada de iluminação.

Os equipamentos de ar condicionado estão relacionados na Tabela 5.4 e representa apenas 2,73% da carga.

Relação de Equipamentos de Ar condicionado						
Modelos	Quantidade	Potência média	Potência de Entrada	Fator de Potência	Potência de Entrada	Potência de Entrada
	(unidades)	por unidades (W)	(KW)	(decimal)	(Kvar)	(KVA)
A/C - 9000 BTU/h	1	2636	2,636	0,92	1,12	2,87
A/C - 12000 BTU/h	4	3515	14,06	0,92	5,99	15,28
<b>Total</b>	<b>5</b>		<b>16,70</b>		<b>7,11</b>	<b>18,15</b>

Tabela 5.4 – Carga instalada de ar condicionado

Os demais equipamentos que compõem as cargas instaladas na LPX, estão relacionados na Tabela 5.5 e consomem 1,19% da carga.

Relação de Equipamentos Elétricos						
Modelos	Quantidade	Potência média	Potência de Entrada	Fator de Potência	Potência de Entrada	Potência de Entrada
	(unidades)	por unidades (W)	(KW)	(decimal)	(Kvar)	(KVA)
Geladeira 1 Porta	4	200	0,8	0,92	0,34	0,87
Computador desktop	9	300	2,7	0,92	1,15	2,93
Impressora HP P1005	2	315	0,63	0,92	0,27	0,68
Triturador Elétrico de Papel	1	60	0,06	0,92	0,03	0,07
Monitor TV 50"	1	125	0,125	0,92	0,05	0,14
Impressora HP M1132	1	375	0,375	0,92	0,16	0,41
Moedor de Carne	1	300	0,3	0,92	0,13	0,33
Esmeril	3	350	1,05	0,92	0,45	1,14
Furadeira de Bancada	2	550	1,1	0,92	0,47	1,20
Ventilador de Parede	2	60	0,12	0,92	0,05	0,13
<b>Total</b>	<b>26,00</b>		<b>7,26</b>		<b>3,09</b>	<b>7,89</b>

Tabela 5.5 – Carga instalada de equipamentos elétricos.

## 5.2 Análise do histórico das faturas de consumo da LPX

Após as análises, verificou-se que:

- A Demanda média consumida é de 282,67 kW e a máxima atingida no intervalo da análise foi de 344,06 kW, sendo que não alcança a demanda contratada de 393 kW. Portanto, é viável uma diminuição no valor dessa demanda contratada, conseguindo uma economia anual de R\$ 7.274,88.

- Ao estimar a análise com demanda reduzida, a redução Percentual no Importe Médio é igual a 2,23, considerando apenas a redução na demanda contratada sobre o valor do importe da energia (sem tributação).

- Considerando faturas com Demanda Reduzida e com o Funcionamento do Grupo Motor-Gerador no Horário de Ponta – Tarifa Horária Verde –, a Redução Percentual do Custo Mensal é de 35,43, tomando apenas a redução na demanda contratada sobre o valor do importe da energia (sem tributação) e desprezando o custo do óleo diesel.

- No Custo Total de Operação (Concessionária + Grupo Gerador), considerando o preço por litro do óleo diesel de R\$ 3,199, ocorre um aumento percentual no valor 16,12% maior do que o da utilização normal da energia elétrica por meio da concessionária. O custo de operação é da ordem de R\$ 28.397,16, enquanto o custo da concessionária é de R\$ 16.151,39. Portanto, não é vantajoso utilizar o grupo gerador com esse preço do óleo diesel.

A Tabela 5.6 apresenta o histórico de consumo da não ultrapassagem da demanda contratada dos meses de outubro de 2013 a novembro de 2014, de acordo com as faturas de energia elétrica da concessionária Energisa (Enersul), o que indica uma viabilidade de redução da demanda contratada atual, possibilitando economia anual de R\$ 7.274,88.

Data	DM (kW)	DC (kW)	DF (kW)
17/10/2013	295,68	393	393
19/11/2013	344,06	393	393
18/12/2013	315,84	393	393
17/01/2014	318,52	393	393
17/02/2014	325,24	393	393
19/03/2014	288,96	393	393
17/04/2014	254,01	393	393
19/05/2014	269,47	393	393
20/06/2014	258,04	393	393
17/07/2014	254,68	393	393
19/08/2014	247,96	393	393
17/09/2014	258,04	393	393
17/10/2014	245,28	393	393
19/11/2014	281,56	393	393
Mínima (kW)			245,28
Média (kW)			282,67
Máxima (kW)			344,06
Diferença (kW)			48,94
Diferença Mensal			R\$ 606,24
Diferença Anual			R\$ 7.274,88

Tabela 5.6 – Histórico da Demanda Contratada.

### 5.3 Comparativo da opção da melhor modalidade tarifária

Os consumidores de energia enquadrados na alta tensão (grupo A) tem uma tarifação binômia, ou seja, são cobrados pelo consumo (kWh) registrado, e também pela sua demanda (kW) contratada ou a medida (a que for maior).

Os clientes que estão sujeitos às tarifas do grupo A, pode ser enquadrados em três alternativas de tarifa: tarifa Convencional, tarifa horo-sazonal verde e tarifa horo-sazonal azul.

A Tabela 5.7 mostra as quatro simulações realizadas, já apresentadas na seção 4.5 e após o balanço financeiro, concluímos que, nesse caso, a melhor opção tarifária é a tarifa horária verde (alta tensão), considerando a demanda contratada e os consumos médios no horário de ponta e fora de ponta dos últimos 14 meses.

Análise tipo	Modalidade Tarifária Analisadas	Valor (R\$)	Melhor Opção Tarifária	Observação
I	Tarifa Convencional (Alta Tensão)	37.777,29	Tarifa Horária Verde (AT)	Análise considerando a demanda contratada e os consumos médios no horário de ponta e fora do horário de ponta dos últimos 14 meses.
	Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	33.957,44		
	Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	42.033,43		
II	Tarifa Convencional (Alta Tensão)	35.864,00	Tarifa Horária Verde (AT)	Análise considerando a possibilidade de redução da demanda contratada de 393 kW para 345 kW de acordo com o valor máximo de demanda registrado nos últimos 14 meses.
	Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	33.351,19		
	Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	39.611,83		
III	Tarifa Convencional (Alta Tensão)	33.744,49	Tarifa Horária Azul (AT)	Análise considerando o desligamento da energia elétrica da rede da concessionária no horário de ponta e a alimentação por grupo motor gerador de 450 KVA abastecido a diesel.
	Tarifa Horária Verde (Alta Tensão)	23.616,65		
	Tarifa Horária Azul (Alta Tensão)	23.588,92		
IV	Concessionária	23.588,92	Utilizar a concessionária	A utilização do grupo motor gerador no horário de ponta é inviável atualmente, considerando o regime de funcionamento das cargas da empresa e o atual custo do diesel. A utilização da energia elétrica proveniente da rede da concessionária local proporciona uma redução de 34,1% no valor final da fatura.
	Grupo Motor Gerador	12.245,77		
	Total	35.834,69		

Tabela 5.7 – Análise da Simulação da Tarifa de alta tensão e escolha da melhor opção tarifária.

#### 5.4 Resultado do estudo do sistema de cargas elétricas

Os resultados aqui encontrados têm como base os dados registrados com Analisador de Energia RE2000, da marca EMBRASUL Indústria Eletrônica, entre os dias 24 de outubro e 30 de outubro de 2014. A partir dos estudos técnicos, in loco, foi verificado que a empresa LPX Agroindustrial é alimentada por transformador trifásico de especificação tipo ROMAGNOLE, transformador industrial trifásico com conservador de óleo e flanges 1000 kVA e de distribuição com potência aparente nominal de 1000 kVA, com tensões de 13,8 kV (alta tensão) e 380/220 V (baixa tensão).

Em relação às Curvas de Tensão, foi possível verificar que os maiores valores de tensão foram registrados na fase C, sendo a máxima de 231,83 V no dia 28 de outubro de 2014 (terça-feira). Já na fase A, foram medidos os menores com o mínimo de 220,77 V no dia 24 de outubro de 2014 (sexta-feira). Apesar de o valor máximo de tensão estar acima dos valores padronizados pela ANEEL, nota-se que este foi um caso isolado e de curta duração.

Da análise das curvas de corrente e a verificação das máximas e mínimas correntes, concluímos que para o período de medição as maiores correntes foram registradas na fase B, sendo a máxima de 338,59 A no dia 25 de outubro de 2014 (sábado). A mínima registrada foi de 22,79 A, na fase A, no dia 26 de outubro de 2014 (domingo).

Já em relação às Curvas de Cargas os resultados encontrados foram que as curvas de potência ativa e aparente possuem o mesmo comportamento. Isso se deve aos valores de potência reativa serem muito menores em relação aos da potência ativa. Uma baixa demanda de potência reativa indutiva solicitada pelo consumidor indica a predominância de cargas resistivas (predominância de cargas, motores de indução trifásico), cargas com alto fator de potência ou a presença de bancos de capacitores instalados para correção do fator de potência.

Além disso, as curvas de carga mostram que a máxima demanda de potências ativa, reativa e aparente foi, respectivamente, de: 175,47kW, 23,57kvar (indutivo – atrasado) e 179,68 kVA, registradas no dia sexta-feira, 24 de outubro de 2014, às 16 horas. Portanto, constata-se que o transformador de 1000 kVA opera com folga de aproximadamente 77% de sua potência nominal no instante em que foi registrada a maior potência aparente.

Em relação aos fatores de carga diários, ele se manteve entre 0,18 a 0,70. Um fator de carga próximo de 1,00 indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo em um curto período de tempo.

O fator de carga semanal da empresa foi de 0,47; a possibilidade de otimização desse parâmetro está vinculada aos estudos de levantamento de cargas e ao agendamento de seu funcionamento, fazendo uma transferência de carga, recomendando o intervalo de parada de descanso da mão de obra para dentro do horário de ponta (das 17:30 às 20:30).

Em relação aos resultados encontrados para o fator de potência, foi encontrado um valor abaixo de 0,92, indutivo. Em contrapartida, valores baixos de fator de potência (abaixo de 0,92) indicam que há excesso de energia reativa (número expressivo de motores de baixa potência). Porém, na maior demanda o transformador ficou com folga de 82%.

O fator de potência também se mostrou padrão, sendo abaixo de 0,92 em horário fora de ponta. Uma solução viável é a instalação de um banco de capacitores automático que atue nesses horários, tal instalação de banco de capacitores já está instalada na planta da fábrica.

Quanto à qualidade de energia elétrica, os níveis de tensão estão adequados e dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL.

## **5.5 Resultado da análise de viabilidade econômica da troca de motores**

Como resultado do estudo de viabilidade apresentado em planilha e ilustrado na Tabela 4.7, verifica-se que no estudo de viabilidade para se trocar os 14 motores mais solicitados da planta industrial, o tempo de retorno será de aproximadamente 6 (seis) anos, e a economia de energia nesse período é estimada em R\$ 793.600,00 (setecentos e noventa e três reais mil e seiscentos reais). Para uma atividade de porte industrial, o tempo de retorno de 6 (seis) anos é considerado compatível para as necessidades da empresa.

## 5.6 Recomendações

Pelo fato de a empresa ainda não possuir um plano escrito sobre eficiência energética e sustentabilidade, propomos que este plano, ora elaborado e finalizado nesta dissertação, seja implantado e adotado no âmbito da empresa, sendo feita uma comparação com o atual funcionamento e com o funcionamento das recomendações do plano mencionadas ao longo deste trabalho.

O primeiro passo importante para consolidar o Plano de Eficiência Energética dentro da empresa é a criação da Comissão Interna de Conservação de Energia - CICE (Anexo G). Por isso, recomendamos que a empresa viabilize sua criação de forma estruturada, como apresentada ao longo deste trabalho.

A recomendação para o bom funcionamento dos motores da fábrica faz-se necessário verificar se ocorreu algum dimensionamento inadequado do mesmo, pois para um motor o rendimento decresce com a redução da carga no eixo.

Recomenda-se fazer a distribuição equilibrada das cargas para evitar o aparecimento de correntes excessivas nos motores ocasionando perdas e aumento da temperatura e reduzindo sua vida útil.

Nas instalações de ar comprimido recomenda-se verificar com frequência o aparecimento de vazamentos que podem ocorrer nas instalações de ar comprimido, dando atenção para o cilindro e válvulas de controle, e também quantificar a perda de ar total no sistema, conseqüentemente essas ações evitará os desperdícios de energia e melhorando a eficiência energética.

Em relação ao transformador recomenda-se para sua boa utilização a substituição dos mais antigos por mais modernos, sempre que possível. E realizar manutenção preventiva, inclusive com limpeza geral e teste de isolamento, para eliminar necessidade de parada de emergência de manutenção de correção de problemas.

Em relação a novos investimentos e de boas práticas recomenda-se a utilização de equipamentos com selo A – Procel e fazer a utilização de motores de alto rendimento energético. E fazer a conscientização dos funcionários com a promoção de cursos e treinamentos contínuos.

## 5.7 Recomendações para Trabalhos Futuros

Sugerimos como sugestão de trabalho futuro o aproveitamento de energias alternativas como a eólica e solar na agroindústria da LPX. Para atender as demandas de funcionamento das máquinas da agroindústria é preciso uma velocidade mínima de vento da ordem de 6,5 m/s a 7,5 m/s (utilização de turbinas de larga escala) de acordo com o Centro de Energia Eólica da PUC/RS. O que para Campo Grande verifica-se de acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos a velocidade média do vento chega até 20 km/h ou 5,5 m/s, ou seja, menor do que 6,5 m/s, o que torna inviável o aproveitamento da fonte de energia eólica.

E também como sugestão de trabalho futuro verificar o aproveitamento da utilização da energia solar, para atender a demanda da LPX. Pois depende de vários parâmetros climáticos como a radiação solar diária, que para a região do MS a radiação solar global diária - média anual típica é da ordem de 5500 a 5700(Wh/m<sup>2</sup>.dia), de acordo com o atlas de irradiação solar no Brasil. O ideal para um bom projeto é uma medição in situ dessa radiação. Há de se fazer ainda várias verificações e estimativas como a estimativa da curva de carga, e da escolha da melhor configuração de sistema fotovoltaico, sistema isolado ou conectado a rede.

## **CAPITULO 6**

### **CONCLUSÃO**

Com a realização do diagnóstico energético em 2014 na LPX, e procedimentos de auditoria energética foi verificada a possibilidade de adoção de medidas de redução do consumo de energia elétrica e conseqüentemente a redução do valor da fatura de energia e melhoria no seu processo de produção.

De acordo com as faturas da Energisa em 2014, o preço da tarifa de energia para grupo A4 modalidade Verde o valor do preço da energia era de R\$ 1,211(consumo ponta) e R\$ 0,1884 (consumo fora de ponta) e R\$ 0,1670 (energia reativa fora ponta) e de R\$ 12,63 (energia de demanda fora ponta). A análise das doze faturas de energia elétrica referentes ao período de outubro de 2013 a outubro de 2014 constatou-se uma possibilidade de redução da demanda contratada de 393 kW para 345 kW, sem diminuir o ritmo de produção e mantendo a modalidade tarifária verde, resultará numa economia média mensal de R\$ 606,24 e anual de R\$ 7.274,88.

Com o levantamento da carga instalada da LPX, no item 4.3.4 deste estudo, foi possível verificar que a carga instalada dos motores representa 94,33 % do total da carga instalada na LPX, tal carga representativa que justifica um estudo de viabilidade de troca desses motores usados por novos de alto rendimento, buscando a melhoria de sua eficiência energética.

A análise de viabilidade de investimento em motores novos de alto rendimento mostrou que a troca de 14 motores (de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12.5, 15, 20, 30, 50, 60 e 75 CV) é vantajosa, pois apresenta uma economia de energia estimada de R\$ 793.600,00 (setecentos e noventa e três mil reais e seiscentos) que ocorrerá com um tempo de retorno razoável de aproximadamente 6 (seis) anos e uma economia de energia estimada de 177.140,00 kWh, que representa uma relação custo/benefício favorável com a implantação do PEE.

Considerando o Custo Total de Operação (Concessionária + Grupo Gerador), considerando o preço por litro do óleo diesel de R\$ 3,199, ocorre um aumento percentual no valor 16,12% maior do que o da utilização normal da energia elétrica por meio da concessionária. O custo de operação é da ordem de R\$ 28.397,16, enquanto o custo da concessionária é de R\$ 16.151,39. Assim verifica-se que não é vantajoso utilizar o grupo gerador com esse preço do óleo diesel, porém, recomendamos que deva ser utilizado em uma eventual falta de fornecimento de energia por parte da concessionária.

Observa-se que as curvas de potência ativa e aparente possuem o mesmo comportamento. Isso se deve aos valores de potência reativa serem muito menores em relação aos da potência ativa. Verificada uma baixa demanda de potência reativa indutiva solicitada pela fábrica indica a predominância de cargas resistivas (comprovada na existência de altas cargas de motores de indução trifásico), cargas com alto fator de potência que podem ser corrigidos automaticamente com a presença de bancos de capacitores já instalados para fazer essa correção do fator de potência.

Por meio das curvas de carga, observa-se que a máxima demanda de potências ativa, reativa e aparente foi, respectivamente, de 175,47 kW, 23,57 kVAr (indutivo – atrasado) e 179,68 kVA, registradas no 24 de outubro de 2014, sexta-feira, às 16 horas. Portanto, constata-se que o transformador de 1000 kVA opera com folga de aproximadamente 77% de sua potência nominal no instante em que foi registrada a maior potência aparente (179,68 kVA).

O fator de carga semanal da empresa foi de 0,47; com isso recomendamos a otimização desse parâmetro, fazendo um agendamento de funcionamento das cargas, recomendando o horário de intervalo de descanso dos funcionários para o horário de pico (17:30 às 20:30), para que seja deslocada as cargas para fora do horário de pico.

Quanto à qualidade de energia elétrica, os níveis de tensão se mostraram dentro dos limites estabelecidos pela ANEEL. De acordo com os dados de consumo e demanda, concluiu-se que a utilização da modalidade tarifária verde é economicamente viável.

Portanto, considerando um potencial de economia anual de R\$ 7.274,88 com a simples redução da demanda contratada e a comprovação da viabilidade de investimento em motores de alto rendimento; e que o grupo motor gerador já faz parte do conjunto de equipamentos da agroindústria; e que após as análises de verificação de melhor opção tarifária, observou-se que a empresa já trabalha na modalidade tarifária verde, que é a mais viável economicamente, concluiu-se que a adoção de um Plano de Eficiência Energética na indústria, no caso a agroindustrial LPX, possibilita a redução do custo com a energia elétrica e consequentemente minimizando o custo operacional e o impacto ambiental de forma sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 50001: 2011 – **Sistemas de gestão da energia: Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 50002:2014 – **Diagnósticos energéticos: Requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ARAÚJO, G. C.; BUENO, M. P.; MENDONÇA, P. S. M. **A sustentabilidade em frigoríficos: discussão de um estudo de caso**. XLV Congresso da Sober "Conhecimentos para Agricultura do Futuro". Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina, 2007.

BAJAY, S.V. **Oportunidades de eficiência energética para a indústria: experiências internacionais em eficiência energética para a indústria**. Brasília, DF: CNI, 2010.

BELINOVSKI, K. D.; BISPO, D.; DE PAULA SILVA, S. F. **Análise de eficiência energética em uma indústria de palitos**. CEP, V. 38400, p. 902, 2009. Disponível em: [http://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_De\\_Paula\\_Silva/publication/](http://www.researchgate.net/profile/Sergio_De_Paula_Silva/publication/) Acesso em: 05 nov. 2014.

BEN 2014. **Balanco Energético Nacional de 2014: Relatório Síntese Ano base 2013**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

BRASIL. Congresso Nacional. Comissão mista especial destinada a estudar as causas da crise de abastecimento de energia no país, bem com propor alternativas ao seu equacionamento. **A Crise de Abastecimento de Energia Elétrica: Relatório**. Brasília, DF: Senado Federal; Secretaria Especial de Editoração e Publicações, 2002.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, MME: EPE, 2007.

BRASIL. **Lei nº 9.991, de 24 de Julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9991.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2015.

BRASIL. **Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de energia e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10295.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm)>. Acesso em: 10 abr.2015.

BURSZTYN, M. **A difícil sustentabilidade – política energética e conflitos ambientais**. Rio de Janeiro: Garamond, 2001.

CARVALHO, S. S. A eficiência energética na execução de um projeto industrial. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, ano MMXII, n. 000007, 10 jul. 2013. Disponível em: <http://semanaacademica.org.br/artigo/eficiencia-energetica-na-execucao-de-um-projeto-industrial>. Acesso em: 04 out. 2014.

CETESB. **GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DE GRAXARIAS - SÉRIE P+L**. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Governo do Estado de São Paulo; Secretaria do Meio Ambiente; FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2008.

CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2010/11/12/conceito-de-sustentabilidade-artigo-de-mauro-da-fonseca-ellovitch/>. Acesso em: 14 abr. 2015.

DE BEER, J.G., H., J., K., M. 2000. Greenhouse gas emissions from iron and steel production. IEA Greenhouse Gas R&D Programme, Cheltenham, UK. Disponível em: <[http://www.ieaghg.org/docs/General\\_Docs/Reports/PH3-30%20iron-steel.pdf](http://www.ieaghg.org/docs/General_Docs/Reports/PH3-30%20iron-steel.pdf)> Acesso em: 15 ago. 2015.

EFEITO ESTUFA. Disponível em: <http://www.usp.br/qambiental/tefeitoestufa.htm>. Acesso em: 31 mar. 2015.

ELETROBRÁS, PROCEL, CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS, FUPAI/EFFICIENTIA. **Gestão Energética**. Rio de Janeiro, 2005.

ELETROBRÁS, PROCEL. **Motor Elétrico: Guia Básico**. Brasília, 2009.

FUPAI/UNIFEI. **Levantamento e análise de projetos e ações de eficiência energética para a indústria**. Itajubá, MG, 2008.

GARCIA, A. G. P. **Impacto da Lei de Eficiência Energética para Motores Elétricos no Potencial de Conservação de Energia na Indústria**. Rio de Janeiro, 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

GODOI, J. M. A. **Eficiência energética industrial: um modelo de governança de energia para a indústria sob-requisitos de sustentabilidade**. São Paulo, 2011. Dissertação (Mestrado em Energia, PPGÉ), Universidade de São Paulo (USP).

GODOI, J. M. A. **Metodologia para gestão da eficiência energética de sistemas industriais sob condicionantes socioambientais sustentáveis**. São Paulo, 2008. Monografia (Curso de Especialização Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético), Instituto de Eletrotécnica e Energia Universidade de São Paulo (USP).

GOLDEMBERG, G, J. **Energia para o desenvolvimento**. São Paulo. Ed. T A Queiroz, 1988.

GUARDIA, Eduardo *et al.* **Oportunidades ações de eficiência energética para a indústria: histórico de programas.** Brasília, DF: CNI, 2010.

