

**Universidade Federal do Ceará**  
**Centro de Tecnologia**  
**Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**



**IMPLANTAÇÃO DE UMA GESTÃO ENERGÉTICA NO SETOR TEXTIL**  
**- ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA NO CEARÁ**

**FABRÍCIO BANDEIRA DA SILVA**

**Fortaleza, julho 2010**

FABRÍCIO BANDEIRA DA SILVA

**IMPLANTAÇÃO DE UMA GESTÃO ENERGÉTICA NO SETOR TEXTIL  
- ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA NO CEARÁ**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica. Sob Orientação do Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes e Co-orientação do Prof. Ms. Tomaz Nunes Cavalcante Neto.

**Fortaleza, julho 2010**

S58i Silva, Fabrício Bandeira da  
Implantação de uma gestão energética no setor têxtil: estudo de caso em  
uma indústria no Ceará / Fabrício Bandeira da Silva. – Fortaleza, 2010.  
136 f. ; il. color. enc.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes

Co-orientador: Tomaz Nunes Cavalcante Neto

Área de concentração: Automação e Controle

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Tecnologia, Depto. de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2010.

1. Gestão energética. 2. Indústria têxtil. 3. Economia de energia. I. Pontes,  
Ricardo Silva Thé (Orient.). II. Cavalcante Neto, Tomaz Nunes (Co-orient.).  
III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD 621.3

# **IMPLANTAÇÃO DE UMA GESTÃO ENERGÉTICA NO SETOR TEXTIL - ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA NO CEARÁ**

**Fabício Bandeira da Silva**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Elétrica e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará.

---

Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes  
Orientador

---

Prof. Dr. Luiz Henrique Barreto  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Ricardo Silva Thé Pontes

---

Profa. Dra. Ruth Pastôra Saraiva Leão

---

Prof. Dr. Sérgio Daher

---

Prof. Dr. George Soares Alves

**Fortaleza, julho 2010**

## DEDICATÓRIA

*Em especial*

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois foi ele quem permitiu e abençoou, através de sua misericórdia, a minha trajetória até aqui.*

*À minha amada esposa, Glaziane, pelo apoio, cumplicidade e amor que me encorajaram a prosseguir nessa jornada.*

*À minha filha Maria de Guadalupe que surgiu em nossas vidas durante a execução deste trabalho como mais uma benção.*

*Aos meus pais e irmãos pela dedicação e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Ricardo Thé, minha gratidão e respeito por sua atenção, dedicação, paciência, motivação e observações que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao meu co-orientador Prof<sup>o</sup>. Tomaz Nunes, pelas importantes sugestões que proporcionaram um trabalho mais completo.

Aos professores Profa. Dra. Ruth P. S. Leão, Prof. Dr. Sergio Daher e Dr. George Soares Alves por terem aceitado participar da banca examinadora e pelas valiosas sugestões apresentadas.

À indústria Marisol Nordeste, em especial ao gerente de manutenção, Sr. Alexandro Marcos, e aos funcionários Cezar Sena, Júlio Cesar, Sebastião Lobão e Rosilene Martins, pela oportunidade e pelos bons momentos vivenciados durante a realização deste trabalho.

E em especial agradeço aos meus amigos, pela amizade e companheirismo que nos fortalece.

"... Existe um tempo certo para cada coisa, momento oportuno para cada propósito debaixo do Sol:  
Tempo de nascer, tempo de morrer; tempo de plantar, tempo de colher"

**Eclesiastes 3:1-2**

Silva, F. B. “Implantação de uma Gestão Energética no Setor Têxtil – Estudo de Caso em uma Indústria no Ceará”, Universidade Federal do Ceará – UFC, 2010, 125p.

O presente trabalho apresenta a implantação de uma gestão energética, compreendendo todo o percurso para a utilização da energia elétrica desde o contrato de fornecimento com a concessionária, até o uso final desta, tendo como foco a indústria têxtil no estado do Ceará, que nos últimos anos teve um crescimento considerável, juntamente com o consumo de energia. Com o crescimento do setor têxtil, a relação entre energia consumida e produto final deve ser a melhor possível, visando uma diminuição dos custos de produção e mostrando a necessidade de uma gestão energética, que se dará através do acompanhamento racional e eficiente da energia utilizada. Essa gestão, implementada no decorrer deste estudo, seguiu os seguintes procedimentos metodológicos: diagnóstico energético, análise dos potenciais de economia e aplicação de uma gestão de energia em uma indústria têxtil. Foi utilizada a técnica MTR - *Monitoring, Targeting e Reporting* -, ou, em português, *Monitoramento, Metas e Comunicação*, a qual se utiliza de informações sobre produção e consumo de energia que, após processadas, fornecem ferramentas que auxiliarão o gerenciamento da gestão energética. Para tanto se fez necessária a instalação de medidores a fim de executar a monitoração e o acompanhamento do consumo de energia por máquina, feito isso foi observada uma redução gradativa no consumo específico destas máquinas, levando a uma economia de energia.

Palavras-chave: Gestão Energética, Indústria Têxtil, Diagnóstico Energético, Economia de Energia Elétrica e CIGE.



Silva, F. B. “ ”, Universidade Federal do Ceará – UFC, 2010, 125p.

This work presents the implementation of an energy management plan, including all electrical energy use, from the supply contract with the utility to its end use, with the focus being the textile industry in the state of Ceará, which has experienced considerable growth in recent years, along with energy consumption. With the growth in the textile sector, the ratio between energy consumed and the final product should be the best possible, aimed at a reduction in production costs, showing the need for an energy management plan, which would bring about rational and efficient energy use. This plan, implemented as part of this study, used the following methodological procedures: energy diagnosis, analysis of potential savings and implementation of an energy plan in a textile factory. The MTR (Monitoring, Targeting and Reporting) technique was used, which uses information on production and consumption of energy which, after processing, provide tools to support the direction of energy management plan. It was necessary to install meters in order to execute the monitoring and tracking of energy consumption by machine, and thus a gradual reduction in the specific consumption of these machines was observed, resulting in overall energy savings.

Keywords: Energy Management, Textile Industry, Energy Diagnostics, Electrical and Energy Economics, CIGE.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Gráfico da balança comercial brasileira de produtos têxteis .....	18
Figura 2.2 - Gráfico da balança comercial do setor têxtil de 2007/2008 no Brasil..	28
Figura 2.3 - Gráfico da produção e receita de vendas da cadeia TC no Brasil .....	28
Figura 2.4 – Fluxograma da cadeia agroindustrial têxtil .....	33
Figura 2.5 – Blendomat .....	35
Figura 2.6 – Carda .....	35
Figura 2.7 – Passador .....	36
Figura 2.8 – Maçaroqueira .....	36
Figura 2.9 – Filatório .....	36
Figura 2.10 – Conicaleira .....	37
Figura 2.11 – Tear Plano.....	38
Figura 2.12 – Tear Circular.....	38
Figura 2.13 – Tear Retilíneo.....	39
Figura 2.14 – Gráfico dos investimentos em máquinas.....	40
Figura 3.1 – Marisol Nordeste .....	41
Figura 3.2 – Setor de PCP .....	44
Figura 3.3 – Programa de encaixe das peças para o corte.....	45
Figura 3.4 – Peças de roupa após serem enfiadas e cortadas .....	46
Figura 3.5 – Máquina São Roque de estampagem .....	47
Figura 3.6 – Célula de costura .....	48
Figura 3.7 – Gerência de Manutenção .....	50
Figura 3.8 – Gráfico do consumo de energia na ponta .....	53
Figura 3.9 – Gráfico do consumo de energia fora da ponta .....	53
Figura 3.10 – Ponto de fornecimento de energia elétrica.....	54
Figura 3.11 – Varredura térmica nos quadros elétricos.....	56
Figura 3.12 – CCK 1º Dia – Nov 2008.....	57
Figura 3.13 – CCK 2º Dia - Nov 2008.....	57
Figura 3.14 – CCK 3º Dia - Nov 2008.....	58
Figura 3.15 – CCK 4º Dia - Nov 2008.....	58
Figura 3.16 – CCK 5º Dia - Nov 2008.....	59
Figura 3.17 – CCK 6º Dia - Nov 2008.....	59
Figura 3.18 – CCK 7º Dia – Nov 2008.....	60
Figura 3.19 – Gráfico do consumo de energia no mês de novembro de 2008.....	60
Figura 3.20 – CCK 1º Dia - Nov 2009.....	61
Figura 3.21 – CCK 2º Dia - Nov 2009.....	61
Figura 3.22 – CCK 3º Dia - Nov 2009.....	62

Figura 3.23 – CCK 4º Dia - Nov 2009.....	62
Figura 3.24 – CCK 5º Dia - Nov 2009.....	63
Figura 3.25 – CCK 6º Dia - Nov 2009.....	63
Figura 3.26 – CCK 7º Dia - Nov 2009.....	64
Figura 3.27 – Gráfico do consumo de energia no mês de novembro de 2009.....	64
Figura 3.28 – Analisador de energia .....	72
Figura 3.29 – Gráfico do consumo de energia elétrica em três dias de produção..	73
Figura 3.30 – Gráfico do consumo mensal de energia por setores .....	75
Figura 3.31 – Consumo mensal por setores.....	76
Figura 4.1 – Ilustração do ciclo de trabalho do MTR.....	89
Figura 4.2 – Centro de contabilidade de energia do MTR.....	90
Figura 4.3 – Gráfico do consumo de energia e produção versus tempo .....	92
Figura 4.4 – Gráfico do consumo de energia versus produção .....	92
Figura 4.5 – Eletricidade versus produção com a reta de regressão linear.....	94
Figura 4.6 – Novo gráfico de regressão linear.....	95
Figura 4.7 – Gráfico de soma cumulativa .....	96
Figura 4.8– Exemplo de uma Carta de Controle .....	97
Figura 4.9 – Carta de controle da são roque .....	98
Figura 4.10 – Fluxo de relatórios.....	100
Figura 5.1 – Fluxograma do PGE.....	104
Figura 5.2 – Estrutura da CIGE .....	104
Figura 5.3 – Reunião de acompanhamento e supervisão inicial da CIGE .....	105
Figura 5.4 – Estrutura da metodologia utilizada na Indústria .....	107
Figura 5.5 – Treinamento com os membros da CIGE .....	108
Figura 5.6 – Máquinas com os medidores instalados .....	108
Figura 5.7 – Leituras diárias .....	109
Figura 5.8 – Meta Preliminar .....	110
Figura 5.9 – Metas baseada no melhor desempenho .....	110
Figura 5.10 – Cartazes fixados na indústria Marisol.....	111

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Fábricas de fiação e tecelagem no século XIX.....	24
Tabela 2.2 – Relação das empresas têxteis cearenses entre 1900 e 1950 .....	24
Tabela 2.3 – Participação das exportações do setor têxtil no Ceará – US\$ FOB ..	31
Tabela 2.4 – Consumo por gênero de indústria – Ceará – 2009.....	32
Tabela 3.1 – Setores da indústria Marisol .....	43
Tabela 3.2 – Consumo de energia referente a 24 meses .....	52
Tabela 3.3 – Dados e medições dos transformadores .....	55
Tabela 3.4 – Levantamento de todas as cargas da indústria .....	66
Tabela 3.5 – Consumo de energia elétrica em três dias de produção. ....	73
Tabela 3.6 – Levantamento do consumo mensal no QGBT2.....	74
Tabela 4.1 – Preço médio em R\$ / kWh no período seco .....	83
Tabela 4.2 – Dados de medição.....	91
Tabela 4.3 – Mostra das necessidades de informações por departamento .....	99
Tabela A.1 – Tarifa convencional .....	122
Tabela A.2 – Tarifa optante pelo grupo B.....	122
Tabela A.3 – Tarifa horosazonal Verde.....	123
Tabela A.4 – Tarifa Horosazonal Azul.....	123

