



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO

**JOÃO TERCIO FONTENELE RIBEIRO**

**REDUÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA  
EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERANTES ATRAVÉS  
DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**João Pessoa - PB  
2007**

# **Livros Grátis**

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

Milhares de livros grátis para download.

**JOÃO TERCIO FONTENELE RIBEIRO**

**REDUÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA  
EM UMA FÁBRICA DE REFRIGERANTES ATRAVÉS  
DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO**

Dissertação submetida a apreciação da banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

**Área de concentração:** Gestão da Produção

**Subárea:** Planejamento e Controle da Produção.

**Orientador:** Prof. Antônio de Mello Villar, Dr.

**João Pessoa - PB  
2007**

R484 Ribeiro, João Tercio Fontenele Ribeiro

Redução da demanda de energia elétrica em uma fábrica de refrigerantes através da programação da produção./ João Tercio Fontenele Ribeiro - João Pessoa: UFPB, 2008.

127 f.: il.

**Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) PPGEP Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção / Centro de Tecnologia / Campus I / Universidade Federal da Paraíba – UFPB.**

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Mello Villar

1. Planejamento e controle da produção 2. Eficiência Energética 3. Indústria  
I.Título

UFPB/BC

CDU 536.7:658.5

**JOÃO TERCIO FONTENELE RIBEIRO**

**REDUÇÃO DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM UMA  
FÁBRICA DE REFRIGERANTES ATRAVÉS DA PROGRAMAÇÃO  
DA PRODUÇÃO**

Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada em \_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_, pela Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Banca Examinadora:

---

Prof. ANTÔNIO DE MELLO VILLAR, Dr.  
Universidade Federal da Paraíba.  
Orientador

---

Prof. GERALDO MACIEL DE ARAÚJO, Dr.  
Universidade Federal da Paraíba.  
Examinador

---

Prof. ROGÉRIO TEIXEIRA MÂSIH, Dr.  
Universidade Federal do Ceará.  
Examinador

João Pessoa  
2007

Este trabalho é dedicado a minha família, minha esposa e os meus filhos, por tudo que representam e, principalmente, por terem confiado e acreditado em mim, mesmo nos momentos mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais (*in memoriam*), a quem tudo devo.

A Geisa, minha esposa, Geraldo, Guilherme e Davi, meus filhos, pela compreensão nos intermináveis momentos de ausência.

Ao Professor Dr. Villar, meu orientador, por sua compreensão e incentivo à conclusão deste trabalho.

Aos Professores Dr. Rogério Mâsih, Dr. Geraldo Maciel e Valderi por suas inestimáveis contribuições.

A todos aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para tornar este trabalho possível.

*o que for a profundidade do teu ser, assim será o teu desejo  
o que for o teu desejo, assim será a tua vontade  
o que for a tua vontade, assim serão os teus atos  
o que forem teus atos assim será o teu destino*

*Swami Vivekananda*

## RESUMO

Com a extrema competitividade que se impõe nos meios produtivos pela economia globalizada, tanto as grandes como as pequenas empresas passam a lutar pelo mesmo mercado.

O custo da energia elétrica, que para a maioria das empresas, chegava a ser desprezível nas planilhas de composição de custos, vem, cada vez mais, tendo participação crescente no custo final dos produtos e serviços.

O PCP é o principal responsável pelo bom funcionamento de um sistema produtivo, coordenando e controlando as diversas atividades que o englobam. Ações bem planejadas podem gerar vantagens competitivas nos resultados da organização diante da concorrência acirrada do mercado.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de redução da demanda de energia elétrica em uma indústria manufatureira resultante da programação da produção.

O problema se insere no âmbito da programação da produção, quando não é levada em conta a solicitação de demanda de energia elétrica na emissão de ordens de produção. Para a sua solução foi feito o cruzamento de informações da produção como as de demanda de energia elétrica. A fundamentação teórica está estruturada principalmente na revisão da literatura existente sobre produção e utilização de energia elétrica, impactos ambientais da utilização da energia e PCP.

Para o alcance dos objetivos propostos foi feito um estudo de caso em uma fábrica de refrigerantes situada na região do Cariri, no estado do Ceará, onde foram coletados dados sobre a produção, com os quais foram feitas simulações de programação de produção diferentes da atualmente utilizada pela empresa.

Como resultado do estudo de caso, conclui-se que a produção influencia de forma direta na demanda de energia elétrica da indústria e que, se a programação da produção for feita considerando também a demanda de energia solicitada em cada processo, pode-se reduzir o gasto com energia elétrica na indústria.

**Palavras-chave:** Planejamento e Controle da Produção, Eficiência Energética, Indústria

## ABSTRACT

*With the extreme competitiveness that we need in the globalized economy means productive, both large and small companies are fighting for the same market.*

*The cost of electricity, which for most companies, came to be negligible in spreadsheets composition of the cost, is, increasingly, with increasing participation in the final cost of goods and services.*

*The PPC is the main responsible for the smooth functioning of a productive system in coordinating and controlling the various activities that comprise. Stocks well planned can generate competitive advantages in the results of the organization ahead of the fierce competition of the market.*

*This study aims to assess the potential to reduce the demand for electricity in an industry manufactureira resulting from the production of programming.*

*The problem falls under the planning of production, when it is not taken into account the request of demand for power in the issuance of orders of production. For its solution was made the crossing of information such as the production of electricity demand. The theoretical foundation is structured mainly on the review of the existing literature on production and use of electric energy, environmental impacts of energy use and PPC.*

*To reach the objectives was done a case study in a soft drinks factory located in the Cariri, in the state of Ceara, where were collected data on production, which were simulations of different scheduling of production currently used by the company. As a result of the case study, concluded that the production order direct influence of the demand for electric energy industry and that if the scheduling of the production is made also considering the demand of energy required in each case, you can reduce the spent on power in the industry.*

*Key-words: Production Planning and Control, Energy Efficiency, Manufacturing.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Consumo Mundial de energia em Tonelada equivalente de petróleo (tep). .....	28
Figura 2: Oferta interna de energia .....	29
Figura 3: Evolução do consumo e da demanda. ....	43
Figura 4: Consumo de eletricidade por setor (GWh) .....	47
Figura 5: Preço médio da tarifa de energia elétrica para a indústria.....	48
Figura 6: Curva de carga típica. ....	53
Figura 7: Controlador eletrônico de demanda .....	56
Figura 8: Sistema de gerenciamento de energia on line.....	57
Figura 9: Interação entre um sistema de supervisão e um de gerenciamento de energia	58
Figura 10: Sistema físico de Produção.....	63
Figura 11: Classificação dos Sistemas de Produção,.....	64
Figura 12: Fluxo Primário de informações.....	67
Figura 13: Fluxograma do processo.....	81
Figura 14: Curva de demanda do mês de maio de 2007.....	85
Figura 15: Demanda Semanal .....	87
Figura 16: Curva de demanda diária.....	88
Figura 17: Produção mensal .....	92
Figura 18: Produção x Demanda .....	93
Figura 19: Produção e demanda semanal .....	94
Figura 20: Produção x Demanda diária.....	95
Figura 21: Demandas de energia elétrica. ....	107

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1: Classificação das empresas industriais pelo tamanho.....	18
Quadro 2: Taxa de remuneração do investimento do setor elétrico, .....	42
Quadro 3: Distribuição de Porte Segundo Setor Produtivo na Região do Cariri .....	75
Quadro 4: Dados do medidor registrador .....	84
Quadro 5: Registros indexados.....	88
Quadro 6: Produção de descartáveis .....	90
Quadro 7: Produção de retornáveis .....	90
Quadro 8: Produção de Vasilhames PET.....	91
Quadro 9: Registros de demanda e produção.....	95
Quadro 10: Programação dos compressores.....	98
Quadro 11: Demanda elétrica das linhas de produção.....	98
Quadro 12: Simulação de demanda de energia elétrica das linhas de produção .....	99
Quadro 13: Demanda de energia elétrica registrada, calculada e produção .....	101
Quadro 14: Proposta de programação da produção .....	104
Quadro 15: Produção realizada x proposta .....	105

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABC: Activity Based Costing
- ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica
- BNDE: Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico
- BNDES: Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Nacional
- CHESF: Companhia Hidrelétrica do São Francisco
- CIME: Comissão Industrial de Material Elétrico
- CNAEE: Conselho Nacional das Águas e Energia Elétrica
- CPU: Central Processing Unit / Unidade Central de Processamento
- ELETROBRÁS: Centrais Elétricas do Brasil S.A.
- ELETRONORTE: Centrais Elétricas do Norte do Brasil
- ELETROSUL: Centrais Elétricas S.A.
- FMI: Fundo Monetário Internacional
- GDL: Gerenciamento pelo Lado da Demanda
- GEE: Gases do Efeito Estufa
- GWh: gigaWatt hora
- IGP-DI: Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna
- IGP-M: Índice Geral de Preços de Mercado
- IJ: Implementação Conjunta
- ISO: International Organization for Standardization
- kW: quilowatt
- kWh: quilowatt hora
- LT: Linha de Transmissão
- MDL: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
- MG: Minas Gerais

MME: Ministério das Minas e Energia

MP: Medida Provisória

MUG: Medidor Universal de Grandezas Elétricas

ONU: Organização das Nações Unidas

PCP: Planejamento e Controle da Produção

PIR: Planejamento Integrado de Recursos

PND: Programa Nacional de Descentralização

TCP-IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol

tep: Tonelada equivalente de petróleo

THS: Tarifa hora-sazonal

W: Watt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1. ORIGEM DO TRABALHO.....	15
1.2. DEFINIÇÃO DO TEMA.....	16
1.2.1. ENERGIA.....	16
1.2.2. PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	16
1.2.3. MICRO, PEQUENA E MÉDIA EMPRESA INDUSTRIAL.....	17
1.3. JUSTIFICATIVA.....	18
1.4. OBJETIVOS.....	20
1.4.1. OBJETIVO GERAL:.....	20
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	20
1.5. LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	21
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
<b>CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1. A ENERGIA.....	22
2.2. AS FONTES DE ENERGIA.....	23
2.2.1. A ENERGIA SOLAR.....	23
2.2.2. A ENERGIA EÓLICA.....	24
2.2.3. A ENERGIA HIDRÁULICA.....	24
2.2.4. A ENERGIA A VAPOR.....	25
2.3. A QUESTÃO ENERGÉTICA NO CONTEXTO ATUAL.....	25
2.4. A ENERGIA DOS TEMPOS MODERNOS.....	27
2.4.1. PETRÓLEO.....	27
2.4.2. ENERGIA ELÉTRICA.....	29
2.5. A QUESTÃO AMBIENTAL.....	31
2.5.1. O MEIO AMBIENTE.....	31
2.5.2. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	33
2.5.3. A ENERGIA E O MEIO AMBIENTE.....	34
2.5.4. OS IMPACTOS DA PRODUÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	35
2.6. A ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	37
2.6.1. HISTÓRICO.....	37
2.6.2. CONTEXTO ATUAL.....	42
2.6.3. A CRISE NO SETOR.....	44
2.7. A GESTÃO ENERGÉTICA.....	47
2.7.1. ESTRUTURA TARIFÁRIA.....	49
2.7.2. CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.....	50
2.7.3. CONTROLE DA DEMANDA.....	52
2.8. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	60
2.8.1. OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	62
2.8.1.1. SISTEMA DE PRODUÇÃO CONTÍNUA:.....	64
2.8.1.2. SISTEMA DE PRODUÇÃO INTERMITENTE:.....	64
2.8.2. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	66
2.8.2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	66
2.8.2.2. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	69

2.8.2.3. PLANO MESTRE DE PRODUÇÃO.....	69
2.8.2.4. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	70
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA.....</b>	<b>73</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	73
3.2. ETAPAS DA PESQUISA.....	75
<b>CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>80</b>
4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	80
4.2. UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	82
4.3. RESULTADOS DA EMPRESA AVALIADA.....	83
4.3.1. ANÁLISE DO FATOR DE CARGA.....	83
4.3.2. ANÁLISE DA DEMANDA DE ENERGIA ELÉTRICA.....	88
4.3.3. PRODUÇÃO.....	89
4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	96
4.4.1. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	96
4.4.2. CARGA DAS LINHAS.....	102
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES.....</b>	<b>108</b>
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	108
5.2. CONCLUSÕES.....	109
5.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	112
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>
<b>SITES CONSULTADOS.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>120</b>

## **CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO**

O contexto dos mercados globalizados, com a concorrência de produtos vindos de todos os recantos do planeta, aumentou a pressão para as empresas nacionais se aprimorarem, tornando-se mais eficientes e competitivas, sob risco de comprometer a sua própria sobrevivência.

Muitas empresas que ocuparam, por vários anos, posição de liderança nos seus segmentos de mercado e que não se modernizaram, estão perdendo sua posição para empresas que até há pouco tempo nem existiam.

Este capítulo contém a origem do trabalho, a definição do tema, a justificativa e a estrutura do trabalho.

### **1.1. ORIGEM DO TRABALHO**

Nas últimas três décadas do século passado, o modelo estatal prevaleceu para as empresas do setor elétrico brasileiro. Com as mudanças ocorridas no arcabouço institucional do setor nos últimos anos, a nova regulamentação apontou para um modelo de privatização, já adotado por outros países, como forma de incentivar a participação do capital privado nos investimentos necessários para a expansão da oferta de energia elétrica no país.

Toda esta conjuntura macroeconômica atinge as empresas na forma de aumento de custos e possível perda de competitividade.

Dessa forma, o trabalho proposto pretende verificar a possibilidade de reduzir custos de produção otimizando a utilização da energia elétrica, na indústria, por meio de uma programação da produção voltada para a redução da demanda de energia elétrica.

## 1.2. DEFINIÇÃO DO TEMA

### 1.2.1. Energia

Na física, define-se energia como a quantidade de trabalho que um sistema físico é capaz de produzir. Para Tipler (1995), o conceito de energia, está estreitamente associado ao de trabalho, que na física tem definição precisa e diferente da que temos usualmente, sendo estes, dois dos mais importantes conceitos da física com importância fundamental na nossa vida quotidiana.

Utilizada pelo homem nas suas diversas formas, a energia é, segundo Galvão (2004), a grande responsável pela evolução da humanidade.

Devido a sua versatilidade, energia elétrica é atualmente uma das formas mais utilizadas de energia, principalmente nos setores produtivos. No Brasil, o setor industrial consome 46% de toda a energia elétrica produzida no País.

No entanto, o crescimento da demanda por energia, gerada pelas crescentes necessidades das sociedades modernas, bem como as limitações para a sua produção, seja por escassez de recursos para novos investimentos, por limitações técnicas ou por questões ambientais, poderão levar ao colapso do sistema energético e a conseqüente majoração dos custos, com impactos diretos nos custos de produção de diversos setores industriais.

A saída para este impasse, seguramente, passa pela utilização racional e eficiente dos recursos energéticos, com a otimização do consumo e a eliminação dos desperdícios.

Para Lopes & Lisboa (2001), a maioria dos consumidores de energia elétrica não combatem o desperdício por falta de informação; não sabem que estão desperdiçando ou, por barreiras culturais, na nossa sociedade não temos o hábito de combater desperdícios.

### 1.2.2. Programação e Controle da Produção

O desenvolvimento de novos sistemas e filosofias de produção levaram a redescoberta da manufatura como forma de se obter vantagens competitivas para as organizações.

O custo de produção de cada lote é composto por um custo fixo, que independe do tamanho do lote, e um custo variável que é proporcional ao tamanho do lote produzido. Um plano de produção que limite ao mínimo a necessidade de recursos para a produção destes itens vai depender do sistema de PCP utilizado.

Programar a produção de cada item em função da demanda prevista ao longo de um horizonte de planejamento passou a ser um elemento decisivo na estratégia das empresas.

### 1.2.3. Micro, pequena e média empresa industrial.

Para efeito deste trabalho, a definição da empresa como micro, pequena ou média será feita em função do seu número de empregados. Neste sentido Gonsalves & Koprowski (1995) *apud* BIDO (1999) apresentam uma discussão extensa sobre a forma de classificar as empresas em micro, pequena, média ou grande, principalmente para evitar que uma grande empresa totalmente automatizada (intensiva em capital e não em mão de obra) seja confundida com uma pequena empresa, porém, neste trabalho será usada a classificação, utilizando como critério apenas o número de funcionários, porque é a classificação mais comum em outros estudos (o que permite certa comparação).

Lamprecht (1996) utiliza também um argumento semelhante, mostrando que uma empresa que fatura entre US\$ 25 a US\$ 30 milhões pode ser considerada pequena nos países desenvolvidos e média em países em desenvolvimento, além disso afirma que: “definir o tamanho da empresa em termos de número de empregados, é preferível porque o número de empregados é um número absoluto, e que está menos propenso a adquirir um significado diferente de país para país”.

A tabela do Quadro 1 apresenta a classificação que será utilizada neste trabalho, sendo que o “número de pessoas”, para efeito de classificação será considerado o número de funcionários da empresa, se houverem pessoas terceirizadas que trabalham em tempo integral na empresa, estas também entrarão na contagem.

Tamanho	Número de pessoas
Microempresa	1 até 19
Empresa de pequeno porte	20 até 99
Empresa média	100 até 499
Empresa Grande	500 ou mais

*Quadro 1: Classificação das empresas industriais pelo tamanho.*

*Fonte: SEBRAE*

### 1.3.JUSTIFICATIVA

Nos tempos atuais, marcados por mudanças tão profundas e radicais nos cenários econômico e comercial, as empresas devem formular suas estratégias competitivas atentas ao novo ambiente, cada vez mais hostil e competitivo.

Para muitos autores, o conceito de Estratégia da Manufatura está apenas começando a ser entendido, necessitando ainda de muita informação. É um conceito relativamente recente e atribuído ao trabalho de Skinner (1969).

"Uma Estratégia de Manufatura é um conjunto de planos e políticas através dos quais a companhia objetiva obter vantagens sobre seus competidores e inclui planos para a produção e venda de produtos para um particular conjunto de consumidores" (Skinner, 1969).

A crise do petróleo, ocorrida ainda em meados da década de 1970, chamou a atenção do mundo para as limitações dos recursos energéticos naturais disponíveis. Embora não se tenha configurado o cenário catastrófico sugerido na época, ficou evidenciado que o uso desordenado destes recursos pode levar à escassez em um futuro não muito longínquo.

A escassez de recursos dos agentes financeiros, tanto internos como externos, para atender toda a demanda de infra-estrutura essencial para a manutenção do crescimento da atividade econômica, levou o governo brasileiro a alterar o paradigma de regulamentação do setor elétrico. Neste novo modelo, as empresas de distribuição de energia elétrica migraram do controle estatal para a iniciativa privada, da mesma forma as novas concessões para geração estão sendo adquiridas por empresas privadas com forte participação de empresas de

capital multinacional, inserindo o setor elétrico nacional no contexto da globalização.

Os pesados investimentos para a expansão do setor, necessários para atender ao crescimento da atividade econômica, têm impulsionado para cima o custo da energia elétrica vendida em nosso país.

O custo da energia elétrica, que antes, para a maioria das empresas, chegava a ser desprezível nas planilhas de composição de custos, vem, cada vez mais, tendo participação crescente no custo final dos produtos e serviços.

Aliada às limitações dos recursos, existe ainda a pressão da sociedade, principalmente dos ambientalistas, quanto aos danos ao meio ambiente provocados pela exploração de reservas naturais e a produção de energia, uma vez que quase todas as formas de produção de energia têm se mostrado danosas ao meio ambiente, seja por lançarem grandes quantidades de resíduos poluentes, no caso dos geradores movidos a combustíveis fósseis ou carvão natural, por gerarem resíduos tóxicos, como as pilhas, acumuladores e centrais nucleares, ou ainda por provocarem grande impacto ambiental, como no caso das hidrelétricas.

As tecnologias para a produção de “energia limpa”, a partir de recursos renováveis e não poluentes, a exemplo das energias solar e eólica, apenas recentemente têm apresentado alguma viabilidade econômica para sua produção, representando ainda percentuais insignificantes nas matrizes energéticas.

O gerenciamento energético, a partir do monitoramento da energia que está sendo consumida em vários pontos da instalação, é uma importante ferramenta para diagnosticar a realidade energética fornecendo subsídios para estabelecer prioridades para implantar projetos de melhoria contínua de redução de perdas.

A programação da produção, com base na gestão integrada dos recursos e o uso eficiente da energia, permitem que se associem aspectos ambientais com desenvolvimento tecnológico na busca de competitividade através de produtos de melhor qualidade e processos mais eficientes.

No entanto, em geral, as pequenas empresas industriais possuem estruturas administrativas extremamente simplificadas e normalmente não possuem pessoal qualificado para responder pelas funções de produção.

Neste contexto, surge a questão a ser investigada: a programação da produção, nas pequenas e médias empresas de manufatura da região do Cariri cearense, pode contribuir para uma maior eficiência do consumo de energia elétrica utilizada no processo produtivo?

Este trabalho se propõe a identificar os métodos de programação da produção, utilizados pelas micro e pequenas indústrias manufatureiras na região do Cariri cearense, verificando também sua adequação para a redução do consumo de energia elétrica, como forma de obter vantagens competitivas.

Poderá ainda servir como parâmetro para tomada de decisão, por parte dos pequenos e médios empreendedores, sobre a implantação de novos paradigmas de planejamento e controle da produção.

Justifica-se, também, pela possibilidade de poder relacionar conhecimentos na área de energia elétrica com técnicas de gestão de produção, que possibilitem a obtenção de produtos mais competitivos.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo Geral:

Investigar a influência da programação da produção no uso eficiente de energia elétrica em indústrias do Cariri Cearense.

### 1.4.2. Objetivos Específicos:

- I. Conhecer os métodos de programação da produção existentes.
- II. Conhecer os métodos de racionalização do uso (consumo eficiente) de energia elétrica.

- III. Identificar as causas e atividades de maior consumo de energia na empresa.
- IV. Avaliar o potencial de redução do consumo de energia elétrica em micro e pequenas indústrias do Cariri Cearense, a partir da programação da produção.

### 1.5. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Por se tratar de um estudo de caso com dados obtidos de uma empresa de um ramo de atividade específico e com características de operação peculiares os resultados deste trabalho não podem ser extrapolados para outros tipos de atividades.

### 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. Assim distribuídos:

O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica onde são feitas considerações sobre os temas: Energia, Meio-Ambiente, História da Energia elétrica e sua contextualização no Brasil atual, Gestão Energética e Planejamento e Controle da Produção.

O capítulo 3 apresenta a metodologia e tratamento da pesquisa.

O capítulo 4 aborda os dados e a análise do trabalho de campo.

O capítulo 5 traz as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar os estudos existentes sobre os temas que são objetos deste trabalho. Inicialmente, discorre sobre as mais diversas formas de energia disponíveis, suas aplicações e o impacto sobre o meio ambiente. Trata também da energia elétrica, como importante insumo dos meios de produção modernos. Finalmente são analisados aspectos do planejamento e controle da produção, com o intuito de relacioná-los ao uso eficiente da energia elétrica como forma de obter vantagens competitivas na manufatura.

### 2.1. A ENERGIA

Desde os primórdios da sua existência, o homem tem procurado meios para aumentar a eficiência e produtividade do seu trabalho.

A evolução da humanidade relaciona-se com a história da energia, não sendo possível ocorrer de forma diferente. Por milênios, os seres humanos utilizam-se de sua própria força motriz para colocar sob a luz do sol, os sonhos e as lutas pelo poder que os movem. Cada nova forma de energia que era conquistada permitiu uma completa mudança de paradigmas, observada nas mais variadas escalas. Foi assim com a conquista do fogo, na descoberta da força obtida do vapor, pelo advento do uso da energia elétrica (GALVÃO 2004).

A princípio, desenvolveu ferramentas e engenhos que os auxiliavam na execução de suas tarefas, algumas muito rústicas como, por exemplo, as facas de pedra lascada e os martelos de pedra, e algumas até relativamente sofisticadas como a roda, o arado e o genial parafuso de Arquimedes

Com o tempo aprendeu a utilizar as forças da natureza fazendo com que agissem a seu favor, a exemplo do vento que impulsionava as velas das embarcações, e moinhos de vento e da força da água nas rodas d'água.

A partir daí procurou compreender melhor os fenômenos naturais no intuito de controlar e até mesmo modificar as forças da natureza para melhor aproveitar sua energia.

A energia pode ter várias formas: calorífica, cinética, elétrica, eletromagnética, potencial, química e radiante, transformáveis umas nas outras, e cada uma capaz de provocar fenômenos bem determinados e característicos nos sistemas físicos.

Pode ser convertida e transferida em diferentes formas: a energia cinética do movimento das moléculas do ar pode ser convertida em energia mecânica rotacional no rotor de uma turbina eólica, que por sua vez pode ser convertida em energia elétrica pelo gerador da turbina.

Para Tipler (1995), o princípio da conservação da energia é um dos mais importantes da ciência. Segundo este princípio, a quantidade de energia total de um sistema, mais a das suas vizinhanças não se altera. Quando a energia de um corpo diminui, há sempre o aumento correspondente da energia das vizinhanças, ou de outro sistema. Em outras palavras, a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.

No entanto, a cada conversão parte da energia convertida se dissipa na forma de calor, esta conversão é chamada incorretamente de “perda de energia”. Com a expressão “perda de energia”, quer-se dizer que parte da energia fornecida ao sistema não pôde ser convertida em trabalho útil. Por exemplo, nos motores elétricos, parte da energia fornecida ao motor é convertida em calor devido ao atrito das partes móveis e, segundo Nasar (1984), também devido ao ciclo de histerese e as “correntes parasitas” chamadas de correntes de Foucault.

A lenha inaugurou o primeiro sistema energético da história da humanidade. Há meio milhão de anos, o homem já utilizava o fogo para cozinhar alimentos, tratar materiais e como fonte de luz e calor.

## 2.2. AS FONTES DE ENERGIA

### 2.2.1. A Energia Solar

O sol é a grande fonte de energia da Terra. Exceto as energias das marés e a geotérmica, todas as outras fontes de energia renováveis, inclusive a dos combustíveis fósseis, existem em função da radiação solar que incide sobre o

nosso planeta. A energia de radiação direta do sol pode ser aproveitada de diversas formas através de diversos tipos de conversão, desde a energia química que, através da fotossíntese garante a manutenção da vida na terra, até a energia elétrica obtida pelos painéis de células fotovoltaicas.

### 2.2.2. A Energia Eólica

O vento é o movimento horizontal do ar sobre a superfície do globo terrestre, e é resultante do aquecimento diferenciado das diversas regiões da terra pela radiação solar. Como o aquecimento na região do equador é maior do que no resto do planeta, o aumento da pressão nesta região provoca o movimento das massas de ar ao redor do globo terrestre.

A energia dos ventos ou energia eólica é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todos os lugares; é uma das mais antigas formas de aproveitamento natural de energia. A grande desvantagem da energia eólica é o fato de sua ocorrência ser irregular e de intensidade variável.

### 2.2.3. A Energia Hidráulica

Quando chove nas regiões mais altas, a água concentra-se em rios correntes que se deslocam para o mar. O movimento ou a queda da água contém energia cinética que pode ser aproveitada como fonte de energia.

De acordo com Usher (1993), os primeiros usos da energia hidráulica vieram com a “Nora”, a roda d’água horizontal com acionamento direto e com a roda d’água com engrenagens. Segundo o autor, apesar de não haver relatos suscintos e seguros o suficiente para se estimar datas, pode-se afirmar que o conhecimento da “Nora”, movida a água e do moinho com engrenagens, já estava bastante sedimentado no final do primeiro século antes de Cristo.

A importância das rodas d'água na revolução industrial e em todo o desenvolvimento tecnológico é destacada por diversos autores. A abundância de rios perenes na Europa, permitindo seu largo uso, foi fator essencial para o desenvolvimento da indústria, principalmente a siderúrgica, um dos suportes da revolução industrial. Atualmente a energia hidráulica é aproveitada para gerar energia elétrica nas usinas hidrelétricas.

#### 2.2.4. A Energia A Vapor

A máquina a vapor não cria energia, apenas utiliza o vapor para transformar a energia calorífica, liberada pela queima de combustível, em movimento de rotação ou movimento alternado, a fim de realizar trabalho.

Para Coulon & Pedro (1995), a máquina a vapor criada por Thomas Newcomen e aperfeiçoada pelo construtor de instrumentos científicos da Universidade de Glasgow, James Watt, foi o avanço tecnológico decisivo para a mecanização da indústria. A máquina de Newcomen, inicialmente utilizada para bombear água nas minas de carvão, após as modificações introduzidas por Watt, pôde ser utilizada pela indústria, substituindo com grande vantagem a energia muscular, hidráulica e eólica, até então usadas para movimentar as máquinas.

A energia a vapor possibilitou o crescimento da mineração, da metalurgia, da tecelagem e dos transportes; foi aplicada às máquinas de bombear água e de içar os minérios do fundo das minas, tornando o carvão mais barato; movimentou fábricas de fiação, de tecidos, de cerveja, de papel e moinhos de grãos, impulsionando a revolução industrial.

### 2.3. A QUESTÃO ENERGÉTICA NO CONTEXTO ATUAL

A energia é, sem comparação, a indústria mais importante do planeta, não só porque movimenta perto de 1/5 do Produto Interno Bruto mundial (PIB), mas também, por se tratar de questão estratégica para o desenvolvimento socioeconômico das nações, sendo mantida sob rigoroso controle do Estado.

Para Piacenti (1988) “Energia elétrica e óleo diesel são considerados como insumos modernos, e o maior ou menor consumo destes insumos irá refletir no nível de desenvolvimento de um estado ou de uma região”.

Apesar do grande esforço para o desenvolvimento dos sistemas de produção de energia, boa parte da humanidade ainda não tem acesso aos benefícios destes sistemas. Enquanto algumas nações desperdiçam energia, mantendo padrões de consumo muito além das suas necessidades, outras regiões do planeta ainda estão relegadas a níveis de consumo semelhantes ao do início do século passado.