HINRICHS, R. A. **Energia e meio ambiente.** Tradução Lineu Belico dos Reis, Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

JANUZZI, G.; DANIELLA, M. A.; SILVA, S.A.S. **Metodologia para avaliação da aplicação dos recursos dos programas de eficiência energética.** Energy Discussion Paper nº. 2.60-01/04. Internatinal Energy Iniciative, Campinas, 2004.

KOSOW, I. L. **Máquinas Elétricas e Transformadores.** 14 ed. São Paulo: Globo Editora, 2000.

McKANE, A.; MEDARIS, B. **The compressed air challenge: making a difference for U.S. industry.** Berkeley, CA: Industrial Energy Analysis, 2003. Disponível em: <[http://http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-55475-9\\_7#page-1](http://http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-55475-9_7#page-1)> Acesso em: 25 out. 2014.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil.** 2 ed. rev. e atual. Rio de Janeiro; Campus, 2007.

LPX, SQ – Sistema da Qualidade. **Controle da manutenção das instalações e equipamentos.** Revisão 02, Campo Grande, p. 2 SIF 1357,2014.

MOREIRA, S.G. **Estratégias de Simulação para Análise da Eficiência Energética em Sistema de Bombeamento Monitorado Via Supervisório.** Campo Grande, 2008. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

MATHIAS, F. R. C. **Diagnóstico energético de gestão da energia em uma planta petroquímica de primeira geração.** Campinas, 2014. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

NOGUEIRA, L. A. H. Uso racional: a fonte energética oculta. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 91-105, 2007.

OLIVEIRA, A. **Relatório final: energia e desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Instituto de Economia - UFRJ, 1998.

PATTERSON, M. G. What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. **Energy Policy**, v. 24, n. 5, p. 377-390, 1996.

PEEREA. In-depth review of energy efficiency policies and programmes of sweden, energy charter protocol on energy efficiency. Sweden, 2006.

PEDROSO, B.. A eficiência energética na indústria: elaboração e planejamento de programas de conservação de energia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, ano MMX, n.01, 2010. Disponível em: <http://www.revistaret.com.br/ojs-2.2.3/index.php/ret/article/viewFile/27/58>. Acesso em: 05 out. 2014.

PETENATTI, R. F. O. **Eficiência Energética nas Instalações do Campus de Três Lagoas Unidade II**. Campo Grande, 2015. 170p. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.

PROCEL / ELETROBRÁS. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. Itajubá, 2001.

PROCEL / ELETROBRÁS. **Eficiência Energética: Teoria e Prática**. Itajubá, 2007.

PROSAB – Projeto. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Coordenador Ricardo Franci Gonçalves. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

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

REIS, L. B. dos; CUNHA, E. C. N. **Energia elétrica e sustentabilidade: aspectos tecnológicos, socioambientais e legais**. Barueri, SP: Manole, 2006.

ROTSTEIN, J. **Brasil – Século XXI**. Rio de Janeiro. : Espaço e Tempo, 1996.

SOLA, A. V. H.; KOVALESKI, J. L. Eficiência energética nas indústrias: cenários & oportunidades. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). ANAIS/XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, *X International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Florianópolis, SC: UFSC, 2004. p. 85-88.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY- US DOE. **International energy outlook 2006**. Washington, D.C., 2006. DOE/EIA-0484(2007). Disponível em: <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2008.../weo2006.pdf>> Acesso em: 03 out. 2015.

VELTHUIJSEN, J. W. **Determinants of investment in energy conservation**. Foundation for Economic Research; University of Amsterdam, The Netherlands, 1995.

WEC. **World Energy Resources 2004 Survey Of Energy Resoucers**. Disponível em: <[https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB\\_Survey-of-Energy-Resources\\_2004\\_WEC.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Survey-of-Energy-Resources_2004_WEC.pdf)>. Acesso em: 02 set. 2015.

WORRELL, E. et al. **World best practice energy intensity values for selected industrial sectors**. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, 2007. Disponível em: < [https://china.lbl.gov/sites/all/files/industrial\\_best\\_practice\\_en.pdf](https://china.lbl.gov/sites/all/files/industrial_best_practice_en.pdf) > Acesso em: 26 set. 2015.

## **ANEXOS**

**ANEXO A** – CURVAS DE TENSÃO DAS FASES A, B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.

**ANEXO B** – CURVAS DE CORRENTE DAS FASES A, B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.

**ANEXO C** – CURVAS DE CARGAS DAS FASES A, B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.

**ANEXO D** – CURVAS DO FATOR DE POTÊNCIA NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.

**ANEXO E** – CONCEITOS RELACIONADOS À MEDIDA E TARIFAÇÃO DE ENERGIA.

**ANEXO F** – PLANILHAS DE ANÁLISE TARIFÁRIA DA LPX LTDA.

**ANEXO G** – METODOLOGIA DO PEE

**ANEXO H** – CONCEITOS BÁSICOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA.

**ANEXO I** – REQUISITOS DE AUDITORIA ENERGÉTICA.

**ANEXO A – CURVAS DE TENSÃO DAS FASES A, B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO.**

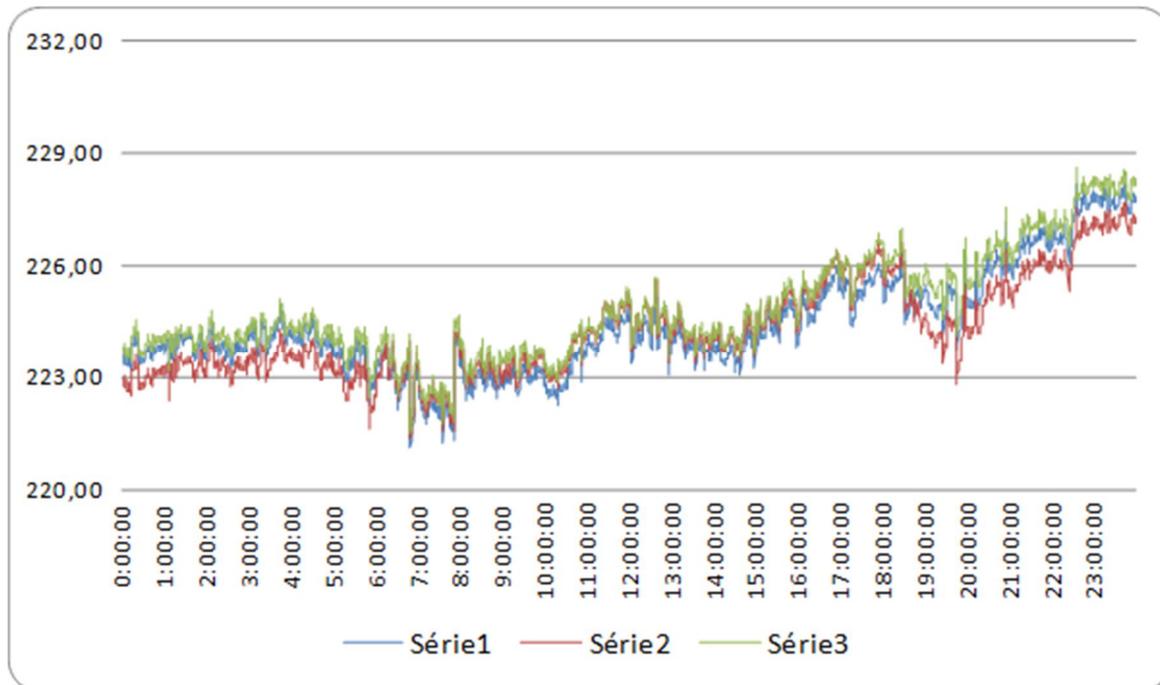


Figura A1.1 - Tensão das Fases, sábado, 25 de outubro de 2014.

Tabela A1 - Tensões Máximas e Mínimas					
Data: sábado, 25 de outubro de 2014					
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário	
Ua	228,22	23:45:00	221,14	6:50:30	
Ub	227,70	23:45:00	221,35	6:50:30	
Uc	228,65	22:37:30	221,51	6:50:30	

Tabela A1- Tensões Máxima e Mínima – dia 25 de outubro de 2014



Figura A1.2 - Tensão das Fases, domingo, 26 de outubro de 2014

Tabela A2 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: domingo, 26 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	229,04	21:22:00	223,10	9:38:00
Ub	228,22	21:22:00	223,22	1:04:00
Uc	229,58	21:22:00	223,78	9:38:00

Tabela A2- Tensões Máxima e Mínima – dia 26 de outubro de 2014

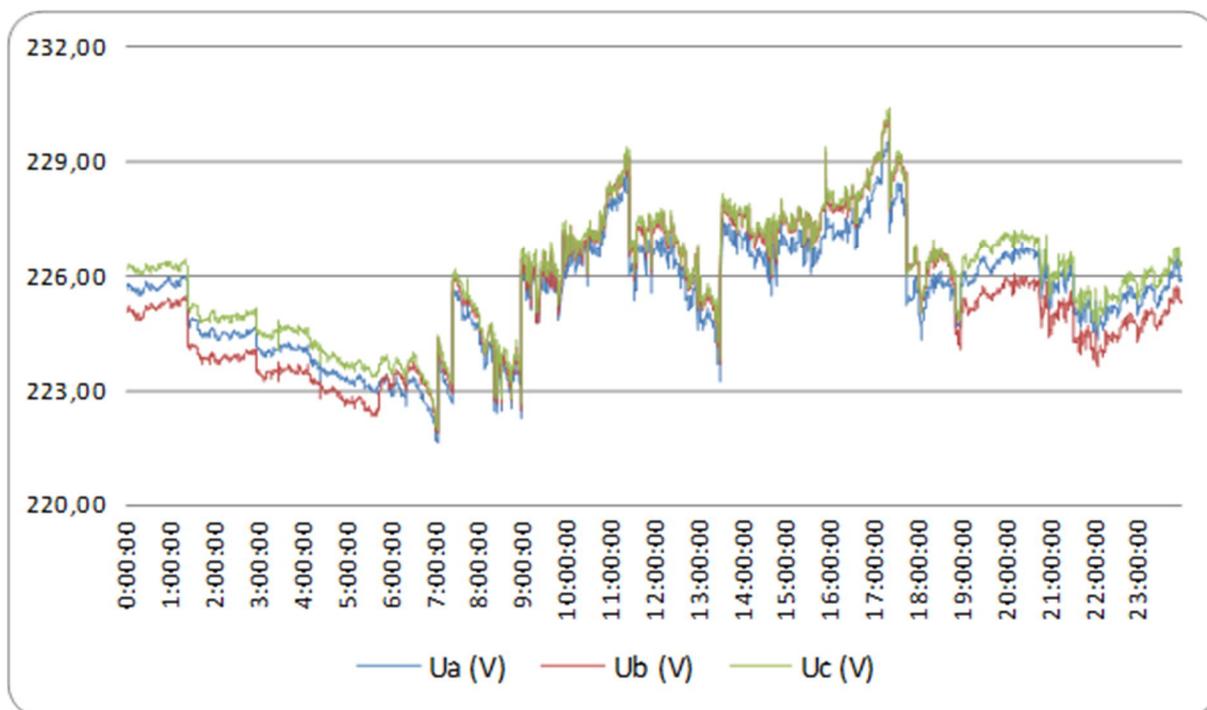


Figura A1.3 - Tensão das Fases, segunda-feira, 27 de outubro de 2014

Tabela A3 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: segunda-feira, 27 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	229,64	17:21:00	221,68	7:04:30
Ub	230,24	17:21:00	221,93	7:04:30
Uc	230,40	17:21:00	221,97	7:04:30

Tabela A3- Tensões Máxima e Mínima – dia 27 de outubro de 2014

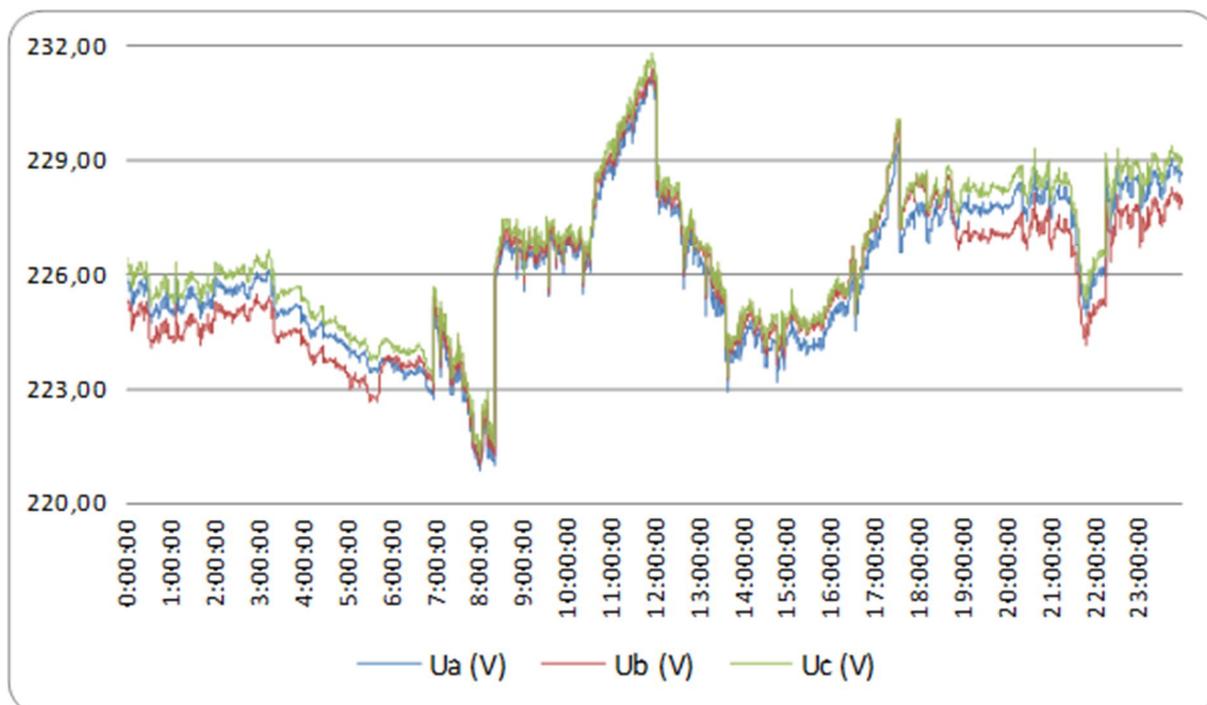


Figura A1.4 - Tensão das Fases, terça-feira, 28 de outubro de 2014

Tabela A4 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: terça-feira, 28 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	231,29	11:57:30	220,87	8:02:00
Ub	231,41	11:57:30	221,04	8:02:00
Uc	231,83	11:57:30	221,22	8:02:00

Tabela A4- Tensões Máxima e Mínima – dia 28 de outubro de 2014

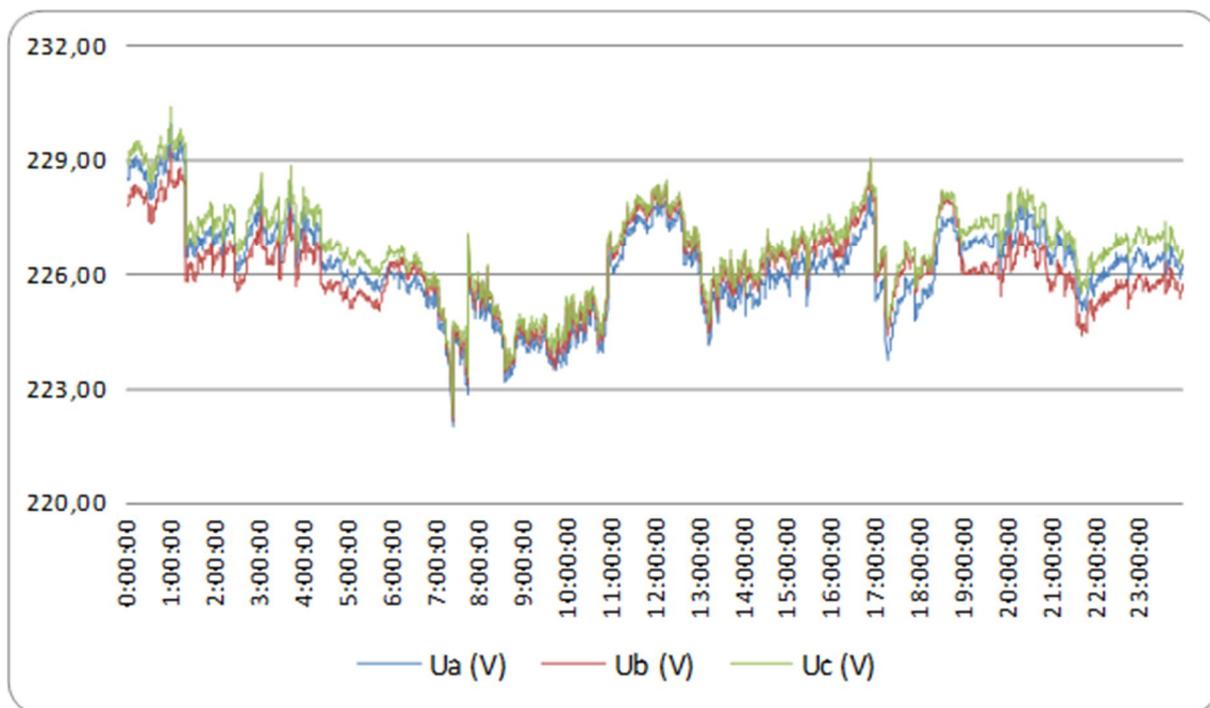


Figura A1.5 - Tensão das Fases, quarta-feira, 29 de outubro de 2014

Tabela A5 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: quarta-feira, 29 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	229,97	1:00:30	222,01	7:24:30
Ub	229,31	1:00:30	222,13	7:24:30
Uc	230,40	1:00:30	222,28	7:24:30

Tabela A5- Tensões Máxima e Mínima – dia 29 de outubro de 2014

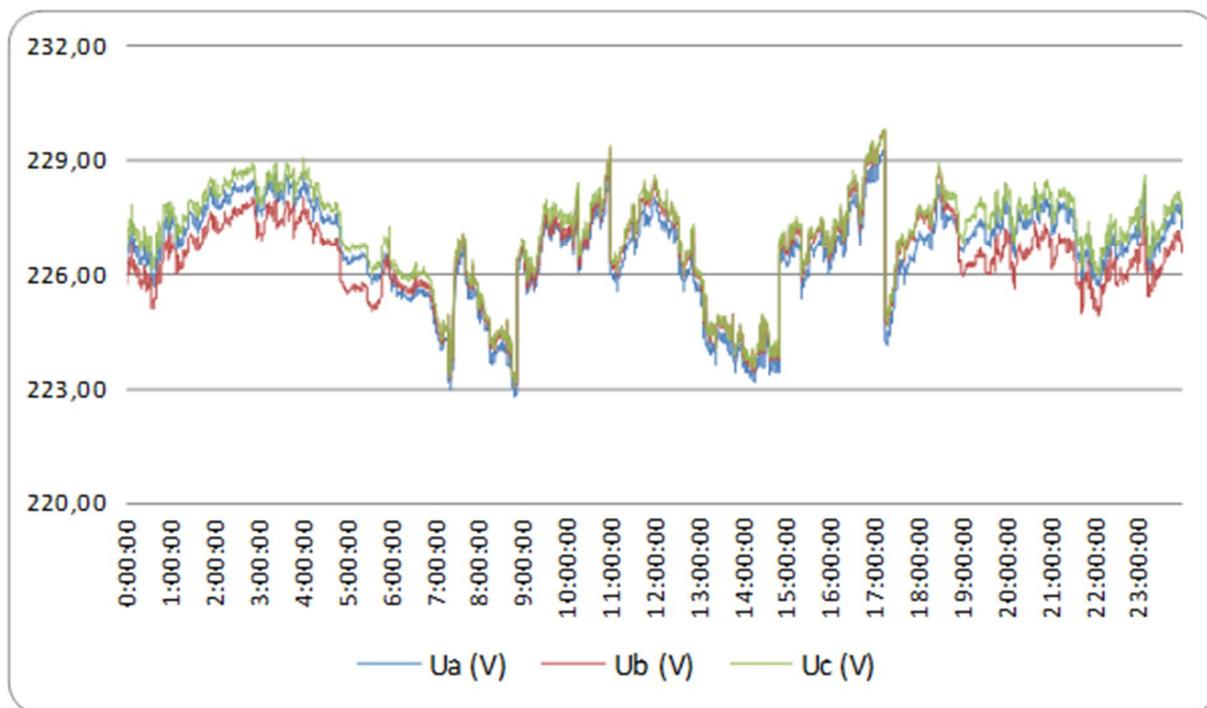


Figura A1.6 - Tensão das Fases, quinta-feira, 30 de outubro de 2014

Tabela A6 - Tensões Máximas e Mínimas				
Data: quinta-feira, 30 de outubro de 2014				
Tensão (V)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ua	229,29	17:14:30	222,77	8:50:30
Ub	229,80	17:15:00	223,08	8:51:00
Uc	229,82	17:15:00	223,04	8:50:30

Tabela A6- Tensões Máxima e Mínima – dia 30 de outubro de 2014

## ANEXO B – CURVAS DE CORRENTE DAS FASES A,B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO

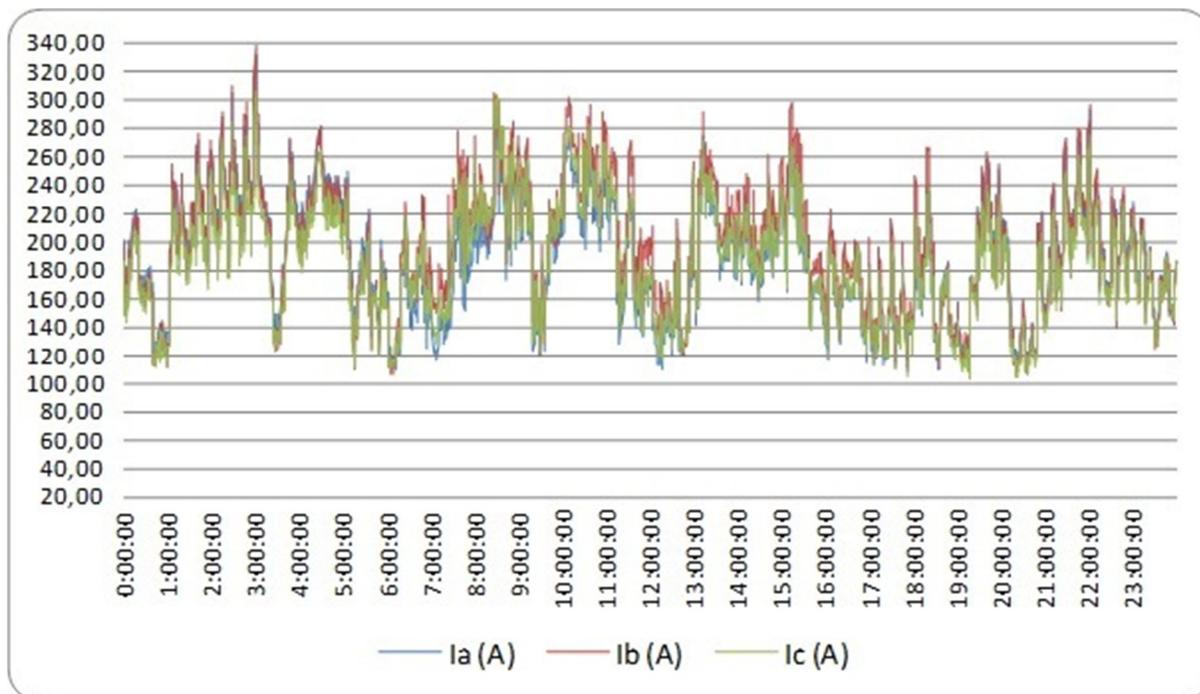


Figura B1.1 - Corrente das Fases, sábado, 25 de outubro de 2014

Tabela B1 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: sábado, 25 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	331,49	3:00:30	108,78	17:52:00
Ib	338,59	3:00:30	106,57	20:21:00
Ic	307,23	3:00:30	103,39	19:17:00