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1</b>	<b>Evolução da gestão energética .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3</b>	<b>Estruturação da Dissertação .....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>ASPECTOS SOBRE A INDÚSTRIA TÊXTIL NO BRASIL.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Breve Histórico sobre a Indústria Têxtil .....</b>	<b>23</b>
<b>2.2</b>	<b>Cenário Atual do Setor Têxtil no Brasil.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3</b>	<b>Cenário Atual do Setor Têxtil no Ceará.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>Processo de Beneficiamento na Indústria Têxtil.....</b>	<b>32</b>
2.4.1	Fibras .....	33
2.4.2	Fios .....	34
2.4.3	Tecidos Planos .....	37
2.4.4	Malharia .....	38
<b>2.5</b>	<b>Avanços Tecnológicos na Indústria Têxtil .....</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>INDÚSTRIA MARISOL NORDESTE .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>Indústria Marisol .....</b>	<b>41</b>
3.1.1	Histórico .....	41
3.1.2	Produção.....	42
3.1.3	Responsabilidade Social e Ambiental .....	42
<b>3.2</b>	<b>Setores de Produção da Indústria Marisol .....</b>	<b>43</b>
3.2.1	PCP – Planejamento e Controle da Produção .....	44
3.2.2	Almoxarifado de Aviamentos .....	44
3.2.3	Sala de Malha .....	44
3.2.4	Corte – Auto CAD .....	45
3.2.5	Corte .....	45
3.2.6	Estamparia – Gravação / Pastas .....	46
3.2.7	Estampagem – Bordado .....	46
3.2.8	Estampagem.....	47
3.2.9	Confecção – Treinamento.....	47
3.2.10	Confecção 1, 2 e 3.....	48
3.2.11	Qualidade.....	48

3.2.12	Dobração .....	49
3.2.13	Meias .....	49
3.2.14	Manutenção Industrial e Predia .....	49
3.2.15	Compressor .....	50
3.2.16	ETA .....	50
3.2.17	ETE .....	51
<b>3.3</b>	<b>Diagnóstico Energético .....</b>	<b>51</b>
3.3.1	Análise do Consumo de Energia Elétrica .....	51
3.3.2	Identificação do Ponto de Suprimento Elétrico da Fábrica.....	54
3.3.3	Varredura Térmica .....	55
3.3.4	Análise da Demanda.....	56
3.3.5	Levantamento da Carga Instalada .....	65
<b>4</b>	<b>GESTÃO DE ENERGIA.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1</b>	<b>Gestão de Conta de Energia .....</b>	<b>79</b>
4.1.1	Escolha da Melhor Tarifa .....	79
4.1.2	Escolha do Valor da Demanda Contratada.....	80
4.1.3	Otimização do Fator de Carga .....	81
4.1.3.1	Conceito de Fator de Carga.....	81
4.1.3.2	Fator de Carga e Preço Médio .....	82
4.1.4	Corrigir excedentes Reativos .....	83
<b>4.2</b>	<b>Gestão no Consumo de Energia Elétrica.....</b>	<b>85</b>
4.2.1	Utilizar Equipamentos Eficientes.....	85
4.2.2	Redução do Desperdício de Energia .....	86
4.2.3	Gerenciamento do Consumo de Energia .....	87
4.2.3.1	Princípios do Monitoramento .....	89
4.2.3.2	Soma Acumulativa das Diferenças .....	94
4.2.3.3	Comunicação .....	98
4.2.3.4	Campanha de Conscientização .....	100
<b>5</b>	<b>PROGRAMA DE GESTÃO ENERGÉTICA – ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>103</b>
<b>5.1</b>	<b>Formação do Programa de Gestão Energética .....</b>	<b>103</b>
<b>5.2</b>	<b>Comissão Interna de Gestão Energética - CIGE.....</b>	<b>104</b>
5.2.1	Atribuições da CIGE.....	105
5.2.2	Atribuições dos Membros da CIGE.....	106
<b>5.3</b>	<b>Metodologia .....</b>	<b>107</b>

5.3.1	Treinamento dos Membros da CIGE.....	108
5.3.2	Escolha do Setor onde serão Realizadas as Medições .....	108
5.3.3	Obtenção dos Dados .....	109
5.3.4	Estabelecimento das Metas de Redução do Consumo.....	109
<b>5.4</b>	<b>Comunicação do Programa .....</b>	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>113</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>.....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO C</b>	<b>.....</b>	<b>126</b>
<b>ANEXO D</b>	<b>.....</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO E</b>	<b>.....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXO F</b>	<b>.....</b>	<b>129</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ATV	Acordo Têxtil e Vestuário
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CCE	Centro de Contabilidade de Energia
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
DEE	Departamento de Engenharia Elétrica
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FC	Fator de Carga
FHP	Fora do Horário de Ponta
FINOBRASA	Fiação Nordeste do Brasil S/A
FP	Fator de Potência
HP	Horário de Ponta
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IEMI	Estudos e Marketing industrial
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LAMOTRIZ	Laboratório de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes Industriais
OMC	Organização Mundial do Comércio
PGE	Programa de Gestão Energética
PM	Preço Médio
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
QF	Quadros de Força
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TC	Têxtil e Confecção
TUSD	Tarifas de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição
TUST	Tarifas de Uso dos Sistemas Elétricos de Transmissão
UFC	Universidade Federal do Ceará



## 1 INTRODUÇÃO

A globalização, que se intensificou no final do século XX, provocou transformações política e econômica na sociedade de um modo geral. Em relação ao consumo de energia elétrica, houve um grande crescimento nos segmentos industrial, comercial, residencial e outros, devido ao aumento no consumo de produtos industrializados por diferentes classes sociais.

O aumento da demanda de energia elétrica e os baixos investimentos na expansão do setor elétrico levaram o Brasil, em 2001, a uma crise energética que culminou com um racionamento de energia elétrica, provocando grande prejuízo ao país. Este cenário de crise, contudo, fez com que se intensificassem as ações de eficiência energética, principalmente no consumo final, no que ocorre um grande desperdício de energia elétrica devido à forma inadequada de utilização de máquinas, equipamentos elétricos industriais e sistemas de iluminação.

Nos anos seguintes, o consumo da energia industrial continuou crescendo e, em 2008, cresceu 3,8% relativamente a 2007, atingindo 392,8 TWh, segundo informações da EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Em termos absolutos, este crescimento do consumo de 2008 foi de 14,4 TWh. No ano de 2009, no que diz respeito ao consumo de energia elétrica na indústria, houve um decréscimo de 1,1%, em relação a 2008, devido exclusivamente à crise internacional financeira.

A Figura 1.1 mostra a distribuição do consumo de energia elétrica por setor no Brasil. O setor industrial lidera o ranking dos maiores consumidores de energia elétrica, com o consumo de 165.632 GWh em 2009, correspondendo a 43% do consumo total de energia elétrica do país.

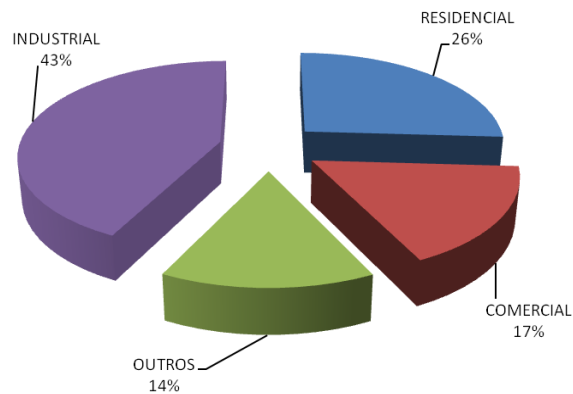


Figura 1.1 - Consumo Nacional de Energia Elétrica por Classe em 2009 (Fonte: EPE, 2010).

No Estado do Ceará, o crescimento do consumo de energia no setor industrial foi de 9,1% no ano de 2008, portanto, superior à média nacional. O setor têxtil respondeu por 32,2% do total consumido de energia elétrica industrial do Estado do Ceará no ano de 2009, segundo dados da Companhia Energética do Ceará (COELCE).

O setor têxtil apresenta uma base fabril em expansão no Estado do Ceará e, conforme os dados do Sindicato das Indústrias Têxteis local, este setor, no Ceará, é o terceiro maior pólo produtor do Brasil, ficando atrás apenas de São Paulo e Santa Catarina.

Dito isto, a relação consumo de energia versus produto final deve ser otimizada. Desta forma, reforça-se a necessidade de um modelo de gestão energética para este setor.

### 1.1 Evolução da gestão energética

No início da década de 70, com a guerra entre os Árabes e Israelitas, os produtores árabes resolveram suspender as exportações de óleo cru aos EUA como punição pelo apoio do Ocidente a Israel durante a guerra. Desta forma, ocorreu um significativo aumento do preço do petróleo, ficando conhecido como o primeiro choque do petróleo (QUEIROZ, 2010).

Este choque petrolífero trouxe inúmeras reflexões, dentre elas, a de que a energia é um bem esgotável, escasso e com preços altamente instáveis. As empresas tiveram que se adaptar às novas exigências de gestão dos recursos, em

geral, e dos fatores de produção, em particular. Assim, a energia passou a ser considerada como um fator de produção a ser gerido, como acontece previamente com os fatores tradicionais, como capital fixo, trabalho, matérias-primas e recursos humanos, financeiros, dentre outros (FERREIRA, 1993).

A gestão energética teve grande progresso desde o seu surgimento, na década de setenta, com aplicações em diversos setores da indústria. Estas ações foram focadas basicamente em melhorias técnicas de equipamentos e instalações e tinham a finalidade de ampliar a disponibilidade de energia.

Em 1973, o governo americano iniciou atividades que demandaram maior atenção sobre a melhoria da eficiência energética. Assim, criaram o primeiro programa de eficiência energética cujos objetivos foram analisar o consumo e incentivar a conservação de energia. O passo seguinte na evolução da gestão de energia foi a criação do gerente interno de energia, que requer a realização de um curso sobre o assunto durante uma semana e passar no exame de certificação desenvolvido pelo Departamento de Energia dos EUA. Esta certificação tornou-se reconhecida e valorizada em todo o mundo (BROWN, 2002).

O certificado de gerente de energia estava muito centrado a uma única pessoa que possuía a responsabilidade pela gestão de energia nas organizações. Para compartilhar tal responsabilidade, organizações com visão de futuro reconheceram a necessidade de se criar uma equipe de gerenciamento de energia com a vantagem de não limitar o esforço de um único indivíduo e envolver pessoas de diversas áreas funcionais (BROWN, 2002).

O governo brasileiro, em 1985, criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e implementado pela Eletrobrás, com o objetivo principal de contribuir para a redução do consumo e da demanda de energia elétrica no país, mediante o combate ao desperdício desse valioso insumo (PROCEL, 2005).

Em 2000, O American National Standards Institute – ANSI publicou uma norma para o sistema de gestão de energia, MSE 2000, que define todos os elementos necessários de um programa eficaz, que pode ajudar uma organização a conseguir uma utilização eficiente da energia. Essa norma esta voltada para a

gestão de energia, assim como a ISO 9000 está para a qualidade, e a ISO 14000 para o ambiente (BROWN, 2002).

Em 2002, foi lançado pelo programa Gerbi no Brasil, juntamente com a Fundação Getúlio Vargas - FGV, um programa voltado à redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa na indústria brasileira, criado por consultoras canadenses, financiado pelo Fundo de Mudança Climática do Governo Canadense. O Gerbi tem como objetivo fornecer informações e recursos para que as indústrias consumam menos, de forma mais limpa e gerenciem o uso da energia com maior eficiência (Abramo, 2004).

O Procel, em parceria com a Eletrobrás, lançou, em 2005, o guia técnico "Gestão Energética", realizado pelo Consórcio Eficientia/Fupai, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Ele objetiva, basicamente, divulgar informações sobre tecnologias de uso eficiente de energia para profissionais de setores diretamente envolvidos, como o industrial e o comercial, bem como para aqueles vinculados a prédios públicos e órgãos de saneamento, relativos a aspectos tecnológicos e operacionais que permitam reduzir o desperdício de energia elétrica. Este projeto, também, engloba a elaboração de casos de sucesso e treinamentos específicos que retratem os conceitos do uso racional e eficiente da energia (PROCEL, 2005).