Parte integrante da macroeconomia, o setor energético deve ser estruturado enfatizando a necessidade de se usar os limitados recursos de modo a maximizar os benefícios líquidos do consumo de energia à sociedade como um todo. (BORENSTEIN & CAMARGO 1997). Na abertura do 18º Congresso Mundial de Energia, o então presidente da Argentina, de la Rúa, declarou que “o acesso aos modernos serviços energéticos para todos os seres humanos é a chave para o desenvolvimento sustentável, a harmonia e a paz em todo o mundo”.

Elgerd (1978) reporta que em 1970 a demanda anual de energia elétrica nos Estados Unidos era de aproximadamente 2 trilhões de kWh correspondendo a 1,5 kWh por cidadão americano, que na época, com apenas 6% da população mundial, consumiam 36% de toda a energia elétrica consumida no mundo. Segundo o jornal Folha de São Paulo na edição de 05/06/2003, os 5% mais ricos da população mundial consomem 58% da energia disponível, enquanto os 50% mais pobres, menos de 4%.

Mesmo neste contexto de desigualdade na utilização dos recursos energéticos, o consumo de energia vem crescendo de forma acentuada nas últimas décadas. Apesar do consumo das nações mais desenvolvidas ter estabilizado, as nações em desenvolvimento têm aumentado consideravelmente a sua demanda por energia, elevando o consumo global. Ainda segundo a Folha de São Paulo (05/06/2003), a energia necessária para abastecer o planeta aumentou em 922% durante o século passado. Na passagem do século 19 para o 20, o mundo consumia o equivalente a 911 milhões de toneladas de óleo, pouco mais do que usado hoje apenas na América Latina. Mesmo se observado o consumo

per capita, que segue o crescimento populacional, o uso de energia também aumentou 260%.

O crescimento econômico mundial exige um consumo crescente de energia. Neste processo de expansão, as estimativas de aumento da demanda por energia para o curto, médio e longo prazo, indica, de forma clara, uma necessidade de mudança nos parâmetros da matriz energética. (CASTRO 2004).

Garantir energia suficiente para atender as necessidades básicas de toda a população do planeta sem comprometer o meio ambiente é hoje um dos grandes desafios da ciência

## 2.4.A ENERGIA DOS TEMPOS MODERNOS

A partir do século XIII, novas formas de energia foram descobertas favorecendo o desenvolvimento industrial e proporcionando uma qualidade de vida melhor, principalmente para a população das nações mais desenvolvidas.

### 2.4.1. Petróleo

Dieguez (2001) credita o aumento no consumo de energia na sociedade moderna à perfuração dos primeiros poços de petróleo em 1859 nos Estados Unidos, tornando a oferta de energia abundante, elevando o consumo percapita da humanidade de 20 para 2000 Watts neste curto espaço de tempo.

De toda a energia primária<sup>1</sup> consumida no mundo, cerca de 35% provém do petróleo, outros 20% do gás natural, o carvão responde por aproximadamente 23%, a energia nuclear 7% e a hidráulica tem apenas por 2% da participação. O restante está dividido entre eólica, biomassa e solar. Nos meios de transporte, o petróleo é soberano, representando 97% do combustível utilizado no planeta (BORENSTEIN & CAMARGO, 1997).

---

<sup>1</sup> Pela definição do Ministério das Minas e Energia do Brasil (MME 2000), entende-se por fontes de energia primária aquelas providas pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, energia hidráulica, lenha, etc, podendo ser usada diretamente ou convertida em outra forma de energia antes do uso

O atual patamar de 35% da dependência do petróleo representa menos que o verificado no passado, quando o petróleo chegou a representar 50% do total da energia consumida. A figura a seguir mostra a evolução do consumo de energia no mundo, em tonelada equivalente de petróleo (tep)<sup>2</sup>, nos últimos vinte anos.

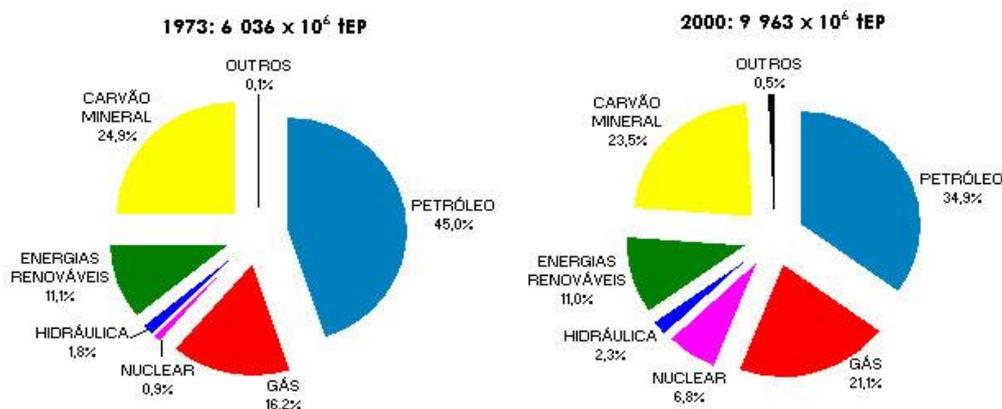


Figura 1: Consumo Mundial de energia em Tonelada equivalente de petróleo (tep).

Fonte: MME 2003

A demanda mundial de petróleo, que ainda é a nossa principal fonte de energia, deve continuar crescendo nos próximos anos, em valores absolutos, puxada especialmente pelo consumo dos países em desenvolvimento. Os países desenvolvidos, por sua vez, devem manter os atuais níveis de consumo, pois nestes países há uma forte pressão da sociedade pela diminuição do consumo de petróleo.

No Brasil dados fornecidos pelo Ministério das Minas e Energia (MME) mostram que o petróleo ocupa uma posição de destaque na matriz energética brasileira, com aproximadamente 40% da produção de energia primária. Pode-se verificar também que, nos últimos quatro anos, esta participação vem aumentando, em média, de 2% a 3% ao ano.

<sup>2</sup> Quando se quer a contabilização de energia em tep – tonelada equivalente de petróleo, calculam-se os fatores de conversão pela relação entre o poder calorífico de cada fonte e o poder calorífico do petróleo adotado como referência. Os quantitativos em unidades comerciais são convertidos a tep quando multiplicados por estes fatores.

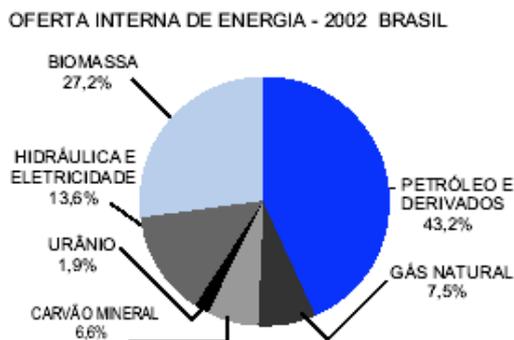


Figura 2: Oferta interna de energia

Fonte MME, 2003

As questões ambientais, gerando crescentes barreiras ecológicas, aliadas a fatores de mercado, em virtude das sucessivas oscilações do preço do petróleo devida a crises políticas e especulação financeira, mostram a necessidade de mudanças na matriz energética atual. No entanto, para Suslick (2004) "a mudança na matriz levará um século para acontecer, e ainda assim o petróleo continuará dominante, haverá apenas uma maior diversificação."

#### 2.4.2. Energia Elétrica

Outro fato decisivo para o aumento do consumo de energia foi o domínio da eletricidade, fundamental para o espetacular desenvolvimento tecnológico iniciado no século passado.

A eletricidade é um vetor energético - não é uma fonte primária de energia - dos mais versáteis e desejáveis: Permite conversões diretas nos diversos tipos de energia – térmica, luminosa, eletromagnética, química e mecânica - com excelente rendimento. É a energia requerida dos sistemas eletrônicos em geral. Possibilita transporte direto a longa distância com poucas perdas, os equipamentos para seu uso permitem excelente controle de potência, funcionamento imediato, comando a distância e não apresentam ruído, vibração ou poluição atmosférica.

Até a idade média, pouco se sabia sobre a eletricidade, apesar de seus efeitos já serem conhecidos pelo homem. Algumas das manifestações

dos fenômenos elétricos, como o relâmpago, causavam medo, já outras como a eletrização do âmbar, eram considerados como magia.

Em 1792 o professor de física italiano Alessandro Volta descobriu a eletricidade de origem química, produzida quando uma solução ácida é colocada entre dois metais diferentes. Estava criada a pilha elétrica, dando início à era da utilização da eletricidade.

Em 1820, Hans Christian Oersted, um professor de física dinamarquês, relacionou a eletricidade ao magnetismo. Verificou que a corrente elétrica produz um campo magnético, e fez nascer a ciência do eletromagnetismo.

Quando os eletricitistas, como eles próprios se chamavam, descobriram a natureza conjunta da eletricidade e do magnetismo, abriu-se um novo capítulo na Era Elétrica. A pesquisa científica da Eletricidade e do Magnetismo produziu a Segunda Revolução Industrial: a indústria até então tocada a carvão e vapor, passou a funcionar com aço, eletricidade e magnetismo. (CROPANI, 1987 pg. 3).

Com efeito, esta descoberta possibilitou o desenvolvimento dos atuais “geradores elétricos” que na verdade são apenas conversores de energia.

Para Rodrigues (2004), com o domínio da Eletricidade, diversas novas invenções como o dínamo, o alternador, e o motor elétrico tornaram possível converter energia mecânica em elétrica, que podia ser facilmente transportada e depois novamente convertida em diversos outros tipos de energia.

Os primeiros sistemas comerciais de energia elétrica foram desenvolvidos e construídos por Thomas Edison no final do século XIX, por volta do ano de 1882 na cidade de Nova York, logo após o desenvolvimento da lâmpada elétrica. As primeiras centrais de produção elétrica eram destinadas à iluminação, produziam corrente contínua, acionadas por máquinas a vapor, e ficavam próximas ao ponto de consumo (Rodrigues, 2004); Em pouco tempo o desenvolvimento dos motores, geradores e sistemas de distribuição e de transmissão em corrente alternada e alta tensão permitiram que a eletricidade, mesmo quando produzida longe dos centros

consumidores, pudesse ser transportada a longas distâncias com perdas reduzidas, favorecendo a hidroeletricidade e fazendo com que o uso da eletricidade se expandisse para a tração e para indústria.

A grande aplicação atual da eletricidade é consequência de certas propriedades únicas da energia elétrica, que outras formas de energia não possuem. Por exemplo, a energia elétrica pode ser transmitida quase que instantaneamente pelo espaço ou ao longo de uma linha de transmissão para os lugares em que se faça necessária; pode ser imediata e eficientemente transformada em formas de energia mais úteis, tais como calor, luz, som e energia mecânica. Além disso, a energia elétrica e as variáveis elétricas a ela relacionadas podem ser usadas para representar informação, que pode ser transmitida e processada em grande velocidade e precisão. Se não fosse por estas características únicas o uso da eletricidade seria provavelmente hoje de menor importância. (HAMMOND & GEHMLICH, 1975 pg. 1).

Elgerd (1978, p.1) estima que o grande sistema de energia elétrica que cobre todas as modernas nações representa o maior e mais caro dos sistemas construídos pelo homem.

Da eletricidade consumida hoje no mundo, 17% vem de reatores nucleares (principalmente nos Estados Unidos, Rússia, França e Japão). A eletricidade produzida em usinas hidroelétricas, representa também aproximadamente 17% do total, outros 17,5% são provenientes do gás natural, o restante é gerado pela queima de carvão e petróleo e ainda por outras fontes alternativas como solar e eólica.

## 2.5. A QUESTÃO AMBIENTAL.

### 2.5.1. O Meio Ambiente

Atualmente, e de forma crescente, os riscos e custos ambientais pesam cada vez mais nas decisões de investimentos. A industrialização tem sido apontada por muitos como fator preponderante da exagerada degradação ambiental do planeta. A partir da revolução industrial o consumo

de recursos naturais e a poluição aumentaram consideravelmente. Segundo Moreira (2001), naquela época, os problemas ambientais, apesar de visíveis, não eram sequer considerados, pois eram tidos como “um mal necessário” ao desenvolvimento.

Antes do homem, a natureza já causava danos devido ao impacto dos seus próprios fenômenos: terremotos, erupções vulcânicas, e por aí afora. Na concepção de Ely (1990) “Apesar de produzir resíduos em escala incalculável, a natureza é incapaz de poluir o meio ambiente, pois reintegra totalmente os resíduos à dinâmica do ciclo produtivo”.

Também para Valle (1995), os impactos que ocorrem sem a participação humana não podem ser definidos como poluição. Segundo ele, a poluição ambiental decorre da ação do homem, quando esta causa um desequilíbrio nocivo ao meio ambiente.

O termo “ambiente”, refere-se igualmente à qualidade e à quantidade de recursos naturais, renováveis e não renováveis. (...) Degradação ambiental, então, é a diminuição do ambiente em quantidade e a sua deterioração em qualidade. (PANAYOTOU, 1994)

Os primeiros movimentos ambientalistas, motivados pela poluição da água e do ar nos países industrializados, surgiram na década de 1960. Porém, a regulamentação e o controle ambiental só surgiram a partir da década de 1970 com a primeira Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1972 em Estocolmo na Suécia, primeiro grande marco para a preservação ambiental.(Valle,1995)

A história da civilização humana tem se caracterizado pela constante disputa do homem contra a Natureza. A partir da Segunda metade do século passado, a Humanidade percebeu que a Natureza constitui-se na base física de sua sustentação e preservação da vida (Lubchenco et al., 1991; Lemos, 1993).

A maioria das atividades humanas causa algum tipo de impacto negativo ao meio ambiente; as atividades de produção de energia no setor elétrico não fogem a esta regra, mesmo para fontes renováveis como é o caso das usinas geradoras de base hídrica.

A energia tornou-se essencial para a maior parte dos confortos da vida moderna, proporciona iluminação, conforto térmico, lazer, além de ser um dos principais insumos para a produção de bens e serviços, inclusive alimentos. É difícil imaginar a sociedade moderna sem levar em conta a utilização da energia e todas as benesses que ela proporciona. Não seria possível sequer produzir alimentos suficientes para a atual população do planeta sem os avanços tecnológicos provenientes da utilização da eletricidade e do petróleo.

A demanda por alimentos dobrará e a produção industrial e o consumo de energia provavelmente triplicarão e sextuplicarão nos países em desenvolvimento o que tornará a vida no planeta extremamente complicada". (BANCO MUNDIAL 1992).

Um certo nível de degradação é consequência inevitável da atividade humana. A exploração de fontes não renováveis resultará, inevitavelmente, na total ou parcial depleção delas, assim como na degradação da paisagem e na geração de lixo. (PANAYOTOU 1994). O mesmo pode acontecer com as fontes renováveis caso a sua exploração não respeite os limites de recomposição da natureza. No entendimento de Margalef, (1977) *apud* Betito (2000), "essa percepção da dependência vital do homem em relação à Natureza torna consciente o entendimento de que a capacidade da natureza de sustentar a vida humana e fornecer os recursos e serviços solicitados pelo homem é finita."

#### 2.5.2. O Desenvolvimento Sustentável

Para Ely (1990), nem tudo pode ser conservado, uma vez que os recursos existentes devem ser utilizados para atender as necessidades humanas, que vêm crescendo de maneira estonteante nas últimas décadas. Ele acredita que mantendo os atuais padrões de consumo e produção, o homem, na tentativa de satisfazer suas necessidades, virá perturbar o equilíbrio natural do meio ambiente.

Segundo Sachs *apud* Ely (1990), não tocar a natureza é tarefa impossível, uma vez que esta é a nossa principal fonte de sobrevivência; no

entanto, “explorar a natureza sobre o princípio imediato do lucro e do livre mercado, é comprometer as gerações futuras e a estabilidade dos ecossistemas e dos sistemas econômicos”.

O crescimento econômico zero é uma utopia, senão um suicídio coletivo para economias em desenvolvimento com altas taxas de expansão populacional. (...) Cada país, cada estado ou região deve apresentar um desenvolvimento econômico adequado, exigido pela realidade sócio-econômica, mas todos devem ter profundo respeito pela ecologia e sensibilidade ecológica. Ninguém pode negar que o crescimento econômico é possível, mesmo a taxas elevadas, sem deteriorar a qualidade ambiental. Além do mais, é possível crescer economicamente e, ao mesmo tempo, promover uma melhoria na qualidade do meio ambiente, mas isso exige uma revisão dos princípios que regem a organização do sistema econômico e, principalmente, uma política de tecnologia apropriadas, a qual deveria ser a base para a promoção do crescimento. (ELY 1990),

O cerne da questão não é: crescer ou não crescer, mas a maneira como se dará este crescimento, quais os recursos que serão utilizados e a tecnologia empregada uma vez que o crescimento é inevitável. A idéia de desenvolvimento sustentável, buscando conjugar o desenvolvimento econômico, e conservação do meio ambiente, evidencia a relação entre os conceitos de qualidade de vida, de trabalho e de processos. A consciência das conseqüências do progresso, do uso descontrolado dos recursos naturais, e das agressões ao meio ambiente deveriam levar o homem a assumir uma nova postura racional e responsável com o seu próprio bem estar e a sobrevivência de sua espécie. (Valle 1995)

### 2.5.3. A Energia e o Meio Ambiente

Está em curso, movida pelo paradigma de capitalismo global sustentável, uma reestruturação nas empresas modernas para um modelo de produção e de comportamento que permitam que as futuras gerações também possam dispor de recursos para atender às suas necessidades.

Segundo Udaeta (2002) a forma tradicional de planejamento está sendo quebrada. No âmbito da indústria da energia, o Planejamento Integrado de Recursos (PIR) está sendo apresentado como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável com a qual se pretende beneficiar todos

os envolvidos, produtores, consumidores, investidores e a sociedade. No PIR, consideram-se igualmente as alternativas tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda de energia.

Do lado da oferta, incluem-se, entre outros, o emprego de novas tecnologias, a extensão do tempo de vida das geradoras, a construção de novas usinas e melhorias de transmissão e distribuição. Do lado da demanda, observam-se, por exemplo, a eficiência, a gestão energética e a troca de energéticos. O PIR vem como uma consequência dos requisitos e necessidades de energia, e não uma imposição normativa.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e a Implementação Conjunta (JI) são instrumentos de projeto-base para a redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Os novos projetos, concebidos com estas ferramentas poderão se tornar atrativos, do ponto de vista dos investidores que, financiando o acesso a novas tecnologias e o suporte técnico, viabilizarão projetos que reduzam emissões de GEE. As reduções de emissões serão quantificadas, e o crédito transferido ao investidor com base no protocolo de Quioto. O MDL pode ser realizado em projetos de suprimento de energia, eficiência energética, entre outros, e visa fundamentalmente ao desenvolvimento sustentável e, pode-se afirmar que consolidam as necessidades do PIR. Pretende-se também aumentar a rentabilidade da tecnologia limpa e mais eficiente nos setores industriais, energéticos e de transporte. Nesse sentido, as oportunidades de implantação de ações mitigadoras e suas barreiras variam por região, setor e época. Isso é causado pela variação da capacidade de mitigação.

Desenvolvimento econômico e qualidade de vida não são fatores mutuamente excludentes; pelo contrário, a preocupação com o meio ambiente pode inclusive melhorar o desempenho industrial. O homem é capaz, hábil e tem conhecimento acumulado suficiente para conciliar o crescimento econômico com a gestão ambiental.

#### 2.5.4. Os Impactos Da Produção Da Energia Elétrica

Ter energia elétrica disponível 24 horas por dia é sinônimo de impacto no meio ambiente. A energia elétrica pode ser obtida de diversas formas, no entanto todas as formas de transformação de energias primárias em energia elétrica causam um impacto maior ou menor ao meio ambiente dependendo da fonte.

As usinas Hidrelétricas aproveitam a energia potencial da água para gerar energia elétrica. O aproveitamento desta energia muitas vezes é obtido através de barragens que formam grandes lagos artificiais a montante da usina, inundando extensas áreas de produção de alimentos e florestas. A alteração do ambiente natural prejudica muitas espécies de seres vivos, inclusive o homem com deslocamento das populações ribeirinhas e interfere principalmente na vida aquática prejudicando a migração e reprodução de peixes.

As usinas térmicas produzem energia elétrica através de um gerador que é impulsionado pela queima de combustível. O combustível para as usinas térmicas pode ser carvão, óleo, gás natural e madeira. Os principais impactos ambientais negativos de usinas térmicas são: emissão de gases que contribuem para o efeito estufa, tais como o dióxido de carbono e, nas usinas térmicas a carvão e óleo, também há emissão de óxidos de enxofre e nitrogênio que, se liberados na atmosfera, dão origem às chuvas ácidas que prejudicam a agricultura e florestas. A queima de madeira ou carvão vegetal contribui para a devastação das florestas.

A utilização de energia nuclear é uma forma de se obter energia elétrica em larga escala. Essa energia pode ser obtida através da fissão do urânio, do plutônio ou do tório, ou ainda, da fusão nuclear do hidrogênio. Apresenta riscos de acidentes causados pelo vazamento de radiação com conseqüências gravíssimas para o meio ambiente. O principal impacto ambiental das usinas nucleares é a geração de lixo atômico, que é extremamente perigoso e para o qual não há meio de descontaminação.

Os geradores eólicos produzem energia elétrica através do acionamento de geradores por pás movidas por massas de ar. A energia dos ventos é renovável, limpa, e abundante em alguns locais.

Os impactos ambientais dos geradores eólicos são apenas a geração de ruídos e a poluição visual devido a seu grande porte.

A utilização da Energia Solar por conversão direta da luz do sol em energia elétrica é realizada por equipamentos geralmente chamados de “painéis fotovoltaicos” ou “painéis solares”. O aproveitamento da energia solar tem ocorrido em baixa escala, pois o custo de produção dos painéis é muito alto. A eletricidade gerada por luz solar causa baixo impacto ambiental, o qual restringe-se à matéria-prima necessária para a construção dos painéis fotovoltaicos, um minério cuja extração envolve um processo poluidor.

## 2.6. A ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

### 2.6.1. Histórico

A energia elétrica chegou cedo ao Brasil. O Imperador D. Pedro II, entusiasta da modernidade, concedeu a Thomas Edison o privilégio de introduzir no país aparelhos e processos de sua invenção, destinados à utilização da eletricidade na iluminação pública. A eletricidade foi introduzida no Brasil, simultaneamente aos países desenvolvidos. No ano de 1879, quando se dava a inauguração pública da lâmpada de Edison nos Estados Unidos, era inaugurada, no Rio de Janeiro a iluminação elétrica da Estação Central da Estrada de Ferro D. Pedro II, hoje Central do Brasil.

Em 1883, foi instalada a primeira usina hidrelétrica do país, em Ribeirão do Inferno, para gerar a eletricidade utilizada na mina de extração de diamantes em Diamantina, Minas Gerais, marcando a vocação do país para o aproveitamento dos recursos hídricos.

A energia elétrica de utilidade pública foi implantada nesse mesmo ano, com a inauguração, pela Companhia Ferro-Carril do Jardim Botânico, da primeira linha de bondes elétricos no Rio de Janeiro e o primeiro serviço de iluminação pública do Brasil na cidade de Campos, também no Rio de Janeiro, com uma máquina a vapor com potência de 25kW, que acionava três dínamos que alimentavam 39 lâmpadas.

Em 1889 entrou em operação a primeira usina hidrelétrica para serviço público no Brasil, a Marmelos-Zero, de propriedade do industrial Bernardo Mascarenhas, construída no Rio Paraibuna, na região de Juiz de Fora (MG), com potência de 250KW.

As primeiras usinas que surgiam no Brasil, no século XIX, destinavam-se à iluminação pública e a outros empreendimentos como a mineração e a indústria têxtil.

No Nordeste, em 1910, o fazendeiro empreendedor e “coronel progressista” Golveia, associou-se a um milionário e a um engenheiro norte-americano para, com eles, montar uma companhia que explorasse a energia hidrelétrica de Paulo Afonso. Em 1913, Goveia constrói, Angiquinhos, primeira usina a aproveitar o potencial hídrico da cachoeira de Paulo Afonso, no rio São Francisco, com três turbinas geradoras para alimentar os motores de sua fábrica, a 23 Km de distância.

A história de Delmiro Gouveia, ilustra bem o desenvolvimento da indústria e a crescente urbanização pela qual o país passava. A criação de uma infra-estrutura de apoio, energia elétrica e transportes, por exemplo, eram fundamentais para que o projeto de modernização ocorresse.

Apesar da iniciativa de D. Pedro II, o parque elétrico nacional foi de fato implantado e financiado pela iniciativa privada. Os empreendedores locais construíam usinas para atender às suas próprias necessidades, deixando a geração e distribuição de energia para utilização pública e transportes a cargo de empresas de capital transnacional a exemplo da *Brazilian Traction, Light and Power Ltda.* Criada em 1912 em Toronto (Canadá), da *American and Foreign Power - AMFORP* que iniciou suas atividades no país em 1927, atuando no interior de São Paulo, e de muitas outras que se instalaram pelo país afora.

O advento da República, em 1889, acelerou o processo de modernização do país, no ano seguinte já havia dez usinas geradoras, com capacidade de 12.085 KW. Apesar do nosso imenso potencial hídrico, até a primeira metade do século XX, muitas cidades ainda eram supridas por energia elétrica geradas em usinas térmicas.

Durante o período Vargas (1930-1945/1950-1954), a política do governo priorizou a aplicação de recursos e subsídios públicos no desenvolvimento da indústria nacional e em projetos de criação de infraestrutura básica (energia e transporte). A política desenvolvimentista de Getúlio Vargas foi marcada também pela criação de diversas empresas e órgãos de planejamento, entre eles: o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE) 1939, A Comissão da Indústria de Material Elétrico (CIME) 1944. Vargas encaminhou ao Congresso Nacional o Plano Nacional de Eletrificação que previa entre outras coisas, a interligação dos sistemas elétricos, a centralização do planejamento desta expansão e a mobilização de recursos extrasetoriais, sob a coordenação do estado, para fazer face aos investimentos necessários (Boresntein & Camargo 1997).

A Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) foi a primeira empresa de eletricidade de âmbito federal. Criada, no Rio de Janeiro em 1945, marca o início da estatização do setor. Alguns anos depois, o governo federal voltou a intervir no setor elétrico com a criação da Central Elétrica de Furnas S.A., com o objetivo expreso, na época, de aproveitar o potencial hidrelétrico do rio Grande e solucionar a crise de energia que se configurava na região Sudeste.

Neste meio tempo, foi criado o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) posteriormente transformado em Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), com o propósito de captar recursos para financiar investimentos em infra-estrutura, principalmente energia e transportes, necessários ao crescimento econômico do país.

A proposta de criação da ELETROBRAS, para coordenar o setor de energia elétrica brasileiro, enfrentou forte oposição tanto dos interesses estrangeiros quanto de setores nacionais que cooperavam com os mesmos, e só foi aprovada no governo do Presidente João Goulart. (Dias, 1998; Medeiros, 1993) A partir daí, foram criadas as empresas estaduais de distribuição de energia que absorveram as pequenas empresas de distribuição de âmbito municipal, muitas delas controladas por capital privado internacional. As novas empresas passaram a ser controladas pelos governos estaduais com participações do governo federal através da

ELETROBRAS, a *holding* que comandou a estatização e a expansão do setor elétrico nacional, dos governos municipais e minoritariamente por investidores privados

Com a constituição da ELETROBRAS, ficava definida a estrutura organizacional do setor elétrico brasileiro, (...). Além de exercer suas funções, de coordenação do planejamento da expansão e da operação do sistema elétrico, da gestão financeira e empresarial e a articulação com a indústria a ELETROBRAS controla ainda quatro empresas geradoras de âmbito regional, que juntas cobrem todo o território nacional. (RODRIGUES & DIAS, 1994)

O governo do presidente Juscelino Kubitschek promoveu um excepcional crescimento econômico do país. Seu principal objetivo era industrializar aceleradamente o país, apoiando-se em 31 metas, distribuídas em cinco grandes setores: energia, transportes, alimentação, indústria de base e educação. De 1957 a 1961, o PIB cresceu a uma taxa anual de 7%, exigindo grandes aportes de recursos para financiar o desenvolvimento. A disponibilidade de capital no mercado financeiro internacional possibilitou o financiamento da política desenvolvimentista do presidente Kubitschek, já que os países desenvolvidos, como os Estados Unidos possuíam uma boa reserva de capitais. No entanto, o crescimento da dívida externa e o processo inflacionário resultaram em crescentes déficits no orçamento federal.

A partir de 1964 os governos militares estabeleceram um novo modelo de administração econômica, onde as primeiras decisões visavam estabilizar a moeda, reduzir o déficit público e modernizar o sistema financeiro.

Apesar do propósito de reduzir o déficit, as empresas estatais executaram, neste período, grandes obras de geração e transmissão de energia como as hidrelétricas de Maribondo e Estreito e Funil, no sistema Furnas para atender a região Sudeste, além das termoeletricas Angra I e o início de Angra II, no Nordeste foi construída a hidrelétrica de Sobradinho, formando o maior lago artificial do mundo e parte do complexo de Paulo Afonso, na região Norte a construção da hidrelétrica de Tucuruí e na região Sul, foi construída Itaipu, a maior usina hidrelétrica do mundo. Na área de

transmissão de energia foram construídas as linhas de transmissão (LT's) que interligaram os sistemas elétricos regionais, e que posteriormente viriam a ser interligados entre si, formando a grande malha do sistema elétrico nacional. Era a época do “milagre brasileiro”.

Nessa época, a geração de energia elétrica ficou a cargo, quase que exclusivamente do governo federal. Além da CHESF e de Furnas, responsáveis pela geração e transmissão de energia nas regiões Nordeste e Sudeste, respectivamente, o governo criou por intermédio da ELETROBRAS a ELETROSUL para atuar na região Sul do país e a ELETRONORTE para atuar nas regiões Norte e Centro-Oeste. Foi a era da estatização do setor elétrico.

Em 1973, aconteceu a primeira crise mundial do petróleo, que passou a ter um peso muito elevado em nossas importações. O desajuste das contas públicas e o aumento crescente do *déficit* da balança comercial colocaram em risco os mecanismos de obtenção de novas linhas de crédito no exterior. A profunda recessão econômica pela qual passava o governo levou-o a estabelecer uma política severa de restrição às importações e estímulo às exportações, além de assumir compromissos com o Fundo Monetário Internacional (FMI), em troca de vultosos financiamentos públicos (Alquéres, 1987). As empresas do setor elétrico passaram a enfrentar dificuldades em função da falta de investimentos públicos, além de perder a autonomia para definir os preços das suas tarifas, que passou a ser atribuição do Ministério da Fazenda, conforme definido pelo decreto 79.706/77 (Boresntein & Camargo 1997).