Tabela B1- Correntes Máxima e Mínima – dia 25 de outubro de 2014

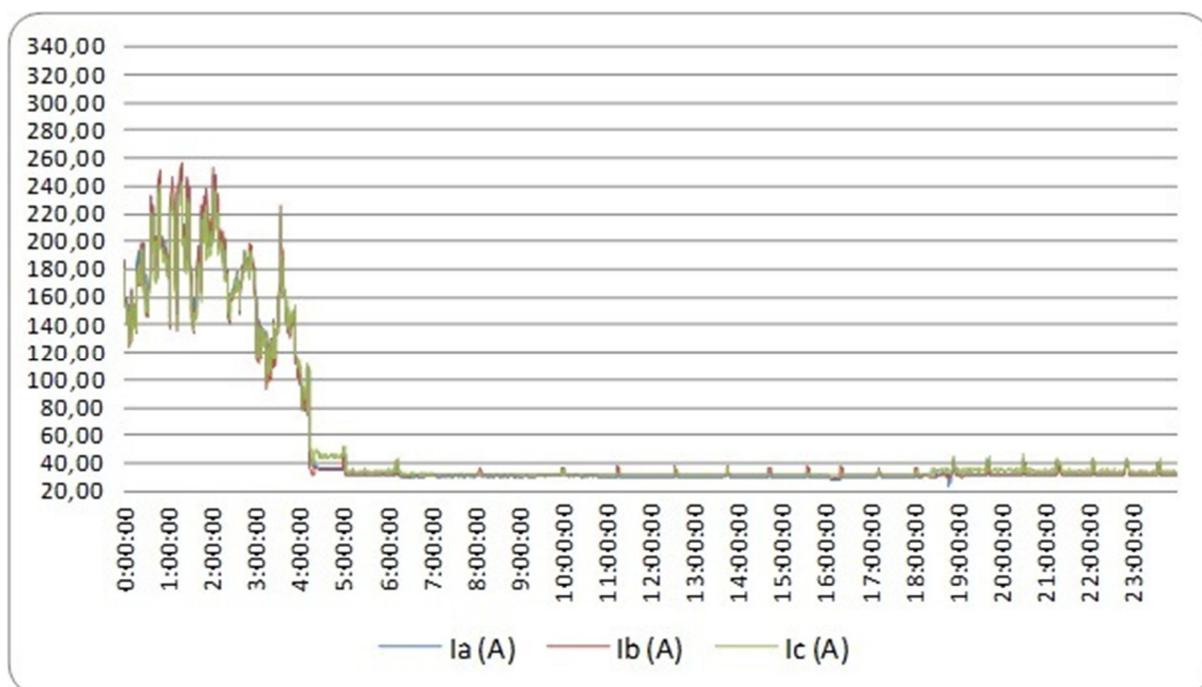


Figura B1.2 - Corrente das Fases, domingo, 26 de outubro de 2014

Tabela B2 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: domingo, 26 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	251,86	1:18:00	22,79	18:49:00
Ib	256,27	1:18:00	29,16	18:09:30
Ic	242,31	1:18:00	30,14	18:21:00

Tabela B2- Correntes Máxima e Mínima – dia 26 de outubro de 2014

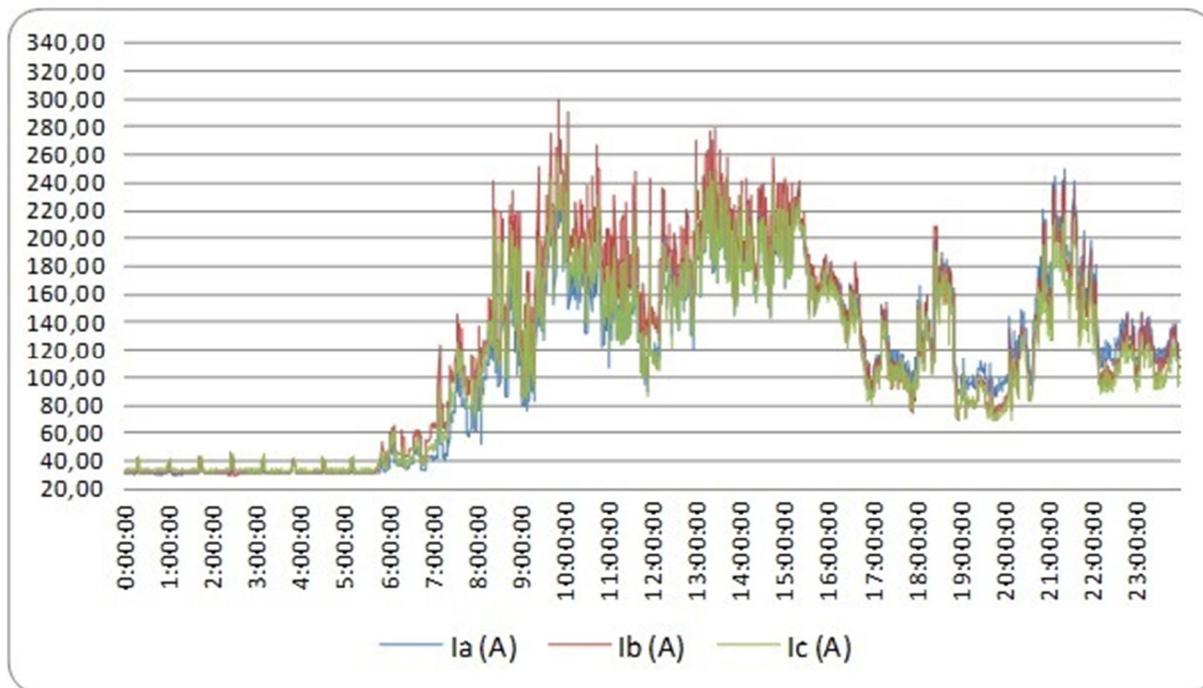


Figura B1.3 - Corrente das Fases, segunda-feira, 27 de outubro de 2014

Tabela B3 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: segunda-feira, 27 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	254,07	10:05:30	30,63	0:13:30
Ib	298,66	9:51:30	30,63	2:21:30
Ic	261,17	10:05:30	32,10	5:25:00

Tabela B3- Correntes Máxima e Mínima – dia 27 de outubro de 2014

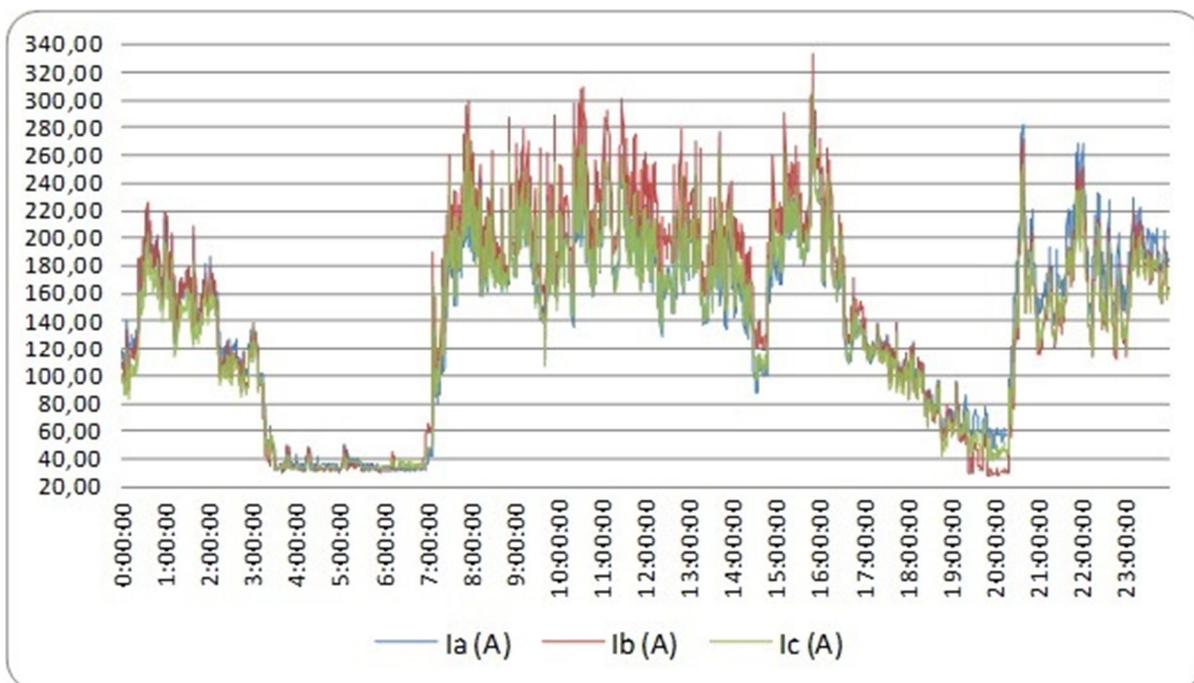


Figura B1.4 - Corrente das Fases, terça-feira, 28 de outubro de 2014

Tabela B4 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: terça-feira, 28 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	305,03	15:50:30	30,63	3:41:30
Ib	334,18	15:50:30	27,69	19:52:00
Ic	306,01	15:50:30	33,32	6:54:00

Tabela B4- Correntes Máxima e Mínima – dia 28 de outubro de 2014

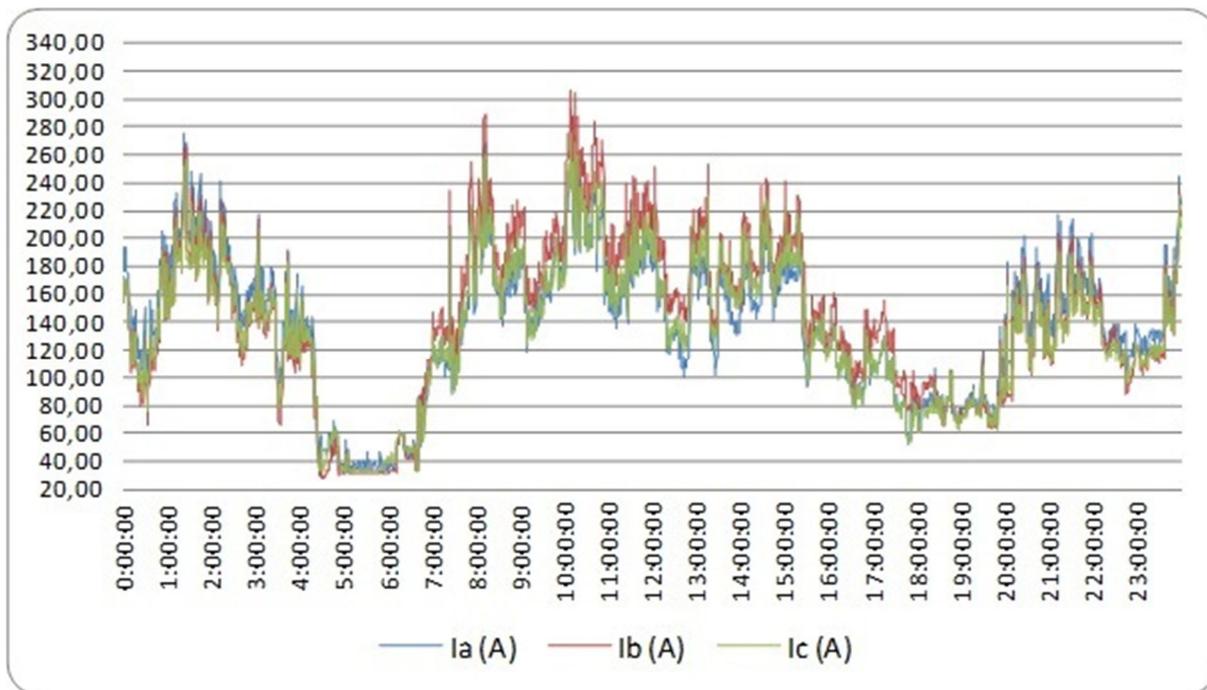


Figura B1.5 - Corrente das Fases, quarta-feira, 29 de outubro de 2014

Tabela B5 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: quarta-feira, 29 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	283,96	10:10:00	31,85	5:53:00
Ib	306,50	10:10:00	27,44	4:31:00
Ic	274,89	10:10:00	32,10	5:11:30

Tabela B5- Correntes Máxima e Mínima – dia 29 de outubro de 2014

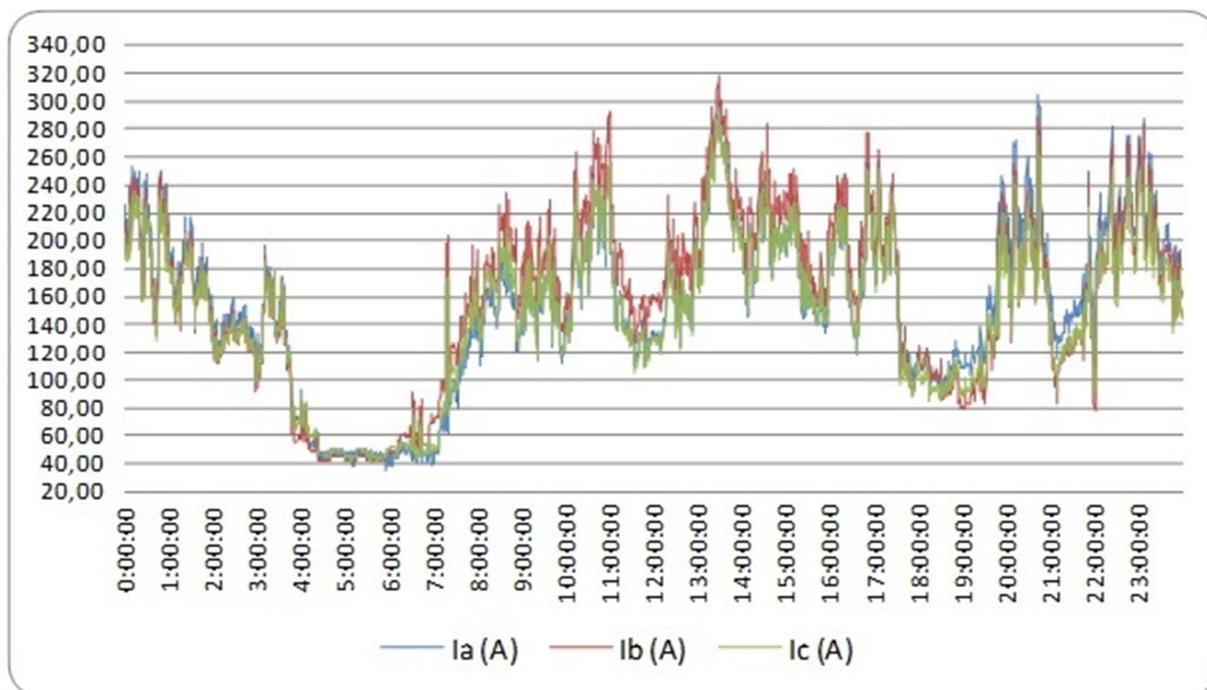


Figura B1.6 - Corrente das Fases, quinta-feira, 30 de outubro de 2014

Tabela B6 - Correntes Máximas e Mínimas				
Data: quinta-feira, 30 de outubro de 2014				
Corrente (A)	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Ia	305,27	20:44:00	34,54	5:56:30
Ib	318,01	13:29:30	41,90	5:29:30
Ic	291,79	13:29:30	41,65	5:15:30

Tabela B6- Correntes Máxima e Mínima – dia 30 de outubro de 2014

## ANEXO C – CURVAS DE CARGAS DAS FASES A,B e C NO PERÍODO DE MEDIÇÃO

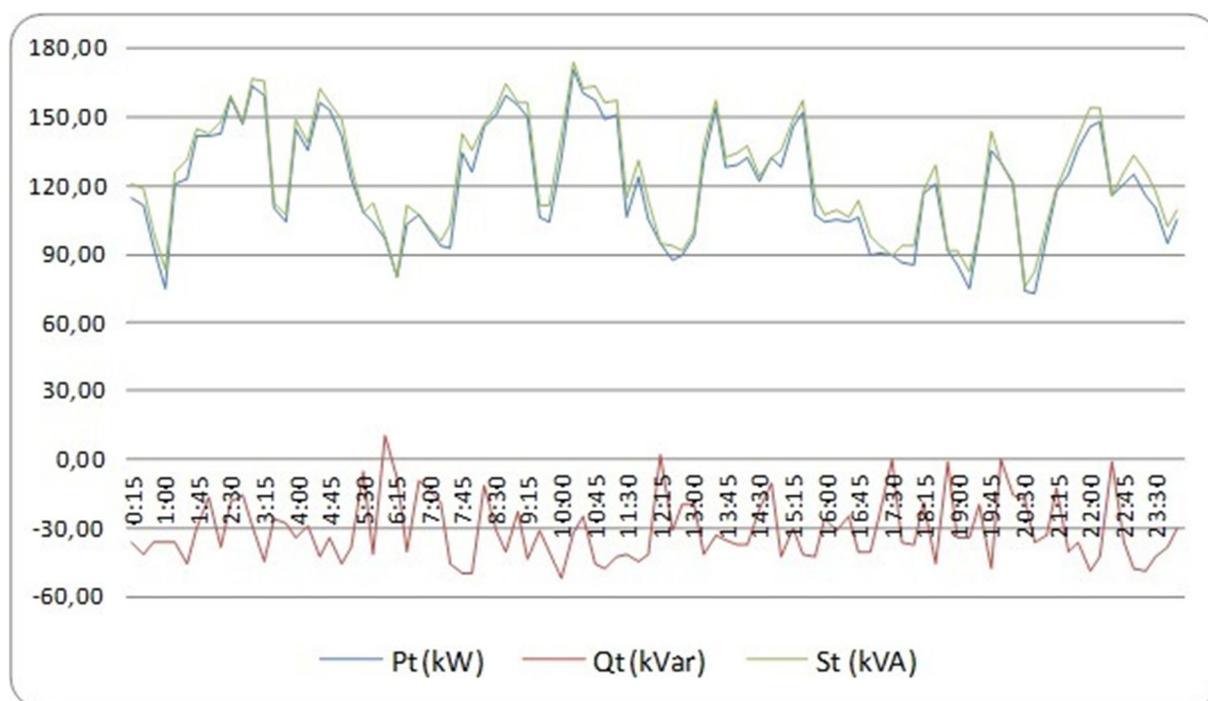


Figura C1.1 - Curva de carga, sábado, 25 de outubro de 2014

Tabela C1 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: sábado, 25 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	170,88	10:15:00	73,08	20:45:00
Qt (kVAr)	10,62	6:00:00	-51,52	10:00:00
St (kVA)	173,91	10:15:00	76,32	20:30:00
Fator de Carga:	0,70			

Tabela C1- Potencias Máxima e Mínima – dia 25 de outubro de 2014

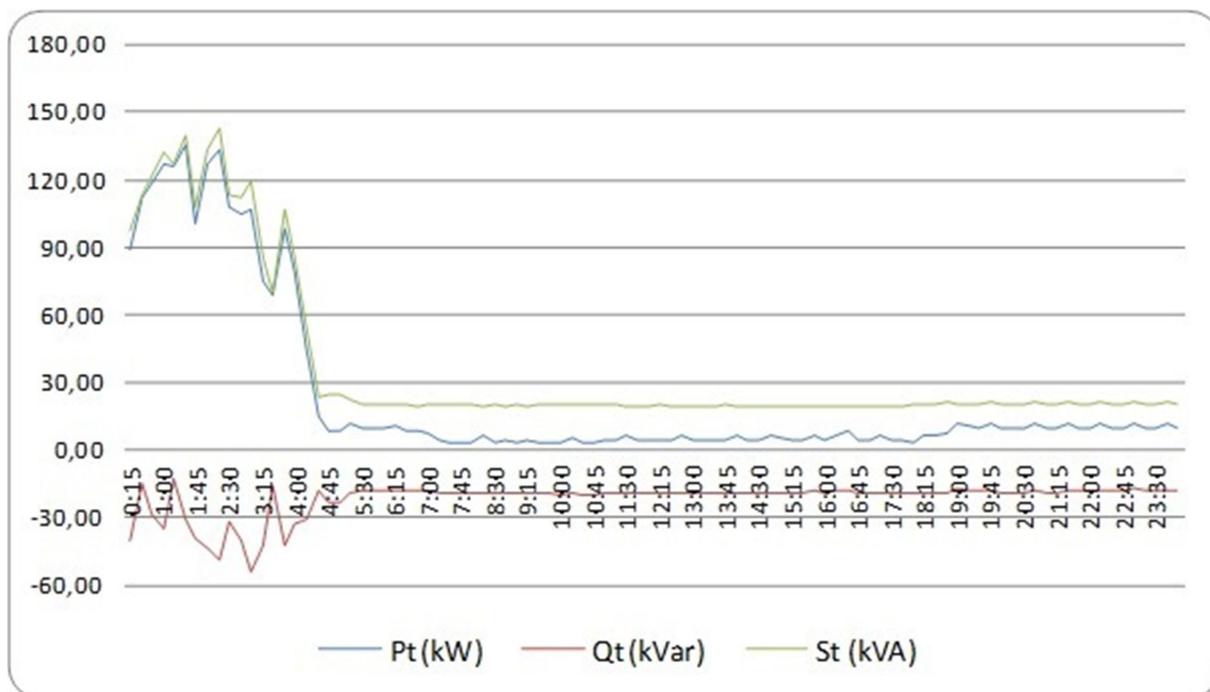


Figura C1.2 - Curva de Carga, domingo, 26 de outubro de 2014

Tabela C2 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: domingo, 26 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	136,13	1:30:00	3,13	10:00:00
Qt (kVar)	-12,14	1:15:00	-53,72	3:00:00
St (kVA)	142,70	2:15:00	18,87	16:15:00
Fator de Carga:			0,18	