A empresa Multibrás S.A. se encontra entre os casos de sucessos no uso racional e eficiente da energia. Em 2002 foi elaborado um diagnóstico energético na unidade Joinville, que identificou diversas oportunidades de efficientização nos o sistema de iluminação, os motores elétricos e a sala de geração de ar comprimido. O investimento total em eficiência energética na unidade industrial de R\$ 450.720,50, que resultaram em ganhos anuais de R\$ 235.827,80, além de ganhos energéticos de 3.516 MWh (PROCEL, 2010).

Um grupo de 33 países, entre eles o Brasil, está trabalhando na elaboração de uma norma internacional sobre gestão de energia. O Brasil, representado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), lidera a elaboração junto com os Estados Unidos. As reuniões devem durar até o início de 2011, quando se prevê a publicação. Caso haja adoção das medidas proferidas pela norma pelas corporações, a eficiência energética será a oportunidade de melhorias contínuas (ROQUE, 2009).

## 1.2 Objetivos

Esta dissertação teve por objetivo aplicar um modelo de gestão energética baseado na técnica MTR, que é a sigla, em inglês, para *Monitoring, Targeting e Reporting*, ou, em uma tradução livre, para o português, Monitoramento, Metas e Comunicação. Esta gestão compreende todo o processo para a utilização da energia elétrica desde o contrato de fornecimento com a concessionária, até o uso final desta. Buscando de forma racional e eficiente a utilização da energia e sugerindo propostas de alterações ou correções no processo industrial, quando necessário. Na prática, uma boa gestão energética pressupõe o engajamento de toda a empresa, desde a alta direção aos colaboradores da produção, proporcionando uma redução do consumo de energia e um aumento da produtividade. Fornecendo a equipe de gestão, ferramentas para planejar e instrumentos para uma melhoria contínua no processo, dentro de uma viabilidade técnica e econômica.

## 1.3 Estruturação da Dissertação

Esta dissertação foi estruturada em seis capítulos. A proposta do segundo capítulo é discutir os referenciais teóricos sobre a importância da indústria têxtil no Brasil e o seu desenvolvimento no Estado do Ceará, apresentando uma visão geral sobre a sua instalação, consolidação e os principais equipamentos utilizados.

No terceiro capítulo foi descrito o processo produtivo e as funções dos principais equipamentos existentes na indústria Marisol Nordeste, escolhida para o estudo de caso. Também consta a identificação do ponto de alimentação da fábrica, de transformação e de distribuição da energia elétrica no interior da mesma. Em seguida, apresenta-se o diagnóstico energético com levantamento do histórico do consumo de energia da instalação e um minucioso levantamento da carga por setores.

No quarto capítulo foi descrito uma metodologia de gestão energética que poderá ser aplicado nas indústrias têxteis cearenses. A metodologia utilizada se baseou na gestão de conta, gestão do consumo de energia e na campanha de conscientização. Para o gerenciamento de energia, foi utilizada a técnica de eficiência energética conhecida como MTR.

O quinto capítulo refere-se à formação do Programa de Gestão Energética (PGE), o qual é constituído pelo diagnóstico energético, controle dos índices e divulgação do programa e seus resultados. Para a realização do PGE, foi constituída a Comissão Interna de Gestão Energética (CIGE), formada por funcionários da empresa que receberam treinamento para exercerem funções na comissão. Com base no diagnóstico energético foi escolhido o setor que possui equipamentos com maior consumo de energia, no caso a estamperia, no qual foram realizadas as medições para serem utilizadas pelo MTR.

O sexto capítulo faz referência à conclusão deste estudo e a apresentação da necessidade de continuidade das atividades para a sua complementação.

## **2 ASPECTOS SOBRE A INDÚSTRIA TEXTIL NO BRASIL**

Este capítulo apresenta a importância da indústria têxtil na economia brasileira, procurando demonstrar uma visão geral sobre a sua instalação, consolidação dos principais equipamentos utilizados e o seu desenvolvimento no estado do Ceará. Importante destacar que o setor têxtil correspondeu a 16% do PIB do estado no ano de 2009, e o seu peso sobre a matriz energética cearense, quanto ao consumo de energia elétrica, chegou a 32,2% de toda a energia consumida nas indústrias cearense em 2009.

### **2.1 Breve Histórico sobre a Indústria Têxtil**

A ideia do empreendimento têxtil no Brasil começou no século XVIII, quando a larga produção de algodão e algumas medidas governamentais motivavam o estabelecimento de várias fábricas no interior do País. No entanto, diante das pressões dos produtores rurais que temiam a migração da mão de obra das atividades agroexportadoras para a atividade industrial, houve pressão para o governo português fundar medidas de incentivos, levando D.Maria I, em 1785, a acabar, através de alvará, com o primeiro surto industrializante têxtil no Brasil. Somente no ano de 1879 o governo imperial passou, efetivamente, a se preocupar com o desenvolvimento da indústria manufatureira nacional. A partir de 1882, havia 49 fábricas têxteis no Brasil produzindo 20 milhões de metros de tecido. A primeira fábrica têxtil no Estado do Ceará foi a Fábrica Progresso, que foi registrada com o nome de Pompeu & Irmãos, em 1882 (ARAGÃO, 2002).

A fábrica Progresso, como pioneira, teve inúmeras dificuldades, sendo a mão de obra a principal. Foi preciso trazer da Inglaterra técnicos habilitados, bem como o maquinista e o primeiro mestre especializado na empresa. Tal situação foi logo contornada, pois em dez anos após a sua implantação, havia, apenas, um estrangeiro no total dos trabalhadores (ARAGÃO, 1989).

Na tabela 2.1 são apresentadas as seis fábricas de fiação e tecelagem no Estado do Ceará que surgiram no século XIX (ARAGÃO, 2002)

Tabela 2.1 - Fábricas de fiação e tecelagem no século XIX .

<b>Nome da Fábrica</b>	<b>Data de Fundação</b>
Fábrica Progresso	1882
Cia. Fábrica de tecidos União	1891
Cia. Fabril Cearense de Meias	1891
Santa Thereza	1893
Fábrica Ceará Industrial	1894
Sobral	1895

Enquanto o nascedouro da indústria têxtil cearense se realizou entre 1882 a 1900, a segunda geração neste setor emerge a partir de 1900 a 1950. A segunda fase da industrialização têxtil já contou com algumas vantagens, entre elas a formação de uma mão de obra operária, a abertura de mercados e o aproveitamento de uma infra estrutura relativa ao suprimento de matéria-prima. A tabela 2.2 mostra a descrição das empresas têxteis cearenses entre 1900 e 1950 (ARAGÃO, 2002).

Tabela 2.2 - Relação das empresas têxteis cearenses entre 1900 e 1950

<b>Nome da Fábrica</b>	<b>Data da Fundação</b>	<b>Nº de Operários em 1935</b>
Progresso	1882	171
Santa Thereza	1893	380
Ceará Industrial	1894	230
Sobral	1895	250
Santa Elisa	1904	280
Usina Ceará	1916	-----
Fiação Santa Maria	1918	190
Maranguape	1924	90
São José	1926	1000
São Luís	1928	76
Baturité	1927	100
Santo Antônio	1929	90
Santa Cecília	1945	-----

A década de 1950 foi decisiva para a sobrevivência do parque industrial têxtil, além da maquinaria obsoleta, as empresas passaram a lidar com um deficiente sistema elétrico fornecido pela companhia inglesa *Light*, que experimentava problemas econômicos em função do desinteresse de investimentos de seus proprietários no Ceará. Esse fato chegou a ser tão traumático que aquelas



empresas mais bem capitalizadas no período pós-guerra implantaram os próprios geradores, entre elas: a Fábrica Progresso, a Fábrica São José e a Fábrica Sobral (ARAGÃO, 2002).

No final da década de 1950, Aragão (2002) afirma que os estudos realizados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) mostravam a necessidade premente de intervenção na indústria têxtil nordestina, considerada de muita relevância para a economia da Região e que se encontrava em estado crítico em razão dos seguintes fatores:

- A incompatibilidade entre o mercado e a produção de tecidos no Nordeste;
- O obsolescência da maquinaria;
- Os problemas organizacionais e
- A ausência de uma política setorial que alavancasse o financiamento do setor.

A partir de 1960, com a falência ou dissolução da maioria dos antigos grupos, iniciou-se a renovação da classe empresaria, e, ao final da década de 1960, havia surgido várias empresas têxteis cearenses, além da recuperação de algumas já existentes com a ajuda da SUDENE. Dentro dos projetos aprovados pela SUDENE, estavam fábricas de grande porte, como a Algodões Finos de Quixadá Ltda, que se tornou a Fiação Jangadeiro S/A, em 1964, e a Fiação Nordeste do Brasil S/A – Finobrasa, a qual era um projeto tão audacioso que, mesmo aprovado em 1968, só começou a funcionar em 1973 (ARAGÃO, 2002).

Aragão (2002) afirma ainda que, nos anos de 1970, ocorreu a consolidação de uma nova geração têxtil, fruto dos incentivos estatais da SUDENE, que permitiu intensa renovação tecnológica. Em curto prazo, essa geração conseguiu revitalizar o setor têxtil e situar o Ceará em um lugar de destaque no Nordeste.

Os anos de 1980 foram marcados, no Brasil, por uma grave crise econômica, que levou a uma expansão sem precedentes da taxa inflacionária, levando a economia do País a uma grande recessão. Como já ressaltado, entre as décadas de 1960 e 1970, houve grande avanço tecnológico no setor têxtil e um

consequente aumento da produtividade; portanto, neste ano, o setor têxtil interrompe seu crescimento, passando apenas, de um modo geral, a usufruir as conquistas anteriores, mantendo a mesma tecnologia e a mesma produção (ARAGÃO, 2002).

A partir dessa conjuntura, o setor sofreu um acirramento da concorrência associada, em grande parte, às mudanças na demanda, à emergência de novos atores (países em desenvolvimento, notoriamente os do Sudeste Asiático) e à difusão de novas tecnologias (máquinas e equipamentos a base de microeletrônica). Essas transformações ocorreram, principalmente, nos anos de 1990, com a chamada globalização, responsável pelas novas dinâmicas do setor têxtil (LUPATINI, 2007).

Segundo Gorini (2000), os impactos da abertura da economia brasileira e do aumento da concorrência externa a partir de 1990, bem como a estabilização da moeda, que ampliou o consumo da população de renda mais baixa desde 1994, levaram a transformações estruturais na cadeia têxtil nacional, cabendo destacar:

- Declínio da produção em alguns segmentos: Um exemplo disso foi o declínio da produção de tecidos planos, ao qual se somaram dois efeitos: A falência de muitas empresas, especialmente os produtores de tecidos artificiais e sintéticos, mais atingidos pelas importações da Ásia, e a substituição da produção de planos pela de malhas de algodão, cujos investimentos são mais baixos e o produto, em geral, também é mais barato, estando mais acessível à nova parcela de consumidores que o Plano Real incorporou ao mercado;
- Deslocamento regional para o Nordeste brasileiro e demais regiões de incentivo, com formação de cooperativas de trabalho e menores custos de mão de obra;
- Mudança do mix de produção das empresas: algumas reduziram o seu mix de produtos, aumentando as escalas de produção, investindo em equipamentos de última geração e, em geral, produzindo com custos baixos em regiões de incentivos da Sudene. Entretanto, mesmo essas empresas produtoras têxteis, têm estratégia centrada não apenas em custos baixos, mas incluem, também, estratégias de distribuição, marca e contínua melhoria da qualidade de seus produtos. Algumas

empresas vêm, ainda, procurando atuar mais diretamente no mercado externo, via investimentos em marcas e canais de distribuição ou, ainda, via produção externa.

## **2.2 Cenário Atual do Setor Têxtil no Brasil**

Segundo Costa (2009), o Brasil é o sexto produtor mundial de têxteis e confeccionados e respondeu por cerca de 2,5% da produção em 2006. Contudo, no que tange ao comércio mundial, encontra-se na 46<sup>a</sup> posição entre os maiores países exportadores e na 43<sup>a</sup> entre os maiores importadores.