A década de 1980 foi marcada por período de crises amplas e profundas, sentidas em todo o mundo. A queda dos preços internacionais do petróleo permitiu a retomada do crescimento, a partir da segunda metade da década. Porém, a inflação no final do ano de 1985 atingiu o índice recorde de 224,4%, ([www.abb.com.br](http://www.abb.com.br)) fazendo com que o governo buscasse diversas medidas, como um maior controle dos preços e tarifas e novas fórmulas de correção monetária cambial, para reduzir este índice.

ANO	REMUNERAÇÃO	PRIME	LIBOR
1975	12,3	7,6	7,8
1977	11,2	6,5	6,1
1977	7,7	11,5	10,5
1981	7,9	20,1	17,3
1983	6,7	10,5	10,0
1985	6,3	9,5	8,0
1987	5,3	8,3	7,0
1989	-0,8	11,4	9,8

*Quadro 2: Taxa de remuneração do investimento do setor elétrico, em comparação com a variação das taxas de juros no mercado financeiro internacional (%) (Fonte: Medeiros, 1993)*

O governo passou então, a utilizar as tarifas públicas como instrumento de controle da inflação comprometendo a remuneração do setor elétrico.

Outro agravante foi o nível de endividamento do setor, segundo Rodrigues (1994), a dívida consolidada do setor elétrico atingiu em 1986 a espantosa cifra de US\$ 24 bilhões, dos quais cerca de 80% em moeda estrangeira. O serviço da dívida ultrapassava em muito o nível de investimentos.

Para Boresntein & Camargo (1997) o estrangulamento das tarifas e a diminuição de recursos para o setor criou o impasse envolvendo de um lado a ELETROBRÁS e suas empresas e de outro as concessionárias estaduais, que alegando dificuldades financeiras, passaram a não recolher os recursos devidos à ELETROBRÁS assim como não saldar as dívidas de compras de energia às empresas federais. Estas, por sua vez, passaram a ter dificuldades para saldar seus compromissos, inclusive da compra compulsória de energia da binacional Itaipu. Criando uma crise econômica e institucional no setor.

### 2.6.2. Contexto Atual

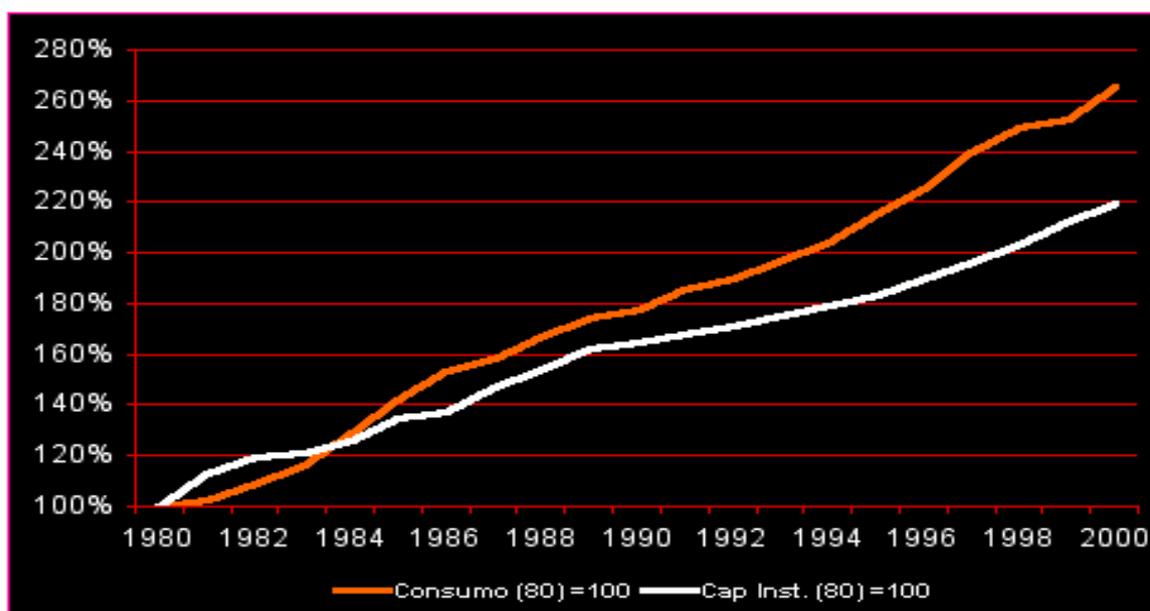
A crise econômica proporcionou, aos articuladores do pensamento neoliberal, um ambiente propício para questionar o tamanho e o papel do

estado, a regulação e a função das empresas públicas, fazendo prevalecer a tese da privatização.

A situação do setor elétrico brasileiro relativamente equilibrada ao longo da década de 1990, no que se refere à disponibilidade de energia, devido aos reflexos da retração econômica, foi caracterizada pelo aumento do endividamento das empresas de energia por motivos políticos e econômicos, ocasionando restrições de investimentos no setor.

O setor elétrico brasileiro, que permaneceu predominantemente estatal nas últimas três décadas, vem sofrendo, ao longo dos últimos anos profundas mudanças no seu modelo institucional.

Com a privatização, o governo federal pretendeu introduzir a competição na área de geração de energia elétrica. No entanto, manteve sob o controle do estado o sistema de transmissão, o que possibilitou, aos produtores independentes de energia elétrica, o acesso ao mercado consumidor (Boresntein & Camargo 1997).



*Figura 3: Evolução do consumo e da demanda.*

*Fonte Ilumina*

Para Rosa (2004), no passado, as estatais perdiam dinheiro vendendo barato a energia. Por isso tiveram prejuízos e pararam de investir.

Esse foi um dos argumentos utilizados para justificar as privatizações, cujo modelo resultou no apagão, uma séria crise energética que começou a manifestar-se no início de 2001. Basta olhar o gráfico da figura 3 para entender que a evolução da capacidade instalada a partir de 1993 (3% a.a) não acompanhou a evolução do consumo (5% a.a) no mesmo período. A capacidade tem evoluído aproximadamente 2% abaixo da demanda por ano. Em 2002 o consumo final de eletricidade atingiu 321,6 TWh, montante 3,8% superior ao de 2001, mas ainda inferior ao de 2000 (-3,0%).

A indústria paulista puxou a recuperação com 7,6% de aumento registrado no ano passado. O consumo de energia elétrica no estado de São Paulo no ano passado ficou em 98,7 mil GWh e registrou um aumento de 5,6% sobre os 93,5 mil GWh de 2003. A produção de energia pelas geradoras paulistas, no entanto, fechou 2004 com 61,4 mil GWh, uma queda de 2,5% em relação aos 62,9 GWh gerados em 2003.(grifo nosso). A indústria paulista foi responsável pelo consumo de 45,2 mil GWh (45,9% do total consumido), o que representou um crescimento de 7,6% em relação a 2003 e o maior aumento entre todos os segmentos. (...) A quantidade média mensal de energia elétrica consumida no estado em 2004 ficou em 623,5 kWh, superior aos 601,7 kWh registrados em 2003, mas ainda inferior aos 702,1 kWh verificados em 2000 e aos 690,7 kWh registrados em 1999. Nas classes industrial e comercial foram registrados aumentos na média mensal de consumo. O consumo per capita na indústria passou de 26 MWh em 2003 para 28,9 MWh no ano passado. (Gazeta Mercantil 04/01/2005)

Superada a crise, em termos de balanço energético verifica-se uma tenue condição de equilíbrio, na qual a produção elétrica consegue suprir o consumo graças à participação das unidades autoprodutoras, representadas principalmente por algumas indústrias de papel e celulose, de cimento, siderúrgicas e do alumínio, que geram energia para consumo próprio e vendem o excedente para as concessionárias de energia.

### 2.6.3. A Crise no Setor

Neste momento, o setor elétrico nacional passa por uma indefinição do seu modelo institucional, principalmente no que diz respeito à regulamentação da geração de energia elétrica. De um lado o modelo privatizante do pensamento neoliberal do governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso, que havia estabelecido mecanismos de estímulo ao investimento privado, que segundo Conde & Branco (2002), tinha o propósito

de incentivar os investidores, considerando o período crítico com relação à oferta de energia.

Do outro lado, o modelo estatizante do atual governo do presidente Lula que reverteu o processo de privatizações em 2003, retirando do Programa Nacional de Desestatização as empresas controladas pela Eletrobrás, que haviam sido incluídas no programa em 1995.

A recente aprovação, pelo Congresso e Senado, da MP 144, que estabelece as novas regras para o setor elétrico brasileiro, também promove uma série de mudanças na Eletrosul. Pela nova lei, que deve ser sancionada pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva nos próximos dias, a Eletrosul foi excluída do Programa Nacional de Desestatização (PND) e autorizada a promover as mudanças necessárias em seu estatuto para voltar a prestar serviços públicos de geração de energia. Desde 1998, quando foi cindida e todo o seu patrimônio de geração foi privatizado, a Eletrosul atuava apenas na área de transmissão de energia. (Eletrosul, 2004)

Ainda no período de transição, no final de 2002, o presidente Lula já falava em instaurar um novo modelo para o setor elétrico uma vez que o marco regulatório anterior havia falhado, levando o país a um racionamento que derrubou o consumo de energia em 20%, atingindo o equilíbrio financeiro de toda a cadeia setorial. Para o setor elétrico, pode-se considerar que 2003 foi um ano perdido. Investiu-se pouco, pois todo mundo ficou aguardando o novo modelo. (Correa, 2003)

Os investidores em geração de energia elétrica começam a dar sinais de que não vão levar adiante a construção das usinas já leiloadas, e desta vez o problema não é só a morosidade do licenciamento ambiental, sempre apontado como principal entrave dos projetos. O novo problema diz respeito ao ágio pago pelas concessões no antigo modelo<sup>3</sup>, que agora pode inviabilizar economicamente alguns projetos. Estas usinas somam 1.750 megawatts (MW), 18% do total previsto pelo governo para entrar em operação até 2008. (COIMBRA & SCHÜFFNER, 2004)

O modelo escolhido deverá levar em consideração a necessidade de capital para a expansão dos sistemas. Para majorar a capacidade elétrica instalada no país serão necessários investimentos que excedam a capacidade de financiamento dos órgãos de fomento. Para a retomada do

---

<sup>3</sup> Modelo proposto no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso

crescimento econômico no Brasil, a necessidade de investimentos no setor elétrico é da ordem de seis bilhões de dólares anuais para se obter um crescimento anual médio de 5%. (Boresntein & Camargo 1997). Para isso são necessários ajustes, que envolvem questões complexas, como as regulatórias, e institucionais; as relacionadas à produção e comercialização, à oferta e demanda de energia; as de captação de investimentos; e as de aumento da eficiência operacional do sistema atual, entre outras.

O setor elétrico abriu-se à iniciativa privada tanto através da privatização de empresas já existentes como pela implementação de novos empreendimentos. A nova legislação introduziu a competição no setor quando prevê a realização de licitação para aproveitamentos hidrelétricos e inclui a definição prévia de tarifas.

A mesma legislação estabelece a figura do produtor independente de energia, e garante a possibilidade de contratação do fornecimento de eletricidade diretamente deste produtor.

No atual governo, novas regulamentações estão sendo submetidas a processo público de contestação, visando, principalmente: (i) considerar mecanismos que, preservados os benefícios da competição, permitam que a renda decorrente da permanência em operação de ativos depreciados possa contribuir para a modicidade tarifária e, (ii) restaurar o planejamento da expansão do sistema elétrico, em caráter determinativo.

Todas essas medidas incentivam e atraem o capital privado porque permitem aos investidores o cálculo econômico dos seus investimentos. (MME Balanço Energético Nacional 2003).

A crise no setor elétrico ainda não foi totalmente afastada. Mesmo que se vislumbre um cenário favorável, as condições críticas permanecerão por pelo menos mais alguns anos até que haja a maturação dos investimentos. Além do mais, as ações pelo lado da oferta de energia para garantir a expansão do sistema elétrico brasileiro vem esbarrando em problemas conjunturais devido às constantes mudanças na regulamentação do serviço e ainda na escassez de aporte de recursos de longo prazo para financiamento de novos projetos provocando o adiamento de várias obras já previstas nos planos decenais de expansão da Eletrobrás.(Raad, 2002); (Pimheiro & Pinhel,2001) o que torna previsível a tendência de elevação dos preços da energia, com reflexos na tarifa de fornecimento aos consumidores finais.

## 2.7.A GESTÃO ENERGÉTICA

As transformações ocorridas no setor apontam para a energia elétrica como um bem cada vez mais precioso. Para Boresntein & Camargo (1997) a dependência da economia moderna em relação à energia salienta a necessidade de um uso mais racional e efetivo dos recursos energéticos por toda a sociedade. Só o setor industrial é o responsável pelo consumo de cerca de 46% da energia elétrica disponível no País.(MME,2003).

Para Estremote & Santos (2002), reduzir os custos com energia tornou-se um dos grandes alvos das indústrias, para manterem-se competitivas em seus mercados.

### CONSUMO SETORIAL DE ELETRICIDADE (GWh)

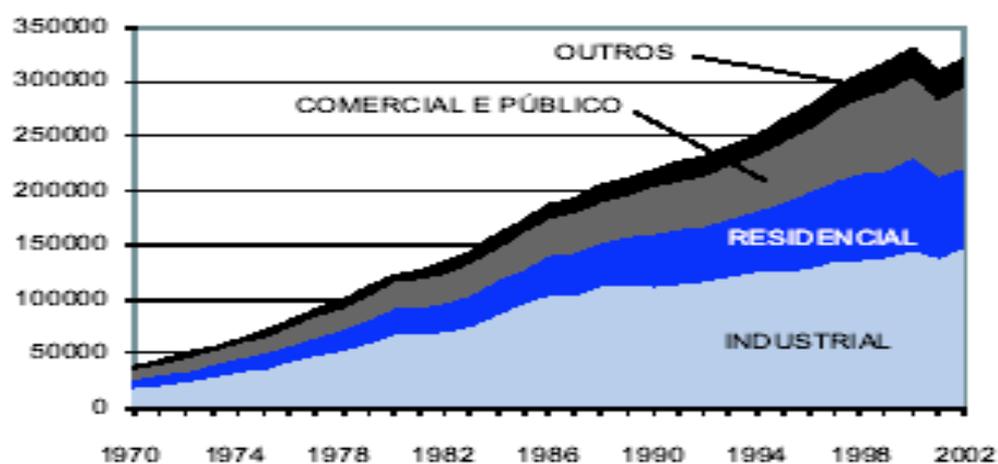


Figura 4: Consumo de eletricidade por setor (GWh)

Fonte MME 2003

Aliada à preocupação com custos, deve-se considerar a pressão da sociedade, principalmente dos ambientalistas, no que tange ao uso eficiente dos recursos energéticos face aos impactos ambientais provocados pela produção de energia.

O planejamento energético de uma indústria não mais deve restringir-se à preocupação em atender ao aumento da demanda e a ações de conservação de energia. Cada vez mais, é fundamental o conhecimento das políticas e regras do novo e complexo mercado de energia, assim como o

atendimento às regulamentações e planos de gestão ambientais, estes últimos vinculados principalmente à ISO 14000.

Em relação com outros preços praticados no Brasil, as tarifas de energia, assim como outros serviços públicos, elevaram-se muito. A principal razão é a indexação desses preços ao IGP-M ou IGP-DI, estabelecida nos novos contratos de concessão, provocando a majoração dos preços.

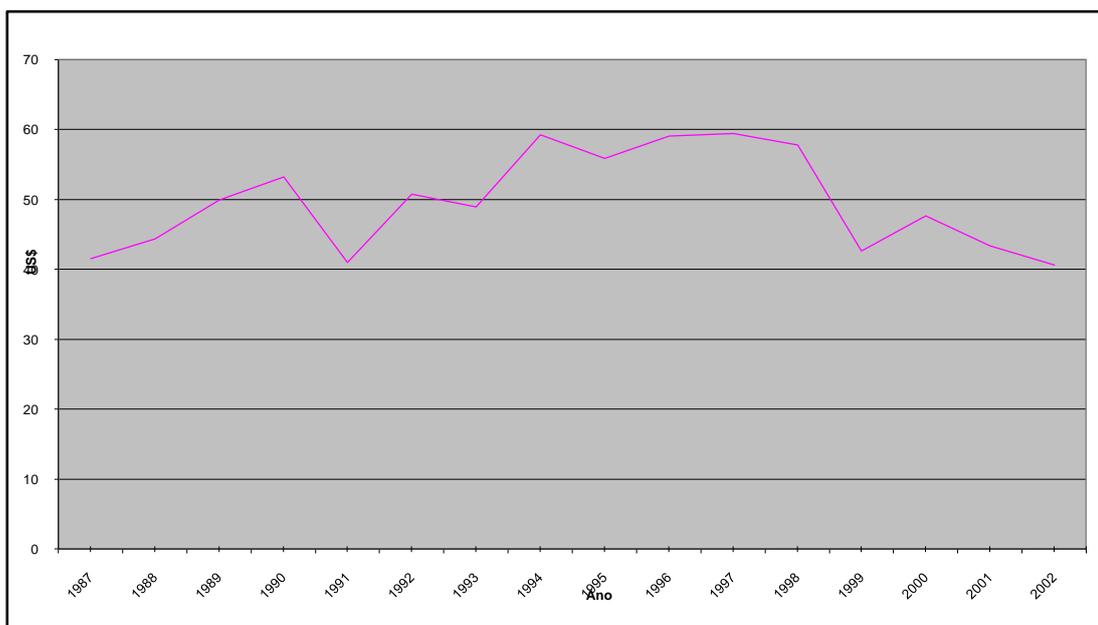


Figura 5: Preço médio da tarifa de energia elétrica para a indústria.

Fonte: MME

A sociedade brasileira tem dado a resposta possível através da diminuição do consumo. Uma pesquisa realizada pelo Ilumina, Instituto de Desenvolvimento Estratégico do Setor Elétrico, aponta que a tarifa de energia do Brasil é a quinta mais cara do mundo, aplicando o modelo de correção das taxas de câmbio pela Paridade do Poder de Compra (*Purchase Power Parity*) das moedas. Este modelo leva em conta o poder aquisitivo da população de cada país. O levantamento foi feito com o objetivo de mostrar que os encargos com energia elétrica no país é bem maior que em outros países. (eletrica 2004 )

### 2.7.1. Estrutura Tarifária

A estrutura tarifária dos serviços de energia elétrica no Brasil é definida nos termos da resolução 456 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) que estabelece as Condições Gerais para fornecimento de energia. Constituída por dois grandes grupos tarifários chamados de A e B, são classificados no Grupo A, as unidades consumidoras Ligadas em alta tensão (AT)<sup>4</sup> com carga instalada igual ou superior a 75 kW. Estes consumidores estão sujeitos à tarifa binômica, que segundo a definição da resolução 456 da ANEEL (2000) é o “conjunto de tarifas de fornecimento constituído por preços aplicáveis ao consumo de energia elétrica e à demanda faturável”, ainda segundo a mesma resolução “Demanda: é a média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado”. E ainda “Demanda contratada: é a demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada (grifo do autor) durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW)”, por outro lado caso no período de faturamento seja mediada uma demanda maior que o valor contratado será cobrada uma tarifa diferenciada sobre a parcela de ultrapassagem com valor três vezes maior que a tarifa normal.

As tarifas binômicas são compulsórias para os consumidores do grupo A. Em 1982 foi criada para estes consumidores, a estrutura tarifária horo-sazonal (THS) caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano. A Tarifa Azul é a modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de

---

<sup>4</sup> Tensão de fornecimento de energia elétrica igual ou superior a 2,3 kV.

acordo com as horas de utilização do dia. Na Tarifa Verde apenas a tarifa de consumo de energia elétrica é diferenciada de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, a tarifa de demanda de potência é única.

As tarifas têm preços diferenciados no “horário de ponta” e “fora ponta”, sendo o horário de ponta o período de três horas diárias consecutivas definidas pela concessionária, e que normalmente ocorre entre as 17h30min e 21h30min, horário de maior carregamento do sistema elétrico.

Segundo Boresntein & Camargo (1997) a estrutura tarifária é uma ferramenta poderosa nos programas de GLD. O uso de tarifas variando ao longo do dia é um sinal aos consumidores que o custo de produção de energia não é uniforme, sendo mais caro no período de ponta do sistema e mais barato fora da ponta. Da mesma forma o preço varia no decorrer do ano, sendo mais barata no período úmido, que corresponde à estação das chuvas, e mais cara no período seco.

### 2.7.2. Conservação De Energia

O combate ao desperdício e a busca do uso eficiente das diversas formas de energia tem como principais motivadores o aumento da competitividade dos bens e serviços consumidos, ou ainda, a proteção e a melhoria do meio ambiente e a postergação de investimentos nos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia. ( Lora & Teixeira, 2001)

Além da justificativa usual de que o uso racional de energia interessa por si mesmo, como de resto são oportunas todas as medidas de redução de perdas e racionalização técnico-ecônômica dos fatores de produção, é conveniente observar o caráter estratégico e determinante que o suprimento de eletricidade e combustíveis representa em todos os processos produtivos. Ainda que representando, por vezes, apenas uma pequena parcela dos custos totais, a energia não possui outros substitutivos senão a própria energia, podendo, no entanto, ser parcialmente substituída por conhecimento e informação de modo a reduzir os desperdícios e melhorar o desempenho dos sistemas energéticos (Santos, 2001). Conservar energia elétrica quer dizer melhorar a maneira de

utilizar a energia, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. Significa diminuir o consumo, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços.(PROCEL, Eletrobrás)

Segundo Jannuzzi (2000), desde a década de 1980, nos Estados Unidos, vários governos estaduais passaram a exigir, das companhias de eletricidade, o PIR bem como ações que incentivassem o Gerenciamento Pelo Lado da Demanda (GLD), como alternativas para controlar a expansão da geração. No Brasil, as ações de GLD foram iniciadas em 1977 com os primeiros estudos para a introdução de uma estrutura de tarifação diferenciada de energia elétrica, que levou a implantação da modalidade de tarifas horo-sazonal para consumidores atendidos em alta tensão (AT). (Raad et al, 2001). No processo de privatização as empresas distribuidoras de energia elétrica foram obrigadas contratualmente a atender a determinação da ANEEL para investir 1% de suas receitas em programas de eficiência energética e pesquisa e desenvolvimento (P&D). No entanto algumas concessionárias de energia elétrica ainda relutam em implantar tais programas por temer perdas de receita (Jannuzzi, 2000).

Em 1985 o governo federal, através da Eletrobrás institui o Programa Nacional de Energia Elétrica PROCEL, cujo principal objetivo é promover ações que levem à conservação da energia elétrica, tanto no lado da produção como no do consumo, concorrendo para a melhoria da qualidade de produtos e serviços, reduzindo os impactos ambientais e fomentando a criação de empregos. Com projetos desenvolvidos em diversas áreas, as metas de longo prazo do PROCEL estão consignadas no Plano 2015 da Eletrobras e prevêem uma redução de demanda da ordem de 130 bilhões de kWh em 2015, evitando a instalação de 25.000MW (cerca de duas usinas de ITAIPU), com ganho líquido para o País de R\$ 34 bilhões no período.

O planejamento Integrado de Recursos (PIR) surge como alternativa para a gestão energética. O PIR busca a melhor alocação dos recursos disponíveis, através dos gerenciamentos pelos lados da oferta e da demanda (Pazzini 2002). No novo paradigma do planejamento energético foram introduzidos novos conceitos buscando caminhos que conciliem o aumento das necessidades energéticas com a minimização de impactos ambientais e consumo de recursos, com maiores benefícios humanos.

O PIR, inicialmente idealizado para o planejamento macro do setor energético, pode também ser utilizado como instrumento para a gestão energética a nível de consumidor final. Uma das ferramentas do PIR o Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), segundo Raad (2002), consiste no planejamento e realização de uma série de atividades cujo objetivo é influenciar o uso da eletricidade de forma a produzir mudanças desejadas na magnitude e na forma da curva de carga das suas instalações. Para Sudhakara (1995), apud Boresntein & Camargo (1997), de um modo geral, o gerenciamento pelo lado da demanda diz respeito ao planejamento, à implementação e acompanhamento daquelas atividades que modificam a curva de carga dos consumidores.

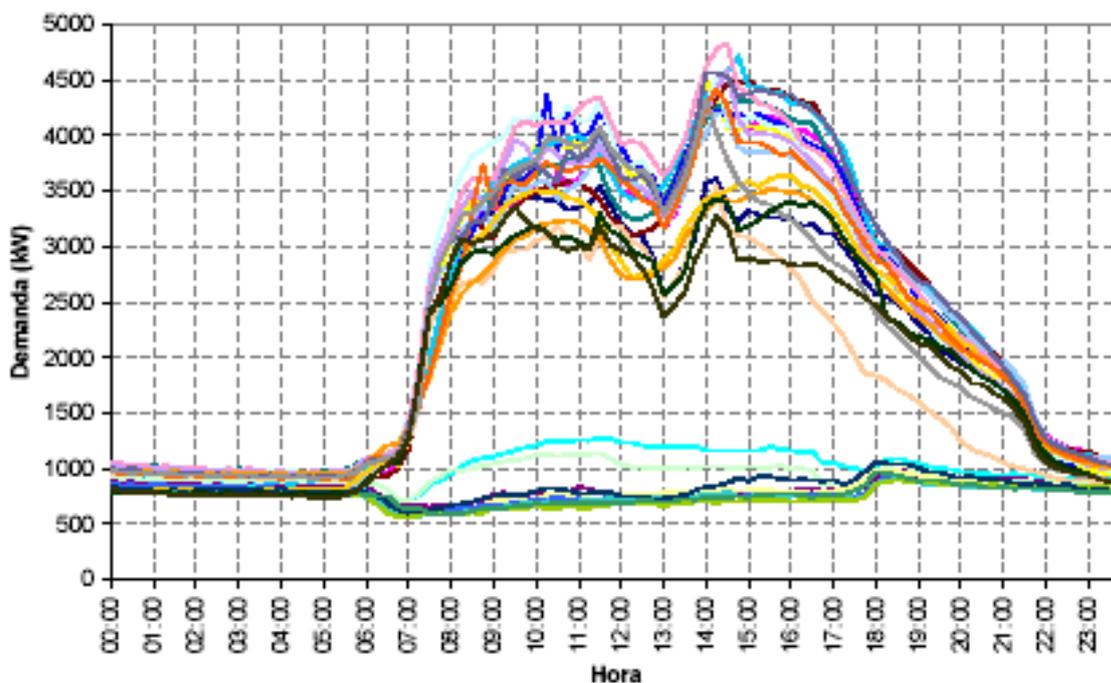
Jannuzzi (2000), chama de programa de eficiência energética ou conservação de energia três tipos de atividades: Programas de GLD, Programas de Administração de Cargas e programas de Eficiência Energética. Para ele, primeiro consiste na substituição de energéticos, principalmente no horário de pico. O segundo seria a modulação de cargas sem redução do consumo, aproveitando os benefícios da estrutura tarifária, e finalmente no terceiro caso a redução do consumo de energia por mudanças de tecnológicas e planejamento da produção visando à eficiência energética dos processos produtivos. Para cada caso deve ser realizado um amplo estudo analisando a relação custo benefício da solução adotada.

### 2.7.3. Controle da Demanda

As instalações elétricas apresentam diferentes solicitações de consumo e demanda de energia ao longo de um período. Pela análise das curvas de carga, que é a representação gráfica da potência demandada em função do tempo, em geral 24 horas, pode-se perceber que em determinados instantes, as solicitações de carga são bastante elevadas, são os chamados picos de demanda, em outros momentos, as solicitações são bem menores, conhecidos como vales. Os sistemas elétricos são dimensionados para atender a maior solicitação da carga do período. Se o valor de pico da curva de demanda for muito superior ao valor médio no período, o custo da energia elétrica será

majorado pela necessidade de manter, junto à concessionária um contrato de demanda com valores elevados para atender aos picos de carga.

A figura a seguir representa a curva de carga do Campus da Universidade Federal de Santa Catarina durante o mês de abril de 2002 onde cada curva representa um dia medido.



*Figura 6: Curva de carga típica.*

*Fonte Labeee – UFSC 2000*

De acordo com Mamede (2007) as curvas de carga das plantas industriais variam em função da coordenação das atividades dos diferentes setores de produção, bem como em relação ao período de funcionamento diário. Controlando o valor da demanda de pico, pode-se diminuir o custo operacional da empresa. Isto pode ser conseguido, após um estudo global das atividades de produção, adotando tecnologias e processos mais eficientes que irão substituir os menos eficientes. E ainda através do planejamento da produção, alterando o fluxo dos processos e deslocando a operação de determinadas máquinas para horários diferenciados diversificando a demanda de energia elétrica melhorando o fator de carga (FC)<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Fator de Carga: é a relação entre a demanda média utilizada por um consumidor num determinado período de tempo e a demanda máxima ocorrida neste mesmo período.

“O fator de carga mostra se a energia está sendo utilizada de forma racional por parte de uma determinada instalação” e ainda “com base no fator de carga, pode-se determinar o preço médio pago pela energia consumida em função do grupo tarifário ao qual pertence a unidade consumidora” (Mamede, 2007).

Para consumidores Horosazonal Verde, o fator de carga médio pode ser calculado pela equação (1), e o preço médio da energia pela equação (2) (manual da ELETROPAULO).

$$F_{cm} = \frac{kWh_p + kWh_{fp}}{D_{max} \times N_{horas}} \quad \text{Equação 1}$$

$$P_m = \frac{T_D}{F_c \times N_{horas}} + \frac{C_p}{C_t} \times (T_{cp} - T_{cfp}) + T_{cfp} \quad \text{Equação 2}$$

Um fator de carga baixo é um indicativo do uso inadequado da energia elétrica, onerando desnecessariamente os custos de produção.