Tabela C2- Potencias Máxima e Mínima – dia 26 de outubro de 2014

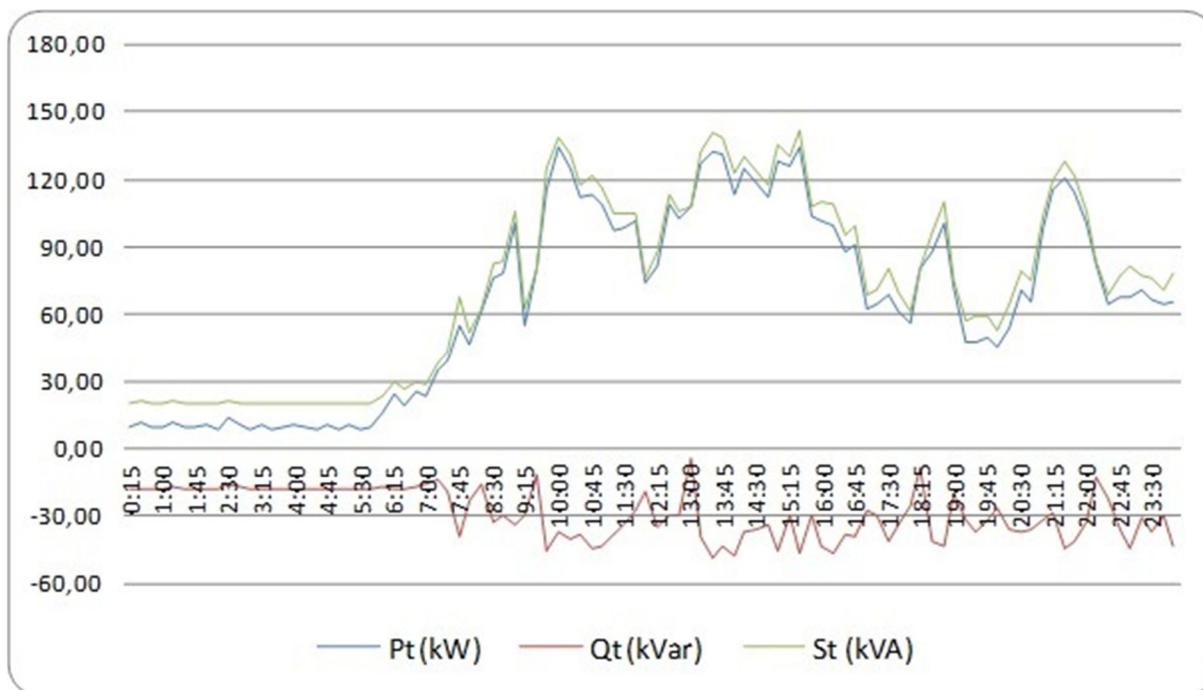


Figura C1.3 - Curva de Carga, segunda-feira, 27 de outubro de 2014

Tabela C3 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: segunda-feira, 27 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	134,27	15:30:00	8,92	2:15:00
Qt (kVAr)	-4,03	13:00:00	-48,83	13:30:00
St (kVA)	141,98	15:30:00	20,01	5:00:00
Fator de Carga:	0,49			

Tabela C3- Potencias Máxima e Mínima – dia 27 de outubro de 2014

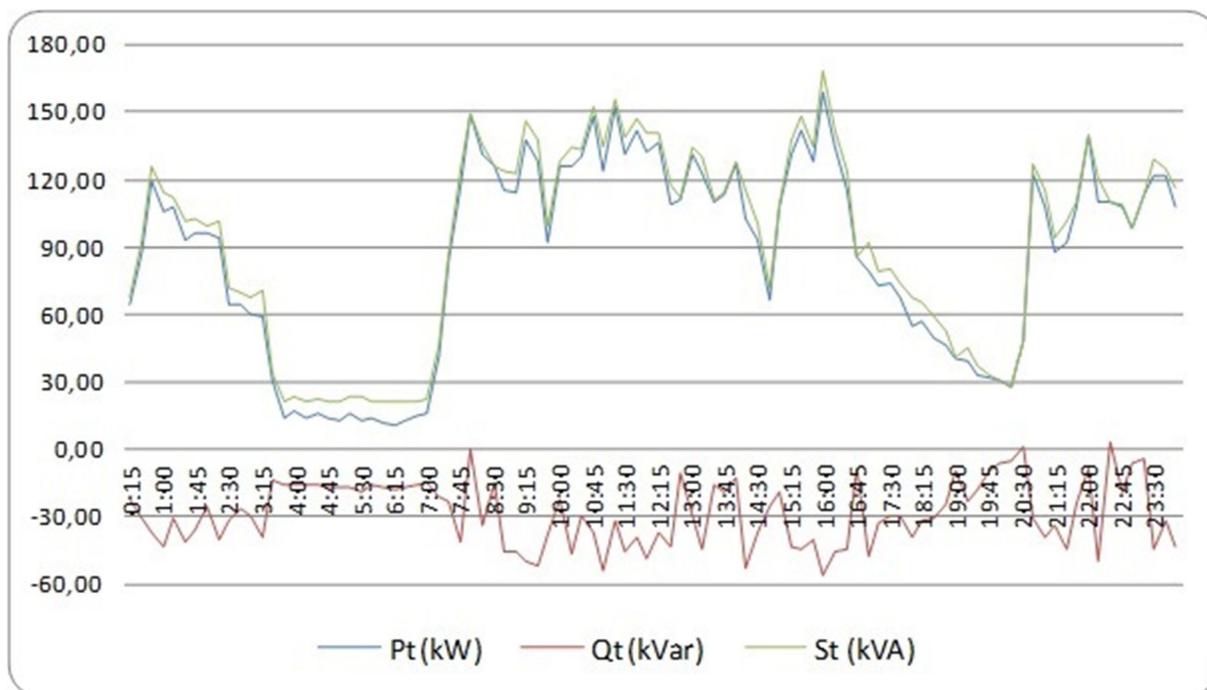


Figura C1.4 - Curva de Carga, terça-feira, 28 de outubro de 2014

Tabela C4 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: terça-feira, 28 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	159,40	16:00:00	11,15	6:15:00
Qt (kVAr)	3,32	22:30:00	-55,89	16:00:00
St (kVA)	168,91	16:00:00	20,98	6:30:00
Fator de Carga:			0,54	

Tabela C4- Potencias Máxima e Mínima – dia 28 de outubro de 2014

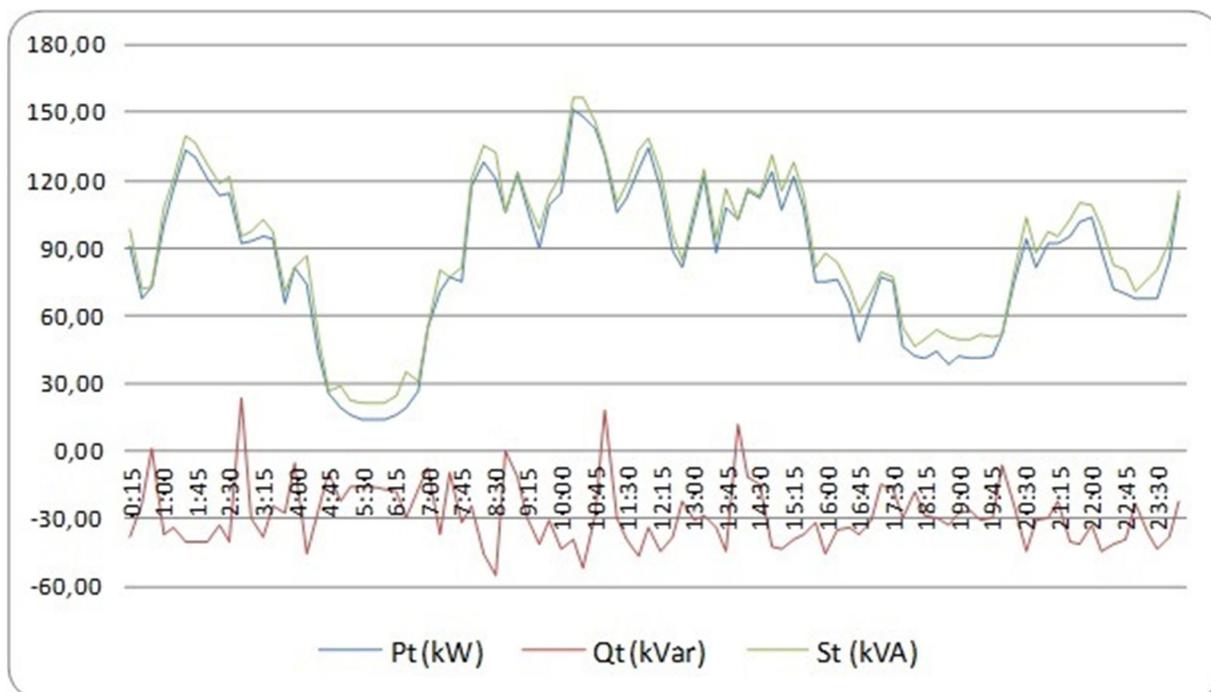


Figura C1.5 - Curva de Carga, quarta-feira, 29 de outubro de 2014

Tabela C5 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: quarta-feira, 29 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	151,61	10:15:00	13,37	5:30:00
Qt (kVar)	23,57	2:45:00	-55,03	8:30:00
St (kVA)	156,98	10:30:00	21,08	5:30:00
Fator de Carga:	0,55			

Tabela C5- Potencias Máxima e Mínima – dia 29 de outubro de 2014

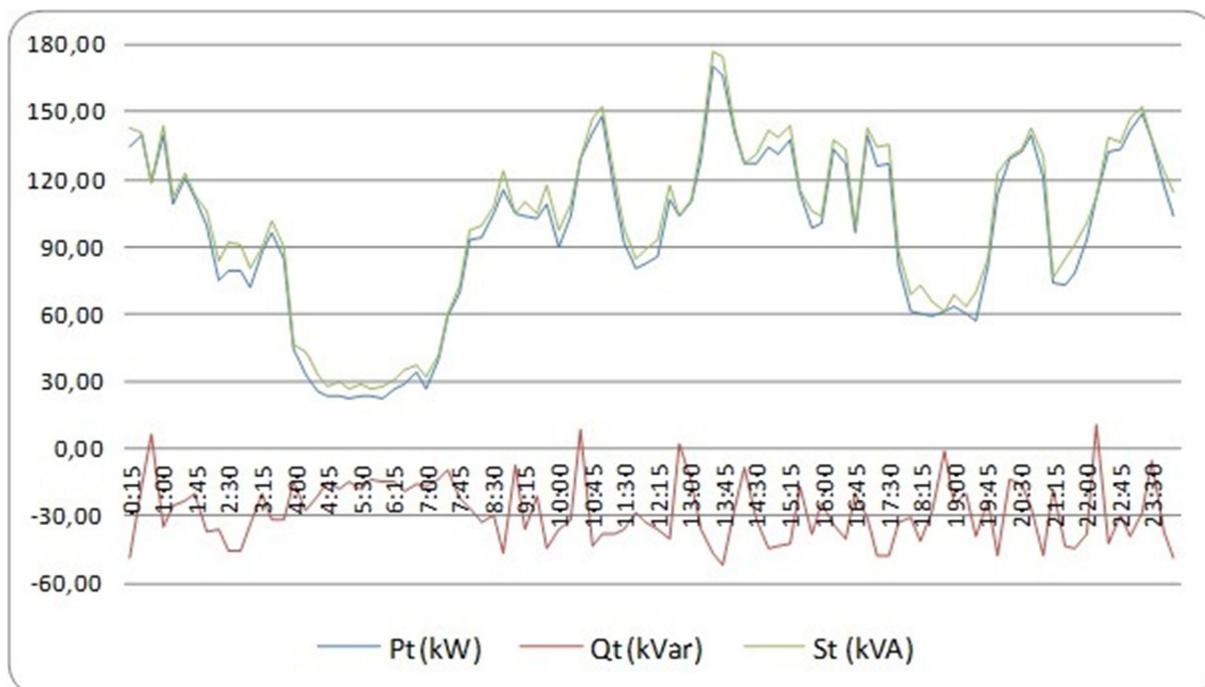


Figura C1.6 - Curva de Carga, quinta-feira, 30 de outubro de 2014

Tabela C6 - Potências Máximas e Mínimas				
Data: quinta-feira, 30 de outubro de 2014				
Grandezas	Valor Máximo	Horário	Valor Mínimo	Horário
Pt (kW)	170,35	13:30:00	22,58	6:00:00
Qt (kVAr)	10,92	22:15:00	-51,45	13:45:00
St (kVA)	176,69	13:30:00	26,88	5:15:00
Fator de Carga:	0,56			

Tabela C6- Potencias Máxima e Mínima – dia 30 de outubro de 2014

## ANEXO D – CURVAS DO FATOR DE POTÊNCIA NO PERÍODO DE MEDIÇÃO

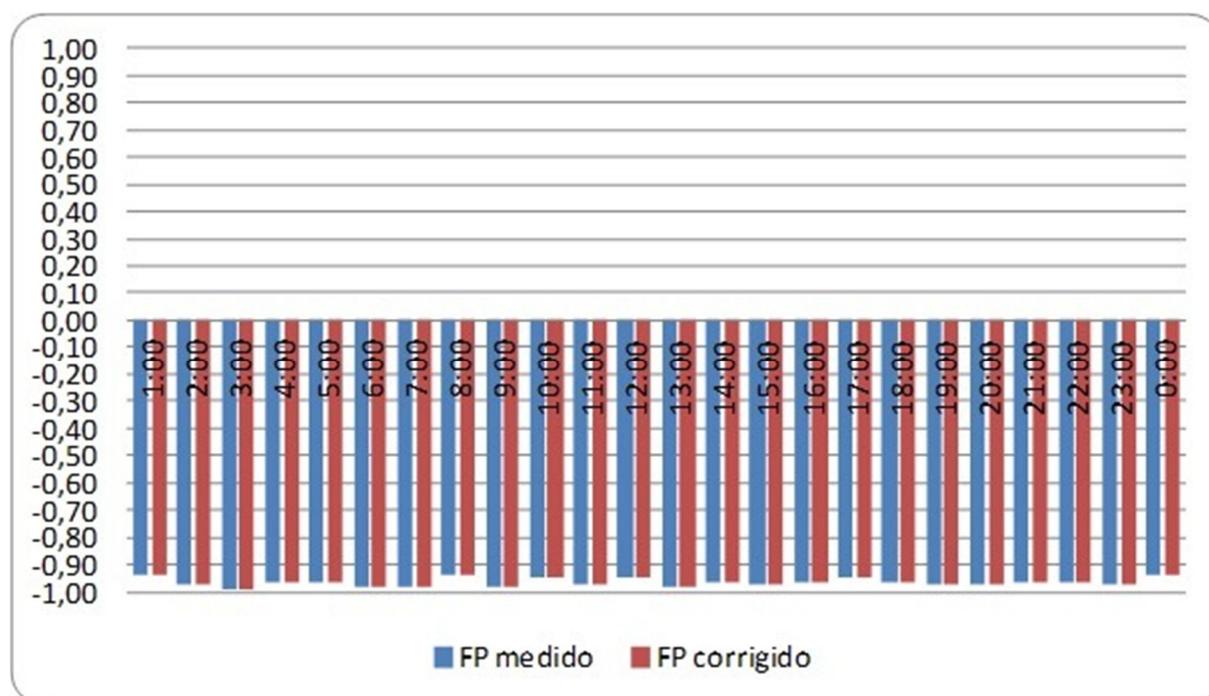


Figura D1.1 - Curva de Fator de Potência, sábado, 25 de outubro de 2014

Tabela D1 - Fator de Potência Horário							
Data: sábado, 25 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,93	7:00	-0,98	13:00	-0,98	19:00	-0,97
2:00	-0,97	8:00	-0,94	14:00	-0,97	20:00	-0,97
3:00	-0,99	9:00	-0,99	15:00	-0,98	21:00	-0,96
4:00	-0,97	10:00	-0,95	16:00	-0,96	22:00	-0,97
5:00	-0,97	11:00	-0,97	17:00	-0,95	23:00	-0,97
6:00	-0,99	12:00	-0,94	18:00	-0,96	0:00	-0,94

Tabela D1- Fator de Potencia – dia 25 de outubro de 2014

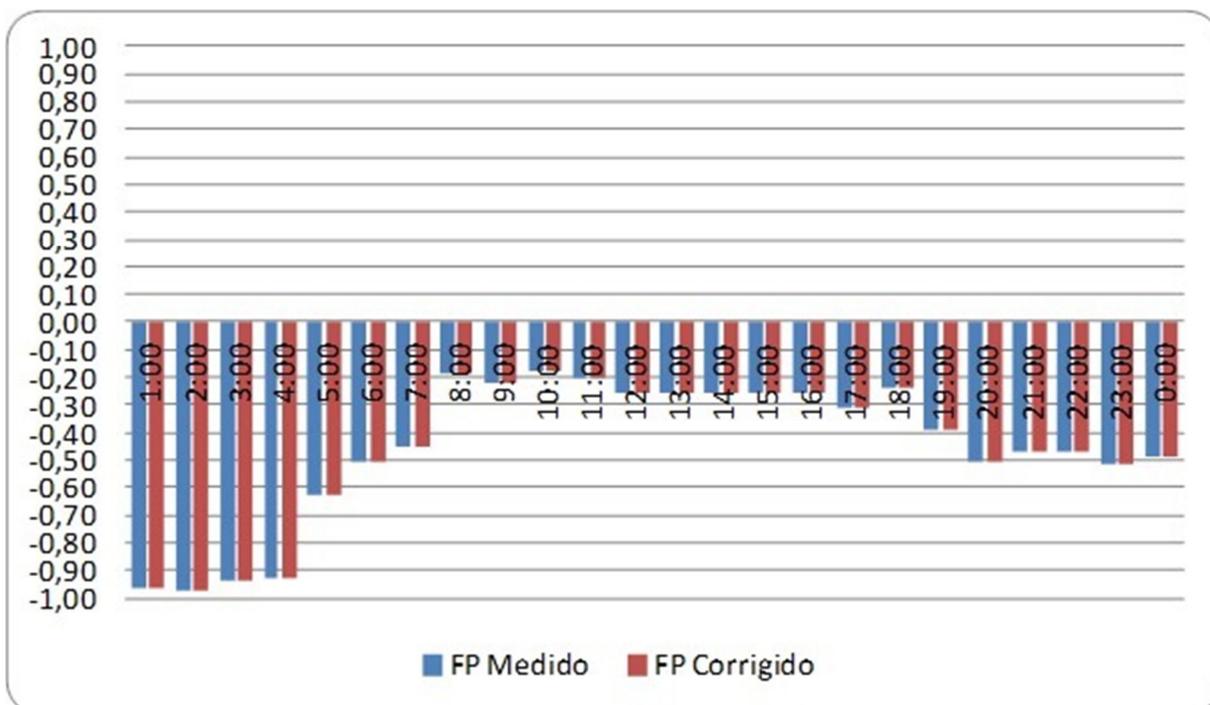


Figura D1.2 - Curva de Fator de Potência, domingo, 26 de outubro de 2014

Tabela D2 - Fator de Potência Horário							
Data: domingo, 26 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,97	7:00	-0,45	13:00	-0,25	19:00	-0,39
2:00	-0,97	8:00	-0,19	14:00	-0,25	20:00	-0,50
3:00	-0,93	9:00	-0,22	15:00	-0,26	21:00	-0,47
4:00	-0,92	10:00	-0,18	16:00	-0,25	22:00	-0,47
5:00	-0,63	11:00	-0,21	17:00	-0,31	23:00	-0,52
6:00	-0,50	12:00	-0,26	18:00	-0,24	0:00	-0,48

Tabela D2- Fator de Potencia – dia 26 de outubro de 2014

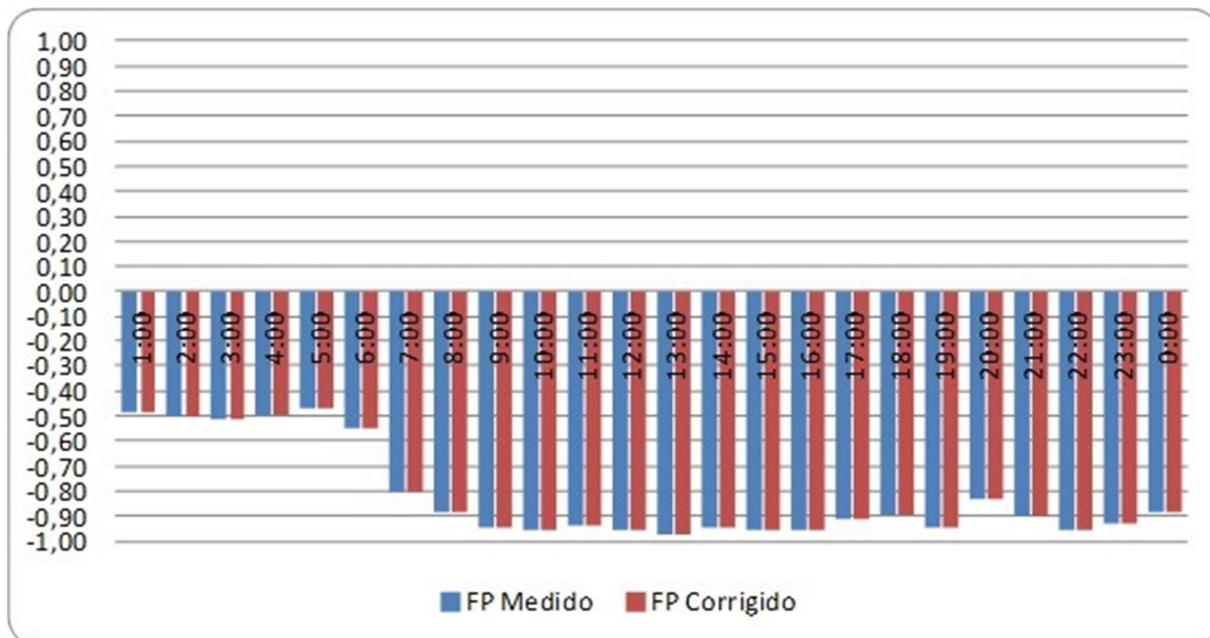


Figura D1.3 - Curva de Fator de Potência, segunda-feira, 27 de outubro de 2014

Tabela D3 - Fator de Potência Horário							
Data: segunda-feira, 27 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,48	7:00	-0,80	13:00	-0,97	19:00	-0,95
2:00	-0,50	8:00	-0,88	14:00	-0,94	20:00	-0,83
3:00	-0,51	9:00	-0,94	15:00	-0,95	21:00	-0,90
4:00	-0,49	10:00	-0,95	16:00	-0,95	22:00	-0,95
5:00	-0,47	11:00	-0,94	17:00	-0,91	23:00	-0,93
6:00	-0,55	12:00	-0,95	18:00	-0,89	0:00	-0,89