Considerando-se somente o segmento de vestuário, o mais dinâmico do comércio mundial da cadeia Têxtil e Confecção - TC, o país cai para a 69<sup>a</sup> posição entre os países exportadores e a 51<sup>a</sup>, entre os importadores. O Brasil é um país “produtor/consumidor”, cuja maior parte da produção se destina ao mercado interno (COSTA, 2009).

A partir de 1<sup>o</sup> de janeiro de 2005, o comércio mundial de produtos têxteis deixou de ser regulado pelo Acordo Têxtil e Vestuário - ATV e passou a se submeter às regras gerais da Organização Mundial do Comércio – OMC, acabando com as restrições de cotas para importação e exportação, gerando expectativas e preocupações para os países que se beneficiavam com o acordo, como o Brasil (VIANA, 2008).

Costa (2009), afirma que, após cinco anos com *superávits*, a balança comercial brasileira de produtos têxteis apresentou déficits em 2006 (US\$ 33 milhões), em 2007 (US\$ 646 milhões) e em 2008 (US\$ 1,4 bilhão), todos em função da manutenção da valorização do Real no período e do fim do ATV em 2005.

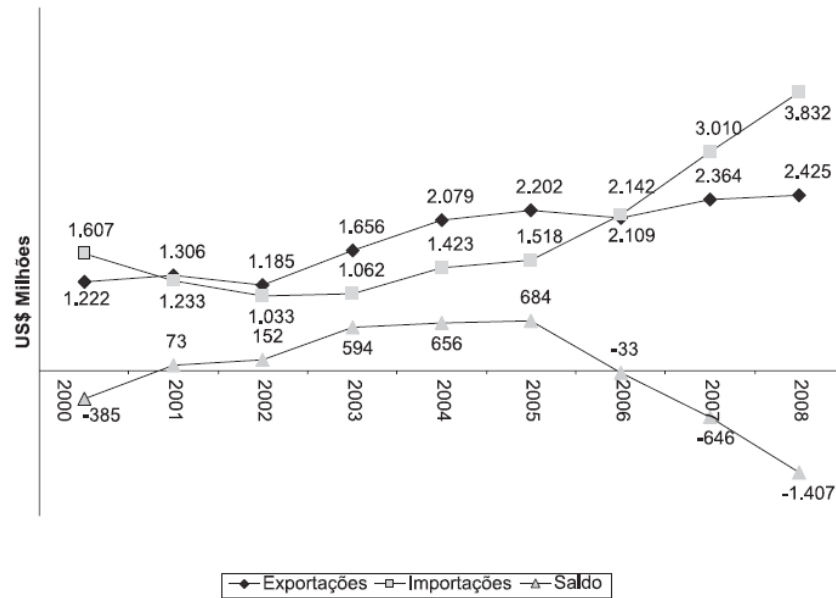


Figura 2.1 - Gráfico da Balança Comercial Brasileira de Produtos Têxteis (Fonte: ABIT, 2008)

Os dados mais recentes sobre o balanço comercial do setor têxtil do ano de 2009 ainda não estão disponíveis, pois estes dados, normalmente, são disponibilizados a partir de junho do ano subsequente, mas, tendo como base os efeitos da crise financeira que se iniciou em 2008 e a própria tendência do saldo comercial apresentado nos gráficos das figuras 2.1 e 2.2, podemos estimar que o ano de 2009 continuou com déficit no saldo comercial.

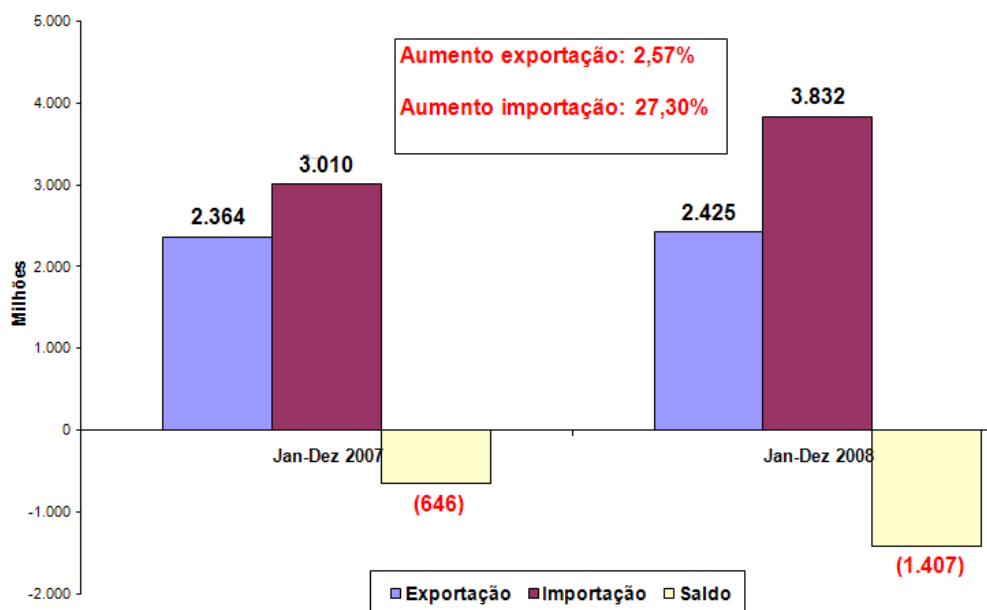


Figura 2.2 - Gráfico da Balança Comercial do Setor Têxtil de 2007/2008 no Brasil (Fonte: MDIC/ALICEWEB)

O estado do Ceará está na contra-mão dos dados apresentados em nível nacional, pois as exportações, neste Estado, nos meses de janeiro a outubro de 2009, chegaram a US\$ 55,4 milhões, sendo o oitavo maior exportador no ranking nacional do setor têxtil e de confecção. No mesmo período, o Ceará importou principalmente da China e de Bangladesh, apenas US\$ 12,1 milhões em vestuário. (FIEC, 2009).

Costa (2009) afirma que o principal destino das exportações brasileiras é a Argentina, com 27,5% do total exportado em 2007, seguido pelos Estados Unidos, com 26,2%. Se dividirmos as exportações por segmentos, os Estados Unidos são o principal destino de vestuário, meias e acessórios e têxteis para o lar, sendo superados pela Argentina somente nos manufaturados têxteis.

Conforme o Gráfico 2.3, o volume de produção total de produtos têxteis, medido pelo consumo de fios e filamentos, foi de 1,77 milhão de toneladas, e o faturamento bruto foi de US\$ 41 bilhões. Entretanto o volume de produção no setor não apresentou crescimento absoluto entre 1999 e 2007, pois, apesar do aumento significativo entre 1999 e 2000, houve um declínio nos três anos seguintes, com retomada do crescimento somente em 2004. Em 2007, o volume de produção foi de 1,769 milhão de toneladas, sendo, ainda, inferior ao pico de 2000 quando a produção atingiu 1,777 milhão de toneladas, mas com valor faturado de US\$ 41,3 bilhões em 2007. O gráfico da figura 2.3 mostra uma estagnação dos dados dos anos de 2008 e 2009, dos quais acreditamos que não houve um crescimento no volume de produção devido aos efeitos da crise financeira.

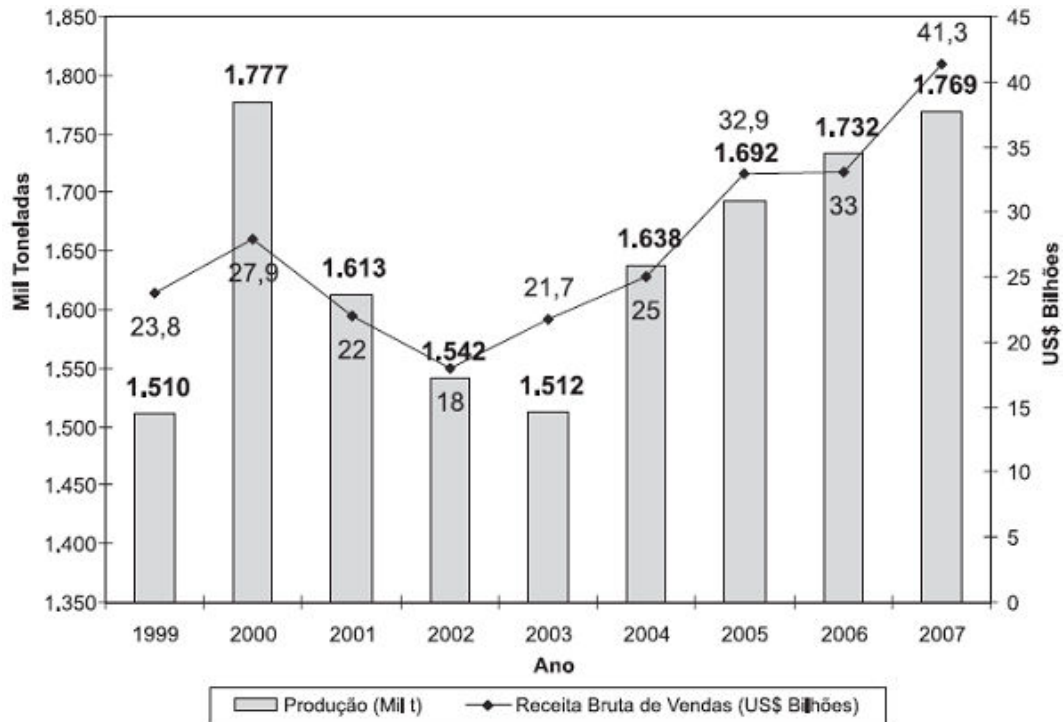


Figura 2.3 - Gráfico da Produção e Receita de Vendas da Cadeia TC no Brasil (Fonte: ABIT, 2008)

### 2.3 Cenário Atual do Setor Têxtil no Ceará

O parque têxtil cearense foi implantado no regime de incentivos fiscais, isenções do ICMS e criação de condições para investimentos, tornando o parque um dos mais modernos do Brasil, com cerca de 2.600 confecções e 50 indústrias de fiação, malharia e tecelagem. É o segundo parque têxtil em capacidade de produção, com faturamento global que atinge 2 bilhões de dólares anuais, tendo um peso significativo na composição do PIB na indústria de transformação, representando 16% (IEL, 2000).

O faturamento da cadeia têxtil cearense em 2003 foi R\$ 1,6 bilhão, saltando para R\$ 1,8 bilhão em 2004. Este setor responde por 16,5% do PIB cearense. O foco principal permanece sobre as regiões Sul e Sudeste, que adquirem, juntas, 80% do que é produzido no Estado. As exportações respondem por outros 15% (SINDITEXTIL, 2005).

O Setor Têxtil possui um percentual significativo sobre as exportações de todo o estado do Ceará, como pode ser observado na tabela 2.3. Comparando o ano de 2003 em relação ao ano de 2002, houve um aumento de mais de US\$ 17 milhões, representando 16,4% do total das exportações no estado. Havendo uma

queda deste percentual em 2008, devido principalmente ao aumento das exportações cearense em outros setores.

Tabela 2.3 - Participação das Exportações do Setor Têxtil pelo Ceará - Período: 1999 a 2008 - valores em US\$ FOB. (Fonte: Sindtextil)

<b>ANO</b>	<b>SETOR</b>	<b>CEARÁ</b>	<b>PART. SETOR/CE (%)</b>
1999	59.400.038	371.234.015	16,0%
2000	87.032.699	495.338.674	17,6%
2001	94.661.985	527.668.107	17,9%
2002	87.594.966	545.023.335	16,1%
2003	125.387.612	762.602.719	16,4%
2004	125.584.370	861.567.940	14,6%
2005	122.942.717	933.589.116	13,2%
2006	123.758.807	961.874.415	12,9%
2007	131.826.380	1.148.357.273	11,5%
2008	104.958.910	1.276.970.342	8,2%

A competitividade da indústria perpassa itens macroeconômicos, como a taxa de juros sobre o capital e a grande relevância do custo de energia elétrica sobre os custos de produção. Tomando por base o relatório do Instituto de Estudos e Marketing industrial – IEMI - (2003), encomendado pelo sindicato das indústrias têxteis do Ceará, sabe-se que a energia elétrica contribui para o custo de produção em cerca de 6,9% nas fiações, 8,1% nas tecelagens e 2,9% nas malharias (VIANA, 2008).