É importante frisar que a energia elétrica necessária à fabricação de um produto corresponde apenas à parcela referente ao consumo (kWh), a parcela referente à demanda (kW), deve, ao máximo possível, ser diluída no consumo.

Segundo Mamede (2007), a melhoria do fator de carga pode ser obtida de duas formas:

- Conservando a demanda e aumentando o consumo;
- Conservando o consumo e reduzindo a demanda.

A primeira opção é adequada para as empresas que pretendem expandir sua produção.

Mesmo nas empresas que estão com a sua produção estabilizada é possível melhorar o fator de carga atuando sobre a demanda de energia, reprogramando algumas operações para os horários de menor solicitação no seu sistema elétrico.

Face ao crescente uso de automação nas indústrias, e do aumento das multas e ajustes cobrados pelas concessionárias, o gerenciamento da energia elétrica vem se tornando uma necessidade para as empresas

interessadas em reduzir custos. Controlar a demanda e o fator de potência, há muito tempo, é um negócio atraente do ponto de vista financeiro, em função da legislação de faturamento de consumo de energia em vigor no país.

O controle manual de demanda tornou-se inviável pela dinâmica de variação das cargas durante o processo de produção. Um erro no gerenciamento da utilização dos equipamentos elétricos pode extrapolar o limite de tolerância de 10% da demanda contratada, já o excesso de controle pode reprimir o uso quando ainda existe disponibilidade (Estremote & Santos 2002).

Até o início dos anos 80, usavam-se conjuntos de relés para controlar a demanda de energia. Nesta época, o surgimento das tarifas horazonais coincidiram com os primeiros controladores microprocessados. Os equipamentos eram verdadeiras "caixas-pretas", sem nenhuma capacidade de programação por parte do usuário.

A partir do ano de 1980 começaram a chegar ao Brasil os primeiros controladores automáticos de demanda. Estes equipamentos passaram a incorporar novas funções, como o controle de fator de potência, e de utilidades. Mais recentemente surgiu um novo conceito, o de gerenciamento de energia, e que também foi desenvolvido na plataforma dos controladores de demanda.(Franco 1998).

Com as novas tecnologias, que simplificaram as soluções e reduziram seus custos, já é viável (técnica e financeiramente) para a maioria dos consumidores enquadrados na tarifação horo-sazonal, implantar o gerenciamento de energia. Já estão disponíveis, no mercado, alternativas mais baratas para as soluções caras e pouco confiáveis de alguns anos atrás. Estas alternativas se baseiam no uso CPUs industriais mais potentes, na medição eletrônica, e no uso de protocolos de comunicação consagrados (Modbus e TPC/IP). Simples, econômicos e confiáveis, os modernos sistemas de gerenciamento energético vêm sendo adotados por empresas de todos os segmentos econômicos, em todo o país(Franco, 1999)

A evolução continuou, e os controladores passaram a dispor de CPUs mais potentes, capazes de controlar displays, teclados, e de armazenar dados. Em 1988, surge o primeiro equipamento com capacidade de

comunicação serial, justamente no momento em que os PCs começavam a se espalhar por todo o país.

Mas a mudança de paradigma veio em 1997, com o lançamento do primeiro controlador de demanda com protocolo aberto e do primeiro transdutor digital. Ambos utilizam o protocolo Modbus, e comunicam-se por saídas seriais RS-485. Utilizados pela primeira vez, na fábrica da Coca-Cola em Cuiabá, ainda não se tinha, à época, uma exata noção de como isto viria a mudar o conceito de gerenciamento de energia.

Segundo Moura et al (2003), nos Estados Unidos e Europa os controladores de demanda são vastamente utilizados pela indústria e por outros estabelecimentos onde a demanda entra na composição do custo da energia elétrica. No Brasil as concessionárias disponibilizam medidores eletrônicos com saída lógica para usuário apenas para os consumidores horo-sazonal. Este tipo de medidor permite a aquisição das informações necessárias para o controle de demanda. Para os demais consumidores, o sistema de medição não possui nenhuma interface para o usuário. Este é um dos motivos que faz com que a grande maioria dos controladores de demanda estejam instalados em consumidores horo-sazonal (Almeida & Oliveira 2003). A Figura 7 mostra um dos vários modelos de controladores de demanda disponíveis no mercado.



*Figura 7: Controlador eletrônico de demanda*

Para Franco (1999) existem duas razões para se gerenciar a energia de uma instalação: reduzir a conta de energia, e aumentar a produtividade. A importância do gerenciamento de energia vem crescendo porque, além da redução na conta de energia, atualmente já é possível alcançar grandes ganhos de produtividade, facilitando a manutenção e a operação das plantas.

A redução na conta se dá otimizando os contratos de demanda, eliminando as ultrapassagens de demanda e os ajustes de fator de potência. No que se refere a alcançar ganhos de produtividade, isto ocorre em virtude da riqueza de informações disponibilizadas pelos sistemas.

A Figura 8, por exemplo, ilustra o comportamento das demandas (ativa e reativa) e do fator de potência a cada 60 segundos, num ponto de uma instalação elétrica.

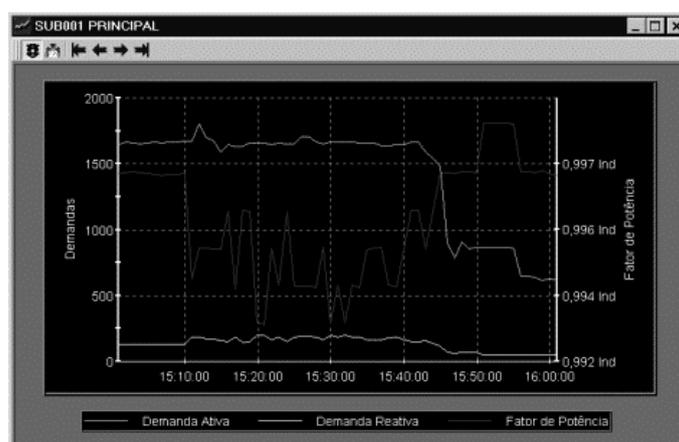


Figura 8: Sistema de gerenciamento de energia on line.

Fonte Engcomp

A riqueza de informações e detalhes permite a supervisão total do fluxo de energia na instalação, inclusive alimentando sistemas de gestão empresarial (ERP) em tempo real.

A competitividade da economia globalizada obriga as empresas a conhecer detalhadamente seus custos de energia, rateando-os entre os vários setores (centro de custos) da planta. Mas, para que isto possa ser feito, é necessário instalar medidores eletrônicos ou transdutores digitais em cada ponto de interesse. Estes instrumentos medem várias grandezas simultaneamente, são ligados em rede RS-485, e comunicam-se através do protocolo *Modbus* RTU. As soluções mais modernas utilizam protocolo de comunicação TCP/IP. Atualmente existem vários fabricantes para este tipo de instrumento no Brasil (ESB, Yokogawa, Kron, Hartmann-Braun, Elcontrol e Eletrex), e alguns destes fabricantes possuem até mais de um modelo para esta finalidade.

Muitas empresas utilizam sistemas para supervisionar seus parques produtivos (Wizcon, Fix, Intouch, Factory Link, Unisoft, Elipse e outros), é indiscutível a utilidade destes sistemas e é fundamental que outros sistemas de gerenciamento possam se comunicar diretamente com estes sistemas de supervisão, por meio da rede local.

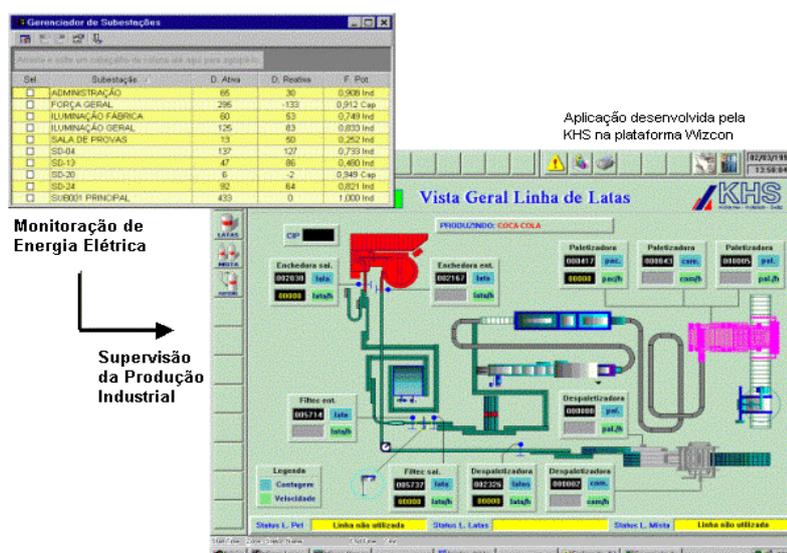


Figura 9: Interação entre um sistema de supervisão e um de gerenciamento de energia

Com ferramentas de análise de custos estatística e gerenciamento apropriadas, a administração da planta terá todas as informações para fazer um perfeito custeio do produto acabado, seja por lotes ou turnos de produção, e ainda dimensionar, por exemplo, a expansão de bancos de capacitores, estimar novos valores ideais para as demandas contratadas junto à concessionária, determinar potenciais de economia, simular transferência ou instalação/retirada de novas máquinas, além de visualizar todas as informações sob a forma de gráficos ou tabelas.

A literatura técnica especializada é vasta em exemplos de casos bem sucedidos da aplicação de controladores de demanda, Moura et al (2003); Estremote & Santos (2002), onde a parcela de energia elétrica, enquanto insumo de produção, em MWh por unidade produzida, é reduzida com a instalação de controladores de demanda, e também de exemplos da viabilidade técnica e econômica de implantação de sistemas misto, utilizando um controlador automático para gerenciamento da demanda em conjunto com um gerador de

energia elétrica movido por um motor a combustão, neste caso, utilizado como substitutivo energético no horário de ponta do sistema.

O avanço da tecnologia, principalmente dos microprocessadores e das telecomunicações, possibilitou o monitoramento dos parâmetros elétricos, como consumo e demanda a distância, centralizando as informações através de redes lógicas locais, as intranet's, ou em locais remotos utilizando-se a internet. Almeida & Oliveira (2003), conduziram um projeto que envolveu a instalação e operação de um sistema de gerenciamento do consumo e qualidade de energia na Universidade de Brasília, utilizando rede lógica, com o intuito de avaliar a sua viabilidade técnica e econômica. O estudo que abrangeu medidores, registradores de pulso, protocolos e *interfaces* de comunicação e ainda *softwares* de gestão de consumo de energia, conclui pelo bom funcionamento do sistema como um todo.

Até pouco tempo atrás, a implantação de sistemas de gerenciamento de energia no âmbito de grupos corporativos com unidades distribuídas em diversas regiões do país, ou de sistemas pontuais de médio e grande porte esbarravam no fator alto custo de infra-estrutura de instalação. Entretanto, com o avanço da tecnologia na área de comunicação de dados e com o advento das redes corporativas locais / Intranet em todas as empresas. (...) Com o último lançamento da família de equipamentos Compact Energy, disponibilizamos produtos avançados já com porta de comunicação Ethernet / TCP-IP, facilitando a sua interligação às redes corporativas dos clientes. (...) este recurso ganhou a importância para o uso em redes Intranet, possibilitando a interligação entre vários sites com centralização dos dados gerenciais (p. ex: matriz, escritórios centrais, etc.): (acs 2004)

Além do gerenciamento pelo lado da demanda, a gestão da energia deve adotar medidas que levem à eficiência energética. Para Soares *at al* (1999), um programa de eficiência energética deve ser iniciado pelo diagnóstico energético da empresa, quando será avaliado, inclusive, o potencial de ganho com as medidas propostas, a fase seguinte, de implementação das medidas, é composta de uma série de etapas englobando especificações técnicas de equipamentos, memorial descritivo das alterações das instalações, acompanhamento da compra, comissionamento e testes dos equipamentos e elaboração de um plano educacional para conscientização dos envolvidos. A medição dos resultados é feita comparando o desempenho anterior e posterior à

implantação das ações para quantificar os ganhos obtidos com a redução do consumo.

Ainda segundo Soares (1999) a utilização desta metodologia em uma empresa de tratamento de efluentes industriais no Polo Petroquímico de Camaçari, resultou na redução de 10,85% do consumo total de energia elétrica da empresa, e uma taxa de amortização do capital investido de 47,07%, apontando para um tempo de retorno do capital investido de aproximadamente 14 meses.

A conservação da energia elétrica leva à exploração racional dos recursos naturais. Isso significa que, conservar energia elétrica ou combater seu desperdício é a fonte de produção mais barata e limpa que existe, pois não agride o meio ambiente. Desta forma, a energia conservada, por exemplo, na iluminação eficiente ou no motor bem dimensionado, pode ser utilizada para iluminar uma escola ou atender a um hospital, sem ser jogada fora.

## 2.8. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

Os argumentos do fundador da economia política, o filósofo Adam Smith (1723-1790), dois séculos depois de enunciados, ainda mantêm coerência e são fonte de inspiração para muitos outros autores. Em um dos seus argumentos mais contundentes Smith trata da imagem metafórica da "mão invisível" que regula os mercados.

Apesar de as decisões numa economia de mercado serem tomadas de modo centralizado pelos produtores, segundo seus próprios interesses egoístas, elas levam à consecução dos melhores interesses do conjunto da sociedade. A mão invisível do livre comércio é que dá coerência e eficácia a essas decisões e compatibiliza interesses privados e o bem público. O principal motivo para isso é que a elevação da produtividade permite que todos ganhem. (ADAM SMITH)

A necessidade de mudanças, devidas aos desafios impostos pelo mercado às empresas industriais, onde a competição torna-se cada vez mais acirrada, fará com que as empresas que não se adaptarem às novas premissas tornem-se menos competitivas, perdendo mercado e colocando em risco a sua própria sobrevivência.

Na atual conjuntura do setor de energia elétrica nacional e da competitividade crescente que se verifica no mercado consumidor em geral o planejamento irá requerer, mais do que nunca, a adoção do gerenciamento estratégico e de uma postura dinâmica ao invés de estática. (Boresntein & Camargo, 1997).

O gerenciamento estratégico deverá, continuamente, monitorar o planejamento adaptando a empresa às mudanças ocorridas no ambiente onde ela atua. A melhor forma de planejar para incertezas futuras é postular uma série de cenários plausíveis e preparar respostas flexíveis para cada um deles. Pouco será conseguido se o melhor plano estratégico não puder ser implementado porque o planejamento de curto e médio prazo não dá suporte ao mesmo.

Muitos autores já começaram a reconhecer e chamar a atenção para o papel estratégico que a função manufatura deve ter na competitividade da organização como um todo. As organizações que estão conduzindo as mudanças no gerenciamento da manufatura estão obtendo importantes vantagens competitivas, destaca Skinner (1985).

Para Corrêa & Gianesi (1993), as razões que levaram ao atual movimento de revalorização do papel da manufatura no atendimento dos objetivos estratégicos das empresas devem-se a três razões principais:

- Uma crescente pressão por competitividade que os mercados regionais e mundiais têm demandado das empresas, com a queda de barreiras protecionistas e o surgimento de novos concorrentes a nível mundial;
- O potencial competitivo que representa o recente desenvolvimento de novas tecnologias de processo e de gestão de manufatura, como os sistemas de manufatura integrada por computador e os sistemas flexíveis de manufatura; e,
- O melhor entendimento do papel estratégico que a produção pode e deve ter no atendimento dos objetivos globais das empresas.

Uma estratégia de manufatura visa, segundo Skinner (1969), proporcionar vantagens competitivas para a organização. Neste sentido a contribuição da função produção em uma empresa é vital, "pois ela dá à organização uma vantagem baseada em produção" (Slack et al, 2002).

Slack et al (2002) cita cinco dimensões onde o objetivo de desempenho é fundamental na consecução dessa vantagem, são elas: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo.

Embora seja difícil, em curto prazo, atingir um alto grau de desempenho em todas estas dimensões deve-se, inicialmente, procurar atingir alto grau de desempenho em pelo menos uma e, a partir daí, a longo prazo, buscar a excelência em todas as outras e, conseqüentemente, a excelência da manufatura.

Um dos objetivos de desempenho citado por Slack (2002) é a vantagem a ser obtida na minimização dos custos. Esse critério, na maioria das vezes, influencia diretamente na capacidade competitiva da empresa, por esse motivo, os custos merecem especial atenção.

Para Corrêa & Gianesi (1993), custos baixos de manufatura têm importância estratégica, pois, se por um lado, podem determinar a redução do preço de venda, possibilitando uma maior participação do produto no mercado, por podem, em determinadas condições de mercado, ser transformados em aumento da margem de lucro, possibilitando a reinversão dos recursos obtidos na melhoria contínua dos processos como forma de se alcançar outras vantagens competitivas.

Sendo a composição dos custos do produto o resultado dos custos da mão-de-obra, máquinas e insumos, a redução de um ou mais destes fatores resultará na redução do custo final do produto.

### 2.8.1. Os Sistemas de Produção

De uma forma geral, um sistema de produção é a maneira como a empresa realiza suas operações de produção, organizando de forma lógica as diversas etapas do sistema produtivo.

Segundo Wilde (1991) *apud* Severiano (2003), um sistema de produção pode ser definido como a configuração de recursos combinados, para a provisão de bens ou serviços, cujas principais categorias de recursos são as matérias primas, os equipamentos, a mão-de-obra e os produtos associados ao sistema da produção.



*Figura 10: Sistema físico de Produção.*

*Fonte: Adaptado de Severiano Filho (2003).*

Para Moreira (1998) um sistema de produção é um conjunto de atividades e operações interligadas envolvidas no processo produtivo.

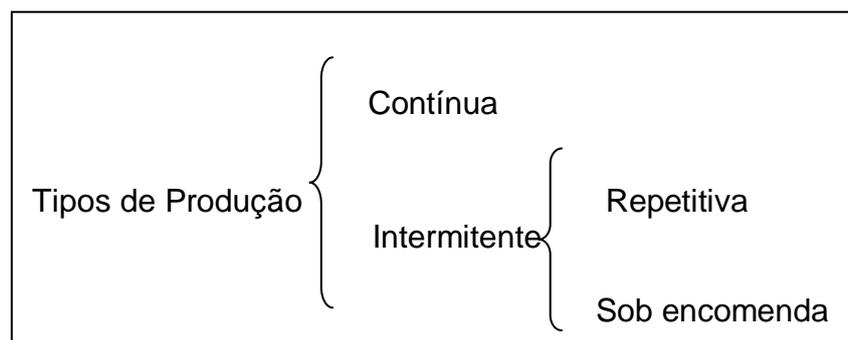
Na consecução das atividades do Sistema de Produção torna-se necessária a sua divisão em alguns subsistemas, que, relacionando-se entre si, são a operacionalização dos planos de produção. Para Harding (1992) a produção abrange os seguintes subsistemas:

- a. entrada;
- b. saída;
- c. planejamento; e,
- d. controle.

A entrada envolve a mão-de-obra, os materiais, a energia e o capital. A mão-de-obra refere-se ao pessoal envolvido na produção, considerada a parte mais importante do subsistema. Os materiais fornecem os suprimentos operacionais para o processo de transformação. Na energia, estão os recursos necessários ao processamento, aí envolvidos luz, água e outros suprimentos. Finalmente, o capital viabiliza financeiramente a produção e interrelaciona-se com o sistema financeiro da empresa visando o objetivo de lucro.

A saída é a responsável pela expedição e distribuição dos bens e/ou serviços produzidos. É através desse subsistema que é obtido o retorno financeiro pela produção da empresa.

Os subsistemas de planejamento e de controle estão intimamente ligados. O primeiro, diz respeito ao planejamento de quantidade, qualidade e tempos de produção, enquanto o segundo, conforme Erdmann (1998), “é incumbido da inspeção, manutenção, custos, processos e estoques, para assegurar conformidade dos objetivos e planos”.



*Figura 11: Classificação dos Sistemas de Produção,  
Fonte Russomano (1995)*

Segundo Russomano (1995), de uma forma geral, podem-se classificar as empresas industriais de acordo com o tipo de produção empregada. Os sistemas de produção são divididos em duas grandes categorias: contínua e intermitente.

#### 2.8.1.1. Sistema de Produção Contínua:

Este tipo de produção é caracterizado pela inflexibilidade do processo, grande volume de produção, alta padronização dos produtos e produção de grandes lotes de cada vez.

#### 2.8.1.2. Sistema de Produção Intermitente:

Estes sistemas são mais flexíveis e permitem a produção de uma ampla variedade de produtos. Estes sistemas estão subdivididos em duas categorias:

i) Sistema de Produção Intermitente Repetitivo ou Produção em Lotes:

Caracterizada por produzir uma quantidade limitada de um tipo de produto de cada vez (denominada lote de produção). Cada lote é previamente dimensionado para assim poder atender a um determinado volume de vendas previsto para um dado período de tempo. Neste tipo de produção, o plano de produção é feito antecipadamente, podendo assim a empresa melhor aproveitar seus recursos com maior grau de liberdade.

ii) Sistema de Produção Sob Encomenda ou Por Projeto:

Caracterizada por atender a necessidade de um cliente específico. Os pedidos são em geral de natureza não repetitiva e as quantidades podem variar de uma unidade a algumas centenas. Neste tipo de produção, cada pedido usualmente acarreta uma grande variedade de operações, e o andamento em geral não segue nenhum plano padronizado ou rotineiro. É pois a encomenda ou o pedido efetuado que vai definir como a produção deverá ser planejada e controlada, sendo portanto esta etapa do planejamento e controle de produção muito complexa.

Como se pode observar, o que determina o sistema de produção a ser adotado na empresa é o tipo de produto que vai ser produzido. Obviamente a adoção de um determinado sistema de produção apresenta certas vantagens e desvantagens. Em muitos casos, dado à diversidade de produtos, as empresas mantêm sistemas de produção mistos.

Assim, a produção contínua é o sistema onde há maior continuidade no processo produtivo, já a produção por lotes representa o sistema intermediário, onde a continuidade e a descontinuidade se alternam, enquanto a produção por encomenda é o sistema onde ocorre maior descontinuidade na produção.

## 2.8.2. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

MOREIRA (1998) define a Administração da Produção como “o campo de estudo dos conceitos e técnicas aplicáveis à tomada de decisões na função produção”.

Para SLACK et al (2002) a Administração da Produção tem como função principal reunir os insumos e seguir um plano que utilize os materiais, a capacidade e conhecimentos disponíveis.

### 2.8.2.1. Planejamento e Controle da Produção

Em um sistema de manufatura, toda vez que são formulados objetivos, é necessário formular planos de como atingi-lo, organizar recursos humanos e físicos necessários para a ação, dirigir a ação dos recursos humanos sobre os recursos físicos e controlar esta ação para a correção de eventuais desvios.

No âmbito da Administração da Produção, este processo é realizado pela função de Planejamento e Controle da Produção (PCP).

Apesar de não haver um único conceito universal sobre PCP, todos eles convergem na mesma direção, isto é, indicam que ele constitui-se num sistema de informações que comanda e coordena o processo produtivo, objetivando atender aos requisitos de qualidade, quantidade e tempo a um custo mínimo, e proporcionar o *feedback* dos resultados atingidos. Um bom sistema de PCP otimiza o uso dos recursos produtivos, proporciona fluidez à produção e garante a eficiência do processo.

De acordo com Slack (2002), o propósito do PCP é garantir que a produção ocorra eficazmente e produza bens e serviços como deve.

Zaccarelli (1992) conceitua a programação e controle da produção, como “um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos da empresa”.

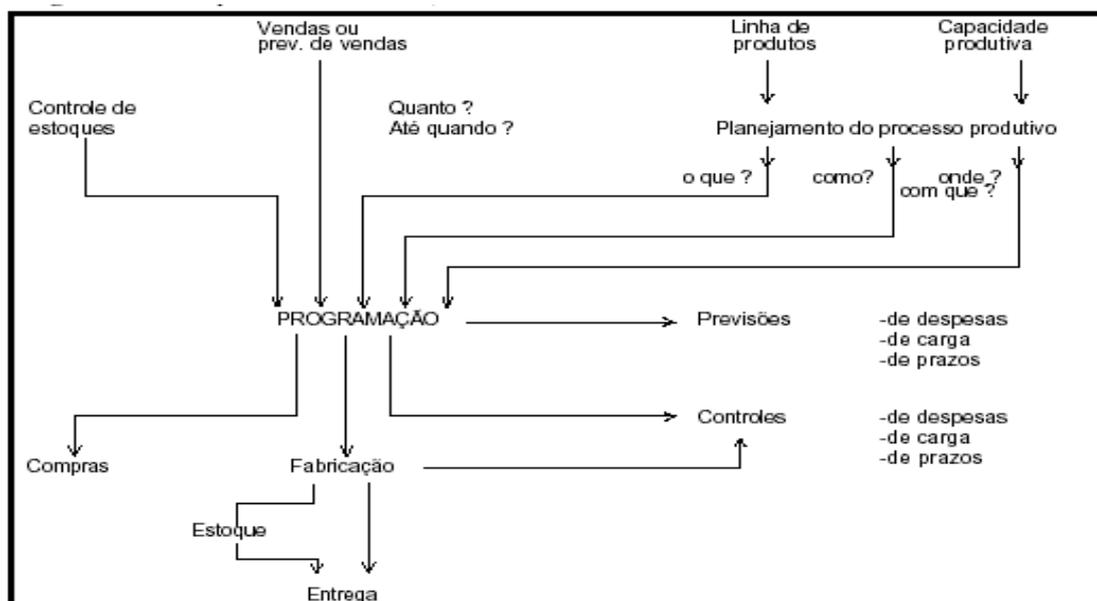


Figura 12: Fluxo Primário de informações

Fonte: Zaccarelli (1992)

Buffa (1972) atenta para a necessidade de o PCP ser um planejamento integrado, isto inclui as preocupações desde a previsão de vendas, passando pela determinação da capacidade das instalações até chegar ao *feedback* proporcionado pelo controle. Nesse conceito de planejamento integrado, o autor inclui a programação que é a expansão do planejamento, porém referente a prazos curtos.

Ao escrever sobre planejamento e controle da produção, Harding (1992) afirma que o seu objetivo é cumprir as datas de entrega a um custo mínimo, através do planejamento da seqüência das atividades da produção. Já os controles atuam como fiscalizadores das atividades, desde a elaboração dos planos de comercialização de longo prazo até a elaboração dos relatórios dos resultados atingidos.

Machline *et al* (1986) descrevem o PCP como uma “função administrativa que tem por objetivos fazer os planos que orientarão a produção e servirão de guia para o seu controle”.

De acordo com Machline *et al* (1986) o Planejamento e Controle da Produção determinam o que, quanto, como, quando e onde e quem irá produzir, ou seja, administra os recursos produtivos de forma a atender melhor os planos

estabelecidos em níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção. Esses níveis são: estratégico, tático e operacional. No nível estratégico, para o planejamento a longo prazo, formula-se o Plano Estratégico da Produção, que gerará um Plano de Produção. No nível tático, para o planejamento a médio prazo, tem-se a criação do Planejamento Mestre de Produção, gerando o Plano Mestre de Produção (PMP). No nível operacional, o PCP elabora a Programação da Produção e executa o Acompanhamento e Controle da Produção.

Para Moreira (1998), O PCP pode ser dividido em três etapas: Planejamento da Capacidade, Planejamento Agregado e Plano Mestre de Produção. O Planejamento da Capacidade refere-se ao longo prazo, quando são determinados o tamanho e a capacidade das instalações para atingir os níveis máximos de produção. O Planejamento Agregado atua no médio prazo, e procura conciliar a restrição da capacidade com a previsão de demanda. Nesse momento são determinadas as quantidades a fabricar, porém de maneira agregada, sem grandes especificações. Finalmente, no Programa Mestre de Produção é que são estabelecidas as datas de entrega, o seqüenciamento da produção, a especificação exata do produto e liberada a produção.

Em suma, o PCP é o responsável pela organização e pela sistematização do processo, levando a empresa a produzir melhor, mais rápido e com menor custo.

Observa-se que o PCP é por vezes denominado Planejamento e Controle da Produção, outras vezes programação e Controle da Produção e ainda Planejamento, Programação e Controle da Produção. Erdmann, (1998) cita que, apesar de serem originalmente semelhantes, planejamento e programação podem assumir funções distintas: “a primeira poderá estar ligada a projeções gerais e de longo prazo, enquanto a segunda refere-se ao dia-a-dia ou horizontes mais restritos” (p.35).

Já o controle é um órgão verificador e corretor dos rumos da produção. “Ao controle, no sentido restrito do termo compete a verificação de todas as atividades e etapas, comparando o que for realizado com o que tiver sido projetado, adotando as medidas necessárias a que os rumos sejam mantidos” (Erdmann, 1998 p.35).

A dinamicidade do PCP exige que tanto na função planejamento quanto na função programação estejam intimamente interligadas. Essa característica ilustra a necessidade de integração em todas as instâncias do planejamento e a veracidade de todas as informações requeridas.

Erdmann (1998, p.38 e 39) estruturou as funções do planejamento, programação e controle da produção. É válido lembrar que o planejamento refere-se a prazos mais longos, preocupando-se com o projeto do produto, o projeto do processo e a definição global de quantidades, enquanto a programação e o controle ocupam-se com o dia-a-dia da produção, exigindo, por sua vez, maior precisão. Essas funções acionam e acompanham a produção.

#### 2.8.2.2. Planejamento Estratégico

Planejar estrategicamente é obter condições de respostas rápidas e eficazes em situações de oportunidades e ameaças em que uma empresa se encontra, melhorando, assim sua vantagem competitiva.

Segundo Slack *et al.*(2002) “Estratégia é o padrão geral de decisões e ações que posicionam a organização e seu ambiente e que pretende alcançar suas metas a longo prazo”

De acordo com Tubino (1999), no nível corporativo as estratégias são definidas indicando em quais áreas a empresa pretende atuar, as vantagens competitivas e os recursos que serão alocados para cada área. No nível funcional, as estratégias definem as políticas de produção que deverão consolidar as estratégias corporativas e competitivas da organização e servirão como base para a elaboração do Plano de Produção.

O planejamento estratégico refere-se, portanto, ao planejamento de longo prazo da organização.