Tabela D3- Fator de Potencia – dia 27 de outubro de 2014

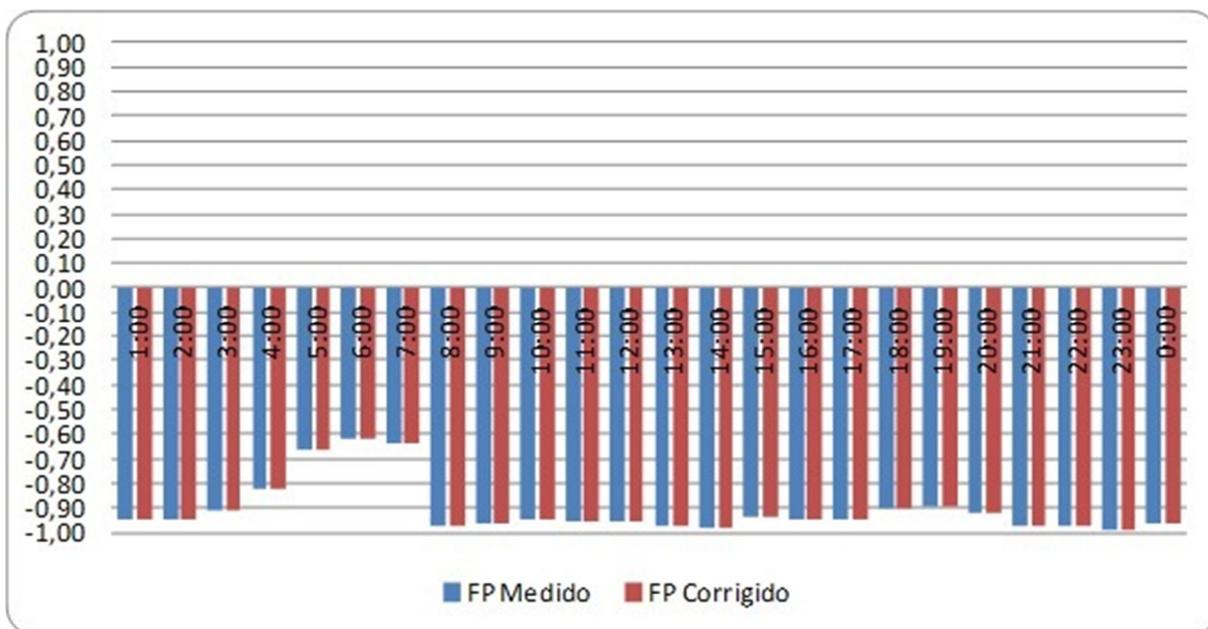


Figura D1.4 - Curva de Fator de Potência, terça-feira, 28 de outubro de 2014

Tabela D4 - Fator de Potência Horário							
Data: terça-feira, 28 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,94	7:00	-0,64	13:00	-0,97	19:00	-0,90
2:00	-0,95	8:00	-0,98	14:00	-0,98	20:00	-0,92
3:00	-0,91	9:00	-0,96	15:00	-0,94	21:00	-0,97
4:00	-0,82	10:00	-0,95	16:00	-0,95	22:00	-0,97
5:00	-0,66	11:00	-0,95	17:00	-0,94	23:00	-0,99
6:00	-0,62	12:00	-0,96	18:00	-0,90	0:00	-0,97

Tabela D4- Fator de Potencia – dia 28 de outubro de 2014

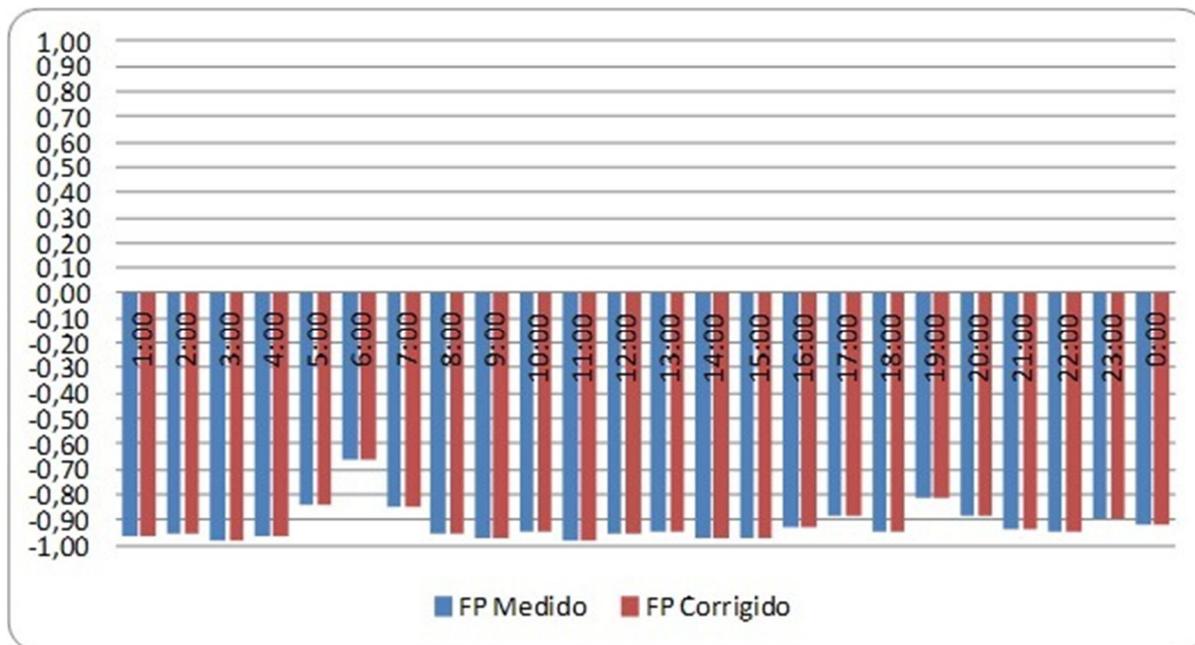


Figura D1.5 - Curva de Fator de Potência, quarta-feira, 29 de outubro de 2014

Tabela D5 - Fator de Potência Horário							
Data: quarta-feira, 29 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,96	7:00	-0,85	13:00	-0,95	19:00	-0,82
2:00	-0,96	8:00	-0,96	14:00	-0,97	20:00	-0,88
3:00	-0,98	9:00	-0,97	15:00	-0,97	21:00	-0,94
4:00	-0,96	10:00	-0,95	16:00	-0,93	22:00	-0,94
5:00	-0,84	11:00	-0,98	17:00	-0,88	23:00	-0,90
6:00	-0,66	12:00	-0,95	18:00	-0,95	0:00	-0,92

Tabela D5- Fator de Potencia – dia 29 de outubro de 2014

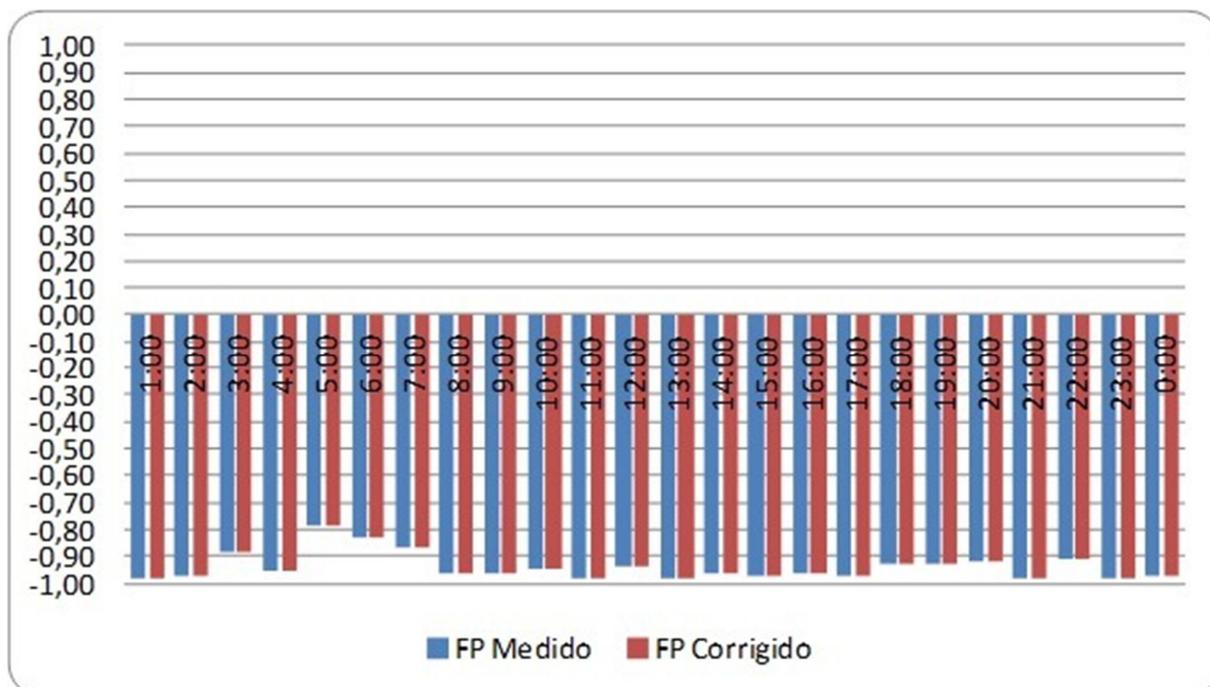


Figura D1.6 - Curva de Fator de Potência, quinta-feira, 30 de outubro de 2014

Tabela D6 - Fator de Potência Horário							
Data: quinta-feira, 30 de outubro de 2014							
Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp	Horário	Fp
1:00	-0,98	7:00	-0,87	13:00	-0,98	19:00	-0,93
2:00	-0,97	8:00	-0,96	14:00	-0,97	20:00	-0,92
3:00	-0,89	9:00	-0,96	15:00	-0,97	21:00	-0,98
4:00	-0,95	10:00	-0,95	16:00	-0,97	22:00	-0,91
5:00	-0,79	11:00	-0,98	17:00	-0,97	23:00	-0,98
6:00	-0,83	12:00	-0,94	18:00	-0,93	0:00	-0,97

Tabela D6- Fator de Potencia – dia 30 de outubro de 2014

## ANEXO E – CONCEITOS RELACIONADOS À MEDIDA E TARIFICAÇÃO DE ENERGIA.

- Energia ativa: é a energia capaz de produzir trabalho. A unidade de medida usada é o quilowatt-hora (kWh).
- Energia reativa: é a energia solicitada por alguns equipamentos elétricos, necessária à manutenção dos fluxos magnéticos e que não produz trabalho. A unidade de medida usada é o quilovar-hora (kvarh).
- Energia aparente: é a energia resultante da soma vetorial das energias ativa e reativa. É aquela que a concessionária realmente fornece para o Consumidor (kVA).

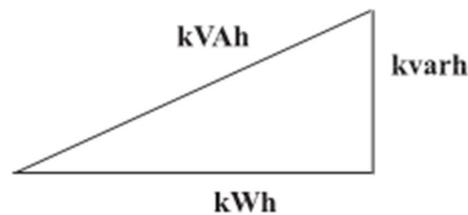


Figura E.1 – Composição da energia aparente.

Fonte: ELETROBRÁS, 2005 – Gestão Energética.

- Potência: é a quantidade de energia solicitada na unidade de tempo. A unidade usada é o quilowatt (kW).
- Demanda: é a potência média, medida por aparelho integrador, apurada durante qualquer intervalo de 15 (quinze) minutos.
- Demanda contratada: é a demanda a ser obrigatória e continuamente colocada à disposição do cliente por parte da concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixado em contrato.
- Carga instalada: é a soma da potência de todos os aparelhos instalados nas dependências da unidade consumidora que, em qualquer momento, podem utilizar energia elétrica da concessionária.
- Fator de carga: é a relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida no período de tempo definido.
- Fator de potência (FP): é a relação entre energia ativa e reativa horária a partir de leituras dos respectivos aparelhos de medição. Pode ser calculada pela equação 4.1:

$$FP = kWh \div kVAh \quad (4.1)$$

Onde: FP é o fator de potência;

kWh é a energia ativa; e

kVAh é a energia reativa.

- Tarifa de demanda: é o valor, em reais, do kW de demanda em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de consumo: é o valor, em reais, do kWh ou MWh de energia utilizada em determinado segmento horo-sazonal.
- Tarifa de ultrapassagem: é a tarifa a ser aplicada ao valor de demanda registrada que superar o valor da demanda contratada, respeitada a tolerância.
- Horário de ponta (HP): é o período definido pela concessionária, composto por três horas consecutivas, compreendidas entre 17 horas e 22 horas, exceção feita a sábados, domingos, terça-feira de Carnaval, Sexta-Feira da Paixão, Corpus Christi, Finados e demais feriados definidos por lei federal: 1º de janeiro, 21 de abril, 1º de maio, 7 de setembro, 12 de outubro, 15 de novembro e 25 de dezembro. Nesse intervalo a energia elétrica é mais cara.
- Horário fora de ponta (HFP): são as horas complementares às três horas consecutivas que compõem o horário de ponta, acrescidas da totalidade das horas dos sábados e domingos e dos onze feriados indicados acima. Nesse intervalo a energia elétrica é mais barata.
- Curva de carga do sistema: a curva de carga do sistema elétrico para um dia típico apresenta o perfil mostrado na Figura E.2. O horário de ponta representa o período do dia em que o sistema demanda mais carga.

Considerando que o sistema elétrico é dimensionado para atender à carga máxima, verifica-se que para atender a uma nova carga no HP a concessionária teria de investir para aumentar a sua capacidade apenas para aquele período, ao passo que para uma nova carga no HFP não seria necessário nenhum investimento.

Por meio da sinalização tarifária (preços mais elevados e mais baixos nos HP e HFP, respectivamente), pretende-se que a curva do sistema torne-se mais plana ao longo do dia.

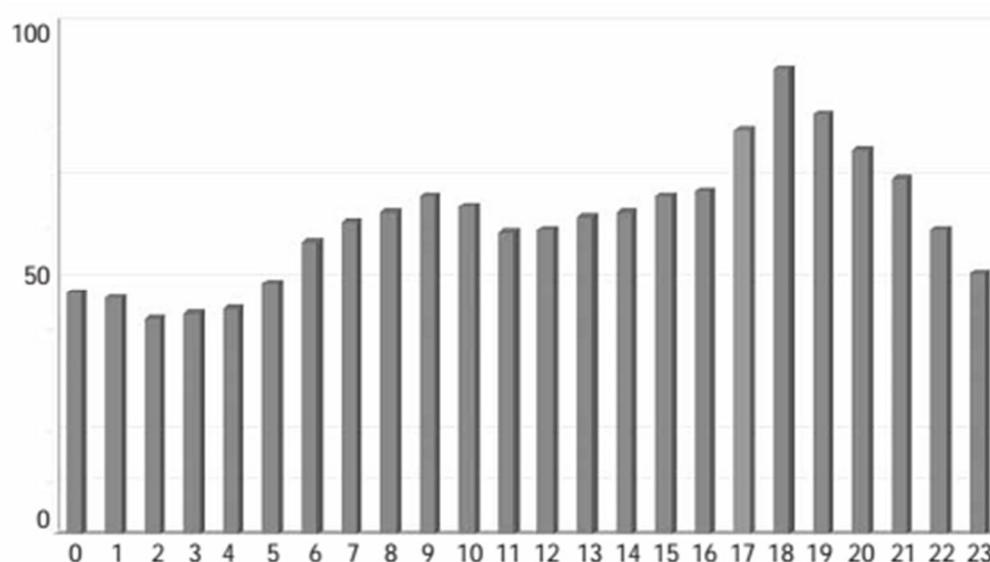


Figura E.2 – Curva de carga de um dia útil

Fonte: ELETROBRÁS, 2005- Gestão Energética.

- Período seco (S): é o período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro de cada ano.
- Período úmido (U): é o período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.
- Segmentos horários e sazonais: identificados também como "segmentos horo-sazonais", são formados pela composição dos períodos úmido e seco com os horários de ponta e fora de ponta e determinados conforme segue:
  - PS - Horário de ponta em período seco.
  - PU - Horário de ponta em período úmido.
  - FS - Horário fora de ponta em período seco.
  - FU - Horário fora de ponta em período úmido.

Esses períodos foram criados, buscando a compatibilizar a demanda com a oferta de energia, como ilustrado na Figura E.3, isto é, por meio da sinalização tarifária (preços mais elevados e mais baixos nos períodos seco e úmido, respectivamente), mostra-se o custo da energia, conforme a lei de oferta e procura.

- Tarifação horo-sazonal (THS): é o sistema de tarifas que considera os segmentos horo-sazonais para precificar a energia.

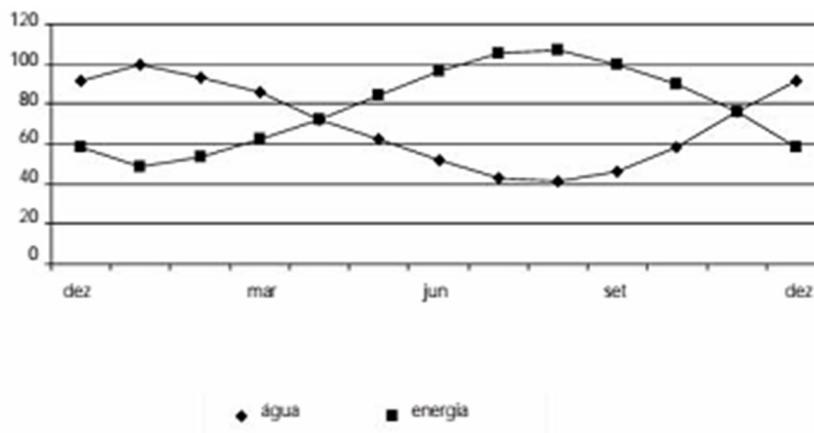


Figura E.3 – Consumo de energia elétrica x volume água nos reservatórios das usinas.

Fonte: ELETROBRÁS, 2005 – Gestão Energética.

- DEC: duração equivalente de interrupção por unidade consumidora. Trata-se do tempo médio que cada unidade consumidora da região ficou sem energia no período de um mês.
- DIC: duração de interrupção individual por unidade consumidora. É o tempo real que cada unidade consumidora ficou sem energia no período de um mês.
- FEC: frequência equivalente de interrupções por unidade consumidora. Trata-se do número de vezes, em média, que cada unidade consumidora ficou sem energia no período de um mês.
- FIC: frequência de interrupção individual por unidade consumidora. Representa o número de vezes que cada unidade consumidora ficou sem energia no período de um mês.

## ANEXO F – PLANILHAS DE ANÁLISE TARIFÁRIA DA LPX LTDA.

Análise Tarifária											
Empresa: LPX Agroindustrial LTDA											
Método: Histórico de Faturas											
Legenda:											
CP -	Consumo Ponta				FCP -	Fatura Consumo Ponta				ST1 - Sub Total 1	
CFP -	Consumo Fora de Ponta				FCFP -	Fatura Consumo Fora de Ponta				ST2 - Sub Total 2	
EREP -	Energia Reativa Excedente Ponta				FEREP -	Fatura Energia Reativa Excedente Ponta				ST3 - Sub Total 3	
EREFP -	Energia Reativa Excedente Fora Ponta				FEREFP -	Fatura Energia Reativa Excedente Fora Ponta				T - Total	
DFP -	Demanda Fora Ponta				DFDP -	Fatura Demanda Fora Ponta					

Tabela 5.1 – Análise Tarifária com base nas faturas da LPX

a) Faturas Normais - Tarifa Horária Verde:											
Data	CP (kWh)	CFP (kWh)	EREP (kvarh)	EREFP (kvarh)	DFP (kW)	FCP (R\$/kWh)	FCFP (R\$/kWh)	FEREP (kvarh/R\$)	FEREFP (R\$/kvarh)	DFDP (R\$/kW)	
17/10/2013	7423,00	76451,00	93,00	2017,00	393,00	R\$ 7.967,92	R\$ 12.542,55	R\$ 13,48	R\$ 292,38	R\$ 4.279,77	
19/11/2013	8463,00	76789,00	29,00	873,00	393,00	R\$ 9.084,27	R\$ 12.598,00	R\$ 4,20	R\$ 126,55	R\$ 4.279,77	
18/12/2013	5334,00	70061,00	0,00	149,00	393,00	R\$ 5.725,57	R\$ 11.494,21	R\$ -	R\$ 21,60	R\$ 4.279,77	
17/01/2014	7296,00	71287,00	34,00	561,00	393,00	R\$ 7.831,60	R\$ 11.695,35	R\$ 4,93	R\$ 81,32	R\$ 4.279,77	
17/02/2014	10442,00	83032,00	318,00	958,00	393,00	R\$ 11.208,55	R\$ 13.622,23	R\$ 46,10	R\$ 138,87	R\$ 4.279,77	
19/03/2014	7444,00	72360,00	0,00	77,00	393,00	R\$ 7.990,46	R\$ 11.871,38	R\$ -	R\$ 11,16	R\$ 4.279,77	
17/04/2014	7883,00	64153,00	198,00	1247,00	393,00	R\$ 8.461,69	R\$ 10.524,94	R\$ 28,70	R\$ 180,77	R\$ 4.279,77	
19/05/2014	7242,00	64958,00	0,00	174,00	393,00	R\$ 7.773,64	R\$ 10.657,01	R\$ -	R\$ 25,22	R\$ 4.279,77	
20/06/2014	8901,00	72564,00	0,00	495,00	393,00	R\$ 10.781,34	R\$ 13.671,06	R\$ -	R\$ 82,70	R\$ 4.963,59	
17/07/2014	6736,00	58845,00	0,00	718,00	393,00	R\$ 8.158,98	R\$ 11.086,40	R\$ -	R\$ 119,96	R\$ 4.963,59	
19/08/2014	5643,00	61095,00	0,00	96,00	393,00	R\$ 6.835,08	R\$ 11.510,30	R\$ -	R\$ 16,04	R\$ 4.963,59	
17/09/2014	6929,00	68405,00	0,00	115,00	393,00	R\$ 8.392,75	R\$ 12.887,50	R\$ -	R\$ 19,21	R\$ 4.963,59	
17/10/2014	6339,00	62445,00	0,00	193,00	393,00	R\$ 7.678,11	R\$ 11.764,64	R\$ -	R\$ 32,25	R\$ 4.963,59	
19/11/2014	6821,00	68146,00	0,00	40,00	393,00	R\$ 8.261,94	R\$ 12.838,71	R\$ -	R\$ 6,68	R\$ 4.963,59	
<b>Total</b>	<b>102.896,00</b>	<b>970.591,00</b>	<b>672,00</b>	<b>7.713,00</b>	<b>5.502,00</b>	<b>R\$ 116.151,90</b>	<b>R\$ 168.764,27</b>	<b>R\$ 97,41</b>	<b>R\$ 1.154,73</b>	<b>R\$ 64.019,70</b>	
<b>Média</b>	<b>7.349,71</b>	<b>69.327,93</b>	<b>48,00</b>	<b>550,93</b>	<b>393,00</b>	<b>R\$ 8.296,56</b>	<b>R\$ 12.054,59</b>	<b>R\$ 6,96</b>	<b>R\$ 82,48</b>	<b>R\$ 4.572,84</b>	
Fator de Carga	$FC_{\text{médio}} =$	Consumo Total (kWh)		$FC_{\text{médio}} =$	0,22	no CP	Considerando preço da Demanda Fora de Ponta				
		Demanda (kw) x 730 (h)		PM =	4,48	PM(Preço Médio é inversamente proporcional ao fator de carga.(GE pg. 57)).					
	$FC_{\text{médio}} =$	Varia entre 0 e 1.				Preço médio considerado sem impostos.					