Analisando o desenvolvimento da infraestrutura energética do Ceará, o setor têxtil e de confecção responderam por um consumo de energia de 639.462 MWh do consumo industrial de energia elétrica do Estado no ano de 2009, correspondendo a 32,2% do total consumido, segundo dados da Companhia Energética do Ceará – COELCE, apresentados na tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Consumo por gênero de indústria – Ceará – 2009 (Fonte:Coelce)

CONSUMO INDUSTRIAL POR GENERO (MWh) CATIVO + LIVRES - 2009 FATURADO													
GENERO DE INDUSTRIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
EXTRAÇÃO DE CARVÃO MINERAL	3	2	2	1	0	0	0	1	1	1	2	1	14
EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO E SERVIÇOS CORRELATOS	2.605	2.252	2.330	2.334	2.342	2.519	2.402	2.541	2.543	2.604	2.713	2.610	29.796
EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	25	21	22	19	29	26	33	42	44	43	57	42	403
EXTRAÇÃO DE MINERAIS NÃO METÁLICOS	1.653	1.701	1.631	1.670	1.553	1.982	2.078	2.273	2.193	2.425	2.408	2.499	24.065
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS E BEBIDAS	27.878	26.377	26.330	26.794	25.377	27.806	27.822	28.206	26.650	27.897	28.893	29.936	329.966
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DO FUMO	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	17
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS TÊXTEIS	44.168	46.602	54.028	50.436	52.138	49.090	56.125	55.880	54.542	56.714	54.446	39.449	613.618
CONFECÇÃO DE ARTIGOS DO VEST. E ACESSÓRIOS	1.613	1.870	1.765	2.120	2.131	2.266	2.262	2.315	2.503	2.416	2.387	2.331	25.978
PREPARAÇÃO DE COURO E E FAB. DE ART DE VIAGEM E CALÇADOS	12.086	14.183	16.114	16.027	15.633	16.774	16.915	19.373	21.008	22.578	23.470	22.043	216.204
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE MADEIRA	392	385	338	346	332	358	365	227	131	141	143	139	3.298
FAB. DE CELULOSE, PAPEL E PROD DE PAPEL	2.270	2.574	2.511	2.672	2.542	2.676	2.663	2.756	2.824	2.766	2.886	2.703	31.842
EDIÇÃO IMPRESSÃO E REPR DE GRAVAÇÕES	446	374	306	347	423	440	357	517	761	812	797	863	6.441
FAB DE COQUE,REFINO DE PETROLEO E ETC	54	71	44	59	64	70	91	96	90	93	84	89	904
FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS	4.840	5.233	4.745	4.134	3.850	4.216	4.349	4.749	4.848	3.796	3.993	4.124	52.875
FAB DE ARTIGOS DE BORRACHA E PLÁSTICO	5.430	6.428	5.828	6.026	5.618	6.400	6.434	6.669	6.826	7.636	7.350	7.688	78.334
FABRICAÇÃO DE PROD DE MIN NÃO METÁLICOS	23.821	22.480	21.091	18.975	15.575	19.642	24.574	24.920	25.101	25.074	26.818	26.518	274.590
METALURGIA BÁSICA	10.668	12.131	8.913	10.992	12.545	11.718	12.961	12.069	12.821	13.148	11.434	9.155	138.556
FAB DE PROD DE METAL EXCLUSIVE MAQ E EQUIPAMENTOS	3.708	3.683	3.325	3.698	2.260	3.659	3.850	4.112	4.236	4.333	4.186	4.665	45.715
FABRICAÇÃO DE MAQ E EQUIPAMENTOS	2.705	3.065	3.213	3.387	3.293	3.578	3.694	3.835	4.070	4.184	4.288	3.877	43.188
FAB DE MAQ PARA ESCRITORIO E EQUIP DE INFORMATICA	56	65	64	77	70	78	80	77	73	74	79	75	867
FAB DE MAQUINAS, APARELHOS E MAT ELÉTRICOS	426	537	556	545	508	497	455	432	315	321	340	537	5.470
FAB DE MAT ELETRÔNICO E APARELHOS DE COMUNICAÇÃO	17	20	16	18	15	15	17	17	17	17	18	18	205
FAB DE INSTR MEDICO-HOSPITALARES,PRECISÃO,ÓPTICOS E AUT INDUSTRIAL	124	128	116	128	126	129	134	110	116	114	116	121	1.461
FAB E MONTAGEM DE VEÍCULOS AUTOMOTORES,REBOQUES,CARROCERIAS	253	325	301	239	329	327	327	354	376	410	419	437	4.098
FAB DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE	220	235	223	258	226	312	322	219	343	250	245	247	3.102
FAB DE MÓVEIS E INDÚSTRIAS DIVERSAS	863	1.049	965	1.079	1.028	1.261	1.129	1.093	974	1.061	1.016	1.057	12.575
RECICLAGEM DE SUCATAS METÁLICAS E Ñ METÁLICAS	432	480	411	398	340	416	360	437	600	647	556	575	5.652
CONSTRUÇÃO CIVIL	621	595	549	561	540	644	647	430	316	366	399	468	6.135
OUTRAS INDÚSTRIAS	1.674	2.056	2.051	1.664	1.856	2.389	2.423	2.684	3.060	3.701	3.790	3.918	31.267
<b>TOTAL</b>	<b>149.053</b>	<b>154.924</b>	<b>157.789</b>	<b>155.003</b>	<b>150.744</b>	<b>159.290</b>	<b>172.870</b>	<b>176.435</b>	<b>177.381</b>	<b>183.625</b>	<b>183.336</b>	<b>166.187</b>	<b>1.986.637</b>

## 2.4 Processo de Beneficiamento na Indústria Têxtil

A definição da cadeia agroindustrial têxtil tem seus contornos básicos definidos na figura 2.4. Compreende, na primeira atividade da cadeia, a produção e o beneficiamento de fibras naturais (IEL, 2000).



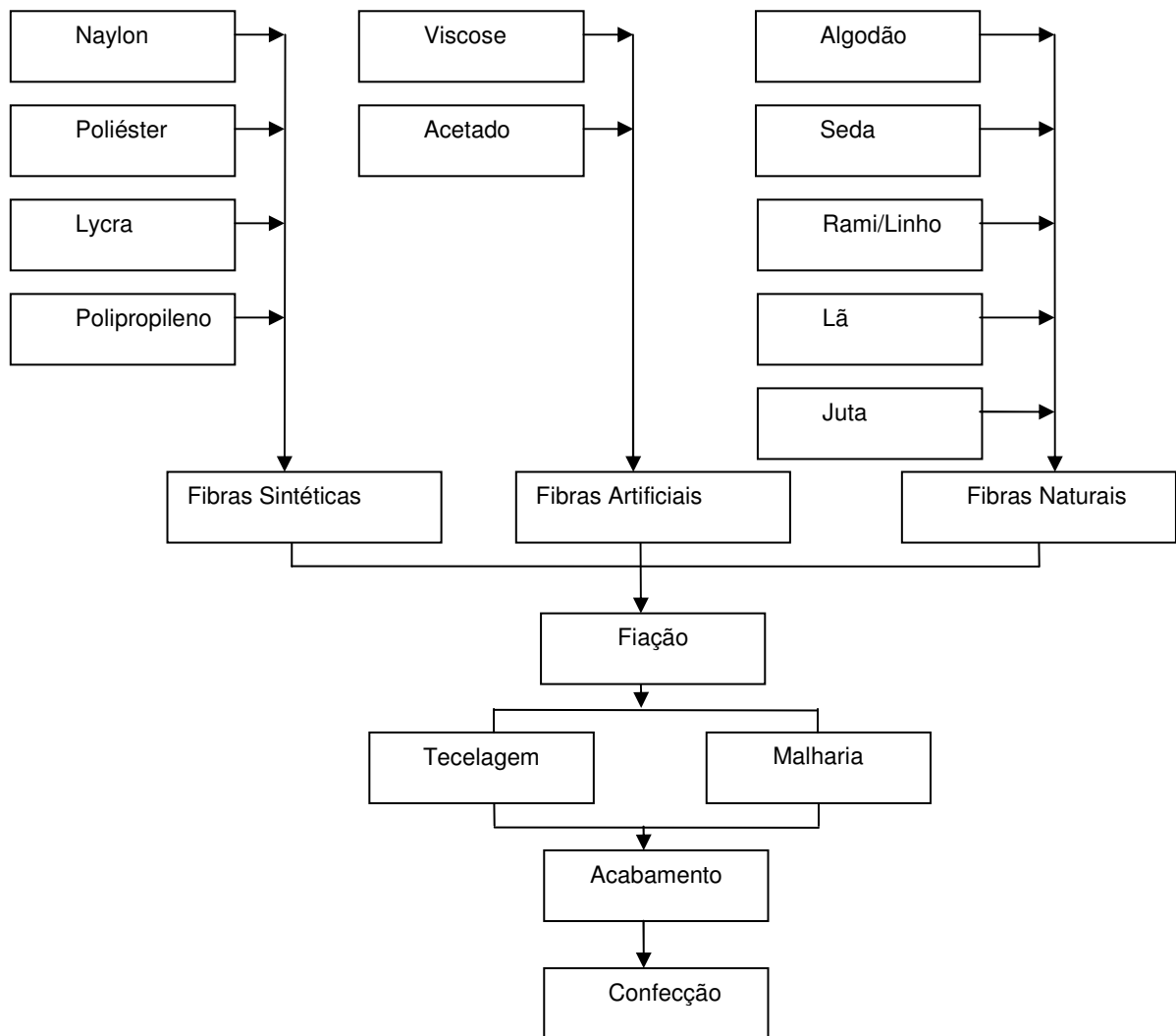


Figura 2.4 – Fluxograma da cadeia agroindustrial têxtil

### 2.4.1 Fibras

A Fibra têxtil é um termo genérico empregado para qualquer um dos tipos de materiais que formam os elementos básicos do produto têxtil, sendo caracterizado por ter um comprimento, no mínimo, cem vezes maior que seu diâmetro. Fibra natural é o nome de vários gêneros de fibras (incluindo filamentos, por exemplo, seda) de origens vegetal, animal e mineral. Fibra manufaturada é um termo empregado para vários gêneros de fibras (incluindo filamentos) produzidos por substâncias com propriedades diversas, podendo ser artificiais ou sintéticas (MALUF, 2003).

No que concerne ao tipo de matéria-prima utilizada pelo setor têxtil brasileiro, constata-se que cerca de 70% é fibra de algodão, 25% fibras artificiais e sintéticas e 5% composto de linho, lã, seda etc. (IEL, 2000).

#### 2.4.2 Fios

O fio é um termo genérico para uma mecha contínua de fibras têxteis, filamentos ou outro material em forma adequada para a tecelagem, malharia ou outra forma de entrelaçamento, para formação de um tecido. Na fiação de algodão, podem ser feitos diferentes tipos de fios, dependendo das máquinas disponíveis. São eles:

- Fio Penteado – geralmente mais limpo, mais resistente (fibras mais longas), e se destina a artigos de alta qualidade. Seu processo de produção é mais completo, pois passa por uma penteadeira;
- Fio Cardado – o fio é mais comum, tem um custo mais baixo, pois apresenta mais impurezas e se destina à produção de artigos de qualidade inferior. Seu processo de produção é mais simples do que o penteado;
- Fio *Open-End* – são fios produzidos a partir de resíduos de fios penteados e fios cardados.

Os processos de produção dos fios ocorrem nas seguintes máquinas:

Abridores – Batedores - O algodão é colocado nos abridores, que fazem a primeira abertura e limpeza do material, no qual é transportado às máquinas seguintes, para complemento da operação.



Figura 2.5 – Blendomat (Fonte: Longowalia)

Cardas - Os rolos de manta, produzidos no batedor, alimentados pelas cardas, vão sofrer o processo de cardagem, que consiste numa paralelização parcial das fibras, retirando-se as fibras mais curtas e parte do resíduo.