#### 2.8.2.3. Plano Mestre de Produção

O Planejamento Mestre da Produção (PMP) é o componente da estrutura global do planejamento, que guiará as ações do sistema de manufatura no curto prazo, estabelecendo quando e em que quantidade cada produto deverá

ser produzido no horizonte de planejamento. Este horizonte pode variar, no entanto quanto menor for o horizonte de tempo maior será a acuracidade do PMP.

Segundo Tubino (2000), o Plano Mestre de Produção está na fase intermediária do planejamento estratégico e as atividades operacionais. Sua função é desmembrar os planos estratégicos de longo prazo em planos específicos de médio prazo para produtos acabados, que formalizará as decisões tomadas quanto às necessidades de produtos acabados para o período considerado.

A elaboração do PMP envolve a troca de informações de todas as áreas da manufatura, tais como Marketing, informações do plano de vendas, Engenharia, padrões de tempo e consumo de material, Produção, capacidade das instalações, Compras, logística de fornecimento e Recursos Humanos, recrutamento e capacitação do pessoal etc. A consolidação destas informações fornece a base para a elaboração do Plano Mestre de Produção.

O PMP dará o suporte para a elaboração da Programação da Produção no nível operacional de curto prazo.

#### 2.8.2.4. Programação da Produção

Segundo Moreira (1998), os objetivos da Programação da Produção são:

- Permitir que os produtos tenham a qualidade especificada
- Fazer com que as máquinas e pessoas operem com os níveis desejados de produtividade
- Reduzir os estoques e os custos operacionais
- Manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente.

Para Tubino (2000) a Programação da Produção define quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item para a fabricação dos produtos acabados propostos no plano a partir do Plano Mestre de Produção e dos registros de controle de estoque.

Ainda segundo Tubino (2000), a Programação da Produção é dividida em três atividades: Administração de Estoques, Seqüenciamento e Emissão de Ordens de Fabricação.

- Administração de Estoques

Na opinião de Tubino (2000), a análise do giro de estoque é um dos melhores indicadores de desempenho da eficiência dos sistemas produtivos. Quanto menor o nível do estoque melhor a flexibilidade do sistema.

- Seqüenciamento, emissão e liberação de ordens.

Para atender as necessidades de compra, fabricação e montagem dos itens especificados no PMP, são emitidas ordens de compra, fabricação e montagem para os respectivos setores. O seqüenciamento das ordens tem a função de adequar a programação aos recursos (máquinas, homens, instalações etc.), a partir daí tem-se a liberação das ordens de produção.

Segundo Slack *at al.* (2002), a atividade de seqüenciamento tem a finalidade de determinar a ordem em que as tarefas serão executadas. As prioridades dadas ao trabalho em uma operação são, normalmente, orientadas por um conjunto de regras pré-definidas. Tubino (2000) afirma que as informações mais importantes são as relacionadas com o tempo de processamento e com a data de entrega, que podem ser estabelecidas com base nas informações dos produtos finais ou de lotes individuais.

Geralmente, a eficiência do seqüenciamento é medida com base em três fatores: *lead time* médio, atraso médio e estoque em processo médio.

Ao serem liberadas as ordens, passa-se para a execução do programa, iniciando-se a atividade de acompanhamento e controle da produção.

- Acompanhamento e Controle da Produção

O objetivo do Acompanhamento e Controle da Produção é fornecer uma ligação entre o planejado e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios e fornecendo subsídios para as ações corretivas.

O Acompanhamento e Controle da Produção fecham o ciclo das atividades realizadas pelo PCP, e serve de suporte ao sistema produtivo, garantindo que as atividades planejadas e programadas para o período sejam cumpridas.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGIA**

Este capítulo tem o propósito de definir a metodologia utilizada na realização deste trabalho. Apresenta-se aqui o tipo de estudo, o método e a técnica de levantamento de dados, instrumentos utilizados, e ainda as etapas, finalidades e passos do método de trabalho proposto.

### **3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Um projeto de pesquisa pode ser definido como um plano de ação, desenvolvido em diversas etapas, incluindo-se aí, a pesquisa bibliográfica, a coleta e a análise dos dados relevantes, que parte de um conjunto inicial de questões a serem respondidas e que conecta os dados empíricos às questões iniciais do estudo às suas conclusões.

Conforme consta no dicionário Larousse (1999) “método é a maneira ou o modo utilizado para se atingir um determinado objetivo, e metodologias são as regras e os procedimentos adotados por um determinado método”. Por meio da literatura, sabe-se da existência de vários métodos. Dentre os principais métodos podem ser citados: estudo de caso, experimentos, levantamentos, pesquisas históricas, análises de informações e arquivos.

De acordo com Gil (2006) as pesquisas podem ser classificadas em três grupos: exploratório, descritivo e explicativo. Baseado nesta classificação, o presente trabalho poderá ser enquadrado no grupo das pesquisas exploratórias, que segundo Triviños (1987), permitem aumentar o conhecimento em torno de um determinado problema e aprofundar o estudo em torno de uma realidade específica, e ainda como uma pesquisa descritiva, no que tange à necessidade de descrever as características do fenômeno e estabelecer as relações entre as variáveis envolvidas.

Quanto à abordagem, esta, será do tipo qualitativa, devido à forma que se pretende dar ao tratamento dos dados, levando-se em conta algumas características estabelecidas por Triviños (1987):

- A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento chave.
- O pesquisador, neste tipo de pesquisa, encontra-se preocupado com o processo e não simplesmente com os resultados ou o produto final.
- O pesquisador tenta analisar os dados intuitivamente.

Na visão de Triviños (1987), a pesquisa qualitativa, em geral, não tem preocupação com a amostragem, e que, ao invés da aleatoriedade, o pesquisador pode intencionalmente, baseado num conjunto de fatores e condições específicas, decidir sobre o tamanho da amostra.

Quanto à natureza do estudo, optou-se pelo estudo de caso que, para Yin (2002), “é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Yin (2002) destaca ainda que, em geral, os estudos de casos representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

Gil (2006) orienta que na aquisição dos dados para um estudo de caso é comum proceder partindo-se da leitura de documentos existentes sobre o assunto, passando pela observação dos fatos e, posteriormente, a realização da entrevista. Assim este trabalho está baseado em informações sobre o consumo de energia e a produção no período considerado, e ainda em entrevistas e visitas à planta industrial.

Portanto, este trabalho, em sua forma de pesquisa exploratória, qualitativa e de estudo de caso, teve como eixo central conhecer e compreender os métodos de programação da produção e a forma como estes podem ser relacionados com o consumo de energia elétrica nas empresas pesquisadas, e se podem contribuir para o consumo eficiente de energia elétrica.

### 3.2. ETAPAS DA PESQUISA

A estrutura do método da pesquisa foi composta por cinco etapas.

#### i. Fundamentação teórica

A primeira etapa consistiu na fundamentação teórica, com a revisão bibliográfica encontrada em livros, artigos, relatórios de pesquisas, estudos de casos etc. Esta etapa foi necessária para aprofundar o conhecimento sobre o tema escolhido.

#### ii. Definição da empresa

A segunda etapa foi a escolha da amostra dentro do universo pesquisado. O universo pesquisado foram as empresas de manufatura localizadas na região do Cariri no estado do Ceará, cadastradas na FIEC (Federação das Indústrias do Estado do Ceará).

Ramo de atividade	Nº de Empresas	Micro	%	Pequena	%	Média	%	Grande	%
Alimentos e Bebidas	99	91	91,9	7	7,1	1	1,0	0	0,0
Calçados	74	51	68,9	18	24,3	4	5,4	1	1,4
Artigos de Vestuários e acessórios	64	56	87,5	7	10,9	0	0,0	0	0,0
Metalúrgico	31	26	83,9	5	16,1	0	0,0	0	0,0
Minerais e Não-Metálicos	24	15	62,5	8	33,3	1	4,2	0	0,0
Artigos do Mobiliário	21	19	90,5	2	9,5	0	0,0	0	0,0
Produtos de Madeira	15	15	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Borracha e Plástico	14	8	57,1	5	35,7	1	7,1	0	0,0
Produtos Químicos	9	8	88,9	1	11,1	1	11,1	0	0,0
Edição e impressão	7	6	85,7	1	14,3	0	0,0	0	0,0
Produtos Têxteis	6	6	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Metal-Mecânico	4	2	50,0	1	25,0	1	25,0	0	0,0
Construção Civil	3	3	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Couros e Peles	3	1	33,3	2	66,7	0	0,0	0	0,0
Eleto-Eletrônico	2	1	50,0	1	50,0	0	0,0	0	0,0
Extração de Minerais não Metálicos	1	1	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Produção e distribuição de Gás, Água e Eletricidade	1	0	0,0	1	100,0	0	0,0	0	0,0
Demais Setores	33	27	81,8	5	15,2	0	0,0	0	0,0
Total	411	336		64		9		1	

Quadro 3: Distribuição de Porte Segundo Setor Produtivo na Região do Cariri

Fonte: FIEC/ Centro Internacional de Negócios/Guia Industrial do Ceará (2001)

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, a empresa pesquisada deveria atender a um conjunto de critérios necessários ao desenvolvimento do trabalho. Os critérios foram estabelecidos com base no sistema de produção utilizado, no consumo de energia e na disponibilidade de dados de produção.

Quanto ao sistema de produção, foi definido que deveria ser do tipo intermitente com produção em lotes. Este tipo de produção foi escolhido por suas características de variação no carregamento das linhas de produção. Era de se esperar que esta variação também provocasse variações nas solicitações de demanda de energia elétrica.

Com relação ao consumo de energia elétrica, era necessário que a empresa tivesse um consumo significativo, e que houvesse a possibilidade de se obter informações sobre este consumo. Desta forma ficou estabelecido que a empresa deveria pertencer ao grupo A, que são empresas com carga instalada acima de 75 kW, também porque neste tipo de consumidor a COELCE instala medidores eletrônicos com memória de massa.

Outro fator decisivo para o desenvolvimento do trabalho foi a disponibilidade dos dados de produção na forma de planilhas horárias. Estes dados possibilitaram a comparação entre a produção e a demanda de energia elétrica.

### iii. Aquisição dos dados.

Para a realização do trabalho foram utilizados os seguintes dados:

- a. Demanda e consumo de energia elétrica;
- b. Produção da empresa;
- c. Processo de produção; e,
- d. Características da empresa.

Os dados sobre a demanda e o consumo de energia foram utilizados na análise da utilização da energia elétrica requerida pela empresa. Estes dados foram obtidos junto à Companhia Energética do Ceará, COELCE.

Estes dados são armazenados na memória de massa dos medidores eletrônicos de energia elétrica instalados nas empresas classificadas como consumidores do grupo A, e podem ser fornecidos, na forma de planilhas eletrônicas, mediante autorização do representante legal da empresa.

Os dados da produção possibilitaram verificar a variação da produção no período considerado. Foram obtidos nas planilhas de controle da produção fornecidas pela própria empresa. Nestas planilhas estão registrados os volumes de produção de cada uma das linhas de produção em intervalos de uma hora.

Além destes dados, foram realizadas diversas entrevistas com o pessoal lotado no PCP e na manutenção, e ainda observações diretas na planta industrial.

As visitas à planta industrial permitiram observar melhor os detalhes dos processos de produção, o *layout* das linhas e suas especificidades e o regime de funcionamento das máquinas e motores elétricos com o intuito de se detectar os fatores que mais contribuem no consumo e demanda de energia.

As entrevistas foram estruturadas de forma a obterem-se informações sobre a empresa e suas características, tais como números de empregados, itens produzidos, quantidades, capacidade das linhas, processos e métodos de planejamento e controle da produção utilizado, e ainda sobre as instalações elétricas da fábrica, capacidade da subestação, carga instalada, e demanda contratada.

#### iv. Análise e interpretação dos dados

Nesta etapa, os dados sobre a produção e as grandezas elétricas juntamente com as informações das entrevistas e observações diretas foram tratados e analisados.

Para facilitar a análise dos dados, as planilhas de demanda de energia elétrica e produção foram agrupados em uma única planilha. Como os registros de produção estavam em intervalos de uma hora e o de demanda em intervalos de 15 minutos, para uniformizar a base horária, optou-se por calcular a demanda média de cada intervalo de uma hora.

Os fatores analisados foram:

a. Demanda de Energia:

A partir dos registros de demanda obtidos do medidor de energia, calculou-se o fator de carga da instalação, que foi comparado com o fator típico para a indústria de refrigerantes. Esta comparação permite avaliar a utilização da energia elétrica na planta industrial em estudo.

Com estes mesmos dados, traçou-se a curva de demanda, também chamada de curva de carga da instalação. Esta curva permite uma avaliação visual da utilização da energia elétrica e a identificação dos picos de demanda. Finalmente, classificando-se de forma adequada os dados de demanda, foi possível verificar, numericamente, as variações da demanda de energia elétrica, principalmente quanto à recorrência do valor máximo, verificando a sua adequação à demanda contratada.

b. Análise da produção:

Com os dados de produção, calculou-se a produção média mensal e semanal do período avaliado, e traçou-se a curva de produção onde se pôde verificar o comportamento da produção ao longo do período.

c. Relação entre demanda e produção:

Com a sobreposição das curvas de produção e de demanda, pôde-se verificar o comportamento desta com relação às variações ocorridas na produção, identificando-se as possíveis causas dos picos de demanda de energia.

d. Ajustes na programação da produção

Com base na carga instalada, calculou-se a demanda de energia elétrica estimada para diversos cenários de produção. Os valores calculados foram comparados com dados reais para a validação do cálculo.

Constatando-se a coerência entre os valores calculados e os valores reais, pôde-se então simular opções de programação da produção que possibilitassem a redução dos picos de demanda de energia elétrica.

## v. Conclusões

As conclusões sintetizam os resultados da análise e interpretação dos dados, inter-relacionando estes resultados com os objetivos propostos, e ainda apresenta sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste capítulo é feita a análise dos dados e as conclusões aplicadas à empresa pesquisada. Está dividido em quatro tópicos onde o primeiro apresenta a empresa e descreve os processos utilizados e a capacidade de produção das linhas; o segundo traz informações relevantes sobre o sistema elétrico da empresa e a forma como a energia elétrica é utilizada atualmente; o terceiro descreve como foi feita a análise dos dados coletados e o quarto conclui o capítulo com os resultados obtidos.

### **4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA**

A empresa analisada faz parte do setor de bebidas e está localizada na Região do Cariri – CE. Consiste de uma empresa familiar atuando no mercado há 31 anos, empregando atualmente 270 empregados.

Produz bebidas refrigerantes em quatro sabores engarrafados em dois tipos de vasilhames, os retornáveis, que são garrafas de vidro com 600 e 300ml e os descartáveis, que são garrafas de politereftalato de etileno (PET), com 2, 1 litro e 350ml.

Sua capacidade de produção é de sete milhões de litros de refrigerante por mês, destinados, principalmente ao mercado regional do Ceará.

Possui um setor de Planejamento e Controle da Produção, com 8 funcionários responsáveis pela programação e controle da produção e ainda pela distribuição do produto.

O processo de produção de refrigerantes consiste na preparação do xarope, onde um concentrado com sabor (concentrado simples) é adicionado a uma mistura de água com açúcar, aquecida a 85°C, e posteriormente diluído em água carbonatada, resfriada a 4°C, até chegar à concentração final desejada. Dos quatro sabores comercializados pela empresa, um provém de produção própria, sendo os demais adquiridos de fornecedores externos.

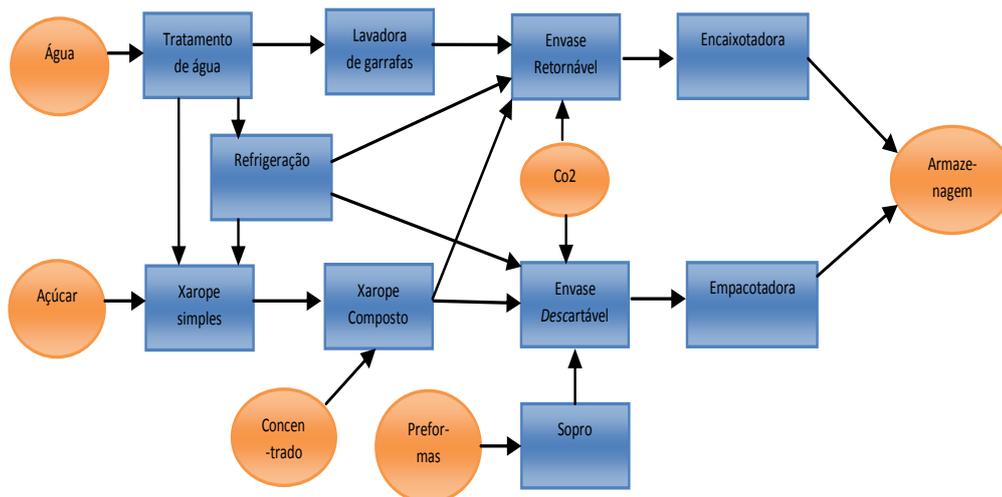


Figura 13: Fluxograma do processo

Toda a produção é do tipo repetitivo em lote, o qual, segundo Tubino (2000), caracteriza-se pela produção em média escala de itens padronizados em lotes.

As linhas de produção de envase de retornáveis, descartáveis e da sopradora, têm layout linear - com os postos de trabalho dispostos de acordo com as operações a serem realizadas, com pouca ou nenhuma flexibilidade para execução de operações diferentes nas linhas. Na xaroparia, o layout é do tipo celular, com postos de trabalho dispostos na seqüência das operações a serem realizadas, visando à fabricação de produtos com roteiros (família de produtos).

O engarrafamento dos refrigerantes é feito em duas linhas, a retornável, para as embalagens de vidro, e a descartável para as embalagens PET, que, por sua vez funcionam de forma independente.

A mesma planta industrial produz, além de refrigerantes, embalagens PET para atender sua demanda própria e a uma engarrafadora de Água Mineral pertencente ao mesmo Grupo.

Para a produção de garrafas PET, as pré-formas, pequenas ampolas de politereftalato de etileno, são pré-aquecidas, acondicionadas em um molde e infladas com um jato de ar de alta pressão (sopro). Para cada tipo de garrafa é utilizada uma pré-forma específica, adquiridas de fornecedores externos.

Os quantitativos de produção utilizados são o pacote, com 12 unidades, para as embalagens PET de 350 ml, 6 unidades para as embalagens de 1 e 2 litros, e a caixa com 24 unidades para as embalagens de vidro. A capacidade de produção varia em função do volume do vasilhame; na linha de retornáveis têm-se duas velocidades, 750cx/h para garrafas 600ml e 840cx/h para garrafas de 300ml; na linha de descartáveis têm-se três velocidades 960fd/h para 2 l, 1300fd/h para 1 l e 1000pct/h para 350ml, o que equivale a aproximadamente 10.000 e 11.000 litros por hora em cada linha respectivamente.

O planejamento da produção é feito mensalmente para atender as metas estabelecidas para as equipes de vendas. A programação de produção de um dos sabores, o produto principal da empresa, é feita semanalmente e ajustada diariamente para atender aos pedidos confirmados. A empresa não mantém estoque deste produto. Os outros sabores também têm programação de produção semanal, no entanto, como são produzidos apenas em dois dias da semana – terças e quintas – o ajuste da programação é feito para um horizonte de três dias, com a manutenção de estoques reguladores..

O funcionamento das linhas de produção de refrigerantes segue o horário comercial, das 7:00 às 17:00 horas de segunda a sexta e no sábado de 7:00 às 11:00 horas. Apenas a linha de produção de garrafas PET funciona 24 horas de segunda a sexta, e no sábado até as 14:00 h.

O seqüenciamento das ordens de fabricação dos produtos acabados, onde se determina a quantidade, o sabor e o volume da embalagem atende ao critério MDE (Menor Tempo de Entrega), onde, os lotes são processados de acordo com a data de entrega (Tubino, 2000).

#### 4.2. UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA

A instalação elétrica interna da planta industrial é do tipo radial, com quadros de distribuição de energia nos diversos setores da empresa. A carga instalada atual – soma das potências elétricas de todos os equipamentos ou aparelhos a motor - é igual 1.023 kW, (anexo 4), suprida por uma subestação

própria com potência de 650 kVA, atendida pela rede pública de energia em tensão primária de distribuição de 13,8 kV.

Em conformidade com a Resolução 456 (ANEEL, 2000), a empresa é classificada como unidade consumidora do Grupo A, com opção pela modalidade tarifária Horosazonal Verde, com demanda contratada de 530 kW.

A demanda de energia elétrica em uma instalação, é a soma das potências de todas as cargas que estão ligadas ao mesmo tempo em um dado instante. As cargas instaladas consistem das máquinas dos setores de produção, da iluminação, das tomadas dos setores administrativos etc.

Um cálculo teórico para o valor esperado da demanda máxima de uma instalação pode ser feito multiplicando-se a carga total instalada na empresa por um fator chamado de fator de demanda. Segundo a CP- 01 (COELCE 2002), o valor típico do fator de demanda para indústrias de refrigerantes é igual a 0,56. Para a empresa analisada, com potência instalada de 1023 kW, a demanda máxima esperada é de 572 kW, próximo ao valor máximo de 578 kW registrado no mês de maio de 2007.

Os dados sobre o consumo de energia e a demanda utilizada ficam armazenados na memória de massa dos medidores registradores eletrônicos, utilizados pelas concessionárias, e podem ser disponibilizadas para o consumidor mediante solicitação.

A partir dessas informações e com o auxílio de uma planilha eletrônica é possível traçar a curva de demanda, também chamada de curva de carga da instalação. Esta curva representa graficamente a utilização da energia elétrica em um dado intervalo de tempo.

#### 4.3. RESULTADOS DA EMPRESA AVALIADA

##### 4.3.1. Análise do Fator de Carga

O Quadro 4 apresenta uma tabela com uma amostra dos dados armazenados na memória de massa do medidor da COELCE instalado na empresa. Com estes dados é possível obter informações sobre a demanda e o fator de carga, entre outras.

Data: 29/05/2007    Leitora: 511017    Modelo: 0681 Hora: 11:31:28    Equipamento: 03452595    Versão: 7108 Relatório da memória de massa													
Reg.	Data	Hora	kW	C1	kvarIND	C2	kvarCAP	C3	SH	SR	FPot.	DCR	UFER
1026	01/05	00:00	122	106	45	39	0	0	F	L	94 L		
1029	01/05	00:15	121	105	45	39	0	0	F	L	94 L		
1032	01/05	00:30	121	105	46	40	0	0	F	L	93 L		
1035	01/05	00:45	113	98	54	47	0	0	F	C	90 L		
1038	01/05	01:00	113	98	66	57	0	0	F	C	86 L		
1041	01/05	01:15	114	99	76	66	0	0	F	C	83 L		
1044	01/05	01:30	115	100	82	71	0	0	F	C	82 L		
1047	01/05	01:45	113	98	74	64	0	0	F	C	84 L		
1050	01/05	02:00	111	96	68	59	0	0	F	C	85 L		
1053	01/05	02:15	113	98	74	64	0	0	F	C	84 L		
1056	01/05	02:30	112	97	71	62	0	0	F	C	84 L		
1059	01/05	02:45	111	96	70	61	0	0	F	C	84 L		
1062	01/05	03:00	112	97	75	65	0	0	F	C	83 L		
1065	01/05	03:15	112	97	75	65	0	0	F	C	83 L		
1068	01/05	03:30	111	96	76	66	0	0	F	C	82 L		
1071	01/05	03:45	115	100	81	70	0	0	F	C	82 L		
1074	01/05	04:00	114	99	79	69	0	0	F	C	82 L		

*Quadro 4: Dados do medidor registrador*

No cabeçalho são dadas as informações sobre a data e a hora em que os dados foram coletados, (data da leitura), o equipamento que efetuou a leitura, a leitora e o medidor, equipamento.

Nas colunas C1, C2 e C3 da tabela estão os parâmetros elétricos obtidos pelo registrador na forma de pulsos, que depois de multiplicados por constantes de conversão adequadas representam as demandas ativa, kW, reativa indutiva, kvarIND, e reativa capacitiva, kvarCAP, respectivamente, solicitadas pela instalação. Estes valores são coletados continuamente em intervalos de 15 minutos.

As colunas SH e SR indicam o status do horário com relação à horosazonalidade, P para o horário de ponta e F para o horário fora ponta e quanto à geração de reativos, C indica os horários em que são tarifadas as ultrapassagens de reativos capacitivos e L de reativos indutivos e a coluna FPot mostra o valor do fator de potência, cujo valor mínimo, permitido pela legislação atual, é igual a 0,92 tanto para reativos indutivos como capacitivos.

A Figura 14 mostra um gráfico com a curva de carga mensal da empresa pesquisada, referente ao período de primeiro a 31 de maio de 2007, traçada com os dados obtidos no registrador de demanda. Estão representados neste gráfico os valores médios da demanda de energia elétrica, em kW, em intervalos de uma hora. Muito embora os valores registrados pelo medidor estejam em intervalos de 15 minutos, optou-se por traçar um gráfico com intervalo de uma hora, uma vez que estas informações serão comparadas com os dados de produção que são registrados neste mesmo intervalo de tempo.

Pode ser observada, na Figura 14, uma grande oscilação na demanda de energia elétrica que, no período em análise variou de 2 kW a 578 kW.

O valor mínimo ocorreu em uma tarde de domingo, 20 de maio às 16h45min, no entanto, se for levado em conta apenas os horários em que há produção, o menor valor registrado foi igual a 16,5 kW na quarta feira 2 às 06 horas, e a máxima no dia 10 às 14h30min.

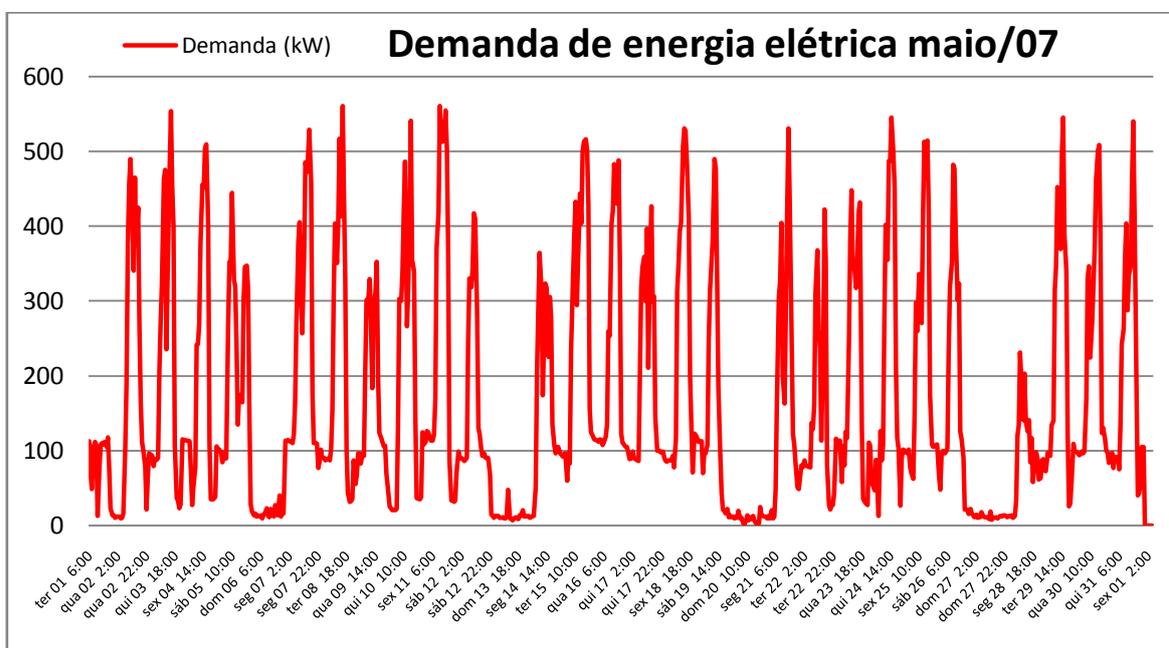


Figura 14: Curva de demanda do mês de maio de 2007

Com base nos dados da Tabela do Quadro 4 pode-se calcular o fator de carga no período em análise. Nesta situação, utilizando-se a Equação 1 do Capítulo 2 obtém-se um fator de carga mensal médio de 0,29.

O fator de carga, valor adimensional variando entre zero e um, depende das características de funcionamento da unidade consumidora, seja por seus processos, pelos equipamentos utilizados ou ainda pelo seu período de funcionamento.

Quanto mais próximo da unidade, melhor está sendo a utilização da energia no processo produtivo, todavia, é praticamente impossível obter um fator de carga próximo a 1,0 em uma instalação que funciona plenamente apenas 8 horas por dia.

A avaliação do fator de carga só faz sentido quando comparado com instalações da mesma atividade produtiva e classe de consumo. Valores típicos para os diversos ramos de atividades podem ser obtidos em tabelas fornecidas pelas concessionárias de energia.

De acordo com a CP-01 (COELCE 2002), o fator de carga típico para a atividade de fabricação de refrigerantes e refrescos é de 0,39. Como o valor calculado para a empresa em análise foi de 0,29, abaixo do valor típico para o seu ramo de atividade, pode-se concluir que a energia requerida à concessionária não está sendo utilizada de forma eficiente, dando margem a ações que levem a melhoria do fator de carga.

No Figura 15 temos uma curva de carga semanal elaborada com registros da segunda semana de maio, mais precisamente do dia 07 ao dia 13, no qual se pode observar, com maior riqueza de detalhes, o comportamento da demanda, agora em intervalos de 15 min. Cada ciclo do gráfico corresponde a um dia da semana a partir da segunda-feira.

Neste período a demanda variou de 07 a 578 kW. O menor valor ocorreu no domingo, dia 13 às 8h30min e o maior na quinta-feira dia 10, às 14h30min, ou como no gráfico anterior, considerando apenas os períodos de produção, a ocorrência do menor registro foi 33 kW, na sexta-feira dia 11, às 22 horas.

Além da variação horária, decorrente da dinâmica da produção, como a entrada ou saída das linhas de produção ou as paradas para o intervalo de almoço, ocorrem também variações dos valores máximo e mínimo das demandas diárias. Por exemplo, no terceiro dia do gráfico, uma quarta-feira, a demanda máxima foi de 358 kW, já no quarto dia, quinta-feira, a demanda chegou a 578 kW.