Tabela 5.2 – Análise Tarifária com base nas faturas LPX



c) Faturas com Demanda Reduzida - Tarifa Horária Verde:											
Data	CP (kWh)	CFP (kWh)	EREP (kvarh)	EREFP (kvarh)	DFP (kW)	FCP (R\$/kWh)	FCFP (R\$/kWh)	FEREP (kvarh/R\$)	FEREFP (R\$/kvarh)	DFDP (R\$/kW)	
17/10/2013	7423,00	76451,00	93,00	2017,00	345,00	R\$ 7.967,92	R\$ 12.542,55	R\$ 13,48	R\$ 292,38	R\$ 3.757,05	
19/11/2013	8463,00	76789,00	29,00	873,00	345,00	R\$ 9.084,27	R\$ 12.598,00	R\$ 4,20	R\$ 126,55	R\$ 3.757,05	
18/12/2013	5334,00	70061,00	0,00	149,00	345,00	R\$ 5.725,57	R\$ 11.494,21	R\$ -	R\$ 21,60	R\$ 3.757,05	
17/01/2014	7296,00	71287,00	34,00	561,00	345,00	R\$ 7.831,60	R\$ 11.695,35	R\$ 4,93	R\$ 81,32	R\$ 3.757,05	
17/02/2014	10442,00	83032,00	318,00	958,00	345,00	R\$ 11.208,55	R\$ 13.622,23	R\$ 46,10	R\$ 138,87	R\$ 3.757,05	
19/03/2014	7444,00	72360,00	0,00	77,00	345,00	R\$ 7.990,46	R\$ 11.871,38	R\$ -	R\$ 11,16	R\$ 3.757,05	
17/04/2014	7883,00	64153,00	198,00	1247,00	345,00	R\$ 8.461,69	R\$ 10.524,94	R\$ 28,70	R\$ 180,77	R\$ 3.757,05	
19/05/2014	7242,00	64958,00	0,00	174,00	345,00	R\$ 7.773,64	R\$ 10.657,01	R\$ -	R\$ 25,22	R\$ 3.757,05	
20/06/2014	8901,00	72564,00	0,00	495,00	345,00	R\$ 10.781,34	R\$ 13.671,06	R\$ -	R\$ 82,70	R\$ 4.357,35	
17/07/2014	6736,00	58845,00	0,00	718,00	345,00	R\$ 8.158,98	R\$ 11.086,40	R\$ -	R\$ 119,96	R\$ 4.357,35	
19/08/2014	5643,00	61095,00	0,00	96,00	345,00	R\$ 6.835,08	R\$ 11.510,30	R\$ -	R\$ 16,04	R\$ 4.357,35	
17/09/2014	6929,00	68405,00	0,00	115,00	345,00	R\$ 8.392,75	R\$ 12.887,50	R\$ -	R\$ 19,21	R\$ 4.357,35	
17/10/2014	6339,00	62445,00	0,00	193,00	345,00	R\$ 7.678,11	R\$ 11.764,64	R\$ -	R\$ 32,25	R\$ 4.357,35	
19/11/2014	6821,00	68146,00	0,00	40,00	345,00	R\$ 8.261,94	R\$ 12.838,71	R\$ -	R\$ 6,68	R\$ 4.357,35	
Total	102.896,00	970.591,00	672,00	7.713,00	4.830,00	R\$ 116.151,90	R\$ 168.764,27	R\$ 97,41	R\$ 1.154,73	R\$ 56.200,50	
Média	7.349,71	69.327,93	48,00	550,93	345,00	R\$ 8.296,56	R\$ 12.054,59	R\$ 6,96	R\$ 82,48	R\$ 4.014,32	

Tabela 5.5 – Análise Tarifária com base nas faturas da LPX

ST1	ICMS	COFINS	PIS	ST2	ST3	T
R\$ 24.573,39	R\$ 5.481,39	R\$ 1.368,71	R\$ 297,41	R\$ 7.147,51	R\$ 133,61	R\$ 31.854,51
R\$ 25.570,08	R\$ 5.663,49	R\$ 1.280,56	R\$ 277,97	R\$ 7.222,02	R\$ 133,61	R\$ 32.925,71
R\$ 20.998,43	R\$ 4.668,18	R\$ 1.044,25	R\$ 226,44	R\$ 5.938,87	R\$ 133,61	R\$ 27.070,91
R\$ 23.370,25	R\$ 5.289,27	R\$ 1.586,82	R\$ 344,42	R\$ 7.220,51	R\$ 133,61	R\$ 30.724,37
R\$ 28.772,80	R\$ 6.411,66	R\$ 1.650,17	R\$ 358,45	R\$ 8.420,28	R\$ 133,61	R\$ 37.326,69
R\$ 23.630,06	R\$ 5.220,69	R\$ 1.098,13	R\$ 238,49	R\$ 6.557,31	R\$ 120,42	R\$ 30.307,79
R\$ 22.953,15	R\$ 5.128,32	R\$ 1.283,88	R\$ 278,75	R\$ 6.690,95	-R\$ 359,38	R\$ 29.284,72
R\$ 22.212,92	R\$ 5.099,26	R\$ 1.775,39	R\$ 385,48	R\$ 7.260,13	R\$ 146,80	R\$ 29.619,85
R\$ 28.892,45	R\$ 6.470,47	R\$ 1.719,40	R\$ 373,21	R\$ 8.563,08	R\$ 148,99	R\$ 37.604,52
R\$ 23.722,69	R\$ 5.181,68	R\$ 796,97	R\$ 172,97	R\$ 6.151,62	R\$ 148,99	R\$ 30.023,30
R\$ 22.718,77	R\$ 5.070,18	R\$ 1.174,62	R\$ 254,89	R\$ 6.499,69	R\$ 1.590,85	R\$ 30.809,31
R\$ 25.656,82	R\$ 5.901,21	R\$ 2.094,13	R\$ 454,71	R\$ 8.450,05	R\$ 1.590,85	R\$ 35.697,72
R\$ 23.832,35	R\$ 5.355,10	R\$ 1.402,42	R\$ 304,61	R\$ 7.062,13	R\$ 1.590,86	R\$ 32.485,34
R\$ 25.464,68	R\$ 5.635,23	R\$ 1.185,12	R\$ 257,27	R\$ 7.077,62	R\$ 148,99	R\$ 32.691,29
R\$ 342.368,81	R\$ 76.576,13	R\$ 19.460,57	R\$ 4.225,07	R\$ 100.261,77	R\$ 5.795,42	R\$ 448.426,00
R\$ 24.454,92	R\$ 5.469,72	R\$ 1.390,04	R\$ 301,79	R\$ 7.161,56	R\$ 413,96	R\$ 32.030,43

Tabela 5.6 – Análise Tarifária com base nas faturas e demanda reduzida

Redução Percentual no Importe Médio =	2,23
Obs: considerando apenas a redução na demanda contratada sobre o valor do importe da energia (sem tributação)	

Tabela 5.7 – Análise Tarifária redução de percentual no consumo

d) Faturas com Demanda Reduzida e com o Funcionamento do Grupo Motor-Gerador no Horário de Ponta - Tarifa Horária Verde:										
Data	CP (kWh)	CFP (kWh)	EREP (kvarh)	EREPF (kvarh)	DFP (kW)	FCP (R\$/kWh)	FCFP (R\$/kWh)	FEREP (kvarh/R\$)	FEREPF (R\$/kvarh)	FDFP (R\$/kW)
17/10/2013	0,00	76451,00	0,00	2017,00	345,00	R\$ -	R\$ 12.542,55	R\$ -	R\$ 292,38	R\$ 3.757,05
19/11/2013	0,00	76789,00	0,00	873,00	345,00	R\$ -	R\$ 12.598,00	R\$ -	R\$ 126,55	R\$ 3.757,05
18/12/2013	0,00	70061,00	0,00	149,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.494,21	R\$ -	R\$ 21,60	R\$ 3.757,05
17/01/2014	0,00	71287,00	0,00	561,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.695,35	R\$ -	R\$ 81,32	R\$ 3.757,05
17/02/2014	0,00	83032,00	0,00	958,00	345,00	R\$ -	R\$ 13.622,23	R\$ -	R\$ 138,87	R\$ 3.757,05
19/03/2014	0,00	72360,00	0,00	77,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.871,38	R\$ -	R\$ 11,16	R\$ 3.757,05
17/04/2014	0,00	64153,00	0,00	1247,00	345,00	R\$ -	R\$ 10.524,94	R\$ -	R\$ 180,77	R\$ 3.757,05
19/05/2014	0,00	64958,00	0,00	174,00	345,00	R\$ -	R\$ 10.657,01	R\$ -	R\$ 25,22	R\$ 3.757,05
20/06/2014	0,00	72564,00	0,00	495,00	345,00	R\$ -	R\$ 13.671,06	R\$ -	R\$ 82,70	R\$ 4.357,35
17/07/2014	0,00	58845,00	0,00	718,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.086,40	R\$ -	R\$ 119,96	R\$ 4.357,35
19/08/2014	0,00	61095,00	0,00	96,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.510,30	R\$ -	R\$ 16,04	R\$ 4.357,35
17/09/2014	0,00	68405,00	0,00	115,00	345,00	R\$ -	R\$ 12.887,50	R\$ -	R\$ 19,21	R\$ 4.357,35
17/10/2014	0,00	62445,00	0,00	193,00	345,00	R\$ -	R\$ 11.764,64	R\$ -	R\$ 32,25	R\$ 4.357,35
19/11/2014	0,00	68146,00	0,00	40,00	345,00	R\$ -	R\$ 12.838,71	R\$ -	R\$ 6,68	R\$ 4.357,35
Total	0,00	970.591,00	0,00	7.713,00	4.830,00	R\$ -	R\$ 168.764,27	R\$ -	R\$ 1.154,73	R\$ 56.200,50
Média	0,00	69.327,93	0,00	550,93	345,00	R\$ -	R\$ 12.054,59	R\$ -	R\$ 82,48	R\$ 4.014,32
Redução Percentual do Custo Mensal = 35,43										
Obs: considerando apenas a redução na demanda contratada sobre o valor do importe da energia (sem tributação) e desprezando o custo do óleo diesel.										

Tabela 5.8 – Análise Tarifária considerando grupo motor gerador

ST1	ICMS	COFINS	PIS	ST2	ST3	T
R\$ 16.591,99	R\$ 5.481,39	R\$ 1.368,71	R\$ 297,41	R\$ 7.147,51	R\$ 133,61	R\$ 23.873,11
R\$ 16.481,60	R\$ 5.663,49	R\$ 1.280,56	R\$ 277,97	R\$ 7.222,02	R\$ 133,61	R\$ 23.837,23
R\$ 15.272,86	R\$ 4.668,18	R\$ 1.044,25	R\$ 226,44	R\$ 5.938,87	R\$ 133,61	R\$ 21.345,34
R\$ 15.533,72	R\$ 5.289,27	R\$ 1.586,82	R\$ 344,42	R\$ 7.220,51	R\$ 133,61	R\$ 22.887,84
R\$ 17.518,15	R\$ 6.411,66	R\$ 1.650,17	R\$ 358,45	R\$ 8.420,28	R\$ 133,61	R\$ 26.072,04
R\$ 15.639,59	R\$ 5.220,69	R\$ 1.098,13	R\$ 238,49	R\$ 6.557,31	R\$ 120,42	R\$ 22.317,32
R\$ 14.462,76	R\$ 5.128,32	R\$ 1.283,88	R\$ 278,75	R\$ 6.690,95	-R\$ 359,38	R\$ 20.794,33
R\$ 14.439,28	R\$ 5.099,26	R\$ 1.775,39	R\$ 385,48	R\$ 7.260,13	R\$ 146,80	R\$ 21.846,21
R\$ 18.111,11	R\$ 6.470,47	R\$ 1.719,40	R\$ 373,21	R\$ 8.563,08	R\$ 148,99	R\$ 26.823,18
R\$ 15.563,71	R\$ 5.181,68	R\$ 796,97	R\$ 172,97	R\$ 6.151,62	R\$ 148,99	R\$ 21.864,32
R\$ 15.883,69	R\$ 5.070,18	R\$ 1.174,62	R\$ 254,89	R\$ 6.499,69	R\$ 1.590,85	R\$ 23.974,23
R\$ 17.264,07	R\$ 5.901,21	R\$ 2.094,13	R\$ 454,71	R\$ 8.450,05	R\$ 1.590,85	R\$ 27.304,97
R\$ 16.154,23	R\$ 5.355,10	R\$ 1.402,42	R\$ 304,61	R\$ 7.062,13	R\$ 1.590,86	R\$ 24.807,22
R\$ 17.202,74	R\$ 5.635,23	R\$ 1.185,12	R\$ 257,27	R\$ 7.077,62	R\$ 148,99	R\$ 24.429,35
R\$ 226.119,50	R\$ 76.576,13	R\$ 19.460,57	R\$ 4.225,07	R\$ 100.261,77	R\$ 5.795,42	R\$ 332.176,69
R\$ 16.151,39	R\$ 5.469,72	R\$ 1.390,04	R\$ 301,79	R\$ 7.161,56	R\$ 413,96	R\$ 23.726,91

Tabela 5.9 – Análise Tarifária considerando grupo motor gerador

e) Estimativa do Custo Mensal de Operação do Grupo Gerador de 450 kVA no Horário de Ponta:			
Número de dias em funcionamento por mês:		22	
Número de horas em funcionamento por dia:		3	
Consumo específico do grupo gerador a 1/2 carga (L/h):		58	
Custo do óleo diesel (R\$/L):		3,199	
Custo Mensal de Operação:		R\$ 12.245,77	
f) Custo Total de Operação (Concessionária + Grupo Gerador)			
Concessionária		R\$ 16.151,39	
Grupo Motor Gerador		R\$ 12.245,77	
Total		R\$ 28.397,16	
Diferença		16,12	%
Obs: valor 16,12% maior do que o da utilização normal da energia elétrica por meio da concessionária.			

Tabela 5.10 – Análise Tarifária final – base nas faturas

## ANEXO G – METODOLOGIA DO PEE

### Metodologia do PEE

A implantação de um Plano de Eficiência Energética requer mudanças de procedimentos, de hábitos e de rotinas de trabalho, o que, na maioria das vezes, é um obstáculo difícil de ser superado, em virtude da resistência que as coletividades oferecem a propostas desse tipo. Torna-se, então, importante e necessário o engajamento da direção superior da empresa e de todo o seu corpo funcional, técnico e administrativo, na busca de um objetivo comum, mediante um trabalho conjunto. Com o objetivo de superar as dificuldades inerentes às resistências coletivas, a empresa deverá demonstrar claramente sua intenção de atingir os objetivos de racionalização do consumo de energia.

As ações de eficiência energética propostas para as empresas contemplam dois tipos principais de medidas:

- a) Medidas que impliquem ações de gestão nas instalações, incluindo:
  - treinamento de pessoal, com o objetivo de criar um ambiente de conscientização nos colaboradores da empresa; e
  - fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia, objetivando a perenidade do programa a ser desenvolvido.
- b) Medidas que impliquem ações de atualização tecnológica, com a substituição de equipamentos existentes por outros mais eficientes.

As medidas propostas no item a) devem dar ênfase aos aspectos de educação e de treinamento, além de ter custos significativamente menores do que as medidas propostas no item b), ainda que seus efeitos somente sejam obtidos no médio e no longo prazo. As medidas propostas no item b) incluirão a aquisição de equipamentos, devendo, portanto, representar investimentos elevados, porém com efeitos no curto prazo.

A experiência internacional aponta para a conclusão de que as medidas de educação e de treinamento, tipicamente, resultam em redução do consumo de energia da ordem de 5% após o período de um ano, a partir do início de sua implementação, a um custo inferior a 1% do custo total de um Programa de Gestão Energética global.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> As empresas interessadas poderão consultar os exemplos de projetos de gestão energética disponíveis no PROCEL.

As empresas devem estar conscientes de sua imagem pública. Um Plano de Eficiência Energética bem sucedido e que, simultaneamente, contribua para a melhoria do meio ambiente promove uma significativa publicidade positiva perante seus clientes e a sociedade em geral.

O início de um PEE deve ser precedido de uma preparação de todos os envolvidos. Sugere-se uma campanha de lançamento. Essa preparação é necessária para sensibilizar todos os funcionários da empresa para reduzir resistências, o que é normal quando mudanças são implementadas, e para mostrar o real comprometimento da Direção.

A seguir, apresenta-se uma sugestão de metodologia para a implementação do PEE nas empresas.

O primeiro passo são as ações de treinamento e informação. Inicialmente, deve ser constituída uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE), que deverá estabelecer os principais usos da energia nas instalações da empresa, a fim de definir o programa de treinamento mais adequado. Nessa fase, a empresa poderá contar com a experiência de uma consultoria especializada ou com a assistência do PROCEL. O programa de treinamento deve ser dividido em duas etapas:

a) Treinamento para a gerência de energia. Os principais tópicos a serem cobertos nessa etapa deverão incluir:

- aspectos gerais de gerência de energia;
- metodologias de conscientização – como implementar, como influenciar os tomadores de decisão na estrutura da empresa, como motivar mudanças de hábitos e de comportamento e como eliminar as armadilhas mais comuns;
- requisitos de medição necessários;
- metodologias de controle e acompanhamento;
- avaliação de resultados; e
- visita a um programa bem sucedido.

b) Treinamento para o nível técnico. Essa etapa deverá estar relacionada, principalmente, com o Setor de Utilidades. Os principais tópicos a serem cobertos deverão incluir os aspectos gerais de manutenção associados com a eficiência energética e sua inserção nos programas de qualidade existentes.

O segundo passo reside na estruturação do programa. O Programa de Gestão Energética deverá seguir a premissa de que é necessário planejar para controlar. O Programa pode ser assim estruturado:

1. Identificação dos vetores primários e secundários. Os vetores primários correspondem aos insumos adquiridos na forma bruta: energia elétrica, gás natural, óleo combustível, água industrial, etc. Em seguida, deverão ser identificados os vetores secundários, ou seja, as formas de energia que serão utilizadas nas unidades produtivas e administrativas das instalações da empresa, tais como: energia elétrica para iluminação e motores, ar comprimido e vapor de processo. Essa etapa do trabalho representa a constatação das matrizes energéticas das instalações.

2. Identificação dos parâmetros de controle. Os parâmetros de controle deverão ser estabelecidos para cada um dos centros de consumo identificados. Deverão considerar os consumos específicos que possam estar relacionados às respectivas sazonalidades da produção. As correlações deverão ser estabelecidas por análises estatísticas e, tanto quanto possível, lineares.

3. Estabelecimento das metas de redução de consumo. Essas metas deverão ser estabelecidas com base em parâmetros de controle previamente definidos. A fixação das metas pode ser feita:

- utilizando informações sobre o consumo histórico do centro de consumo em questão;
- utilizando informações sobre benchmarks disponíveis; ou
- de forma arbitrária, fixando um percentual a ser atingido em determinado período de tempo (por exemplo, redução no consumo de energia elétrica em 1% para o próximo semestre).

A fixação das metas deverá ser sempre feita de forma realista, com objetivos claros e que possam ser efetivamente atingidos, mas que sejam desafiadoras.

4. Estabelecimento dos sistemas de medição. Só se pode gerenciar o que se pode medir. Deve-se estabelecer um sistema de medição adequado e que permita a obtenção da base de dados desejada e que possa servir para avaliar os resultados alcançados.

A implantação de um sistema de medição requer alguns cuidados importantes:

- sistemas de medição sofisticados são normalmente custosos; e
- sistemas simplificados são, em geral, suficientes para esse propósito. Muitas vezes, é possível optar por um regime de condomínio ou obter o consumo de determinado centro de consumo por cálculo ou por diferença.

O terceiro passo está nos procedimentos operacionais e de engenharia. O Programa de Eficiência Energética deverá observar os seguintes princípios:

■ formal. É natural que muitas instruções e ordens sejam transmitidas oralmente na jornada diária. Porém, para uma ação contínua e de ampla repercussão, é recomendável manter as diretrizes, instruções, decisões e resultados registrados e organizados por escrito. Nesse caso, devem ser utilizados os veículos de comunicação já existentes na empresa, tais como: jornais periódicos, folhetos, cartazes e quadros de avisos.

■ concreto. O Programa não pode se constituir somente de intenções, mas sim de ações concretas e específicas, tais como: cuidados a serem tomados por ocupantes em áreas equipadas com condicionamento de ar, rotina a ser seguida para identificação e comunicação às equipes de manutenção no caso de vazamentos em tubulações e dutos.

■ justificado. Em especial, as ações que demandam mudanças de hábitos devem ser justificadas, além de previamente discutidas, para serem mais bem aceitas e pouco questionadas.

■ quantificado. As metas deverão ser claramente quantificadas em valores de energia ou em moeda corrente, para que não haja dúvidas em relação aos objetivos a serem alcançados.

■ responsabilidades definidas. Cada uma das ações deve ter responsáveis diretos, pois o Programa exige a atuação de pessoal afeto a todos os setores. Devem ser definidos responsáveis locais, cabendo à CICE a supervisão global. Por exemplo, o supervisor da caldeira deverá reduzir o consumo de óleo combustível nos próximos três meses em 0,5% por unidade de vapor produzido, mediante a aplicação do procedimento indicado pelo fabricante para manutenção/regulagem dos queimadores.

■ comprometido em objetivos. Um Programa tímido quanto a seus objetivos obterá resultados pobres. A efetiva redução com energéticos exige metas, controle, acompanhamento e continuidade. As metas fixadas deverão ser realistas, para que haja um efetivo compromisso com sua realização. Da mesma forma, a empresa deverá prover os recursos necessários à implantação do Programa.

■ dinâmico. Em função das inovações tecnológicas, das alterações no ambiente empresarial e de novas circunstâncias, o PGE deve ser revisado periodicamente.

■ coletivo. Ninguém dentro da empresa deve ficar alheio ao PGE, incluindo prestadores de serviço e usuários, tanto no processo da sua elaboração como no seu desenvolvimento.

■ divulgado. As ações programadas, as metas e os resultados obtidos devem ser divulgados periodicamente e comparados com situações anteriores, de modo a mostrar seus

benefícios e incentivar os responsáveis e colaboradores diante dos demais colegas da empresa. Um sistema de prêmios poderá ser utilizado como elemento motivador.

- visão de longo prazo. As ações implementadas devem ter incorporada à visão de longo prazo.

As ferramentas de engenharia do terceiro passo incluem um conjunto de procedimentos para a substituição de equipamentos e materiais por outros de maior eficiência energética e para as atividades de operação e manutenção das instalações existentes. A seguir, relacionam-se alguns exemplos de ferramentas que deverão ser desenvolvidas ou aperfeiçoadas pela empresa no desenvolvimento do Programa de Gestão Energética. Conforme já mencionado, nessa fase a empresa deverá contar com a experiência de uma consultoria especializada ou com a assistência do PROCEL.