Figura 2.6 – Carda (Fonte: Longowalia)

Passadores - Tem como função, através da estiragem, melhorar a paralelização das fibras e uniformizar a titulação. O processo se repete duas vezes para a produção de fio classificado como “cardado”.



Figura 2.7 – Passador (Fonte: Longowalia)

Maçaroqueiras - As mechas provenientes do passador são levadas às maçaroqueiras, que as transformarão em pávio, através da estiragem e torção.



Figura 2.8 – Maçaroqueira (Fonte: Longowalia)

Filatórios - A função dos filatórios é transformar o pávio em fio, através de estiragem e torção, e acondicioná-los em espulas.



Figura 2.9 – Filatório (Fonte: Longowalia)

Conicaleira - A função das bobinadeiras é retirar o fio das espulas de filatórios e enrolar sobre uma embalagem, mais racional, para os processamentos seguintes, ao mesmo tempo em que remove algumas irregularidades do fio. Tais como: pontos finos / grossos, emendas etc.



Figura 2.10 – Conicaleira (Fonte: Longowalia)

#### 2.4.3 Tecidos Planos

São produzidos na tecelagem, em teares, que são empregados no revestimento de móveis, cortinas, roupas sociais, jeans e outros. Esses tecidos são constituídos por trama e urdume. Os equipamentos utilizados nesse processo são:

Urdideira – primeira etapa de um processo de tercelagem, é a preparação do rolo de urdume.

Engomadeira - é a máquina onde são aplicadas as gomas. A engomagem é utilizada para tornar os fios mais resistentes e adequados para condições de tracionamento na tercelagem. A goma é aplicada em rolos de urdume e deve ser adicionada para que os fios não arrebentem na tecelagem e as fibras permaneçam unidas entre si.

Tear – é a máquina onde são produzidos os tecidos planos. Serão usados os fios já engomados e que estarão no sentido do comprimento do tecido – urdume –, e os fios que estarão no sentido da largura do tecido – trama.



Figura 2.11 – Tear Plano (Fonte: Longowalia)

#### 2.4.4 Malharia

São empregados em roupas informais, trajes esportivos, banho, roupas íntimas etc. Diferente dos tecidos planos, os artigos de malha não tem urdume e trama e são produzidos por laçadas mediante agulhas.

Etapas do processamento de malha tubular:

Máquina circular – é produzida a malha tubular, na qual são aplicados óleos com o objetivo de reduzir o atrito entre o fio e o metal. Estes óleos devem ser removidos nos processos de purga, antes do tingimento, mediante detergentes e emulgadores. A máquina circular, conhecida como *Jacquard*, fabrica tecidos com desenhos diferenciados.



Figura 2.12 – Tear Circular (Fonte: Longowalia)

Máquina retilínea – fabrica malha na forma aberta. Estes tecidos são mais utilizados para trajes de banho, esportivos e, também, em roupas íntimas. Os tipos de máquinas retilíneas mais conhecidas são Kettenstuhl e Raschel.



Figura 2.13 – Tear Retilíneo (Fonte: Longowalia)

## 2.5 Avanços Tecnológicos na Indústria Têxtil-Vestuário

O principal avanço em termos de matéria prima foi o desenvolvimento de fios sintéticos a partir de 1970, que, segundo Lupatini (2007), possibilitaram às empresas não só criarem novos e diferenciados produtos, sobretudo nas roupas femininas e esportivas, como, também, a crescente substituição de fibras naturais, sobretudo o algodão, obtendo importantes ganhos de custo. Desde então, iniciaram os esforços para que os produtos oriundos de fibras sintéticas adquirissem, cada vez mais, características que os aproximassem dos de origem de fibras naturais no que se refere ao conforto e à aparência do produto. Isso se deu, principalmente, com a aplicação da nanotecnologia em fibras têxteis através da incorporação de novos materiais nestas fibras.

Os teares sem lançadeiras na tecelagem foi outro avanço tecnológico que representou um potencial produtivo radicalmente superior ao de seus predecessores, tendo, como resultado, enormes ganhos na produtividade. Desta forma, o processo têxtil tornou-se mais integrado e automatizado com os filatórios, teares e ramos da tinturaria mais modernos, que incorporam as novas tecnologias de base microeletrônica e eliminaram etapas antes realizadas nos processos convencionais. Já na indústria de vestuário, as maiores inovações se deram no *design* do produto e na organização da produção e do *marketing*. As empresas que atuam no segmento de vestuário estão cada vez mais se dedicando à “moda”,



tornando-se mais intensivas em *design*. Apesar dos avanços, como aplicação do CAD (Computer Aided Design)/CAM(Computer Aided Manufacturing) no segmento de vestuário (corte, desenho, por exemplo), há ainda muitas manipulações manuais no processo produtivo e persiste a relação de um operador(a) por máquina de costura. Cabe mencionar ainda que uma etapa que está em constante mudança é o acabamento, na qual ocorrem modificações tanto por meio de equipamentos como através da incorporação de produtos químicos nos produtos, dando a estes novos atributos quanto à característica e à aparência (LUPATINI, 2007).

Segundo Costa (2009) entre 2000 e 2007, o investimento anual em máquinas e equipamentos oscilou entre US\$ 400 milhões e US\$ 600 milhões, atingindo seu pico em 2007 com um montante total investido, no período, de US\$ 4,7 bilhões, conforme o gráfico da figura 2.14. A predominância de investimentos em máquinas importadas vem se intensificando nos últimos anos, uma vez que praticamente não há mais produção nacional de máquinas para a cadeia.

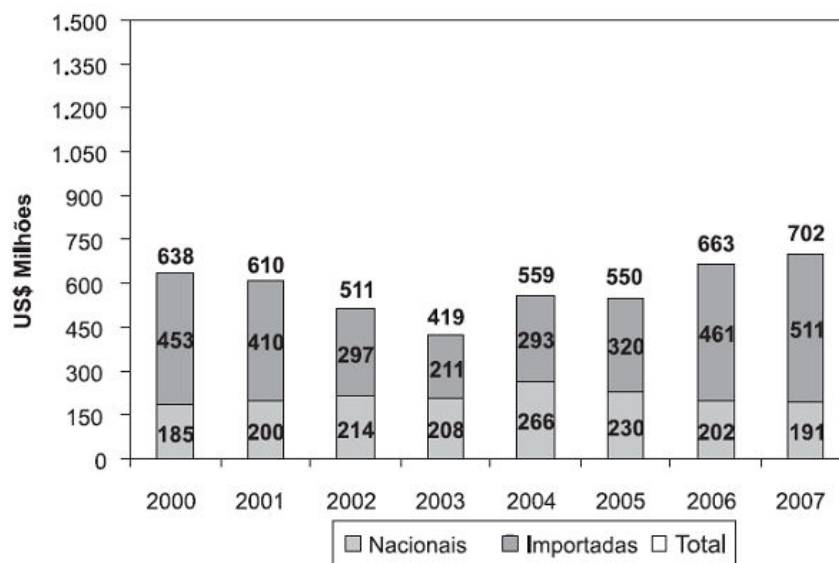


Figura 2.14 – Gráfico dos Investimentos em Máquinas (Fonte: IEMI, 2008)

A Alemanha é o principal país de origem das importações brasileiras de máquinas, respondendo, em 2007, por 22% do total importado. Entretanto, verifica-se o crescimento significativo da China, que, em 2000, era o 11º país de origem das importações de máquinas. No ano de 2006 despontou entre os quatro maiores e, em 2007, chegou ao segundo lugar do *ranking* (COSTA, 2009).



### 3 INDÚSTRIA MARISOL NORDESTE

A seguir, será feita uma explanação da indústria têxtil escolhida para o estudo de caso, Marisol Nordeste, na qual foi aplicado o programa de gestão energética desta dissertação. A escolha dessa indústria deveu-se ao fato da mesma já apresentar uma preocupação com o consumo de energia, possuindo em suas instalações: lâmpadas eficientes e bem dimensionadas, com divisão de circuitos de iluminação, possibilitando iluminar apenas o setor em que o serviço esteja acontecendo; motores eficientes e controle mensal na conta de energia, enquadrando-se como uma indústria com pouco desperdício de energia e, por isso mesmo, um desafio ainda maior para este estudo de caso.

#### 3.1 Indústria Marisol



Figura 3.1 – Marisol Nordeste (Fonte: Revista Unisol)

##### 3.1.1 Histórico

A Marisol foi fundada em 22 de maio de 1964, na cidade de Jaraguá do Sul, em Santa Catarina. Surgiu como uma empresa familiar para a fabricação de chapéus de praia de fibra e sintéticos. O nome Marisol foi formado pela junção das palavras “mar” e “sol”. Quatro anos mais tarde, em 1968, adquire a empresa Tricotagem e Malharia Jaguará e passa a atuar no mercado de vestuário. Nas décadas de 70 e 80, expandiu-se com a incorporação de varias fábricas têxteis na

região sul do país e com a construção e ampliação de seu parque fabril (GOMEZ,2006).

Na tentativa de ampliar seu mercado no nordeste, é fundada a Indústria Marisol Nordeste no Ceará, em 22 de outubro de 1998. A empresa está localizada na cidade de Pacatuba, região metropolitana de Fortaleza, no Ceará. A área onde a Marisol Nordeste está instalada tem 264 mil m<sup>2</sup>, sendo 45 mil m<sup>2</sup> de área construída, contando com 2.123 colaboradores, produzem as marcas Pakalolo e Marisol, com um consumo em média de 2,3 GWh ao ano.

### 3.1.2 Produção

Alvarez(2004) nos relata que a Marisol produz confecções em malha para seis marcas destinadas para segmentos específicos, são estas: Marisol; Lilica Ripilica; Tigor, Tigre; Criativa; Maju e Mineral. Para complementar a sua linha, a Marisol S.A. confecciona, ainda, produtos licenciados para públicos específicos: Snoopy, Casper, Red Nose e WWF.

Ao final de 2008, as atividades da Marisol registraram uma Receita Bruta de R\$ 452,9 milhões, valor que representa um crescimento de 7,72% em relação ao desempenho de 2007. E outro indicador que apresentou variação positiva em relação ao ano anterior foi o de vendas, com um crescimento de 8,22% fechando o ano com R\$ 352,6 milhões.

### 3.1.3 Responsabilidade Social e Ambiental

A Marisol investe continuamente no desenvolvimento de seus colaboradores, através de treinamento no local de trabalho, formação básica de adultos, cursos de aperfeiçoamento profissional e concessão de bolsas de estudo. Mantém um amplo programa de benefícios fortemente subsidiados que inclui transporte coletivo, restaurante industrial, creches, assistência médica, odontológica e ambulatorial, exames laboratoriais gratuitos, auxilia na compra de medicamentos, plano de saúde e programa de participação dos colaboradores nos resultados (lucros) da organização.

Em seu sistema de gestão ambiental, a Marisol se empenha e se preocupa em adequar a empresa à legislação ambiental e adota alguns exemplos práticos, como: coleta seletiva, tratamento de água e esgoto, educação ambiental, reciclagem de materiais, destinação de resíduos, monitoramento e controle sobre a entrada e saída de materiais. A empresa em seu processo de fabricação reutiliza materiais recicláveis, um exemplo é a linha Pakalolo Save, em que os produtos são confeccionados com uma malha especial, utilizando fibras de garrafas pet recicladas, com toque macio e alta resistência. Também utiliza estampas à base d'água, reduzindo o impacto ambiental.

### 3.2 Setores de Produção da Indústria Marisol

A Marisol Nordeste S/A divide toda a área de sua produção em 27 setores, para um melhor processo produtivo e divisão dos custos. A tabela 3.1 mostra a nominação destes setores.

Tabela 3.1 – Setores da Indústria Marisol

PCP	Almoxarifado	Sala de Malha
Corte – Auto Cad	Corte	Estamparia – Pastas/Gravação
Estamparia - Bordado	Estamparia	Confecção – Treinamento
Confecção 1	Confecção 2	Confecção 3
Qualidade	Dobração	Facção
Meias	Logística e Expedição	Controladoria
Sistemas	Manutenção Industrial e Predial	Compressor
ETA e Casa de Bombas	ETE	Auditório Central
Recreativo	Refeitório e RH	Administrativo e Diretoria

Para um melhor entendimento dos processos que envolvem o sistema de produção fabril, serão realizados comentários de alguns setores, já que o custo da energia elétrica, que será tratado a seguir, é rateado entre todos os setores.