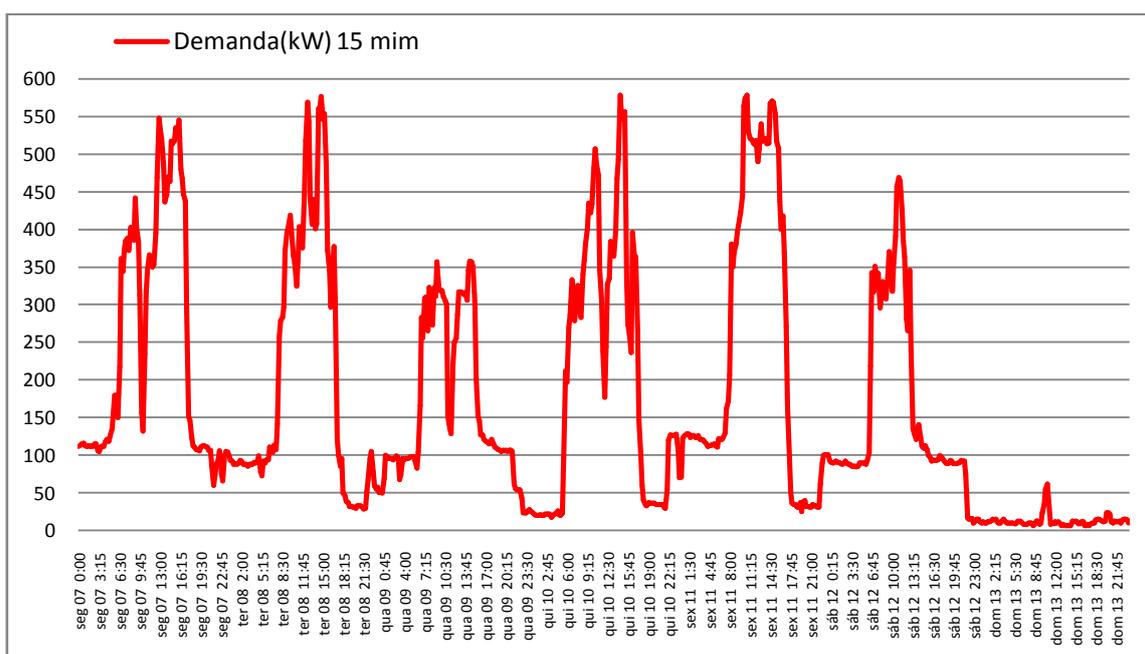


Figura 15: Demanda Semanal

Devido a estas variações, o fator de carga médio semanal calculado para o período foi 0,30, no mesmo patamar do fator de carga mensal anteriormente calculado, porém, ainda abaixo do valor típico para o setor, confirmando a hipótese de que a energia elétrica fornecida à empresa está sendo utilizada de forma pouco eficiente.

A Figura 16 mostra a curva de carga diária da empresa, referente ao dia 10 de maio, onde se pode observar a variação da solicitação da demanda de energia elétrica ao longo do dia.

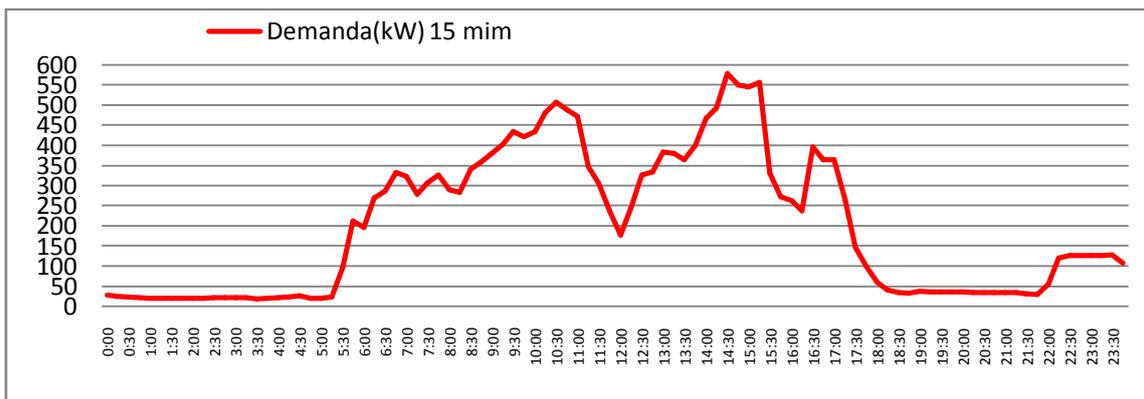


Figura 16: Curva de demanda diária

#### 4.3.2. Análise da Demanda de Energia Elétrica

No Quadro 5 temos a mesma tabela do Quadro 4, agora classificada pela coluna de demanda ativa (kW). Esta indexação permite visualizar os maiores valores de demanda registrados no período.

Reg.	Data	Hora	kW	C1	kvarIND	C2	kvarCAP	C3	SH	SR	FPot.
297	28/04	11:15	584	507	349	303	0	0	F	L	86 L
270	28/04	09:00	581	504	343	298	0	0	F	L	86 L
291	28/04	10:45	579	503	333	289	0	0	F	L	87 L
273	28/04	09:15	578	502	336	292	0	0	F	L	86 L
3792	10/05	14:30	578	502	314	273	0	0	F	L	88 L
4035	11/05	10:45	578	502	338	293	0	0	F	L	86 L
3219	08/05	14:45	577	501	319	277	0	0	F	L	88 L
1776	03/05	14:30	575	499	325	282	0	0	F	L	87 L
4032	11/05	10:30	574	498	338	293	0	0	F	L	86 L
4083	11/05	14:45	571	496	331	287	0	0	F	L	87 L
8121	25/05	15:15	571	496	310	269	0	0	F	L	88 L
1779	03/05	14:45	570	495	317	275	0	0	F	L	87 L
7827	24/05	14:45	570	495	314	273	0	0	F	L	88 L
3192	08/05	12:30	569	494	343	298	0	0	F	L	86 L
4086	11/05	15:00	569	494	328	285	0	0	F	L	87 L
1770	03/05	14:00	567	492	320	278	0	0	F	L	87 L
4080	11/05	14:30	567	492	325	282	0	0	F	L	87 L
4029	11/05	10:15	564	490	325	282	0	0	F	L	87 L
3216	08/05	14:30	562	488	324	281	0	0	F	L	87 L
7824	24/05	14:30	562	488	312	271	0	0	F	L	87 L
3213	08/05	14:15	561	487	309	268	0	0	F	L	88 L
8124	25/05	15:30	559	485	310	269	0	0	F	L	87 L

Quadro 5: Registros indexados

Por esta tabela, verifica-se que o maior valor registrado no intervalo entre o dia 1º a 31 de maio de 2007, período de análise, foi igual a 578 kW. Como a demanda contratada é 530 kW, resultou em uma ultrapassagem de 48 kW. Neste caso, esta ultrapassagem não está sujeita a tarifa de ultrapassagem, uma vez que há uma tolerância de 10% sobre o valor contratado.

No entanto, no período de leitura da energia para efeito de faturamento, de 27 de abril a 29 de maio, ocorreu um registro de demanda de 584 kW, (valores em negrito da tabela do Quadro 5).

Ainda que tenha ocorrido apenas um registro com este valor no período de leitura, a tarifa paga pela demanda de ultrapassagem passou de R\$14,63, valor da tarifa normal até o limite da tolerância, para R\$43,90 por kW, valor da tarifa de ultrapassagem.

Considerando que a empresa mantivesse a sua demanda de energia elétrica dentro da faixa contratada, o custo na conta de energia teria sido R\$ 7.753,90. Como a demanda ultrapassou o valor contratado e a tolerância, o custo da demanda passou para R\$ 10.124,50, ou seja, um aumento de 30,5% em relação ao custo normal da demanda ou 6% no custo total com energia elétrica.

Devido ao alto valor da tarifa de ultrapassagem, propositadamente punitivo, deve ser dispensado um cuidado especial à demanda utilizada.

#### 4.3.3. Produção

Nos quadros, Quadro 7 e Quadro 8 estão, respectivamente, os dados da produção das linhas de refrigerantes em embalagens descartáveis (PET), em embalagens retornáveis (vidro) e da sopradora (produção das embalagens PET) da empresa avaliada referente à segunda semana de maio de 2007. As planilhas completas são apresentadas nos anexos 1, 2 e 3.

No Quadro 6 a quantidade produzida a cada hora está expressa em pacotes de 6 unidades para as embalagens de 2 e 1 L e 12 unidades para 350ml e a cor da célula corresponde ao volume do vasilhame. Nesta linha são envasados vasilhames de 2, 1 L e 350 ml. No Quadro 7 a quantidade está em

caixas de 24 unidades e a cor da célula também indica o volume da garrafa, 600 ou 300 ml. No Quadro 8, por sua vez a produção está em unidades sopradas por hora e não há informações sobre o tipo de garrafa produzida.

DIA		HORA															
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
7	Segunda-feira	482	326	0	0	0	877	792	748	778	755	772	0	0	0	0	
8	Terça-feira	0	0	510	735	466	888	689	122	802	743	484	0	0	0	0	
9	Quarta-feira	670	248	1068	1314	789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Quinta-feira	814	485	694	929	682	0	0	0	661	158	139	0	0	0	0	
11	Sexta-feira	0	0	498	972	836	740	907	821	826	851	850	0	0	0	0	
12	Sábado	0	690	654	721	808	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Domingo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Convenções		2 litros			1 litro			350 ml									

Quadro 6: Produção de descartáveis

Pode-se observar nas Tabelas dos quadros Quadro 6: Produção de descartáveis, Quadro 7: Produção de retornáveis e Quadro 8: Produção de Vasilhames PET, que a produção de refrigerantes não mantém um padrão de uniformidade, seja com relação à programação do produto em processo, seja em relação à quantidade processada.

DIA		HORA															
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
7	Segunda-feira	0	0	125	348	0	0	375	750	708	625	752	0	0	0	0	
8	Terça-feira	0	0	0	680	0	0	500	541	708	278	0	0	0	0	0	
9	Quarta-feira	0	0	0	0	0	0	375	625	750	341	0	0	0	0	0	
10	Quinta-feira	0	0	0	0	650	0	125	708	708	166	416	246	0	0	0	
11	Sexta-feira	0	0	0	0	500	708	250	583	583	625	472	0	0	0	0	
12	Sábado	0	0	0	0	500	750	662	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Domingo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Convenções		600ml			300ml												

Quadro 7: Produção de retornáveis

Durante a semana, a produção média diária na linha de descartáveis variou entre 570 pacotes na quinta-feira, e 811 pacotes por hora na sexta-feira, considerando apenas o período efetivo de produção. Estes valores estão abaixo

da capacidade nominal da linha que, de acordo com informações da própria empresa é de 960 pacotes por hora, chegando, em alguns momentos, a mais de 1300 pacotes como pode ser verificado na planilha de produção de descartáveis no anexo 1. A média da semana foi de 681 pacotes por hora, que equivale a 70% da capacidade nominal da linha.

A produção média mensal da linha de descartáveis foi de 698 pacotes por hora, 73% da capacidade da linha, ou seja, a empresa trabalhou com uma ociosidade média de 27% durante o mês de maio de 2007.

O mesmo ocorre com a linha de retornáveis, onde a produção média diária variou entre 431 e 637 caixas por hora. Durante a semana, a produção média foi de 520 caixas por hora, e o equivalente a 69,2% da capacidade nominal da empresa que é de 750 caixas por hora. A média mensal foi de 547 caixas por hora.

Hora	Dia						
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
00:00	2835	2900	839	0	2825	2898	0
01:00	2840	2905	2840	0	2829	2881	0
02:00	2837	2908	2845	0	2838	2885	0
03:00	2831	2915	2841	0	2830	2776	0
04:00	2838	2450	2838	0	2836	2826	0
05:00	1853	2333	2575	0	2602	2592	0
06:00	2821	2890	2897	1391	2823	0	0
07:00	2825	2244	3188	2829	2821	0	0
08:00	2840	576	0	2820	2819	0	0
09:00	1743	235	0	2822	2819	0	0
10:00	1150	2830	2400	2111	2822	0	0
11:00	3021	2897	2880	470	2826	0	0
12:00	3018	2800	2859	2830	2759	0	0
13:00	3000	2812	2878	2829	1870	0	0
14:00	3002	2820	2889	2800	2820	0	0
15:00	3012	2810	2882	2818	1713	0	0
16:00	3005	2801	2888	0	0	0	0
17:00	2987	1470	2800	2274	0	0	0
18:00	3014	0	2879	0	0	0	0
19:00	3011	0	2870	0	0	0	0
20:00	0	0	2885	0	0	0	0
21:00	2076	0	2858	0	0	0	0
22:00	2910	0	238	2835	983	0	0
23:00	1341	0	0	685	2845	0	0

Quadro 8: Produção de Vasilhames PET

No Quadro 8, tem-se a tabela de produção de garrafas PET. Esta linha funciona 24 horas e tem uma produção mais estável.

Traçando-se uma curva com base nos dados das planilhas de acompanhamento da produção é possível visualizar a variação da produção no período.

É apresentada, na Figura 17, a curva de produção de refrigerantes e de garrafas PET no mês de maio de 2007. Na curva maior está a produção de refrigerantes das linhas de descartáveis e retornáveis, em unidades por hora e, na menor, a produção de garrafas PET na linha da sopradora, na mesma unidade. Neste gráfico cada ciclo corresponde a uma semana, iniciando pela segunda-feira.

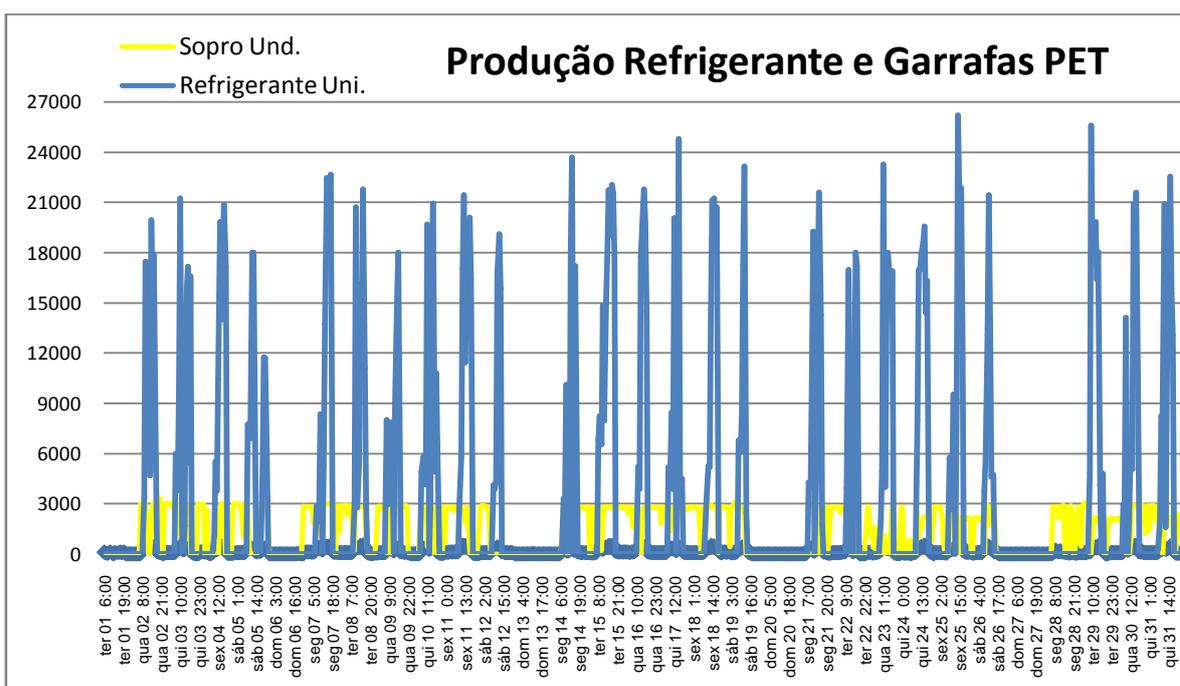


Figura 17: Produção mensal

As grandes variações que ocorrem na produção de refrigerantes ao longo do mês, das semanas e dos dias podem ser visualizadas através das curvas apresentadas na Figura 17. Neste mês, a produção variou entre 240 e 26208 unidades por hora, com uma média igual a 11842 unidades por hora, cerca de 72% da capacidade nominal de produção da empresa.

Segundo informações fornecidas pela empresa, estas oscilações são devidas à falta de vasilhames, que vem a ser o principal gargalo da produção.

A capacidade da sopradora está em torno de 3000 garrafas por hora, bem abaixo da capacidade média de envase. Na linha de retornáveis, como a empresa não tem estoque de garrafas de vidro, muitas vezes é necessário aguardar o retorno dos vasilhames para iniciar a produção.

Na linha da sopradora de garrafas PET, a produção se mantém mais constante com uma produção média de 2453 garrafas por hora, que corresponde a 98% da capacidade nominal de produção.

Uma variação mensal também é esperada, todavia, neste caso, devida a sazonalidade do produto.

A sobreposição das curvas de produção com a de demanda de energia possibilita a comparação entre a quantidade produzida e a utilização da energia elétrica.

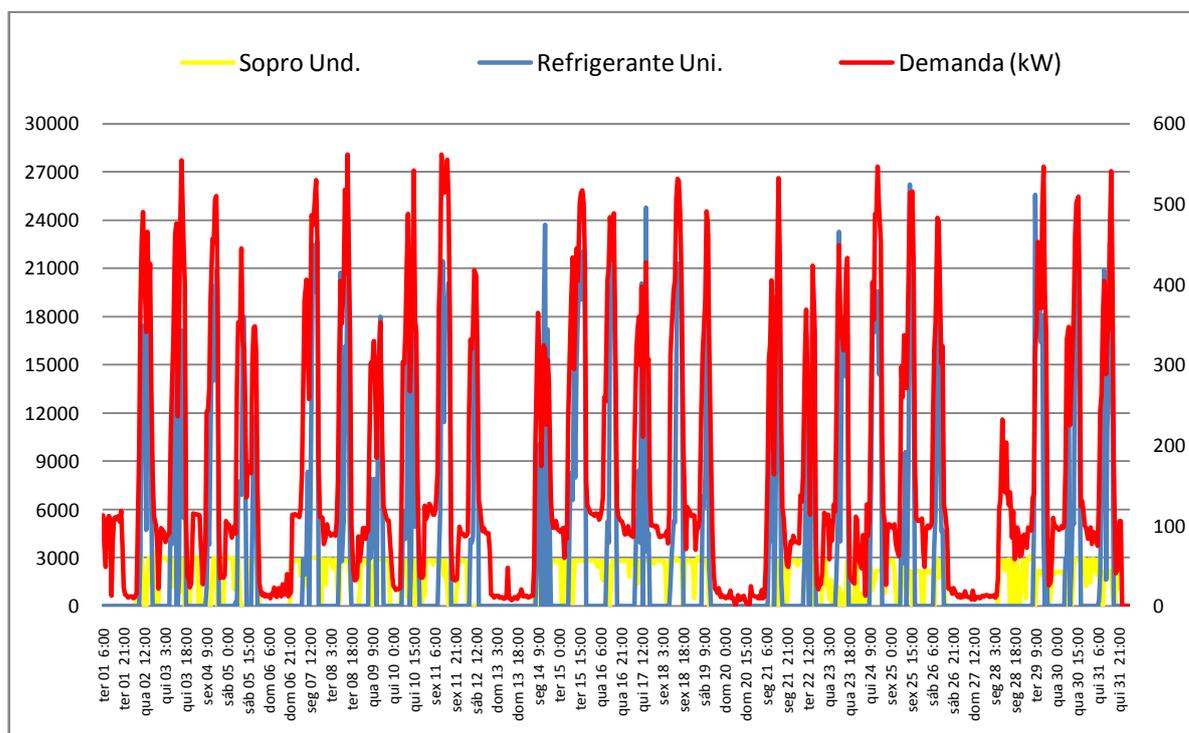
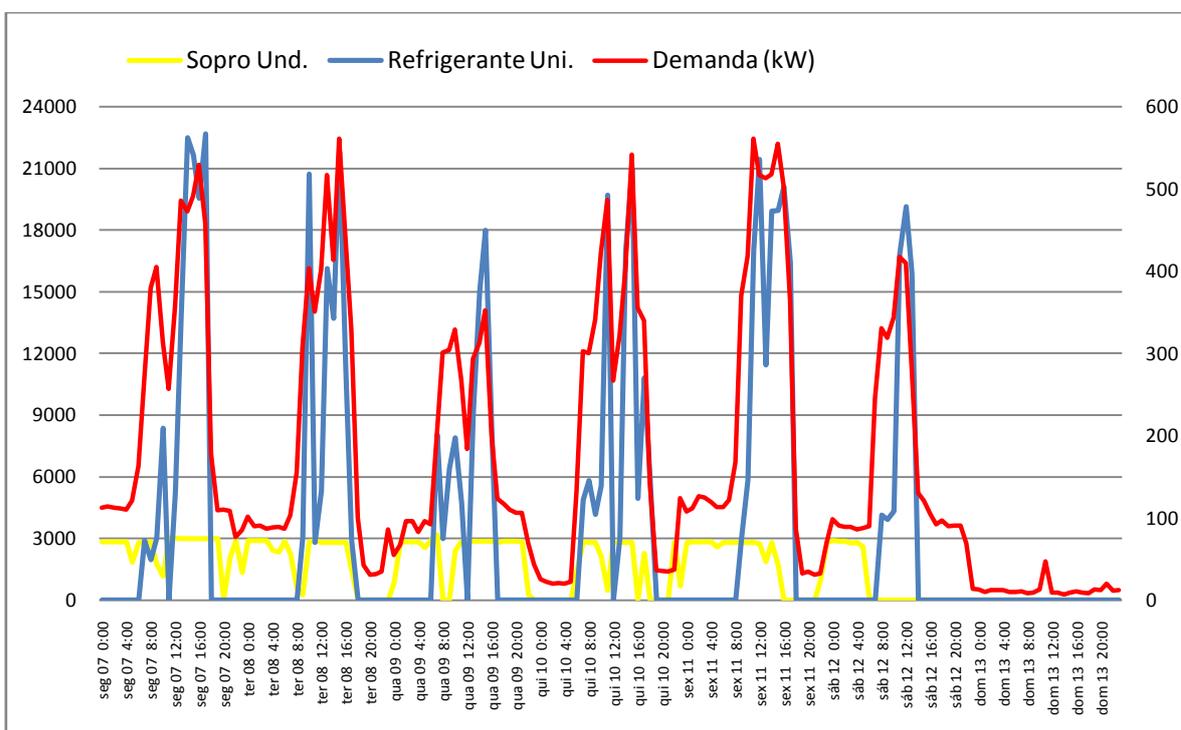


Figura 18: Produção x Demanda

A Figura 18: Produção x Demanda mostra a sobreposição das curvas de produção de refrigerantes, de garrafas PET e da demanda de energia

elétrica na empresa pesquisada durante o mês de maio de 2007. No eixo principal está a produção de garrafas PET e de refrigerantes em unidades produzidas por hora, e no eixo secundário a demanda de energia elétrica, em kW.

Na Figura 19, é apresentada a sobreposição das curvas de produção e demanda em um intervalo de tempo menor, segunda-feira 7 de maio a domingo 13, mantendo as mesmas características do gráfico anterior. Este período corresponde a um ciclo semanal de produção.



*Figura 19: Produção e demanda semanal*

Pode-se observar na Figura 19 que a curva de demanda acompanha as curvas de produção, de refrigerantes e de garrafas PET.

Tomando-se como exemplo o sábado, dia 12. Pela tabela apresentada no Quadro 9, pode-se observar que: no intervalo entre 0h e 5h a empresa produziu apenas garrafas PET. Nesta situação, a curva da demanda acompanha a de produção de PET. Como a produção de PET é aproximadamente uniforme, a demanda se mantém praticamente constante. Todavia no intervalo entre 12h e 14h, em que se tem apenas a produção de refrigerante, a curva de demanda acompanha as oscilações da produção de

refrigerantes, de tal forma que os picos de produção ocasionam elevados picos de demanda, como se pode ver na Figura 20, elaborada com os dados da tabela do Quadro 9

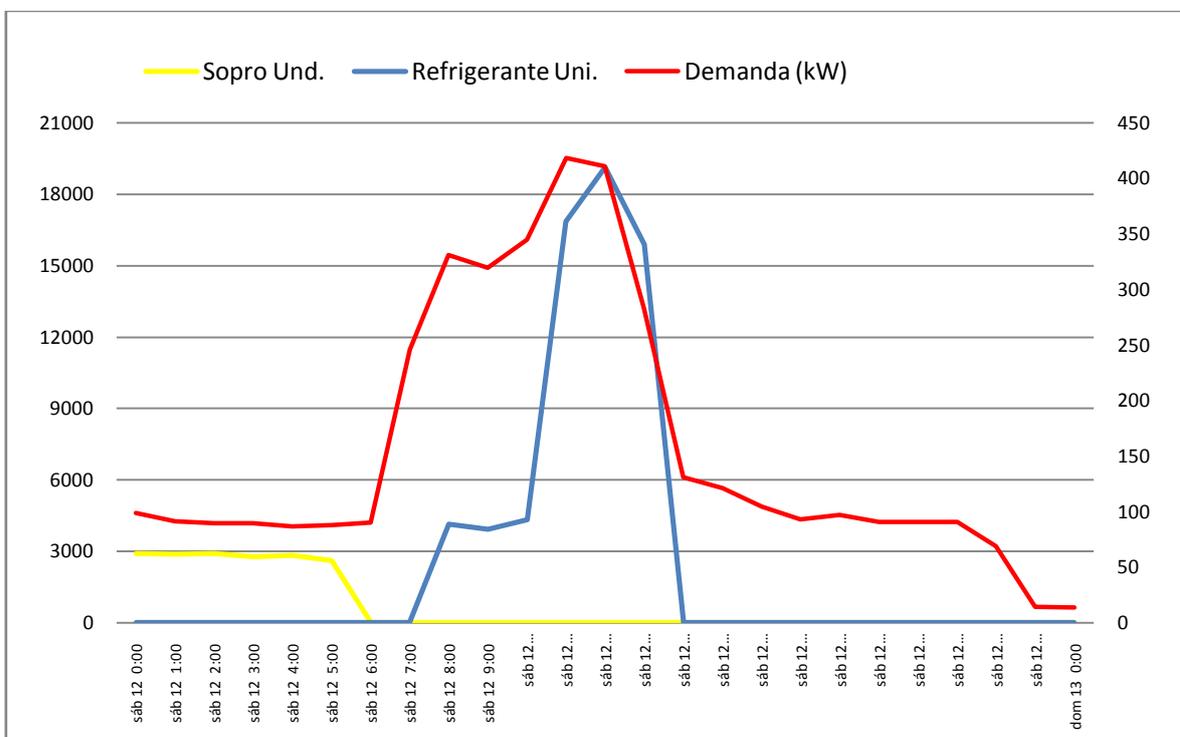


Figura 20: Produção x Demanda diária

Data	D (kW)	Sopro um.	Retor. Um.	Desc. Um.	Totais Refrigerantes (Ret.+ Desc.)
Sab, 12/05/07 0:00	91	2898	0	0	0
Sab, 12/05/07 1:00	90,75	2881	0	0	0
Sab, 12/05/07 2:00	89,75	2885	0	0	0
Sab, 12/05/07 3:00	87	2776	0	0	0
Sab, 12/05/07 4:00	86,75	2826	0	0	0
Sab, 12/05/07 5:00	89,5	2592	0	0	0
Sab, 12/05/07 6:00	189,5	0	0	0	0
Sab, 12/05/07 7:00	336,25	0	0	0	0
Sab, 12/05/07 8:00	316	0	0	4140	4140
Sab, 12/05/07 9:00	342	0	0	3924	3924
Sab, 12/05/07 10:00	380,25	0	0	4326	4326
Sab, 12/05/07 11:00	436,5	0	12000	4848	16848
Sab, 12/05/07 12:00	314	0	18000	1128	19128
Sab, 12/05/07 13:00	156	0	15888	0	15888
Sab, 12/05/07 14:00	128,25	0	0	0	0

Quadro 9: Registros de demanda e produção

Ainda com base na Figura 19 apresentada, observa-se o registro de um pico de demanda, cujo valor é igual a 578 kW, para uma demanda média de 175 kW, neste período.

Ressalta-se novamente que o valor cobrado pela demanda da energia é determinado pela maior demanda registrada no período de faturamento e não pela demanda média nesse período. Assim, todo o esforço de controle de demanda no período pode ser comprometido por um único acontecimento.

Outra observação importante é que, quando gerenciada corretamente, a demanda pode ser reduzida e recontratada com um valor menor, o que possibilita uma redução na parcela do custo fixo da energia elétrica.

É nesse contexto, onde a demanda de energia é determinada pelo maior pico ocorrido no período, e as variações da demanda acompanham as oscilações da produção, que o presente trabalho se justifica e apresenta sua maior contribuição: realizar a programação da produção de forma a garantir o atendimento das vendas e, ao mesmo tempo, gerenciar a demanda de energia elétrica de modo a evitar picos desnecessários que oneram a produção.

#### 4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

##### 4.4.1. Programação da Produção

A demanda de energia elétrica da empresa é determinada principalmente pelas linhas de produção de refrigerantes, xarope e de garrafas PET. Como a produção na linha de PET é praticamente constante, a demanda de energia devida a esta linha também se mantém constante. Assim, a maior influência sobre a demanda é determinada pelas linhas de produção de refrigerantes, tanto por sua elevada potência elétrica instalada, aproximadamente 700 kW, como pela grande oscilação na produção.

Dentre as diversas situações possíveis, neste trabalho serão detalhadas as seguintes alternativas:

- i. Programação da produção;

ii. carga das linhas;

Uma análise criteriosa dos processos críticos pode possibilitar a definição de novos critérios de programação da produção que levem em conta a diminuição dos picos de demanda de energia elétrica.

O xarope é produzido por dissolução do açúcar em água e posterior aquecimento através de vapor até atingir a temperatura de 85°C, depois resfriado por um sistema de água gelada, a 4°C, e enviado para a unidade de pré-mix que promove a mistura do concentrado simples com o xarope de açúcar em proporções previamente determinadas em função da formulação desejada.