- Elaboração de uma política de compras, com as respectivas justificativas econômicas, para a substituição de equipamentos e materiais por outros de maior eficiência, de modo a demonstrar claramente à administração superior às vantagens econômicas do programa proposto. Os exemplos devem incluir a substituição de luminárias, lâmpadas fluorescentes e reatores, bem como de motores danificados, a instalação de lâmpadas de sódio de alta pressão nas áreas externas ou em galpões, etc. As justificativas econômicas deverão indicar o prazo de retorno dos investimentos, considerando o tempo de utilização, sua vida útil, os novos valores de consumo, a redução nos custos de manutenção, etc.

- Elaboração das folhas de dados (especificações simplificadas) para a aquisição desses equipamentos e materiais.

- Elaboração de instruções de operação que evitem o funcionamento de esteiras rolantes vazias e que estimulem a utilização de água tratada para lavagem de pátios ou calçadas, e de ar comprimido para limpeza de roupas ou ambientes.

- Elaboração de instruções de operação que identifiquem com rapidez vazamentos em tubulações e que façam sua pronta comunicação aos setores de manutenção.

- Elaboração de instruções de operação que mantenham os equipamentos momentaneamente fora de uso no “modo de consumo reduzido” ou desligados. Essas instruções se aplicam a computadores pessoais, máquinas copiadoras e circuitos de iluminação que não disponham de sensores de presença (sanitários, refeitórios, etc.).

O quarto passo diz respeito à avaliação dos resultados, que devem ser avaliados em termos de: verificação do cumprimento dos prazos e custos inicialmente previstos, economia efetivamente obtida em unidades de energia por unidade de produto ou de serviço e redução dos custos incorridos.

Para finalizar, o PEE é constituído de três pilares ou estratégias: Diagnóstico Energético (levantamento da situação), Controlos dos Índices (análise e acompanhamento dos dados) e Comunicação do Programa e seus resultados (divulgação).

### **Implantando a CICE**

Para a coordenação do PGE, é necessária a constituição de uma Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE).

A CICE foi instituída na administração pública federal pelo Decreto nº 99.656, de 26/10/90. Em alguns estados, também foi institucionalizada pela administração pública estadual (por exemplo, em Minas Gerais, pelo Decreto nº 39.340, de 17/12/1997), tendo por objetivo propor, implementar e acompanhar medidas efetivas de utilização racional de energia, bem como controlar e divulgar as informações mais relevantes. Sua concepção, no entanto, aplica-se a toda instalação, seja ela do setor privado ou público, em nível federal, estadual ou municipal.

### **Estrutura das CICE's**

Considerando o propósito e a abrangência dos serviços que deverá realizar, a CICE deve estar diretamente vinculada à direção da empresa. Sua constituição deve ser matricial, isto é, dependendo do porte da empresa, deve ter representantes de todas as diretorias ou áreas da empresa e não deve manter relações de hierarquia.

A CICE poderá ser composta de representantes do empregador e dos empregados. Seu dimensionamento dependerá do porte da empresa. No início da gestão, aconselha-se que seja constituída apenas de integrantes indicados pela direção. Após consolidada, a CICE poderá ser formada por membros eleitos pelos empregados e aqueles designados pela direção.

Sugerem-se mandatos de dois anos e com direito a apenas uma reeleição, para promover maior dinamismo, criatividade, integração e abrangência do PEE. A direção deve designar o coordenador da CICE. A coordenação deverá ser exercida, preferencialmente, por um engenheiro que possua conhecimento de utilização racional de energia ou por empregado que tenha capacitação nesse campo de conhecimento. Deverá estar subordinada funcionalmente à direção, para as questões de gestão energética e da CICE.

A CICE abrangerá atividades administrativas, técnicas e de comunicação. Assim, sugere-se que ela possua pelo menos três integrantes, um para cada atividade, sendo um deles

o coordenador. Em empresas de maior porte, cada setor/área deve ter um participante na CICE. Nesses casos, aparecem as figuras do secretário e do vice coordenador. Em empresas de maior porte ou com várias unidades, podem-se criar CICE's centrais, ou coordenadoras, e CICE's locais, ou distribuídas por unidade.

Deve-se formalizar a criação do PEE e da CICE mediante a edição de uma circular/resolução da diretoria. Todas as ações decididas pela CICE, da mesma forma, devem ser formalizadas em atas de reunião, relatórios de atividade e documentos/circulares da empresa.

Essa documentação permitirá que futuros participantes possam evitar retrabalhos, que a direção possa acompanhar o trabalho desenvolvido e que terceiros possam dar apoio ou aprender com as ações desenvolvidas. Formulários padronizados devem ser criados, assim como os processos de levantamento e acompanhamento de dados devem ser normatizados.

Com todas as informações formalizadas, organizadas e arquivadas, será possível dar e ou receber apoio de instituições, como o PROCEL, o Ministério de Minas e Energia (MME) e de organismos e empresas que lidam com eficiência energética.

Essas informações servirão para medir e permitir a disseminação da cultura da eficiência energética, divulgar casos de sucesso, motivar a criação de mais CICE's e apoiar e incentivar aquelas em atividade. Além disso, são necessárias para negociar alterações no contrato de fornecimento com as concessionárias de energia.

### **Atribuições da CICE**

A CICE deverá ter um plano de trabalho, com a descrição de objetivos, metas, cronograma de execução e estratégias de ação. A elaboração do plano de trabalho faz-se necessária, visto que a CICE deve ser uma comissão proativa. O plano poderá ser estruturado nas próprias atas de reunião, mas deverá, necessariamente, constituir-se em um documento separado.

São atribuições da CICE:

- Realizar ou contratar um diagnóstico energético. Para conhecer o desempenho energético das instalações, é necessário realizar um diagnóstico que permita verificar as condições de operação dos diferentes equipamentos e dos processos nos quais estão inseridos. Os consumos previstos dos equipamentos podem ser obtidos por meio de informações de fabricantes e análise das instalações, bem como por meio da comparação

de consumo dos diversos equipamentos similares, tais como ar condicionado e bombas com potências e características de operação semelhantes.

- Controlar e acompanhar o faturamento de energia desagregado em seus parâmetros: consumo (kWh), demanda (kW) e fatores de carga e de potência, a partir da elaboração de gráficos e relatórios gerenciais, visando a subsidiar o acompanhamento do PGE e a tomada de decisões.

- Avaliar, em cada reunião, os dados levantados, analisando o cumprimento das metas fixadas no plano de trabalho e discutindo as situações de desperdício de energia elétrica, além de promover a análise das potencialidades de redução do consumo específico de energia e da demanda.

- Propor medidas de gestão de energia. Do diagnóstico e da análise do custo de energia resultam medidas corretivas a serem tomadas e que podem ser implantadas em função de um cronograma de ações programadas pela CICE.

- Realizar, periodicamente, inspeções nas instalações e nos procedimentos das tarefas, visando a identificar situações de desperdício de energia. Compreende a avaliação dos procedimentos e modos de operação, com o intuito de identificar melhorias nestes.

- Conscientizar e motivar os empregados. Divulgar aos empregados informações relativas ao uso racional de energia elétrica e aos resultados alcançados, em função das metas que forem estabelecidas. A melhor forma de despertar o interesse e o engajamento dos empregados é por meio da comunicação. Um PGE terá melhores resultados se houver motivação de todos os empregados e treinamentos que garantam a correta execução do programa. A comunicação poderá ser realizada por meio de informativos internos, folhetos, treinamentos, cartazes, slogans, adesivos, palestras, concursos, visitas, mensagens eletrônicas, etc. Reuniões periódicas com o pessoal, para mantê-lo informado do desenvolvimento do programa e dos resultados obtidos, servem de estímulo, tornando o Programa uma causa de todos.

- Participar de aquisições que envolvam o consumo de energia. É importante a participação da CICE na elaboração das especificações técnicas para projetos e na construção e aquisição de bens e serviços que envolvam consumo de energia, assim como nas consequentes licitações. É fundamental orientar e subsidiar as comissões de licitação para que as aquisições sejam feitas, considerando-se também a economicidade do uso, avaliado pelo cálculo do custo-benefício ao longo da vida útil dos equipamentos, e não somente pela comparação do investimento inicial.

- Sugerir a aquisição de equipamentos com o Selo PROCEL.<sup>3</sup>
- Designar agentes, representantes ou coordenadores para atividades específicas, relativas à conservação de energia.

Com as atribuições supracitadas, a CICE poderá empreender as seguintes ações: controlar o consumo específico de energia elétrica e total, por setor e/ou unidade; gerenciar a demanda total, por setor e/ou unidade; articular-se com os órgãos governamentais e outros responsáveis pelos programas de conservação de energia elétrica, com vistas à obtenção de orientação e ao fornecimento de informações; providenciar cursos específicos para o treinamento e a capacitação do pessoal; promover ou propor alterações nos sistemas utilizadores de energia, visando a adequar seu consumo; e avaliar os resultados e propor novas metas para os períodos subsequentes.

### **Atribuições dos membros da CICE**

A fim de desenvolver com qualidade as ações da CICE, seus membros têm as seguintes atribuições:

- Coordenador: propor a pauta das reuniões; coordenar as reuniões; encaminhar à direção e aos empregados as decisões da Comissão; coordenar e supervisionar as atividades de secretaria; delegar atribuições aos integrantes da Comissão; coordenar e supervisionar as atividades da CICE, zelando para que os objetivos propostos sejam alcançados; e manter relacionamento com a direção, fornecedores de equipamentos, empresas e instituições de eficiência energética.
- Secretário: convocar os membros para as reuniões da Comissão; coletar e organizar todas as informações que servirão de base aos pronunciamentos da Comissão; acompanhar as reuniões da CICE, redigindo as atas e apresentando-as para aprovação e assinatura dos membros presentes; constituir e manter em acervo os documentos relativos ao PGE; e divulgar as decisões da CICE.
- Demais membros: sugerir assuntos; comparecer a todas as reuniões da CICE; coletar e apresentar sugestões suas e dos não participantes (colegas de área); e realizar as atividades para as quais for designado.

---

<sup>3</sup> A relação dos equipamentos pode ser encontrada no site [www.eletronbras.com/procel/](http://www.eletronbras.com/procel/).

- Direção: acompanhar os trabalhos; estabelecer diretrizes; proporcionar aos membros da CICE os meios necessários ao desempenho de suas atribuições, garantindo-lhes recursos suficientes para a realização das tarefas constantes do plano de trabalho por ela aprovado; e prover treinamentos e eventos para os integrantes da CICE e empregados.

### Funcionamento da CICE

A CICE deverá reunir-se, ordinariamente, a cada mês, preferencialmente após o recebimento da conta de energia, de acordo com o calendário preestabelecido, e, extraordinariamente sempre que convocada por dois de seus integrantes ou pelo coordenador da Comissão.

A proposição de assuntos para as reuniões deverá ser encaminhada pelos integrantes que a constituem ao coordenador da CICE durante o período que antecede a reunião ou conforme estabelecido na reunião anterior.

O secretário deverá chamar os componentes da Comissão para as reuniões, participar delas e encaminhar, logo após a sua realização, a respectiva ata de reunião, cujo modelo é apresentado na Figura G.1.

ATA da REUNIÃO Nº		DATA: / /	
Participantes (rubricar):		E-mail	
>Coordenador:		>	
>Secretário:		>	
>		>	
>		>	
Assuntos tratados:	Resolução		Observações
Ações a realizar:	Responsável	Prazo	Observações:
Assuntos pendentes para próxima reunião:			

Figura G.1 – Modelo de Ata de Reunião.  
Fonte: ELETROBRÁS, 2005 - Gestão Energética.

Seguem algumas sugestões que poderão auxiliar na obtenção de resultados pela CICE:

- Durante os primeiros meses, deve ser dada especial atenção à coleta de dados para a formação de histórico e estatística, a fim de estabelecer índices de referência.

- Primeiramente, adotar medidas administrativas eficazes, inclusive aquelas que levem a pequenas economias (desligar lâmpadas, monitores, ar condicionado), as quais, somadas, podem representar significativa redução do consumo de energia elétrica.

- As ações de conservação de energia, no primeiro momento, não exigem recursos financeiros para a obtenção de resultados. São medidas administrativas ou de mudança de hábitos. Por exemplo, o estabelecimento de padrões de eficiência energética para materiais e equipamentos de reposição (lâmpadas e motores de alta eficiência, reatores eletrônicos, etc.).

- Em uma segunda fase e considerando que, na maioria dos casos, a CICE ao ser implantada, não dispõe de recursos financeiros ou dotação orçamentária, haverá a necessidade de destinação de valores orçamentários para permitir a implantação mais rápida de ações que resultem na melhoria da eficiência energética, com os consequentes ganhos econômicos. O coordenador da CICE deve procurar negociar com a direção para que os recursos financeiros obtidos pela redução de despesas advindas dos resultados positivos sejam alocados em conta/rubrica especial para serem aplicados, sob a gerência da CICE, em ações que necessitam de pequenos investimentos.

- Com o sucesso progressivo das medidas adotadas e as consequentes economias obtidas, será possível criar um orçamento próprio para os custeios e os investimentos necessários.

- A CICE poderá propor à direção a aprovação de recursos para projetos de investimentos maiores que o seu orçamento permite, desde que demonstradas a sua viabilidade e a sua economicidade.

- No caso de escassez de recursos para investimentos ou nas situações em que as taxas sejam elevadas, a CICE poderá propor a realização de projetos na modalidade de Contratos de Desempenho, em que os investimentos são realizados por terceiros (ESCO) e serão pagos com a economia obtida com a implementação do projeto.

As atividades, a frequência e as responsabilidades indicadas são meras sugestões. Cabe à CICE estabelecer (ou adaptar) seu cronograma de atividades com a frequência e as responsabilidades que o porte da empresa comporta. Em algumas empresas onde a CICE atua

com outros insumos (combustíveis, água), ou mesmo com os resíduos do processo, deve-se adaptar e complementar o cronograma.

### **Comunicação do Programa**

A melhor forma de despertar o interesse e de promover o engajamento dos empregados em relação a uma campanha contínua para evitar o desperdício de energia e participar do PGE é apoiar-se na comunicação das informações de forma sistemática e contínua.

A conservação de energia, a exemplo da segurança no trabalho, é um valor que necessita ser assimilado por todos. Essa assimilação será obtida em médio e longo prazo, mediante a mudança de hábitos. Para isso, os empregados deverão ser conscientizados e motivados.

A divulgação deve ocorrer de forma gradativa, utilizando-se de publicações internas periódicas, folders, intranet, quadros de aviso e outros meios, com maior ou menor intensidade, dependendo da evolução do PGE. Essas comunicações devem ser aproveitadas para conscientizar o seu público por meio de dicas e recomendações de procedimentos.

O Programa Gestão Energética deve ser exibido como parte da nova política administrativa e estratégica da empresa em relação à utilização de energia. Nesse caso, a comunicação é fundamental para manter acesa a chama do interesse e da mudança de comportamento.

As campanhas internas de mobilização deverão ser desenvolvidas com o objetivo de estimular a participação dos colaboradores nas ações referentes às rotinas de operação e de manutenção.

O Programa a ser desenvolvido deverá, sempre que possível, utilizar os recursos de comunicação já existentes na empresa. A comunicação do PGE deve ser vinculada a outras iniciativas semelhantes já em curso pelos meios de comunicação. Por exemplo, a campanha pelo cuidado no uso dos recursos naturais esgotáveis, tais como a água e o petróleo. Relacionar os programas internos aos recursos disponíveis na mídia poderá aumentar a sinergia do processo.

## **Campanha de lançamento do PEE**

Essa campanha visa a conscientizar os empregados sobre a nova política da empresa em relação à utilização da energia, informando-os da importância de participação de cada um e possibilitando o engajamento de todos no Programa que se inicia.

O PEE deve ser lançado formalmente e com certa solenidade, para mostrar o comprometimento da direção e sua importância, podendo ser em conjunto com outras solenidades (SIPAT, Semana do Meio Ambiente, entrega de novos equipamentos, etc.).

Seu êxito depende do cuidado com que os seguintes aspectos forem tratados:

- A campanha deve mostrar, pelos meios de comunicação, como cartazes, faixas, adesivos, manuais e notícias em jornal interno, a importância do PGE como política da empresa, bem como os valores envolvidos, sua evolução histórica, os impactos ambientais, as metas propostas e outros fatos julgados importantes.

- Listas de recomendações gerais, visando à redução do consumo e da demanda, tais como desligar máquinas e aparelhos que não estejam sendo usados e apagar luzes de ambientes desocupados, servirão para mostrar os primeiros passos e a determinação em desenvolver o PGE.

- A iniciativa individual, ou de equipes, deve ser valorizada, para que cada funcionário possa contribuir, atuando e fazendo sugestões.

- As gerências e a diretoria devem demonstrar coerência e comprometimento com a filosofia do PGE. Afinal, o exemplo deve vir de “cima”.

Recomenda-se, no primeiro momento, que a campanha seja conduzida pelo pessoal responsável pela comunicação da empresa, para lhe dar um caráter profissional, pois a primeira impressão é muito importante para angariar a simpatia de todos.

## **Responsáveis pela comunicação**

O apoio de um profissional de comunicação é importante no início dos trabalhos de uma CICE. Caso a empresa possua um setor de comunicação, esse recurso deve ser utilizado, para dar suporte técnico nos aspectos que envolvam a comunicação.

No caso de não se dispor desse recurso, a contratação de uma consultoria é uma alternativa, desde que haja recursos.

Se não for possível nenhuma das alternativas anteriores, deve-se procurar na empresa pessoa disposta, conhecedora da rotina externa, de bom relacionamento e com facilidade de expressão. O material a seguir servirá como orientação prévia.

## **Divulgação**

Diversos são os meios de comunicação disponíveis atualmente para se atingir os usuários de energia. A combinação do uso de cada um deles, em uma frequência adequada, determinará o sucesso da campanha de comunicação e, muito provavelmente, do PGE. A seguir, são relacionados os principais.

O Informativo / Jornal é um importante veículo de comunicação que deve ser usado para buscar o engajamento permanente de todos os que têm acesso à empresa: empregados, fornecedores, clientes e visitas.

As facilidades de acesso a *softwares* editores de texto permitem a edição do jornal por qualquer profissional que saiba usar o *software*. No entanto, a orientação de um profissional de comunicação permitirá maior alcance e sensibilização do leitor.

Cada número do jornal deverá mostrar claramente a intenção da CICE em otimizar o consumo de energia elétrica e a demanda, e apresentar as metas, os resultados alcançados e a importância do Programa para a empresa e para todos que dela dependem.

Devem-se divulgar as atribuições, os planos e os resultados da CICE, para que todos saibam e ajudem nas tarefas de uso correto da energia elétrica (preferencialmente, traduzindo a linguagem técnica numa forma mais simples, buscando um nivelamento dos conhecimentos para o melhor entendimento).

É importante realizar as ações abaixo, que deverão ser efetivadas pelos integrantes da CICE:

1. Solicitar no informativo / jornal da empresa espaço para a divulgação do PGE e das ações da CICE, regularmente. Caso não ele não exista, é possível a associação com outros grupos de interesse (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, grupos de qualidade total, voluntários sociais) e a elaboração de um.

2. Focar no sucesso do Programa e nas funções da CICE, citando os nomes dos membros (a cada número, cita-se o nome de um integrante, com seu currículo e suas atribuições).
3. Tornar o informativo /jornal o mais atraente possível, colocando ilustrações, retratos e frases de efeito. O bom humor é bem vindo.
4. Explicar as atividades a serem desenvolvidas. Por exemplo, sobre o levantamento das cargas e a importância desses dados para a priorização e execução dos melhoramentos.
5. Editar um questionário sobre o uso de energia e água, pedindo sugestões e aguardando as respostas.
6. Realizar pesquisa sobre a necessidade de treinamento na operação de equipamentos elétricos. Tanto neste item quanto no anterior, as respostas ou sugestões recebidas devem ser quantificadas e comparadas com o universo atingido. Esse número medirá o grau de interesse e de participação do público alvo. Índices baixos de respostas sinalizam para uma revisão do PGE ou da forma de comunicação utilizada.
7. Citar, em todos os números, um ou dois exemplos do que fazer para economizar energia e água. Por exemplo: ar condicionado: “Evite o calor do sol no ambiente, fechando cortinas e persianas”; “Não tampe a saída de ar do aparelho”; “Mantenha limpo o filtro do aparelho, para não prejudicar a circulação do ar”; “Ao usá-lo, mantenha portas e janelas fechadas”; “Desligue-o sempre que for se ausentar por muito tempo do local onde está instalado”.

Os Cartazes e Adesivos são outra forma de comunicação viável, consistindo em providenciar a confecção de cartazes para serem afixados dentro e fora das dependências da empresa, buscando a participação efetiva de todos no PEE. Elaborar adesivos para fixar em tomadas de energia elétrica que possam ser desligadas quando fora de uso, nos interruptores e em equipamentos, é uma boa alternativa

Esse tipo de comunicação tem maior apelo visual e seu conteúdo deve ser uma mensagem que será válida por um tempo maior, de pouco conteúdo (um único assunto) e que necessite ser “vista”. Eis algumas sugestões de frases para cartazes e adesivos: “Use energia e água com moderação”; “Não desperdice água e energia. Amanhã poderá faltar para VOCÊ e sua FAMÍLIA”; “Conservar é: reduzir custos para o País e para você; USAR BEM os recursos renováveis e não renováveis ainda disponíveis; diminuir os impactos ambientais; NÃO DESPERDIÇAR”.

### **Conclusão da Etapa de Divulgação**

A combinação dos diversos meios de comunicação permite que o conhecimento adquirido e as ações desenvolvidas pela CICE possam alcançar e motivar o maior número de pessoas da empresa.

É importante lembrar a adequação da linguagem ao público alvo em qualquer dos meios que se utiliza. Quanto mais amplo for o público ou quanto mais variados forem os níveis de conhecimento, mais simples deverá ser a linguagem. É preciso usar os meios de comunicação para melhorar o conhecimento de todos os empregados, contratados e fornecedores da empresa, aumentando o nível de conscientização e comprometimento de todos.

Um trabalho de comunicação bem desenvolvido, conjugado com bons resultados da CICE, pode levar à inserção na mídia local, regional ou nacional de notícias da empresa sem nenhum custo. Essas inserções devem ser catalogadas e arquivadas, devendo ser convertidas em resultados a serem apresentados à direção da empresa. O valor que essas inserções representariam se fossem pagas deve ser apresentado como resultado do trabalho da equipe de comunicação da CICE.

## Cronograma de implantação da CICE da Agroindústria LPX Ltda.

Com base em tudo o que foi pesquisado e escrito anteriormente, foi elaborado o cronograma de implantação da CICE da Agroindústria LPX Ltda., de acordo o Guia de Gestão Energética – Eletrobrás, conforme as Figura G.2, Figura G.3, Figura G.4.