### 3.2.1 PCP – Planejamento e Controle da Produção



Figura 3.2 – Setor de PCP (Fonte: Acervo do Autor)

Este setor realiza o planejamento e controle da produção com base nos pedidos do cliente, controla todo o processo produtivo do início (sala de malha) ao final (expedição). Programa a fila, ou seja, a sequência por ordem de pedido e de corte, que será observada pela sala de malha.

### 3.2.2 Almoxarifado de Aviamentos

Recebe a mercadoria, confere se existe a ordem de compra, e, então, se faz o romaneio, ou seja, geração do código da mercadoria e deixa na sequência. São, então, colocadas as etiquetas de identificação que consiste no lote, número da nota fiscal e descrição, depois, finalmente, são colocadas no estoque para uma posterior necessidade da produção.

### 3.2.3 Sala de Malha

Este setor recebe a malha vinda da Matriz localizada no sul de Santa Catarina, onde são observados outros detalhes, como: tecido, tonalidades, larguras, quantidades, metragem, fabricante, composição do tecido etc; separa as peças por tipo de malha e cor, conforme a programação do PCP e, então, colada na sequência. Outra função da sala de malha são as retiradas de amostras dos tecidos para os testes das tonalidades que são enviadas para o laboratório; ao serem aprovados, são identificados de acordo com a nota fiscal e colocados no estoque.

### 3.2.4 Corte – Auto Cad

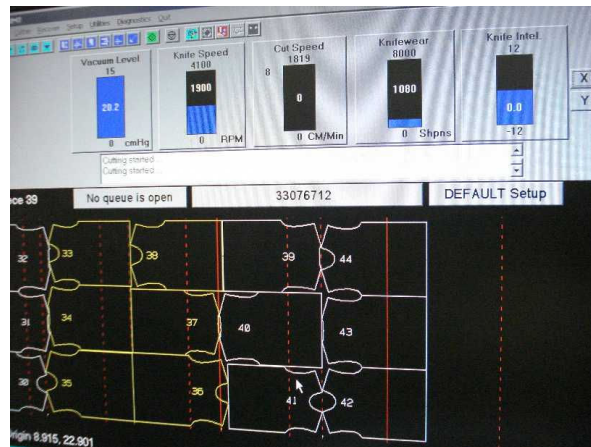


Figura 3.3 – Programa de encaixe da peças para o corte (Fonte: Acervo do Autor)

A partir do instante em que o cliente faz o pedido, este é enviado para o setor de modelagem, no que é realizado o desenho técnico da roupa, usando as medidas em conformidade com a estrutura do corpo humano, de acordo com as tendências de moda e com as informações fornecidas. Na modelagem, também se calcula o consumo, desperdícios de tecidos e envio para o Cad, onde são encaixadas as partes da peça conforme o tamanho, as quantidades de peças e percentual de utilização do encaixe no papel com as dimensões da malha que será utilizada, também conhecida como o risco e enviado para o corte.

### 3.2.5 Corte

O corte é considerado, mundialmente, como o processo industrial de maior importância na confecção, pois o resultado da operação influenciará sensivelmente na qualidade e preço final do produto. Ao receberem os programas vindos do Auto Cad, são introduzidos nas máquinas de corte, com potência elétrica de 166,6 kW no total, para serem enfiados e cortados.

O enfiado é a preparação para o corte, ou seja, é a operação de sobrepor várias folhas de tecido com medidas determinadas, respeitando a capacidade de corte da máquina utilizada, para não comprometer a qualidade da operação. Existe uma folha de papel sobre a mesa, antes do enfiado, para evitar o atrito entre a mesa

e o tecido, conseqüentemente, não tencionando as folhas enfiadas e permitindo o deslocamento das partes parcialmente cortadas.



Figura 3.4 – Peças de roupa após serem enfiadas e cortadas (Fonte: Acervo do Autor)

### 3.2.6 Estamparia - Gravação / Pastas

Na gravação é produzida a tela que será utilizada para estampar. Este processo é realizado da seguinte maneira: posiciona-se a moldura na esticagem e, então, seleciona-se o tipo de tela conforme pedido. A pressão que a tela deve suportar deve variar entre 25 a 35N. A tela é levada para a limpeza e, depois, enviada para secar durante dez minutos. Coloca-se emulsão sobre a tela até secar, depois se realiza a impressão sobre a tela do desenho. Em seguida, a tela é exposta a luz proveniente de lâmpadas halógenas de 2KW durante um minuto e, posteriormente, é feito, a revelação com água. Coloca-se para secar durante dez minutos e, por último, coloca-se o catalisador e espera secar por dez minutos e, então, vai para a estampagem.

### 3.2.7 Estampagem – Bordado

No bordado, o processo é o mesmo de uma máquina de costura, só que em vez de um só cabeçote, são vários que bordam ao mesmo tempo, possibilitando bordados com mais de uma cor.

No mesmo setor de bordado, encontram-se as máquinas de *transfer*, que colocam a etiqueta termocolante nas peças de roupa, a partir de uma prensa a certa

temperatura e pressão. Para este processo, são utilizadas duas máquinas de *transfer* e três máquinas de pedras individuais.

### 3.2.8 Estampagem

As peças são estampadas conforme as cores pré-definidas, podendo ter estampas de uma cor, duas cores ou até 12 cores. As máquinas utilizadas para estampar são conhecidas como “São Roque” e possuem potência elétrica em média de 100KW cada. Nesta máquina, coloca-se a tela proveniente da gravação e as pastas adequadas. Após estampar um quadro, geralmente, passa-se por um secador formado por lâmpadas de quartzo de infravermelho com potência elétrica de 1,5KW. Em seguida, são colocadas na termofixadeira a uma temperatura 160°C com um tempo de 4 minutos com o objetivo de curar a estampa, ou seja, dar solidez. E, então, as peças de roupa são enviadas para a confecção.



Figura 3.5 – Máquina São Roque de estampagem (Fonte: Acervo do Autor)

### 3.2.9 Confecção- Treinamento

Em decorrência da inexperiência das costureiras contratadas, a Marisol Nordeste oferece um curso de 45 dias nas dependências da fábrica, para que estas adquiria a técnica do manuseio com as máquinas. Nos primeiros dias, as costureiras realizam costuras com retalhos e, depois, simulações com peças básicas, as quais, no final, são doadas para instituições filantrópicas.



### 3.2.10 Confecção 1, 2 e 3

Ao chegarem as peças provenientes do corte ou da estampagem, são retiradas do cesto e são divididas, conforme o cartão de identificação, para as diversas células, por exemplo: pólo, calça, jaquetas etc. Para que ocorra o balanceamento, conforme a necessidade ou quantidade de peças a serem produzidas, varia o número de máquinas e pessoas em cada célula, e estas possuem um quadro de produção que contém: referência, tempo padrão de cada peça, número de operadores, número do posto de trabalho e a eficiência atingida. Ao terminar o processo, são enviadas para a inspeção.



Figura 3.6 – Célula de costura (Fonte: Acervo do Autor)

Os tipos de equipamentos de costuras utilizados são: reta ponto fixo, ponto corrente, pespontadeira (duas agulhas), ponto zig-zag, overlock, ponto invisível, máquina de bolso social, interlock, caseadeira, pregadeira de botões, entre outros.

### 3.2.11 Qualidade

Este setor está envolvido em todos os processos desde a entrada da matéria-prima até o processo final de confecção. Durante a confecção é colocado um revisador, que inspeciona 100% da produção e verifica as medidas para perceber se a peça está alinhada na sua estrutura. Os itens verificados são mangas, pernas, golas na qualidade da costura, buscam-se, com isso, observar se há desvios na costura e, também, costura repuxada etc. As peças que não passam pela revisão



retornam para o setor de fabricação para sofrerem os ajustes necessários e as peças aprovadas são encaminhadas para o setor de acabamento. Ao final, realiza-se a inspeção das peças por amostragem e só então são liberadas. O setor da qualidade é responsável pelo processo de auditoria dentro da produção.

### 3.2.12 Dobração

As peças vindas do setor de qualidade são taqueadas (colocadas etiquetas), embaladas e enviadas à expedição. As máquinas utilizadas são basicamente pneumáticas, utilizando apenas um computador em rede para gerar as etiquetas. Estas possuem data, hora e local de fabricação com o intuito de rastrear o produto. Por fim, as peças são embaladas em sacos plásticos ou outras embalagens e, após este processo, estão prontas para ir à expedição onde serão encaminhadas para os compradores, lojas da marca, entre outros veículos de vendas.

### 3.2.13 Meias

As meias são fabricadas na matriz e enviadas a esta unidade. O setor de meias é responsável por passar e embalar, para tanto utiliza duas máquinas de passar.

### 3.2.14 Manutenção Industrial e Predial

Na fábrica são realizadas manutenções preventivas e corretivas. Na manutenção preventiva, as ordens de serviços são geradas pela própria manutenção através de *software* específico e as execuções podem ser quinzenais, trimestrais ou semestrais. Já na manutenção corretiva, as atividades são executadas a partir de uma ordem de serviço gerada pelos operadores, facilitadores e chefes de setores.



Figura 3.7 – Gerência de Manutenção (Fonte: Acervo do Autor)

Este setor é responsável, também, pela manutenção da estrutura física da fábrica, que consiste em troca das lâmpadas, substituição dos cabos elétricos, manutenção dos banheiros, jardim, pinturas e recuperação de móveis.

### 3.2.15 Compressor

Este setor consiste em dois reservatórios de ar comprimido, três compressores. É utilizado apenas um, o Atlas GA75VSDFF com motor de 100 cv com capacidade máxima de 12,8 bar, controlado por um inversor de frequência WEG, que abastece toda a fábrica. Os outros dois são: Uma Atlas com motor de 30 cv e um Sullar de com motor de 30 cv.

### 3.2.16 Estação de Tratamento de Água - ETA

Responsável pelo tratamento da água bruta vinda da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), a qual é colocada dentro de uma cisterna, é adicionada cloro e, através de bombas dosadoras, são introduzidos polímeros, hipoclorito de sódio, polímeros de alumínio e barrilha. A água, então, é enviada para a filtração e decantação de partículas sólidas para a cisterna de água tratada, que poderá ir direto para o processo ou caixa d'água. A purga da filtração é enviada para o leito de secagem e o lodo residual descartado através de empresas especializadas.

### 3.2.17 Estação de Tratamento de Efluentes - ETE

Este setor é responsável pela estação de tratamento de efluentes provenientes da estamparia, produção, restaurante e banheiros. Os efluentes da estamparia, que são enviados para o tanque de aeração, é o reator biológico. Nesse tanque, existem três aeradores oxigenando esses efluentes que, em seguida, são enviados para o tanque de decantação. Após este processo, a parte líquida vai para o tanque de desinfecção e, por meio de adição de cloro, vai para o tanque intermediário para o acúmulo de efluentes, e enviados para outro tanque para o bombeamento deste líquido para os jardins. A parte do material mais denso é retirado a cada três meses por caminhões sugadores de empresas especializadas.

## 3.3 Diagnóstico Energético

Para se tomar conhecimento do desempenho energético das instalações de uma indústria, segundo o PROCEL (2005), é necessário realizar, na indústria, um diagnóstico que permita verificar as condições de operação dos diferentes equipamentos e dos processos nos quais estão inseridos. Os consumos previstos dos equipamentos podem ser obtidos por meio de informações dos fabricantes, medições diretas e análise das instalações, controle e acompanhamento do faturamento de energia, visando subsidiar o acompanhamento da Gestão Energética e a tomada de decisões.

Tendo como base a recomendação do PROCEL, foi realizado na Marisol Nordeste o levantamento dos dados e informações sobre os diversos setores e os usos finais da energia nos processos produtivos da indústria, tendo como objetivo principal avaliar a situação atual, determinando os pontos positivos e negativos, que permitam uma definição objetiva das futuras ações de melhorias a serem implementadas.