O refrigerante é composto basicamente de água, gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e xarope. Segundo Souza Filho et al. (2006) a água deve ser resfriada a uma temperatura de 4°C para ser carbonatada,

Ambos os processos envolvem grandes volume de água que precisa ser resfriada. Estes volumes podem chegar a até 30 mil litros por hora quando todas as linhas estão em funcionamento.

Esta é a parte do processo que mais consome energia elétrica, podendo chegar, de acordo com Barnabé (2006) a mais de 40% da energia utilizada para fabricação de refrigerante.

Para refrigerar toda a água utilizada na produção dos refrigerantes a empresa conta com cinco sistemas de refrigeração com compressores de amônia. Estes sistemas podem atender a qualquer uma das linhas, podendo ser utilizados individualmente ou em conjunto, dependendo da vazão da água a ser refrigerada que, por sua vez depende da quantidade e do volume das garrafas que estão em processo e da produção de xarope.

Quando apenas uma linha estiver sendo utilizada, basta ligar o sistema de refrigeração nº1; com mais de uma em funcionando, deve-se ligar mais um ou dois compressores, conforme a necessidade.

É importante esclarecer que a xaroparia precisa de um sistema de refrigeração exclusivo, independente da linha de refrigerantes.

São apresentadas no, Quadro 10, as programações de ligação dos sistemas de refrigeração para atender as linhas de refrigerantes.

Produção	Compressores	Demanda
Uma linha (Descartável ou Retornável)	nº 01	126 kW
Descartável 350 mL com Retornável 600 mL	nº 01 e nº 02	291,21 kW
Descartável 2L com Retornável 600 mL	nº 01 e nº 04	311,81 kW
Descartável 1L com Retornável 600 mL	nº 01 e nº 04	311,81 kW

Quadro 10: Programação dos compressores

Como apresentado anteriormente, a demanda de energia solicitada pela empresa acompanha a curva de produção. O Quadro 11 relaciona a potência elétrica instalada nos diversos setores da empresa com a demanda elétrica calculada para cada setor.

Setor	Potência instalada (kW)	Demanda esperada (kW)
Sopro	122,69	68,70
Xarope	102,42	57,35
Refrigeração 1	225,01	126,00
Refrigeração 1 e 2	295,01	165,20
Refrigeração 1 e 4	331,81	185,81
Retornável.	112,58	63,04
Descartável.	49,16	27,52
Demais cargas	177,42	99,35

Quadro 11: Demanda elétrica das linhas de produção

Com os dados da Tabela do Quadro 11 é possível simular diversas modulações de produção e prever a demanda de energia elétrica total esperada para cada situação.

É apresentada na tabela do Quadro 12 a simulação das possíveis programações das linhas de produção. As simulações já levam em conta as diferentes programações dos sistemas de refrigeração do Quadro 10 e a influência das demais cargas instaladas na empresa, ou seja, setores administrativos, iluminação e outras utilidades. Esta diferenciação é importante para avaliar a demanda de energia elétrica fora do horário administrativo.

Para cada operação foi calculada a carga instalada dos setores envolvidos e a demanda de energia elétrica esperada, utilizando o fator de demanda de energia elétrica típico da atividade. Na primeira coluna estão relacionados os setores com produção programada; na segunda, a potência total

instalada nos setores envolvidos na produção; na terceira, a demanda de energia elétrica esperada nestes setores; e, na quarta, a demanda de energia elétrica total esperada, incluindo-se as instalações administrativas e outras utilidades.

Setores	Potência instalada (kW)	Demanda esperada na linha (kW)	Demanda da linha junto com as demais cargas.
Xarope	102,42	57,36	156,71
Sopro	122,69	68,71	168,06
Sopro/iluminação	138,73	77,69	177,04
Sopro/Xarope	225,11	126,06	225,42
Descartável /Refrigeração 1	274,17	153,54	252,89
Retornável/ Refrigeração 1	337,59	189,05	288,41
Descartável / Refrigeração 1/ Xarope	376,59	210,89	310,25
Retornável / Refrigeração 1/ Xarope	440,01	246,41	345,76
Descartável / Retornável / Refrigeração 1/ Refrigeração 2/ Xarope	559,17	313,14	412,49
Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/ Refrigeração 4/ Xarope	595,97	333,74	433,10
Sopro/ Descartável /Refrigeração 1	396,86	222,24	321,60
Sopro/ Retornável /Refrigeração 1	460,28	257,76	357,11
Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope	499,28	279,60	378,95
Sopro/ Retornável /Refrigeração 1/ Xarope	562,70	315,11	414,47
Sopro/ Descartável / Retornável / Refrigeração 1/ Refrigeração 2	579,44	324,49	423,84
Sopro/ Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/ Refrigeração 4	616,24	345,09	444,45
Sopro/ Descartável / Retornável / Refrigeração 1/ Refrigeração 2/ Xarope	681,86	381,84	481,20
Sopro/ Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/ Refrigeração 4/ Xarope	718,66	402,45	501,80
Demais cargas	177,42	99,36	

*Quadro 12: Simulação de demanda de energia elétrica das linhas de produção*

Pode ser observado no Quadro 12 a solicitação de demanda elétrica esperada para cada situação, desde as linhas funcionando individualmente até a situação de carga máxima.

É importante explicar que a demanda de energia elétrica calculada é obtida a partir da aplicação de um fator de demanda à carga instalada. Este fator é um dado estatístico que indica a probabilidade das diversas cargas instaladas entrarem em funcionamento simultâneo. Por este motivo, não se pode excluir a

possibilidade de ocorrerem eventos diferentes dos calculados, o que explica algumas divergências entre os valores calculados e os valores realizados.

Tome-se como exemplo o valor máximo da demanda de energia elétrica registrado na empresa durante o período de análise. Pelo cálculo da tabela do Quadro 12 era esperado um valor de 501 kW, enquanto o valor máximo registrado foi igual a 578 kW.

No entanto uma análise mais acurada dos registros de demanda de energia elétrica indica que, dos 2976 eventos registrados, um a cada 15 minutos durante os 31 dias do mês de maio, apenas 156 registros, aproximadamente 5%, ficaram acima do valor máximo esperado.

Cruzando os valores calculados com valores reais obtidos através das informações contidas na memória de massa e nas planilhas de produção fornecidas pela empresa, pode-se comparar a demanda de energia elétrica calculada com a realizada em cada situação de carga.

Tomando-se como exemplo a segunda-feira, dia 7, tem-se no Quadro 13 informações sobre a demanda de energia elétrica registrada, a demanda de energia elétrica calculada, e a produção.

A demanda de energia elétrica calculada foi obtida da tabela do Quadro 12 de acordo com as linhas que estão em funcionamento, e está em intervalos de 1 hora para coincidir com os dados das planilhas de produção. Como o registrador fornece a demanda de energia elétrica a cada 15 minutos, optou-se por manter este intervalo porque permite acompanhar melhor o comportamento da demanda de energia elétrica em função das variações das linhas de produção.

Entre 0 e 6 horas, no que se refere à produção, apenas a linha da sopradora e parte da iluminação estavam em funcionamento.

Como se pode observar pela tabela do quadro 13, a demanda de energia elétrica varia mais em função da entrada e saída de linhas de produção do que em função dos volumes produzidos. Observa-se ainda, que as demandas calculadas chegam a valores muito próximos aos das demandas registradas.

Hora	Dem. Registrada (kW)	Dem. Calculada (kW)	Sopro (Um).	Retor. 600mL (Um).	Retor. 300mL (Und).	Desc. 2L (Und).	Desc. 1L (Und).	Desc. 350mL (Und).	Linhas de produção em funcionamento simultâneo
00:00	112	78	2835	0	0	0	0	0	Sopro/Iluminação
03:15	105								Sopro/Iluminação
03:30	112								
03:45	112								
04:00	112	78	2838	0	0	0	0		
05:15	135								Sopro/Iluminação
05:30	157								
05:45	180								
06:00	180	78	2821	0	0	0	0		
06:15	150								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
06:30	218								
06:45	361								
07:00	344	378	2825	0	0	5784	0	0	
07:15	373								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
07:30	385								
07:45	388								
08:00	372	378	2840	0	0	0	1956	0	
09:15	403								Sopro/ Retornável /Refrigeração 1/ Xarope/ Demais cargas
09:30	384								
09:45	313								
10:00	157	414	1150	5011,2	0	0	0	0	
11:15	366								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
11:30	363								
11:45	350								
12:00	354	414	3018	0	0	10524	0	0	
15:15	518								Sopro/ Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/ Refrigeração 4/ Xarope /Demais cargas
15:30	535								
15:45	522								
16:00	545	501	3005	9000	0	9060	0	0	
16:15	480								Sopro/ Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/ Refrigeração 4/ Xarope /Demais cargas
16:30	468								
16:45	447								
17:00	438	501	2987	10828,8	0	9264	0	0	
18:15	113								Sopro/Demais cargas
18:30	111								
18:45	108								
19:00	108	168	3011	0	0	0	0	0	
20:15	112								Sopro/Iluminação
20:30	111								
20:45	107								
21:00	107	78	2076	0	0	0	0	0	
23:15	100								Sopro/Iluminação
23:30	105								
23:45	104								
00:00	99	78	2900	0	0	0	0	0	

Quadro 13: Demanda de energia elétrica registrada, calculada e produção

Durante todo intervalo de tempo da tabela do Quadro 13, apenas o período da 0 às 6 horas, apresentou divergências significativas entre o valor calculado. Neste período, em que apenas a sopradora estava produzindo com parte da iluminação ligada, era esperada uma demanda de energia elétrica de 78 kW, no entanto os valores registrados ficaram em torno de 113 kW.

Neste período, o mais provável é que tenha havido alguma atividade extra-produção, tal como manutenção ou montagem de equipamentos, uma vez que em situação de carga semelhante, em outros dias, a demanda de energia elétrica registrada coincidiu com a demanda calculada.

#### 4.4.2. Carga das linhas

Pelas planilhas de produção, anexos 1 e 2, observa-se que no período analisado o ritmo de produção nas linhas de refrigerante é bastante variável, inclusive com muitas paradas de produção.

Em uma situação extrema, toda a estrutura de produção foi acionada para produzir apenas 10 caixas de refrigerantes. Apesar de, como dito, essa situação não ter reflexo no custo da demanda de energia elétrica, uma vez que não implica em pico, perdeu-se a oportunidade de aproveitar este esforço de produção no sentido de gerar mais produtos e aliviar a carga de produção nos dias seguintes.

Na linha de retornáveis, a produção oscilou entre de 10 e 987 caixas por hora, com uma média de 547,4 caixas por hora, que corresponde a 7,72 milhares de litros de refrigerante. De forma semelhante, na linha de descartáveis, a variação foi de 26 a 1.373 pacotes por hora e a média foi de 697,9 pacotes por hora, 7,01 milhares de litros.

Em ambos os casos, verifica-se que a produção média ficou abaixo da capacidade das linhas, a saber, 750 caixas 960 pacotes por hora para a produção de retornáveis e descartáveis, respectivamente.

Conforme já mencionado, nos dias em que a produção permanece em um patamar mínimo não tem impacto na demanda de energia elétrica, no

entanto, quando se observa a situação inversa, com grandes níveis de produção, tem-se o efeito negativo que o presente trabalho se propõe a investigar.

A produção do mês do estudo foi de 72.812 caixas, que correspondem a 1,02 milhões de litros na linha de retornáveis, e 127.724 pacotes, ou 1,28 milhões de litros de descartáveis.

Ainda pelas planilhas de produção, anexos 1 e 2, observa-se que a linha de produção de descartáveis esteve em operação 183 horas durante o mês de maio, enquanto a de retornáveis funcionou 97 horas. Considerando que em alguns períodos as linhas funcionaram simultaneamente, tem-se que o tempo total de produção de refrigerantes no mês foi igual a 220 horas.

Considerando a possibilidade de se trabalhar constantemente dentro da capacidade nominal das linhas de produção, esta mesma produção poderia ser realizada em 230 horas, sendo 132 horas para a produção de descartáveis e 89 horas para retornáveis, que neste caso, não precisariam funcionar simultaneamente. Salienta-se aqui, que em alguns casos pode ser necessário um aumento das horas trabalhadas para atender as metas de produção, com a possibilidade de onerar os custos de produção com horas extras. Nestes casos deve-se fazer uma análise comparando-se o aumento do custo com horas extras com a redução obtida pelo controle da demanda.

Para avaliar a redução do custo que pode ser obtido pela diminuição da demanda, simulou-se uma nova programação que considerasse este fator na utilização dos recursos produtivos.

Pela programação original, efetivamente utilizada pela empresa durante o período de análise, para um volume de produção de 9321 litros, obteve-se uma demanda máxima calculada para o período de 502 kW.

Na programação proposta para as linhas de refrigerantes, considerou-se como lote mínimo de produção a capacidade nominal das linhas ainda que as mesmas não operassem simultaneamente.

Com estes parâmetros, pode-se obter um volume de produção 9660 litros, semelhante ao realizado, com uma demanda máxima, calculada para o mesmo período, de para 414 kW.

O Quadro 14 apresenta uma amostra desta simulação. Este quadro contém uma tabela com as programações, realizada e proposta, com suas respectivas demandas, e as demandas registradas referentes ao dia 10 de maio

Dia	Programação realizada					Programação proposta					Demanda de Energia		
	Sopro	Retornável (Cx.)	Descartável (Pc.)	Xarope	Produção realizada (l)	Sopro	Retornável (Cx.)	Descartável (Pc.)	Xarope	Produção proposta (l)	Calculada para a programação realizada	Calculada para a programação proposta	Registrada
qui, 10 0:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	28
qui, 10 1:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	25
qui, 10 2:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	21
qui, 10 3:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	22
qui, 10 4:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	22
qui, 10 5:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	26
qui, 10 6:00	1391	0	0		0	1391				0	77,68	77,68	212
qui, 10 7:00	2829	0	814		814	2829				0	231,2	77,68	333
qui, 10 8:00	2820	0	485		169,75	2820		350		350	321,62	321,62	326
qui, 10 9:00	2822	0	694	1	1388	2822		1300	1	1300	378,97	378,97	381
qui, 10 10:00	2111	0	929	1	1858	2111		960	1	1920	378,97	378,97	435
qui, 10 11:00	470	650	682	1	1754	470		960	1	1920	502,17	378,97	507
qui, 10 12:00	2830	0	0	1	0	2830		960	1	1920	225,45	378,97	347
qui, 10 13:00	2829	125	0	1	75	2829	600		1	450	414,85	414,85	384
qui, 10 14:00	2800	708	0	1	424,8	2800	600		1	450	414,85	414,85	467
qui, 10 15:00	2818	708	661	1	1746,8	2818	600		1	450	502,17	414,85	578
qui, 10 16:00	0	166	158	1	415,6	0	600		1	450	433,47	346,15	556
qui, 10 17:00	2274	416	139		527,6	2274	600			450	444,82	357,5	396
qui, 10 18:00	0	246	0		147,6	0				0	288,8	99,4	266
qui, 10 19:00	0	0	0		0	0				0	99,4	99,4	41
qui, 10 20:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	36
qui, 10 21:00	0	0	0		0	0				0	8,98	8,98	35
qui, 10 22:00	2835	0	0		0	2835				0	77,68	77,68	55
qui, 10 23:00	685	0	0		0	685				0	77,68	77,68	127

Quadro 14: Proposta de programação da produção

Pela programação realizada, a demanda máxima calculada para o mês de maio, período em análise, foi de 502 kW. Já pela programação proposta,

a demanda máxima para o mesmo período seria de 414 kW, como se pode verificar pela tabela do Quadro 14.

Dia		Retornável 600 ml		Retornável 300		Descartável 2l		Descartável 1l		Descartável 350 ml	
		Realizado	Proposto	Realizado	Proposto	Realizado	Proposto	Realizado	Proposto	Realizado	Proposto
ter	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
qua	2	2563	3000	444	840	4794	4800	2059	0	484	0
qui	3	2127	1500	207	0	5093	5760	641	2600	501	0
sex	4	2931	3000	0	0	4373	3840	1305	1300	555	1000
sáb	5	1884	2250	0	0	3717	2880	0	0	2993	1000
dom	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total da semana		9505	9750	651	840	17977	17280	4005	3900	4533	2000
seg	7	3683	3750	0	0	5204	4800	326	0	0	0
ter	8	2707	3000	0	0	3728	3840	1711	1300	0	1000
qua	9	2091	2250	0	0	3171	4800	0	1300	918	1000
qui	10	3019	3750	0	0	3263	2880	814	1300	485	1000
sex	11	3721	3000	0	0	7301	5760	0	0	0	0
sáb	12	1912	1500	0	0	690	1920	2371	2600	0	0
dom	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total da semana		17133	17250	0	0	23357	24000	5222	6500	1403	3000
seg	14	2158	3000	0	0	478	1920	553	0	2121	3000
ter	15	5254	3000	619	840	2871	1920	3611	2600	0	0
qua	16	3198	3000	0	0	4290	2880	0	1300	0	0
qui	17	1375	3750	190	0	3713	3840	653	0	1780	0
sex	18	3249	2250	0	0	5566	4800	0	0	0	1000
sáb	19	1233	750	0	0	838	1920	3754	2600	566	1000
dom	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total da semana		16467	15750	809	840	17756	17280	8571	6500	4467	5000
seg	21	2528	3000	0	0	4128	2880	666	2600	646	0
ter	22	2882	3750	0	0	943	2880	0	0	0	1000
qua	23	3161	3750	767	840	3351	3840	0	0	0	0
qui	24	4561	3750	0	0	3229	3840	0	0	0	0
sex	25	3024	2250	0	0	5660	3840	446	0	483	1000
sáb	26	1405	1500	0	0	5615	4800	0	0	0	0
dom	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total da semana		17561	18000	767	840	22926	22080	1112	2600	1129	2000
seg	28	0	4500	0	0	0	3840	0	0	0	0
ter	29	3645	2250	0	840	2157	1920	2976	2600	1037	1000
qua	30	2993	3000	0	0	4847	4800	0	0	248	0
qui	31	3281	3750	0	0	1557	0	0	0	2444	3000
Total da semana		9919	13500	0	840	8561	10560	2976	2600	3729	4000
<b>Total do mês</b>		<b>70585</b>	<b>74250</b>	<b>2227</b>	<b>3360</b>	<b>90577</b>	<b>91200</b>	<b>21886</b>	<b>22100</b>	<b>15261</b>	<b>16000</b>

Quadro 15: Produção realizada x proposta

Para validar a programação proposta elaborou-se uma tabela comparando-se esta com a efetivamente realizada, durante o período de análise. Esta tabela, apresentada no Quadro 15, mostra a produção em caixas e pacotes, para as linhas de retornáveis e descartáveis, respectivamente, por produto. Nela pode-se verificar que a programação proposta mantém o volume de produção projetado para o período.

Pelo exposto, pode-se concluir que a demanda de energia elétrica contratada pela empresa analisada pode ser reduzida de 530 kW, valor contratado na época, para 419 kW, proporcionando uma redução anual em torno de R\$ 19.500,00 no valor da demanda, ao custo atual de R\$ 14,63/kW.

A Figura 21 mostra um gráfico com comportamento da demanda em kW, em três situações, a registrada, a calculada para a programação da produção realizada e outra para a programação proposta.

Como a demanda de energia elétrica acompanha a produção, uma programação que mantenha a produção mais constante contribui consideravelmente com a redução dos picos de demanda de energia elétrica.

Assim sendo, conforme demonstrado no decorrer deste trabalho é possível prever a demanda elétrica solicitada para cada situação de carga nas linhas de produção da empresa pesquisada. Com esta informação, pode-se elaborar uma programação de produção que considere a demanda de energia elétrica, e desta forma, reduzir significativamente a demanda máxima mensal da indústria, o que implica diretamente em redução no gasto com energia elétrica.

Situações como essas indicam que a empresa pode realmente melhorar a sua eficiência energética através de melhoria na programação da produção, conforme proposto ao longo deste trabalho.

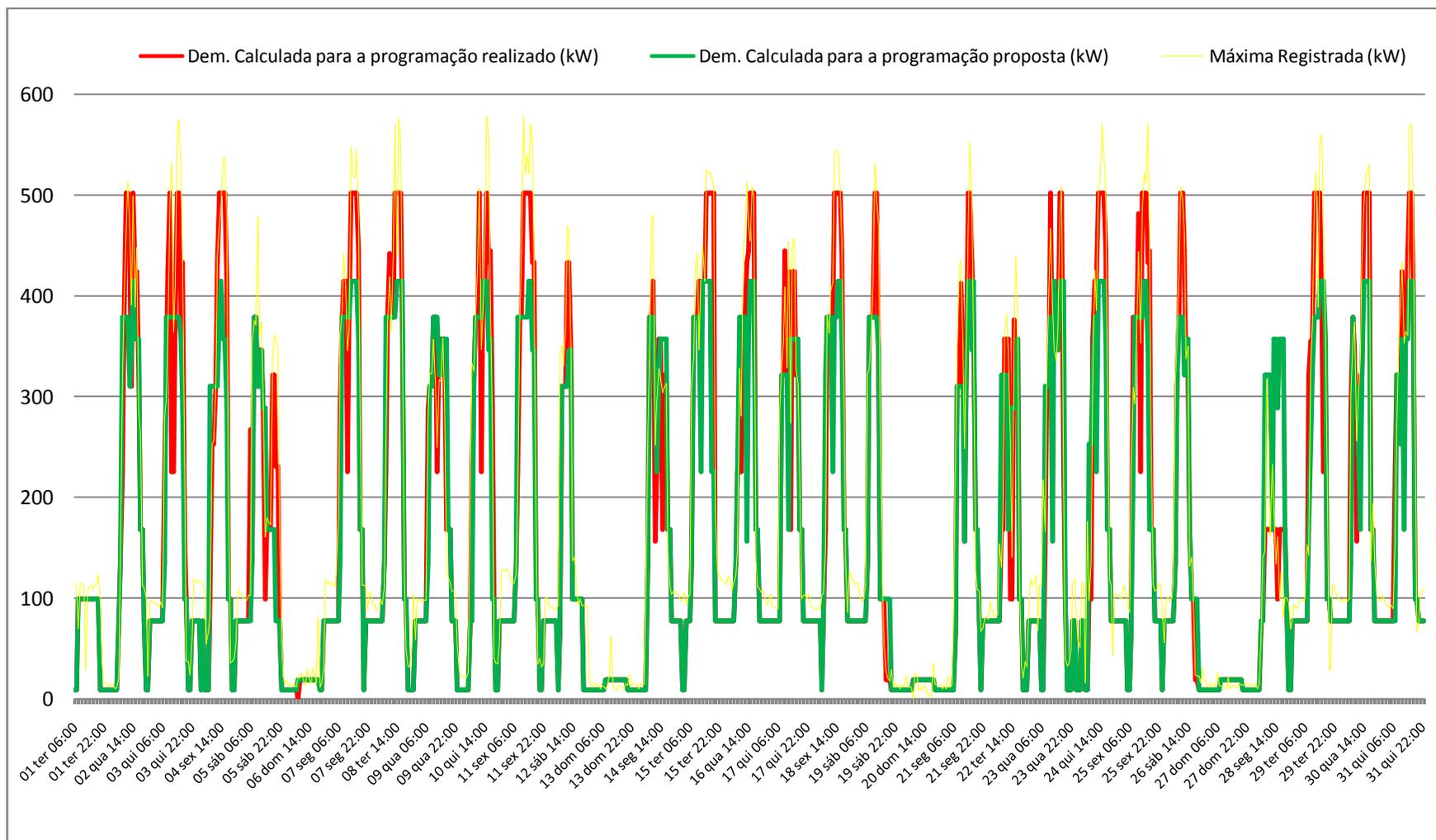


Figura 21: Demandas de energia elétrica.

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSÕES**

Este capítulo apresenta as conclusões da pesquisa com relação aos objetivos propostos no escopo deste trabalho. Também são apresentadas as recomendações para o desenvolvimento de trabalhos futuros que possam contribuir para a continuação do estudo proposto.

### **5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A pesquisa documental e bibliográfica apresentada no capítulo 2 foi de fundamental importância para o desenvolvimento do presente trabalho. Nela foram revisados os conceitos relativos à utilização dos diversos tipos de energia, notadamente a energia elétrica e analisada a questão do impacto ambiental gerado pela crescente necessidade de energia pela sociedade moderna, mostrando a importância de se utilizar de forma racional este importante insumo. Em seguida, discorreu-se sobre os sistemas de produção, o PCP e a importância estratégica da manufatura. Nesta etapa foram contemplados os objetivos específicos I e II propostos neste trabalho. Através dos conceitos abordados durante a revisão bibliográfica, foi possível estabelecer uma relação entre consumo de energia elétrica e a programação da produção, de forma a buscar a eficiência do sistema elétrico e a consequente redução dos custos de produção.

O método utilizado para pesquisar o tema proposto – O potencial de redução do consumo de energia elétrica através da programação da produção - foi o estudo de caso. Este estudo foi realizado em uma indústria de bebidas do Cariri, que permitiu o acesso às informações necessárias para o desenvolvimento do estudo e concordou com divulgação dos resultados obtidos com a da pesquisa.

A metodologia utilizada mostrou-se eficiente para o alcance dos objetivos predeterminados, na medida em que tornou possível conhecer os métodos de programação da produção utilizados pela empresa estudada, identificar as causas e atividades de maior consumo de energia na empresa e identificar os fatores

determinantes para se estabelecer uma correlação entre a Programação da Produção e a utilização da energia elétrica no processo produtivo, contemplando os objetivos III e IV propostos.

O estudo de caso realizado confirmou o potencial de redução do consumo de energia elétrica em indústrias a partir da programação da produção, atendendo ao objetivo V.

## 5.2. CONCLUSÕES

Apesar da existência de um setor com atribuições de PCP na empresa pesquisada, o planejamento, programação e controle de ordens, atualmente, são baseados apenas na experiência prática do supervisor da produção.

A previsão de demanda é feita pelo PCP a partir de uma análise simplificada das séries históricas de produção, já o plano-mestre de produção, com horizonte de apenas um mês, é elaborado pelo setor comercial a partir das metas estabelecidas para a equipe de vendas, que nem sempre coincidem com a previsão de demanda.

As ordens de fabricação seguem seqüências de fabricação pré-determinadas, no entanto os parâmetros de produção, tais como capacidade de produção e *Setup*, são determinados de forma empírica e não correspondem à realidade do chão de fábrica.

De maneira similar, verificou-se também que a empresa em estudo não possui um cálculo para determinação do lote econômico de fabricação

Uma questão relevante observada durante a pesquisa é que os vasilhames são os principais gargalos nas linhas de produção de refrigerantes. Na linha de descartáveis, o problema está na produção da sopradora, que mesmo funcionando 24 horas, sua produção não consegue atender satisfatoriamente as necessidades das linhas de refrigerantes e água mineral. Este desbalanceamento ocasiona paradas de produção e posteriores picos para cumprir os prazos estabelecidos.

Verificou-se ainda que, em muitas das vezes, são geradas ordens de fabricação de pequenos lotes de produtos, ocasionando a subutilização das linhas de produção.

Desta forma pode-se concluir que a oscilação do fluxo de produção ocasiona picos de produção, em alguns casos muito acima da capacidade de produção declarada pela empresa, bem como a produção de pequenos lotes muito abaixo desta capacidade.

Observou-se ainda, que a empresa analisada não desenvolve nenhuma ação de gerenciamento da utilização da energia elétrica, limitando-se a acompanhar, através das contas de energia, a ocorrência de ultrapassagem de demanda contratada e de reativos excedentes, sendo este último um indicativo de problemas com os bancos de capacitores. Este acompanhamento é feito somente pelo pessoal da manutenção.

A empresa estudada, assim como muitas outras, desconhece a existência dos relatórios gerados a partir dos dados registrados nos medidores de energia elétrica, e que estes dados podem ser facilmente obtidos junto às concessionárias de energia.

A falta de um gerenciamento correto da utilização da energia pode levar a decisões equivocadas, como a de alterar o valor da demanda contratada a qualquer sinal de ultrapassagem, da forma como ocorreu na empresa pesquisada. Esta decisão levou ao aumento da parcela de custo fixo da energia elétrica da empresa de R\$ 5.756,00 para R\$ 8.490,10.

A análise dos registros de demanda da empresa mostra que apenas 1,9% das demandas registradas foram superiores à demanda contratada e, destes, apenas um registro foi superior à tolerância, ocasionando o pagamento da demanda de ultrapassagem no mês.

Embora esta decisão de aumento da demanda contratada tenha sido tomada também em função da eminente entrada em operação de uma nova linha de produção de garrafas PET, o estudo realizado indica que esta decisão poderia ter sido adiada até que a nova carga elétrica entrasse efetivamente em operação. Esta é mais uma evidência da necessidade de alinhamento entre as ações de administração da produção com aquelas voltadas para a gestão energética da empresa.

Para Pedroso & Correa (1996) compete aos sistemas de PCP apoiar a decisão sobre o que produzir, quanto, quando e produzir. Estas decisões devem ser tomadas levando em consideração, entre outros fatores, a utilização e a

variação da capacidade produtiva e, conseqüentemente, os custos financeiros decorrentes da ociosidade, hora extra, demissão, contratação, entre outros. Entre os custos financeiros da utilização dos sistemas produtivos, este trabalho destaca **o custo da energia elétrica.**

O presente trabalho demonstrou, através de simulações realizadas com dados reais da empresa pesquisada, que a forma como a produção é programada, que por sua vez determina a utilização dos recursos produtivos, também determina a demanda da energia elétrica solicitada pela indústria, estabelecendo desta forma uma relação entre a programação da produção e o consumo de energia elétrica.

Uma vez constatada a relação supracitada, procurou-se verificar se outras maneiras de programação da produção poderiam levar a reduções nos gastos com energia elétrica. Neste sentido, foi identificada, através da coleta de dados, a situação atual da empresa em termos de programação da produção e consumo de energia. A partir destes valores foram realizadas simulações nas quais os quantitativos de produção foram alterados visando identificar o comportamento da demanda de energia elétrica para cada situação criada.