Comissão Interna de Conservação de Energia  
CICE - Agroindústria LPX  
Cronograma de Atividades

ITEM	ATIVIDADE	FREQUÊNCIA						Responsável
		Única (periódico)	Anual	Semestral	Mensal	Semanal	Outra	
<b>1</b>	<b>ADMINISTRATIVAS</b>							
1.1	Criar CICE	mar/16						Diretoria
1.2	Definir a política do uso eficiente de energia na empresa - nível estratégico	mar/16						Diretoria
1.3	Estabelecer metas e objetivos (exequíveis, mensuráveis e administrativas) - nível tático	mar/16	X					Dir. e CICE
1.4	Elaborar/revisar plano de trabalho - nível operacional	abr/16		X				CICE
1.5	Negociar com a Direção da empresa para que os recursos obtidos com a redução de despesas advindas dos resultados positivos sejam alocados em conta especial	mar/16					X	Pres. da CICE
1.6	Elaborar pauta e convocar os membros para as reuniões da Comissão				X			Sec. da CICE
1.7	Realizar reunião da CICE, após o recebimento da fatura de energia				X			CICE
1.8	Preparar e divulgar ata das reuniões				X			RP CICE
1.9	Elaborar relatório de progresso		X					Pres. da CICE
1.10	Participar de Prêmios de Conservação de Energia		X					DT/RP CICE
1.11	Visitar empresas com processos, usos finais ou programas semelhantes		X					CICE
1.12	Participar de congressos, seminários de capacitação/aulização em eficiência energética e do setor a que pertence a empresa						eventual	CICE
<b>2</b>	<b>COMUNICAÇÃO</b>							
2.1	Lançar o PGE e a CICE	mar/16						Diretoria
2.2	Divulgar informações relativas ao uso racional de energia					X		DT/RP CICE
2.3	Promover campanhas coletivas, como concursos, palestras e caixas de sugestões, para o uso eficiente de energia		X				sempre	CICE
2.4	Divulgar os resultados alcançados em função das metas estabelecidas			X				CICE
2.5	Divulgar os gráficos de acompanhamento do "Consumo Específico", "Custo Específico", "Economia de Energia" e "Economia em Reais".				X			DT/RP CICE
2.6	Implementar identidade visual do programa, 1º / 2º mês por meio de cartazes, cartilhas, adesivos, bótons, mascote, símbolo, grife e memorandos internos.			X				CICE
2.7	Implementar manuais/placas de uso eficiente de energia em equipamentos.				X			CICE

Figura G.2 – Implantação da CICE/LPX-01.

CICE - Agroindústria LPX  
Cronograma de Atividades

ITEM	ATIVIDADE	FREQUÊNCIA						Responsável
		Única (periódico)	Anual	Semestral	Mensal	Semanal	Outra	
2.8	Promover cursos, treinamentos, simpósios, palestras técnicas e/ou motivacionais				X			CICE
2.9	Realizar atividades socioculturais relacionadas com energia						quando puder	RP CICE
<b>3 DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO</b>								
3.1	Avaliar, do ponto de vista energético, as instalações e os procedimentos		X					CICE
3.2	Avaliar e elaborar diagnóstico da situação atual do consumo de energia da empresa	abr/16	X					CICE
3.2.1	Identificar os usos finais de energia e utilidades da empresa	abr/16	X					CICE
3.2.2	Levantar o regime de funcionamento por equipamento	abr/16	X					CICE
3.2.3	Realizar o rateio de energia e da demanda por setores/usos finais	abr/16	X					CICE
3.2.4	Identificar os equipamentos/processos que mais consomem energia	abr/16 e mai/16	X					CICE
3.2.5	Priorizar setores/equipamentos a serem avaliados	abr/16 e mai/16	X					CICE
3.3	Solicitar ou verificar a memória de massa (perfil de energia a cada 15 minutos)	abr/16 e mai/16	X					DT CICE
3.4	Instalar medições setoriais ou criar metodologias de rateio	abr/16 e mai/16	X				quando puder	DT CICE
3.5	Sugerir medidas de eficiência energética	jun/16	X				sempre	CICE
3.5.1	Verificar impactos na produção, no meio ambiente e na rotina	jun/16	X				sempre	CICE
3.5.2	Auxiliar/elaborar avaliações econômicas das medidas propostas	jun/16	X				sempre	CICE
3.6	Avalizar a contratação de consultorias e fornecedores de produtos e serviços de eficiência energética						quando necessário	CICE
3.7	Participar/apoiar licitações de equipamentos que envolvam consumo de energia						sempre	CICE
3.8	Checar a realização da manutenção periódica nos equipamentos		X					CICE
<b>4 CONTROLES</b>								
4.1	Identificar o consumo específico	mar/16			X			CICE
4.2	Identificar o preço médio	mar/16			X			CICE
4.3	Identificar o custo específico	mar/16			X			CICE
4.4	Acompanhar o faturamento de energia elétrica				X			CICE
4.5	Estabelecer critérios para o acompanhamento da evolução do consumo mensal de energia	abr/16	X					CICE

Figura G.3 – Implantação da CICE/LPX-02.

CICE - Agroindustria LPX  
Cronograma de Atividades

ITEM	ATIVIDADE	FREQUÊNCIA						Responsável
		Única (periódico)	Anual	Semestral	Mensal	Semanal	Outra	
4.6	Elaborar os gráficos de acompanhamento do "Consumo Específico", "Custo Específico", "Economia de Energia" e "Economia em Reais".	abr/16			X			CICE
4.7	Estabelecer metas de redução do consumo específico de energia elétrica	mai/16	X					CICE
4.8	Analisar a melhor modalidade tarifária	mai/16	X					CICE
4.9	Analisar os motivos das variações				X			DT CICE
4.10	Gerenciar o fator de potência indutivo e capacitivo				X			DT CICE
4.11	Gerenciar o fator de carga				X			DT CICE
4.12	Discutir com os funcionários sobre possíveis alterações de processos de trabalho						quando necessário	RP CICE
4.13	Gerenciar e monitorar as ações planejadas				X			CICE
4.14	Controlar a demanda					X		DT CICE
4.15	Controlar o consumo específico de energia				X			CICE
4.16	Controlar o custo específico				X			CICE
4.17	Analisar os resultados, visando à melhoria das eficiências				X			CICE
4.18	Negociar com a concessionária		X				quando necessário	Pres. CICE

Legenda:

RP -> pessoal de comunicação

DT -> pessoal técnico

Figura G.4 – Implantação da CICE/LPX-03.

Segundo Rocha (ELETROBRÁS, 2005), a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) é parte indispensável dentro de um Plano de Eficiência Energética, pois a partir dessa CICE o Plano será implantado e executado. Além de implementar o Plano, a Comissão tem também como objetivos: acompanhar as medidas de utilização racional de energia, bem como divulgar o resultado dos trabalhos de eficiência energética.

## ANEXO H – CONCEITOS BÁSICOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA

### Conceitos básicos

De acordo com ELETROBRÁS (2005) são conceitos básicos para a análise da viabilidade econômica:

- Taxa de juros – taxa percentual que representa a remuneração necessária ao capital envolvido em empréstimo, crédito ou financiamento.

- Correção monetária – atualização do valor do dinheiro no tempo, utilizando-se de indexadores que refletem a evolução dos preços, conforme a metodologia aplicada pelas respectivas instituições responsáveis pelos cálculos.

- Investimento – de modo genérico, é definido como o gasto em moeda para a compra de bens de capital, na expectativa de obter rendimentos satisfatórios durante determinado período de tempo.

- Taxa mínima de atratividade – é aquela que representa a rentabilidade mínima aceitável de um investimento. É utilizada como base para sua aceitação ou rejeição quando comparada com a taxa de rentabilidade do investimento.

- Métodos para comparação entre alternativas de investimento – a escassez de recursos disponíveis para investimento impossibilita o aproveitamento de todas as oportunidades existentes para a aplicação de capital. Desse modo, o problema central do empresário é: “Decidir-se por uma entre as várias alternativas de investimento disponíveis a fim de obter a maximização dos lucros em longo prazo”.

O processo utilizado para a solução desse problema consiste na avaliação, mediante métodos específicos, dos caminhos alternativos, com a finalidade de se escolher a opção de investimento mais atraente, ou seja, aquela que proporciona maior rentabilidade durante sua vida útil, aliada ao grau de risco e incerteza.

Muitos são os métodos usados para a avaliação de alternativas de investimento, desde os mais simples (*playback*) até aqueles que envolvem sofisticados modelos matemáticos, não obstante obedecerem, todos eles, a um mesmo princípio: a equivalência dos fluxos de caixa, utilizando uma taxa de desconto denominada de “taxa mínima de atratividade”.

Nesse conjunto de instrumentos decisórios, dois métodos se destacam e são de uso corrente na engenharia econômica: o método do valor presente líquido e o método da taxa interna de retorno. Mesmo sendo reconhecidos por todos aqueles que se dedicam ao estudo da engenharia econômica como os instrumentos mais corretos para a avaliação de alternativas de

investimento são, na maioria das vezes, marginalizados, em detrimento de processos mais simples de análise, que nem sempre permitem conclusões corretas sob o aspecto econômico.

Dentre esses métodos, destaca-se o do *pay-back*, também denominado “método do tempo de retorno do investimento”. Sua inclusão neste trabalho deve-se, sobretudo, à difusão do seu uso no meio empresarial, à sua simplicidade de cálculo e à sua facilidade de utilização e entendimento.

■ Método do tempo de retorno do investimento – é definido como o número de períodos de tempo necessários para se recuperar o capital investido, ou seja, o espaço de tempo suficiente para que o somatório dos recebimentos se iguale ao investimento inicial ou aos desembolsos. Pode ser simples ou descontado, em função da consideração do valor do dinheiro no tempo ou não, bem como o risco. Indica para o empreendedor quanto tempo levará para retornar o capital investido.

■ Método do valor presente líquido – conhecido também como “método do valor atual”, consiste em se determinar o valor presente líquido, no instante considerado inicial, de todas as variações de caixa (recebimento - R e/ou desembolsos - D) descontadas a uma taxa mínima de atratividade.

Por conseguinte, um valor presente líquido positivo (na figura,  $R > D$ ) significa que a alternativa de investimento é economicamente interessante à taxa mínima de atratividade considerada, tornando-se tanto mais atrativa quanto maior for o seu valor presente líquido.

De outro lado, um valor presente líquido negativo revela que a alternativa de investimento é economicamente inviável à taxa mínima de atratividade considerada, não permitindo sequer a recuperação do capital empregado, uma vez que o somatório dos valores presentes dos recebimentos é menor que o somatório dos valores presentes dos desembolsos, resultando em um valor presente líquido menor que zero ( $R < D$ ).

Finalmente, o valor presente líquido nulo significa que o retorno proporcionado pela alternativa de investimento à taxa mínima de atratividade considerada é igual ao capital investido, sendo, portanto, indiferente do ponto de vista econômico realizar-se ou não o investimento ( $R = D$ ).

Do exposto, conclui-se que:

a) o método do valor presente líquido só permite comparar alternativas de investimento que têm a mesma taxa mínima de atratividade;

b) quando se comparam, por esse método, mais de uma alternativa de investimento, aquela de maior valor presente líquido deve ser sempre a preferida sob o ponto de vista econômico.

■ Método da taxa interna de retorno (TIR) – consiste em determinar a taxa de juros que torna nulo o valor presente líquido de uma alternativa de investimento. Na Figura 4.11, representa-se a taxa que, utilizada para descontar os fluxos ao longo do tempo, resulte em  $R = D$ .

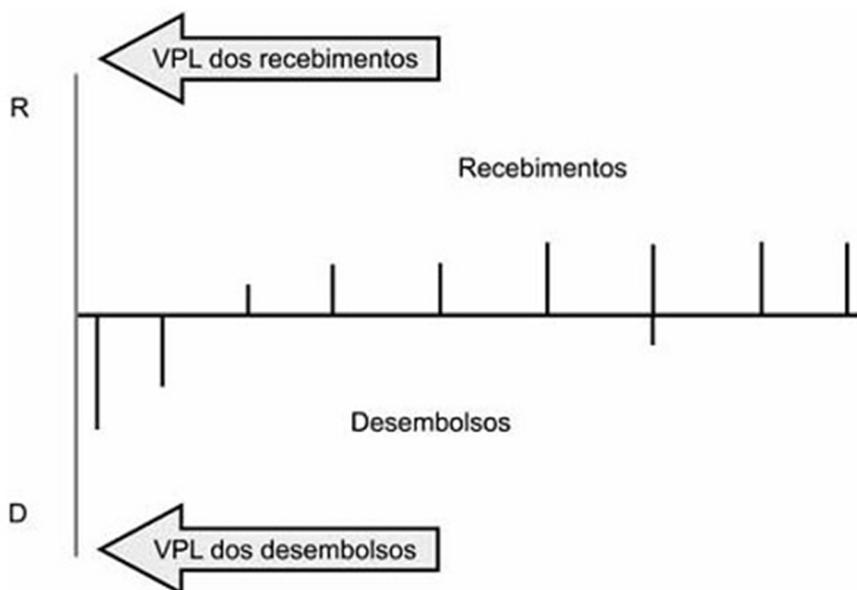


Figura 4.11 – Taxas com fluxo ao longo do tempo.  
Fonte: Guia Gestão Energética, 2005 - ELETROBRÁS.

Segue um roteiro simplificado, usando a metodologia do tempo de retorno, que é a mais simples para se usar numa análise inicial.

**Primeiro passo:** identificar a economia de energia elétrica mensal da medida proposta (kW e kWh). Depois, basta multiplicá-la pelos preços médios e tem-se a economia mensal (R\$).

**Segundo passo:** encontrar a economia em R\$ – diferença das potências, multiplicada pelo tempo de utilização e, depois pelo preço médio, de ponta e fora de ponta:  $[\text{kW (antes)} - \text{kW (depois)}] \times \text{tempo de funcionamento no mês} \times \text{R\$/kWh} = \text{economia em R\$}$ .

**Terceiro passo:** somar todas as economias, para obter o total mensal economizado.

**Quarto passo:** encontrar o tempo de retorno do investimento. Basta dividir o investimento pela economia mensal em R\$:  $\text{Inv./Econ. R\$} = \text{tempo amortização em meses}$

Quando se comparam duas alternativas, o investimento é a diferença de custos das duas alternativas e a economia é a diferença entre as economias que cada alternativa proporciona. Esse tempo deverá ser sempre menor que a vida útil do equipamento, para ser viável.

**Quinto passo:** encontrar a economia total em kWh e em R\$.

■ Economia total em kWh e R\$: multiplicar a diferença de potência pela vida útil do equipamento em horas e, depois, pelo preço médio:  $[kW (1) - kW (2)] \times \text{tempo vida útil} = \text{economia total em kWh}$

Economia total em kWh  $\times$  R\$/kWh = economia total em R\$.

## ANEXO I – REQUISITOS DE AUDITORIA ENERGÉTICA

### Requisitos para uma auditoria energética

Para compreender como ocorre o uso de energia na empresa, ou seja, para bem auditá-la, é preciso conhecê-la e conhecer suas necessidades. Neste tópico abordamos brevemente os dados necessários, a instrumentação, o pessoal e a terceirização no contexto da auditoria energética, mediante as ESCO's. A relação a seguir apresenta os principais dados que, em geral, são requeridos para a auditoria em uma indústria:

- a) consumos mensais de água, energia elétrica e combustíveis ao longo de um ano;
- b) plantas, desenhos e esquemas detalhados das instalações (as *built*, se possível);
- c) balanços energéticos e de material, atualizados, para cada unidade;
- d) temperaturas e pressão nos pontos relevantes, valores medidos e de projeto;
- e) características elétricas dos equipamentos e valores medidos associados;

É fácil perceber que, dos dados acima, apenas uma parte está imediatamente disponível para o auditor. Diversas informações devem resultar de medidas em campo, consultas a fabricantes e entrevistas com os responsáveis pela empresa. Algumas vezes não se dispõe de desenhos atualizados, daí a necessidade de um levantamento preliminar cuidadoso.

De modo geral, em auditorias energéticas, não se exige uma elevada precisão nos levantamentos de campo, aceitando-se preliminarmente desvios de até 10% nos balanços energéticos. Caso resulte da auditoria um projeto específico, propondo uma redução de perdas com margens estreitas de retorno, procede-se então à reavaliação, com maior precisão, das perdas envolvidas.

Alguns instrumentos de medida básicos para o auditor energético são: termômetros digitais com vários tipos de ponta sensória, analisadores de gases de combustão, medidores de velocidade de ar/líquidos, tacômetros, luxímetros e amperímetros de alicate. Entretanto, mais que qualquer instrumento, é essencial a capacidade de observar, criticamente, as instalações

da indústria. Assim, percorrer a empresa com olhos clínicos, observando os detalhes, a postura e o comportamento do pessoal permite obter informações imediatas e valiosas quanto aos eventuais desperdícios de energia.

A atual disponibilidade de instrumentação de medidas elétricas e sistemas de aquisição remota de dados a custos relativamente baixos abre a possibilidade de instalar medidores junto às cargas e aos centros de cargas mais relevantes, melhorando em muito as possibilidades de análise do comportamento energético dos sistemas. Esses medidores utilizam sistemas de transmissão de dados por celulares e efetuam levantamentos sistemáticos, com aquisição periódica de dados de potência, corrente elétrica, tensão e fatores de potência.

Em situações típicas, a equipe para efetuar auditorias energéticas deve ser composta por um engenheiro treinado e um ou mais técnicos para tomar medidas e auxiliar no processamento dos dados. Empresas de maior porte, com processos mais sofisticados ou imposições de prazo, podem exigir equipes mais numerosas. Em empresas de maior porte, a auditoria energética justifica uma abordagem segmentada por setores, em que devem atuar duas equipes em campo, uma responsável pela área mecânica e térmica e outra pela área elétrica, coordenadas por uma terceira equipe, que analisa, estabelece estratégias e elabora o relatório final.

A duração da auditoria energética depende da complexidade enfrentada e da profundidade desejada em cada situação, variando tipicamente entre uma semana a dois meses, incluindo os levantamentos de campo e as análises posteriores. No caso de empresas antigas, onde a instrumentação é escassa e, em geral, faltam dados e desenhos, essas estimativas de prazo são excedidas.

Uma questão ainda controversa em relação à aplicação de auditorias relaciona-se com o uso de pessoal da própria empresa ou a contratação de terceiros. É preciso considerar aqui não apenas os aspectos econômicos e estratégicos ao decidir entre treinar o pessoal ou chamar uma consultoria.

A grande maioria das auditorias energéticas no País tem sido efetuada sem ônus para as empresas no âmbito de programas institucionais de eficiência energética, que lhes cobrem os custos. Particularmente, para as pequenas e médias empresas, a iniciativa governamental em promover auditorias energéticas tem sido comum, inclusive em países desenvolvidos.

Mais recentemente, ampliou-se no Brasil a presença das empresas de serviços energéticos, ou ESCO's, do inglês Energy Service Companies, existindo mesmo uma Associação Brasileira de ESCO's, a ABESCO, facilmente acessível pela Internet. Essas empresas, que podem ser consideradas consultorias especializadas na promoção da

racionalidade energética em uma acepção mais ampla, oferecem além de experiência técnica e de gestão, recursos computacionais específicos e instrumentação.

O financiamento do uso racional de energia, eventualmente, envolve modalidades inovadoras na obtenção de recursos, incluindo linhas específicas de bancos públicos de fomento, parcerias, financiamento com agentes externos e multilaterais, bem como os denominados "contratos de desempenho", nos quais as despesas com a auditoria e a implementação das medidas de correção são cobertas pela própria ESCO, que se ressarcе desses custos cobrando parte da economia resultante nas faturas de energia.

No relatório da auditoria, os resultados das medições podem ser colocados em termos absolutos (kWh, kJ, kcal, etc.) ou específicos, por unidade de produto. Os valores absolutos são bons indicadores da magnitude das perdas e dos fluxos energéticos, contudo não servem como base de comparação entre indústrias e processos análogos. Dessa forma, com o uso de consumos específicos, pode-se evitar as influências da variação do volume de produção e estabelecer correlações, mostrando como varia o consumo por unidade de produto conforme se altera o volume de produção.

Os índices de consumo específico permitem estabelecer séries cronológicas e avaliar a condição de uma empresa em particular, em relação a suas congêneres na região e no exterior, bem como verificar o espaço para racionalização do uso de energia a partir do cotejo com os níveis teóricos mínimos. E não é raro que o baixo consumo de energéticos, em valores absolutos para um determinado mês em uma empresa, esteja associado à queda dos níveis de produção e mascare, na verdade, um crescimento do consumo por unidade de produto.

O emprego de consumos específicos já é bem conhecido e, eventualmente, imagina-se que uma auditoria energética sempre deve conduzir a eles. Ainda que isso seja desejável, às vezes é bastante complexo associar a energia que entra na empresa a uma unidade de produto acabado. É o caso de empresas com grande estoque intermediário ou com uma linha variada (e variável) de produção.

A ferramenta analítica básica para a identificação de perdas energéticas em sistemas elétricos e mecânicos é a Termodinâmica, que permite a contabilidade dos fluxos em um dado contorno. Não obstante, reconhecendo que fluxos energéticos têm também qualidade, tem sido sugerida a análise pela Segunda Lei, sendo possível demonstrar, por exemplo, que fluxos energéticos de igual valor, mas sob temperaturas diferentes, têm qualidades ou disponibilidades termodinâmicas distintas. O uso da propriedade exergia e da análise energética simplifica tal abordagem e vem se difundindo.

Um último aspecto relevante diz respeito à necessidade de priorizar os itens a serem estudados na auditoria, centrando a atenção nos casos mais relevantes. Devem ser os primeiros alvos de preocupação os equipamentos e processos de menor eficiência, os baixos investimentos para racionalização energética e que permitam breve retorno, geralmente relacionados com as situações onde se treinam e capacitam técnicos e operadores.

Ao final do relatório da auditoria energética, é muito importante que conste uma síntese, indicando as ações recomendadas em nível de projeto/concepção (envolvendo substituição ou alteração de sistemas), operação e manutenção, com as prioridades correspondentes, em uma matriz sintética, como indica a tabela a seguir. Naturalmente que as ações de maior prioridade são definidas com base nos indicadores custo/benefício e impacto esperado em economia energética.

A promoção da eficiência energética requer uma postura sem preconceitos, aberta a novos enfoques e possibilidades, recaindo a um ponto fundamental: sempre é possível gastar menos. Mesmo nas plantas mais modernas, a evolução tecnológica se incumbe de criar permanentemente espaços para o uso mais racional da energia. Ainda se está muito longe de consumir o mínimo teórico, pois os melhores processos têm uma demanda energética dezenas de vezes superiores ao mínimo termodinâmico.

Além da realização do diagnóstico, é preciso seguir as prescrições. E as prescrições sempre devem estar justificadas por seus indicadores econômicos. Passar a usar bem a energia é um investimento rentável, de baixo risco, que vem estimulando a formação de parcerias entre empresas e consultorias para lucrarem com o negócio, como vimos no caso das ESCO's.

A auditoria energética é um elemento essencial para a conscientização, o esclarecimento e o envolvimento do pessoal de uma empresa com o uso racional da energia, permitindo uma irrefutável contestação das falácias anteriores. De qualquer forma, é sempre recomendável o realismo no reconhecimento dos limites a atingir e um especial cuidado no estabelecimento de metas compatíveis com a disponibilidade dos recursos materiais e humanos.