Ao final, percebeu-se que, quando a programação da produção é realizada de maneira adequada, considerando a solicitação de energia elétrica de cada processo de produção, podem ser obtidos ganhos consideráveis em termos de demanda de energia elétrica.

Como o custo da energia elétrica é determinado em função da demanda e do consumo, conclui-se que a programação da produção pode influenciar diretamente na demanda e ainda que a sua otimização pode contribuir para a eficiência energética na indústria.

Esta conclusão permite inferir que, quando a empresa programa sua produção sem levar em conta a utilização da energia elétrica, pode estar onerando desnecessariamente o seu custo, pagando por valores de demanda contratados acima do que realmente é necessário.

Especificamente para este estudo de caso, mostrou-se que através de uma nova proposta de programação de produção consegue-se obter uma economia de até R\$ 1.620,00 mensais, o que implica em um montante de

R\$ 19.500,00 ano. É oportuno ressaltar que esta economia representa uma redução de 4,7% na conta de energia elétrica.

Por fim, com base no exposto, conclui-se que o objetivo geral proposto para o presente trabalho - Investigar a influência da programação da produção no uso eficiente de energia elétrica em indústrias de micro e pequeno porte do Cariri Cearense – foi satisfatoriamente atingido, bem como os objetivos específicos.

### 5.3. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho, por tratar-se de um estudo de caso, foi desenvolvido em uma única empresa, com características específicas de PCP e utilização de energia elétrica. Desta forma os resultados aqui obtidos podem não se verificar em outras empresas, o que constitui uma limitação deste trabalho.

No sentido de dar continuidade ao estudo do tema, propõem-se as seguintes sugestões para trabalho futuros:

- Desenvolver estudo similar em outras empresas do mesmo ramo de atividade e em indústrias de outros ramos, de modo a verificar se resultados similares podem ser obtidos;
- Desenvolver um modelo matemático capaz de estabelecer a relação entre os níveis de produção programados e a demanda de energia elétrica, possibilitando a realização de simulações para obter a melhor relação entre os dois fatores;
- Ampliar os modelos de programação da produção tradicionalmente utilizados de forma a incluir o custo da demanda da energia elétrica dos processos envolvidos na determinação do seqüenciamento das ordens de fabricação.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, João Carlos O. OLIVEIRA, Marco Aurélio G. De. Gestão do consumo e da qualidade de energia em uma universidade. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, edição 355, 2003.

ALQUÉRES, José Luis. Planejamento e expansão do setor elétrico. **Revista do Serviço Público**, ano 43, vol. 144, 1987. p.136-142.

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução 456 - Condições gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**. Brasília 2000.

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o desenvolvimento mundial 1992**. São Paulo: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1992.

BARNABÉ, Daniela; VENTURINI FILHO, Waldemar G. Análise energética e econômica da produção de refrigerantes a partir de fontes alternativas de acerola. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 21 n. 2, 2006, p. 16-32; Disponível em: [http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3097.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf). Acesso em: 12/11/2007.

BETITO, Robert. Reflexões sobre a proposta da educação ambiental. **Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental**, vol.3, Universidade Federal do Rio Grande: jul./ago./set. de 2000. Disponível em: [http://www.rea-maringa.uem.br/arq\\_pdf/Robert\\_Betito\\_2000.pdf](http://www.rea-maringa.uem.br/arq_pdf/Robert_Betito_2000.pdf). Acesso em: 12/04/2006.

BIDO, Diógenes de S. **Implementação de Sistemas de Qualidade para a Busca de Certificação em Pequenas e Médias Empresas do ramo Automotivo**. 1999. 205 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

BORENSTEIN, C. R.; CAMARGO, C. de B. **O setor elétrico no Brasil: dos desafios do passado às alternativas do futuro**. Porto Alegre: ABDR, 1997.

BORENSTEIN, Carlos R; CAMARGO, C. C. de Brasil. **O Setor Elétrico no Brasil - Dos desafios do passado às alternativas do futuro**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto: 1997.

BUFFA, Elwood, S. **Administração da Produção**. Rio de Janeiro: LTC, 1972.

CASTRO, Nivalde J. A crise de energia e as perspectivas do gás natural. **Energia & Mercados**. São Paulo, ano 3, nº 37, setembro de 2004, p. 36.

COELCE Companhia de Eletricidade do Estado do Ceará. **Critérios de Projetos CP-01: Rede de Distribuição Aérea de Média e Baixa Tensão**. Fortaleza, 2002.

COIMBRA, Leila; SCHÜFFNER, Cláudia. Ágio pago em leilões pode inviabilizar hidrelétricas. **Valor on line**, São Paulo e Rio de Janeiro, 2004. Disponível em [http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl\\_abre&cd=gihYaa1@%7CXbh](http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl_abre&cd=gihYaa1@%7CXbh) Acesso em 10/05/2006.

CONDE, Cláudio L. da R. & BRANCO, Tadeu da M. M. Perspectivas do custo da geração a partir dos valores normativos. **Revista Eletricidade Moderna**, São Paulo, edição 342, 2002.

**Congresso da Energia del Mundo**, 18º, 2001, Buenos Aires, Argentina.  
CORRÊA, Henrique L.; GIANESE, Irineu G. N. **Just in Time, MRP II – Um enfoque estratégico**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

COULON, Olga M. A. F. e PEDRO, Fábio C. **Dos Estados Nacionais à Primeira Guerra Mundial**. Belo Horizonte: UFMG, mimeo, 1995.

CROPANI, Ottaviano de Fiore di. **O mundo da eletricidade**. São Paulo: Pau Brasil, 1987.

DIAS, Renato Feliciano et al. **Panorama do setor de energia elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 1988.

DIEGUEZ, Flávio. O mundo sem petróleo. **Revista SuperInteressante**, São Paulo, edição 164, mai. 2001.

ELGERD, Olle L. **Energia Elétrica**. São Paulo: Mac Graw-Hill do Brasil, 1978.

ELY, Aloísio. **Economia do Meio Ambiente**. 4ª ed. Porto Alegre: FEE, 1990.

ERDMANN, Rolf H. **Organização de sistemas de produção**. Florianópolis: Insular, 1998.

ESTREMOTE, A. M.; FACCENDA, O. SANTOS, E. S. Análise das tarifas de energia elétrica diferenciadas. **Revista Eletricidade Moderna**. São Paulo, edição 342, 2002.

FRANCO, Edgard, A diferença entre Controle de Demanda e Gerenciamento de Energia Elétrica, **Revista Eletricidade Moderna**. São Paulo, out. 1998.

FRANCO, Edgard, **Gerenciamento eletrônico de energia elétrica**. Revista controle e instrumentação. São Paulo, mar. 1999.

GALVÃO, Rafael Silva Paes Pires. Aspectos técnico-legais concernentes ao gás natural. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 9, n. 540, 29 dez. 2004. Disponível em: <http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=6138>. Acesso em: abr. 2007.

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2006.

GONSALVES, Antônio & KOPROWSKI, Sido O. **Pequena Empresa no Brasil**. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

HAMMOND, S. B. e GEHMLICH, D. K. **Engenharia Elétrica**. São Paulo: Mac Graw-Hill do Brasil, 1975.

HARDING, Hamish A. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1992.

JANNUZZI, Gilberto de M. **Políticas Públicas para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado**, Campinas, S. Paulo: Editora Autores Associados, 2000.

LAMPRECHT, James L. **ISO 9000 Implementation for small business**. USA: ASQC-Quality-press, 1996.

LEMOS H.M. **O meio ambiente e o desenvolvimento sustentável**. Rio Grande do Sul: IMAGO MARIS, 1993.

LOPES, Fernando A; LISBOA, M. Luiza V. O Projeto de eficiência energética da Eletrobrás/PROCEL com Recursos do Banco Mundial e GEF. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, XVI. , 2001, Campinas, São Paulo. Anais CD-ROM, Campinas: SNPTEE, 2001.

LORA, E. E. S., TEIXEIRA, F. N. **Energia e Meio Ambiente**. Congresso Brasileiro de Conservação de energia. Itajubá: Editora EFEI, 2001.

LUBCHENCO, J., et al., The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. **A report from the Ecological Society of America**. Olympia, WA (United States): Ecological Society of America, 1991.

MACHLINE, Claude *et al.* **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: FGV, 1986.

MAMEDE FILHO, João: **Instalações Elétricas Industriais**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2007.

MARGALEF, R., **Ecologia**. 2<sup>o</sup>ed. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1977.

MEDEIROS, Reginaldo Almeida de. **O capital privado na reestruturação do setor elétrico brasileiro**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 1993.

MME - Ministério das Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional – BEN 2003 (Ano-Base 2002)**. Brasília 2003.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MOREIRA, M. S. **Estratégica e implantação de sistema de gestão ambiental modelo ISO 14000**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MOURA, Alison P., MOURA, Adriano A. F., PARENTE, Severino R. G., Redução de custos de energia com controle de demanda em uma indústria termomecânica, **Revista Eletricidade Moderna**. São Paulo, edição 357, 2003.

NASAR, Saueed Abu. **Maquinas Elétricas**. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1984.

PANAYOTOU, Theodore. **Mercados Verdes: a economia do desenvolvimento alternativo**. Editora Nórdica, Rio de Janeiro, 1994.

PAZZINI, Luiz Henrique Alves. Recursos do Lado da Oferta-Introdução do PIR na região de Araçatuba/SP. In: OFICINA DE PIR - Os novos rumos para a Indústria Energética Brasileira, 3., 2002, São Paulo. **Anais...** GEPEA, 2002.

PEDROSO, Marcelo C. e CORRÊA, Henrique L. Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v 36, n. 4, p. 60-73, out./nov./dez. 1996. Disponível em <http://www.correa.com.br>; Acesso em 28/11/2007.

PIACENTI, Carlos Alberto. **Relações entre o consumo de energia e a estrutura de produção agropecuária em duas regiões do Estado de Minas Gerais**. 1988. xxxf. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Depto de Economia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa – MG - 1988.

RAAD, Antonio *et al.* O mercado de gerenciamento pelo lado da demanda no Brasil: controladores de demanda e tarifas diferenciadas. In: SNTPEE – Seminário Nacional de Transmissão e Produção de Energia Elétrica, 16., 2001, Campinas, São Paulo. **Anais...** SNTPEE, 2001.

RODRIGUES, Adriano Pires; DIAS, Danilo de Souza. **Estado e energia elétrica**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1994.

RODRIGUES, Rômulo Rostand de Araújo. **Hidroenergia – A força das águas**. Aonde vamos – Energias Renováveis, site de divulgação de energias renováveis desenvolvido pelo jornalista Rômulo Rodrigues. Disponível em: [www.aondevamos.eng.br](http://www.aondevamos.eng.br) . Acesso em: 24 jan. 2005.

ROSA, LUIZ PINGUELLI. Equívocos sobre o leilão de energia. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 13/01/04, Caderno Opinião. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz1301200509.htm>. Acesso em: 28 jan. 2004.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Pioneira, 1995.

SANTOS, Afonso H. M. **Conservação de energia – Eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá – MG: Editora EFEI, 2001.

SEVERIANO, Cosmo. **Administração da Produção: Curso de Especialização em Desenvolvimento Gerencial**, João Pessoa 2003. Notas de Aula.

SKINNER, W. Manufacturing – the missing link in corporate strategy. **Harvard Business Review**, n.47, n.3, p 1969.

SKINNER, W. **Manufacturing the formidable Competitive Weapon**. New York: John Wiley & Sons, 1985.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA FILHO, Men de Sá Moreira de *et al.* **Aspectos Da Colheita, Pós-Colheita Transformação Industrial do Pedúnculo do Caju (*Anacardium occidentale L.*)**. Disponível em: [http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3097.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf). Acesso em 17 out. 2007.

SUSLICK, Saul. Preços altos podem acelerar mudança na matriz energética. **Jornal Gazeta Mercantil**. Caderno A - Pág. 6 – Energia, São Paulo, 16 de agosto 2004. Entrevista concedida à Luciana Collet.

TIPLER, Paul A. **Física – Para Cientistas e Engenheiros**. Volume 1, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1995.

TRIVIÑOS, Augusto N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção: A PRODUTIVIDADE no Chão de Fábrica**. Porto Alegre: Atlas, 1999.

UDAETA, Miguel E. M. PIR - Fundamentos e os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. In: SNTPEE – Seminário Nacional de Transmissão e Produção de Energia Elétrica, 16., 2001, Campinas, São Paulo. **Anais... SNTPEE**, 2001.

USHER, Abbot Paysson. **Uma História das Invenções Mecânicas**. tradução Lenita M. Rimolli Esteves. Campinas, SP: Papirus, 1993.

VALLE, Cyro Eyer do. **Como se preparar para as normas ISO 14000**, 2º ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2º Ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

ZACCARELLI, Sérgio B. **Programação e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1992.

## SITES CONSULTADOS

[www.abb.com.br](http://www.abb.com.br).

[www.acs.ind.br](http://www.acs.ind.br).

[www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).

[www.aondevamos.eng.br](http://www.aondevamos.eng.br).

[www.brasilecola.com.br/](http://www.brasilecola.com.br/).

[www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br).

[www.eletrica.com.br](http://www.eletrica.com.br).

[www.eletronbras.gov.br](http://www.eletronbras.gov.br).

[www.eletrosul.gov.br](http://www.eletrosul.gov.br).

[www.engecomp.com.br](http://www.engecomp.com.br).

[www.ilumina.org.br](http://www.ilumina.org.br).

[www.rge-rs.com.br](http://www.rge-rs.com.br).

[www.sf.dfis.furg.br/mea/remea/vol3](http://www.sf.dfis.furg.br/mea/remea/vol3).

[www.teses.usp.br/teses/disponiveis](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis).

[www.windpower.org](http://www.windpower.org).

[www.xviisnptee.com.br](http://www.xviisnptee.com.br)

[www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3097.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf)

[www.eletrica.com.br/](http://www.eletrica.com.br/)

[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3097.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf).

[http://www.rea-maringa.uem.br/arq\\_pdf/Robert\\_Betito\\_2000.pdf](http://www.rea-maringa.uem.br/arq_pdf/Robert_Betito_2000.pdf).

[http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl\\_abre&cd=gihYaa1@%7CXbh](http://www.eletrosul.gov.br/gdi/gdi/index.php?pg=cl_abre&cd=gihYaa1@%7CXbh)

<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=6138>

[www.aondevamos.eng.br](http://www.aondevamos.eng.br) .

<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz1301200509.htm>.

[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3097.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf).

# ANEXOS





## Anexo 3: Planilha de Produção de PET

Dia	Hora																								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
1																									
2	253	3006	3008	3005	3000	2313			1264	3011	3008	2273	1503	2970	3347			2997	3001	2995	3022	3029	3000	2781	
3	2998	1386	1201	2903	2900	2909	2911	2899	922	2900	2915						2991	2980	2982	2985	2981		2636		
4								2075	3008	3010	1993						3000	3029	2999	3009	2980	2970	2315	1053	
5	2998	3011	3000	302						2227	2902	2921	2920	2900	2909	2906	2391								
6																	2841	2839	2835	2840	2837	2831	2838	1853	
7	2821	2825	2840	1743	1150	3021	3018	3000	3002	3012	3005	2987	3014	3011		2076	2910	1341	2900	2905	2908	2915	2450	2333	
8	2890	2244	576	235	2830	2897	2800	2812	2820	2810	2801	1470							839	2840	2845	2841	2838	2575	
9	2897	3188			2400	2880	2859	2878	2889	2882	2888	2800	2879	2870	2885	2858	238								
10	1391	2829	2820	2822	2111	470	2830	2829	2800	2818		2274					2835	685	2825	2829	2838	2830	2836	2602	
11	2823	2821	2819	2819	2822	2826	2759	1870	2820	1713							983	2845	2898	2881	2885	2776	2826	2592	
12																									
13																									
14		974	2819	2815	2825		2995	2969	2842	2826	2828	2817	2346	2819	2826	2794	2822	2825	2680	2828			2812	1091	
15	2825	2836	2830	2826	219	2055	2836	2828	2829	2818	2825	2827	2824	2820	2821	2785	2819	2821	2815	2820	2823	2816	2473	2618	
16	2821	1950	1587	2831	2826	2832	1691		2153	2823	2812	2829	2836	2857	2848	2772	2819	2822	2825	2826	2829	1815	2820	2557	
17	2827	2830	2825	1404	1504	2829	2820	2789	2825	2823	2832	2827	2841	2827	2826	2648	2823	2819	2822	2800	2812	2817	2810	2308	
18		546	2821	2819	2826	2817	2820	2975	2823	2826	2815	2817	111	2800	2822	2855	2822	2825	2788	2522	470	2833	2895	3081	
19	2822	2825	2830	2826	2831	2836	2027																		
20																									
21									1954	2840		2208	2817	2819	2826		1514	2819	2822	2826	2815	2823	2821	2502	
22	2825	2829	2830	2817	2833	2823	2929					2929						1687	2817	2825	1243	1243	422	1617	
23						1164		796			1294	2820	2339					2822	2812				777	823	
24					2490	997	1626	1606	2202	2205	2198	2183	2200	2210	816	1880	2823	2821	2815	2826	2819	2291	842		
25			1298	2822	1457	1139	2160	2291	2158	2161		2148	2163	2200	2188	2151	2158	209		2139	2163	2161	2183	2057	
26	2162	2256		2943	2920	1745	2848	2076	2839	2835															
27																									
28	347	2821	2815	2823	2831	2186	2813	2815	2918		2827	1448	249	2911	2505			1703	2818	2350	480	2903	2900	3105	
29	2903	2904	2760		1402	2159	2172	1969	2180	2183	2166	822			627	2100	2160	1997	2115	2108	2110	2151	2165	1980	
30	2163	2160	2070				798	2931	2912	2915	2918	2916	2925	3028	2001	2903	1238	1440	2908	1458	2910	2900	2903	2160	
31	1923	2906	2912	667		2163	2161	2204	2167	2169	2199	1050			2380	1080	2105	2054	2045	2051	1818	2046	2053	1187	

## Anexo 4: Levantamento das cargas elétricas da empresa.

SETOR	TIPO DE CARGA	POTÊNCIA UNITÁRIA (kW)	POTÊNCIA TOTAL (kW)	OBSERVAÇÕES
<b>XAROPARIA</b>				
Xarope [1]	01 Motor	0,79	0,79	Bomba de Xarope - desativada
Xarope	01 Motor	5,5	5,5	Bomba do Tanque de Dissolução
Xarope	01 Motor	1,1	1,1	Misturador
Xarope	01 Motor	0,736	0,736	Transporte Xarope/Enchedora
Xarope	01 Motor	7,36	7,36	Bomba do Filtro Pré-Capa
Xarope	04 Motores	3,7	14,8	Tanques: 01;02;03 e 04
Xarope	01 Motor	3	3	Tanque 05
Xarope	01 Motor	0,736	0,736	Bomba do Filtro
Xarope	01 Motor	0,37	0,37	Tanque pequeno
Xarope	01 Motor	0,736	0,736	Bomba interligada com Paramix
Xarope	01 Motor	11	11	Cozinhador
Medidor de Brix	01 Motor	1,1	1,1	
<b>REFRIGERAÇÃO</b>				
Compressor de Amônia (4 e 5)	02 Motores	92	184	Compressor 4 e 5
Compressor de Amônia (2 e 3)	02 Motores	55,2	110,4	Compressor 2 e 3
Compressor de Amônia (1)	01 Motor	110,4	110,4	Compressor 1
Compressor de Ar GA-30	01 Motor	29,44	29,44	Para toda a linha da Fábrica
Secador GA-30	01 Motor	1,83	1,83	
Ventilador GA-30	01 Motor	1,1	1,1	
Condensador Evaporador 01	02 Motores	14,72	29,44	Ventilador
Condensador Evaporador 01	01 Motor	5,5	5,5	Bomba de água
Condensador Evaporador 01	01 Motor	2,2	2,2	Bomba d'água -
Condensador Evaporador 02	03 Motores	3,7	11,1	Ventilador [3]
Condensador Evaporador 02	01 Motor	3,7	3,7	Bomba de água [4]
Torre	01 Motor	5,5	5,5	Bomba de água - Torre nº, 01
Torre	01 Motor	2,2	2,2	Ventilador - Torre nº, 01
Torre	01 Motor	5,5	5,5	Bomba de água - Torre nº, 02
Torre	01 Motor	2,2	2,2	Ventilador - Torre nº, 02
Bomba de água gelada	01 Motor	2,2	2,2	
Bomba de água gelada	01 Motor	2,2	2,2	
Iluminação	132 Lâmp. de 40W	5,3	5,3	
<b>RETORNÁVEL</b>				
Esteira	04 Motores	1,5	6	linha retornável
Esteira	04 Motores	1,5	6	correntão
Esteira	05 Motores	0,55	2,75	
Esteira	01 Motor	0,75	0,75	
Esteira	04 Motores	0,25	1	balanço
Esteira	05 Motores	1,1	5,5	
Esteira	01 Motor	1,5	1,5	ligada no qd, C11
Encaixotadora	01 Motor	0,53	0,53	
Encaixotadora	02 Motores	0,6	1,2	esteira de entrada / saída
Encaixotadora	01 Motor	0,9	0,9	mesa
Encaixotadora	01 Motor	3,3	3,3	
Rotuladora Polymatic	01 Motor	4	4	

Lavadora Omega 32	01 Motor	7,36	7,36	
Lavadora Omega 32	01 Motor	1,5	1,5	
Lavadora Omega 32	05 Motores	5,5	27,5	
Lavadora Omega 32	01 Motores	1,5	1,50	
Lavadora Omega 32	01 Motor	0,5	0,5	
Lavadora Omega 32	03 Motores	1,1	3,3	
Lavadora Omega 32	01 Motor	3,7	3,7	
Enchedora 50/12	01 Motor	5,5	5,5	balão
Enchedora 50/12	02 Motores	0,55	1,1	arrolhador / lacrador
Enchedora 50/12	01 Motor	0,37	0,37	tampas
Enchedora 50/12	01 Motor	7,5	7,5	bomba d'óleo
Desencaixotadora	01 Motor	0,48	0,48	ventilador
Desencaixotadora	02 Motores	1,8	3,6	esteira de entrada
Desencaixotadora	01 Motor	0,9	0,9	esteira de saída
Desencaixotadora	01 Motor	3,3	3,3	travessa
Proref	01 Motor	11,04	11,04	
<b>LINHA PET</b>				
Esteira	05 Motores	1,1	5,5	
Esteira	03 Motores	1,5	4,5	
Esteira	01 Motor	0,25	0,25	
Esteira	01 Motor	0,736	0,736	
Enchedora 40/10	01 Motor	5,5	5,5	
Empacotadora Weldotron	01 Motor	1,1	1,1	
Empacotadora	03 Motores	0,736	2,2	
Empacotadora	02 Motores	0,2	0,4	
Empacotadora	10 Motores	0,08	0,8	
Empacotadora	01 Motor	0,79	0,79	
Tanque CO2[5]	01 Resistência	1,5	1,5	aquecimento
Tanque CO2	02 Motores	0,746	1,5	ventilador
Tanque CO2	02 Motores	11,5	23	compressores
Iluminação	13 Lâmpadas de 40w	0,52	0,52	Xarope
Iluminação	08 Lâmpadas de 40w	0,32	0,32	Laboratório
Iluminação	10 Lâmpadas de 40w	0,4	0,4	Galpão
Iluminação	04 Lâmpadas de 40w	0,16	0,16	Enchedora
<b>LINHA SOPRO</b>				
Esteira Sopro	02 Motores	0,75	1,5	linha sopro esa
Sopradora Esa	Potência Total	32	32	
Torre	01 Motor	0,55	0,55	ventilador
Torre	01 Motor	0,24	0,24	bomba
Compressor de Ar GA-45	01 Motor	44,2	44,2	
secador GA-45	01 Motor	3,21	3,21	
ventilador GA-45	01 Motor	0,19	0,19	
Compressores de Alta	02 Motores	14,72	29,44	
Rotuladora Narita	01 Motor	0,55	0,55	
Unidade de água gelada	01 Motor	0,55	0,55	bomba d'água
Unidade de água gelada	01 Motor	5,26	5,26	compressor
Unidade de água gelada	01 Motor	3,8	3,8	
Iluminação	29 Lâmpadas de 40w	0,04	1,2	Incluso galpão e compressores,
<b>CALDEIRA ATA</b>				

Caldeira Ata	01 Motor	22	22	
Caldeira Ata	01 Motor	14,72	14,72	
Caldeira Ata	01 Motor	0,55	0,55	
Caldeira Ata	01 Motor	0,19	0,19	
Caldeira Ata	01 Resistência	12	12	
Caldeira Ata	01 Resistência	5	5	
Caldeira Ata	03 Resistências	1,5	1,5	
<b>SUCO</b>				
Suco	01 Motor	11	11	
Suco	03 Motores	1,47	4,41	
Suco	01 Motor	2,2	2,2	
suco	01 Motor	1,1	1,1	
Suco	01 Motor	5,52	5,52	
Suco	01 Motor	2,2	2,2	
Suco	01 Motor	1,1	1,1	
suco	01 Motor	0,55	0,55	
<b>VINHO</b>				
Vinho	03 Motores	0,736	2,2	
Vinho	01 Motor	0,37	0,37	
Vinho	02 Motores	1,1	2,2	
vinho	01 Motor	5,52	5,52	
Vinho	02 Motores	2,2	4,4	
vinho	01 Motor	11	11	
Vinho	01 Motor	0,25	0,25	
Vinho	01 Motor	1,48	1,48	
Vinho	01 balança	10,00 w	0,01	
<b>CALDEIRA LINARD</b>				
Caldeira Linard	01 Motor	3,68	3,68	
<b>CÂMARA FRIA</b>				
Câmera Fria	01 Motor	7,36	7,36	
Câmera Fria	02 Motores	0,25	0,5	
Câmera Fria	01 Motor	0,37	0,37	
Câmera Fria	01 Motor	0,736	0,736	
<b>CENTRÍFUGA</b>				
Centrífuga	01 Motor	7,36	7,36	
Centrífuga	01 Motor	0,736	0,736	
Centrífuga	01 Motor	0,736	0,736	
<b>BOMBAS</b>				
Bomba	01 Motor	5,52	5,52	
Bomba	01 Motor	7,36	7,36	
Bomba	01 Motor	5,52	5,52	
Bomba	01 Motor	5,52	5,52	
Bomba	01 Motor	3,73	3,73	
Bomba	01 Motor	0,55	0,55	
Bomba	01 Motor	0,24	0,24	

## Anexo5: Produção e demanda..

Hora	D(kW) Registrada	D. (kW) Calculada	Sopro Un.	Retor. 600 ml	Retor 300 ml	Desc. 2L	Desc 1L	Desc .350 ml	Linhas de produção em funcionamento simultâneo
00:15	114								Sopro
00:30	115								
00:45	116								
01:00	113	78	2840	0	0	0	0		
01:15	112								Sopro
01:30	113								
01:45	112								
02:00	113	78	2837	0	0	0	0		
02:15	112								Sopro
02:30	115								
02:45	115								
03:00	106	78	2831	0	0	0	0		
03:15	105								Sopro
03:30	112								
03:45	112								
04:00	112	78	2838	0	0	0	0		
04:15	119								Sopro
04:30	121								
04:45	119								
05:00	126	78	1853	0	0	0	0		
05:15	135								Sopro
05:30	157								
05:45	180								
06:00	180	78	2821	0	0	0	0		
06:15	150								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
06:30	218								
06:45	361								
07:00	344	378	2825	0	0	5784	0		
07:15	373								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
07:30	385								
07:45	388								
08:00	372	378	2840	0	0	0	1956		
08:15	403								Sopro/ Retornável /Refrigeração 1/ Xarope/ Demais cargas
08:30	392								
08:45	386								
09:00	442	414	1743	1800	0	0	0		
09:15	403								Sopro/ Retornável /Refrigeração 1/ Xarope/ Demais cargas
09:30	384								
09:45	313								
10:00	157	414	1150	5011,2	0	0	0		
10:15	132								Sopro/Xarope/ Demais cargas
10:30	235								
10:45	317								
11:00	346	225	3021	0	0	0	0		
11:15	366								Sopro/ Descartável /Refrigeração 1 / Xarope/ Demais cargas
11:30	363								
11:45	350								
12:00	354	378	3018	0	0	10524	0		
12:15	395								Sopro/ Descartável / Retornável/ Refrigeração 1/
12:30	469								
12:45	548								

13:00	533	501	3000	5400	0	9504	0	0	Refrigeração 4/ Xarope /Demais cargas
13:15	521								Sopro/ Descartável / Retornável/
13:30	487								Refrigeração 1/
13:45	437								Refrigeração 4/
14:00	447	501	3002	10800	0	8976	0	0	Xarope /Demais cargas
14:15	470								Sopro/ Descartável / Retornável/
14:30	464								Refrigeração 1/
14:45	517								Refrigeração 4/
15:00	514	501	3012	10195,2	0	9336	0	0	Xarope /Demais cargas
15:15	518								Sopro/ Descartável / Retornável/
15:30	535								Refrigeração 1/
15:45	522								Refrigeração 4/
16:00	545	501	3005	9000	0	9060	0	0	Xarope /Demais cargas
16:15	480								Sopro/ Descartável / Retornável/
16:30	468								Refrigeração 1/
16:45	447								Refrigeração 4/
17:00	438	501	2987	10828,8	0	9264	0	0	Xarope /Demais cargas
17:15	290								
17:30	152								Sopro/Demais cargas
17:45	147								
18:00	123	168	3014	0	0	0	0	0	
18:15	113								
18:30	111								Sopro/Demais cargas
18:45	108								
19:00	108	168	3011	0	0	0	0	0	
19:15	106								
19:30	111								Sopro/Iluminação
19:45	113								
20:00	113	78	0	0	0	0	0	0	
20:15	112								
20:30	111								Sopro/Iluminação
20:45	107								
21:00	107	78	2076	0	0	0	0	0	
21:15	86								
21:30	60								Sopro/Iluminação
21:45	74								
22:00	88	78	2910	0	0	0	0	0	
22:15	94								
22:30	106								Sopro/Iluminação
22:45	76								
23:00	66	78	1341	0	0	0	0	0	
23:15	100								
23:30	105								Sopro/Iluminação
23:45	104								
00:00	99	78	2900	0	0	0	0	0	

# Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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