### 3.3.1 Análise do Consumo de Energia Elétrica

Foi realizado um levantamento do histórico de consumo de energia da instalação, num horizonte mínimo de 24 meses para identificar a sazonalidade típica.

Esses dados foram extraídos das faturas de energia obtidas junto ao setor de manutenção. Os resultados estão expostos na tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Consumo de Energia referente a 24 meses

MARISOL INDÚSTRIA TEXTIL LTDA						
HOROSAZONAL VERDE SECO						
CONTRATADO PONTA 44KW						
MÊS / ANO	DEMANDA CONTRATADA - kW		DEMANDA REGISTRADA - kW		CONSUMO - kWh	
	HP	FHP	HP	FHP	HP	FHP
ago/06	500	500	517	549	24230	170139
set/06	530	530	532	543	26707	187953
out/06	530	530	560	564	24428	162043
nov/06	530	530	563	576	22572	159727
dez/06	530	530	618	564	23296	158571
jan/07	530	530	501	569	9449	73601
fev/07	530	530	516	556	23068	150173
mar/07	530	530	484	494	18235	126128
abr/07	530	530	491	557	23591	171211
mai/07	530	530	507	546	20319	140502
jun/07	530	530	541	575	22875	159061
jul/07	530	530	523	550	23512	151873
ago/07	530	530	629	576	25571	184352
set/07	530	530	600	624	25797	190675
out/07	530	530	599	608	23819	195492
nov/07	560	560	598	603	23221	200171
dez/07	560	560	595	583	23718	197921
jan/08	560	560	606	583	14728	121323
fev/08	560	560	576	612	23646	186188
mar/08	560	560	586	654	26566	200251
abr/08	560	560	645	662	26560	195314
mai/08	560	560	621	654	27277	195127
jun/08	600	600	651	660	30993	224841
jul/08	650	650	700	752	34658	244849
ago/08	680	680	786	837	37208	255959

Para uma análise melhor dos dados apresentados, foram construídos os gráficos do consumo de energia no horário de ponta (HP) e fora do horário de ponta

(FHP). O consumo na ponta é o período definido pela concessionária de energia, composto por três horas consecutivas, no Estado do Ceará, entre 17:30h e 20:30h, exceção feita a sábados, domingos e feriados nacionais, neste intervalo a energia elétrica é mais cara. Já o consumo de energia fora da ponta, é o consumo de energia ocorrido nas horas complementares às três horas consecutivas que compõem o horário de ponta, acrescidas da totalidade das horas dos sábados e domingos e feriados nacionais, neste intervalo a energia elétrica é mais barata. Nas figuras 3.8 e 3.9 são mostradas o consumo de energia da Marisol no HP e FHP, respectivamente.

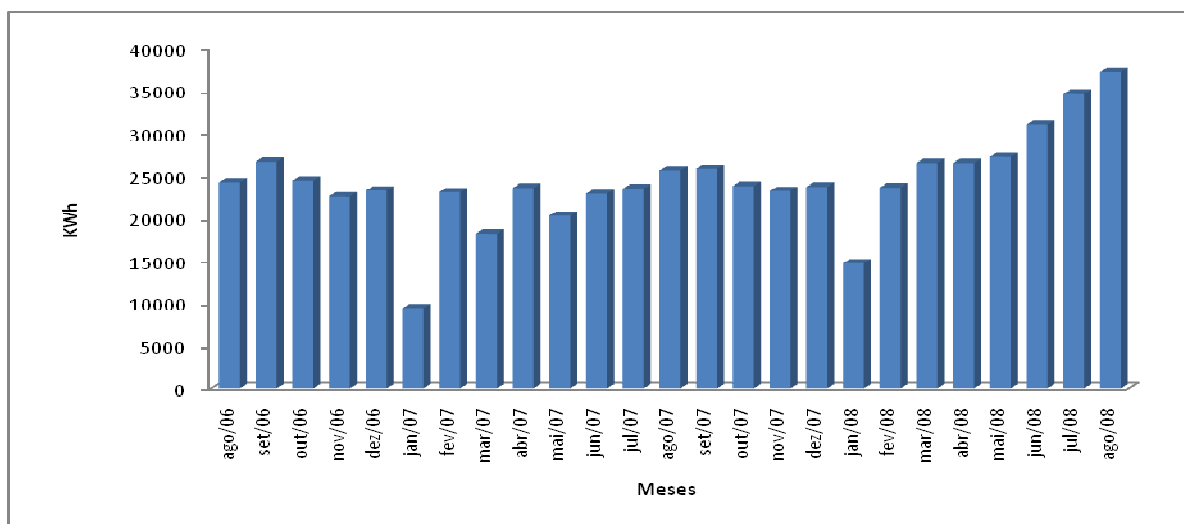


Figura 3.8 – Gráfico do consumo energia na ponta (HP).

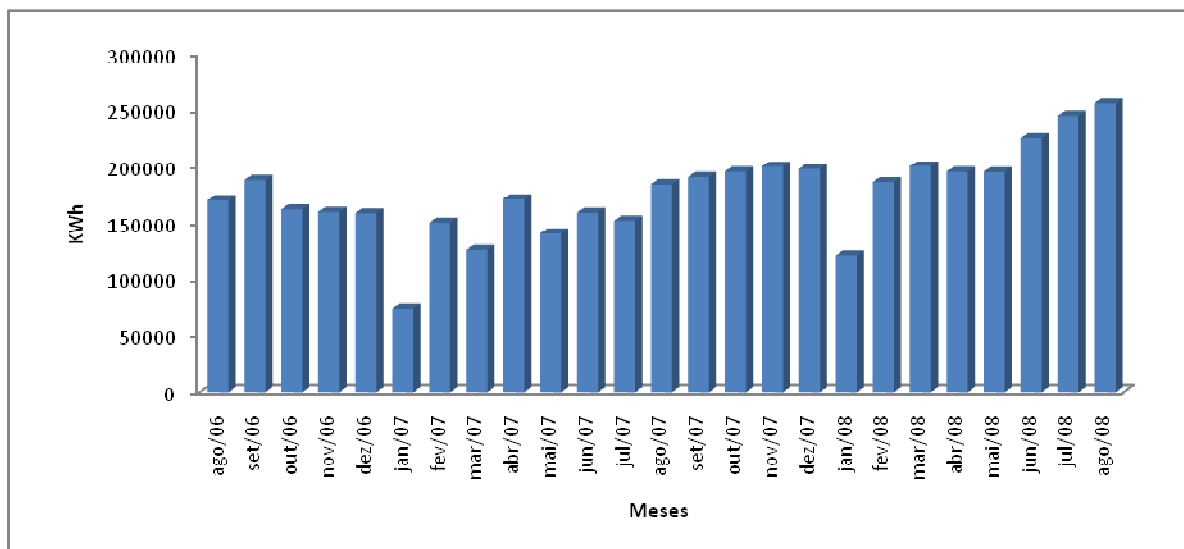


Figura 3.9 – Gráfico do consumo energia fora da ponta (FHP).

Analisando os gráficos das figuras 3.8 e 3.9, observa-se que ambos apresentam comportamentos semelhantes. Verifica-se que o menor consumo de energia durante um ano ocorre no mês de janeiro, em decorrência das férias coletivas para os funcionários da produção, que se inicia no dia 21 de dezembro até o dia 20 de janeiro, e que os maiores consumos de energia ocorrem nos meses de julho a dezembro.

### 3.3.2 Identificação do ponto de suprimento elétrico da fábrica

Procedeu-se a identificação do ponto de alimentação da fábrica; a transformação e distribuição da energia elétrica, ou seja, a localização das subestações, dados característicos dos transformadores; levantamento das grandezas elétricas dos transformadores (carregamento e tensões e correntes por fase); estado de conservação e manutenção do ambiente e equipamentos; temperatura no interior e fora das cabines dos transformadores e varredura térmica nos quadros de distribuição.

O fornecimento de energia elétrica na indústria Marisol é realizado pela Companhia Energética do Ceará — COELCE, em apenas um ponto de alimentação em 13,8kV, como é mostrado na figura 3.14, o qual supre toda a indústria, sendo a mesma classificada como consumidor de média tensão A4, devido ao nível de tensão a qual é suprida.



Figura 3.10 – Ponto de Fornecimento de Energia Elétrica (Fonte: Acervo do Autor)

A fábrica possui duas subestações e, em cada, dois transformadores de 500kVA em bom estado de conservação. Com os dados característicos e as grandezas elétricas, medidas com o auxílio dos instrumentos de medição (multímetro e alicate amperímetro digital), foi possível produzir a tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Dados e Medições dos Transformadores

	<b>Transformador I</b>	<b>Transformador II</b>	<b>Transformador III</b>	<b>Transformador IV</b>
<b>Potência [kVA]</b>	500	500	500	500
<b>Tensão primária [V]</b>	138000	138000	138000	138000
<b>Tensão secundária [V]:</b>	380/220	380/220	380/220	380/220
<b>Corrente nominal [A]</b>	760	760	760	760
<b>Corrente medida na Fase A [A]:</b>	222	360	88	23
<b>Corrente medida na Fase B [A]:</b>	216	360	102	17
<b>Corrente medida na Fase C [A]:</b>	219	360	89	19

Nos transformadores III e IV, observa-se que as correntes de saída estão muito abaixo de sua corrente nominal. Isto ocorre devido a substituições recentes dos transformadores de potências inferior por estes e, até o momento da medição, não havia sido instalados os novos equipamentos provenientes das ampliações ocorridas na fábrica.

### 3.3.3 Varredura Térmica

Procedeu-se uma varredura térmica em todos os quadros elétricos com o objetivo de encontrar algum ponto quente e associar tal irregularidade a uma geração maior de calor, o que, de forma geral, representa um provável problema, uma fase mais sobrecarregada que outra. Segundo Pelizzari (2006), a maioria das

falhas nos sistemas elétricos é acompanhada ou precedida de sintomas que evidenciam a evolução de fenômenos térmicos. Tornando a utilização da varredura térmica, como uma importante ferramenta para a identificação de regiões, ou pontos, onde a temperatura esteja alterada.

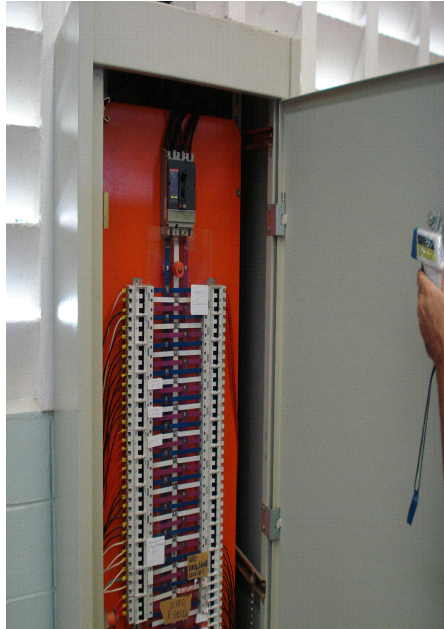


Figura 3.11 – Varredura térmica nos quadros elétricos (Fonte: Acervo do Autor)

Neste procedimento, foi utilizado um termômetro digital infravermelho e o diagrama unifilar da fábrica para identificar os locais dos quadros elétricos. Não houve a constatação de nenhum ponto quente. Observou-se que alguns quadros havia sido retirados e outros foram acrescentados, indicando que o diagrama unifilar utilizado estava em desacordo com a instalação real. Fato, este, confirmado pela gerência de manutenção.

#### 3.3.4 Análise da Demanda

Como a fábrica possui um software para gerenciamento da energia CCK, instalado logo após a medição da concessionária de energia, este pode fornecer gráficos de demanda e consumo de energia instantânea de toda a fábrica. Para se observar esta demanda, foi escolhido o mês de novembro, pois este é o mês mais representativo entre os meses de alta produção. Foi escolhido, também, a terceira semana por melhor demonstrar o comportamento, em média, da demanda requerida.



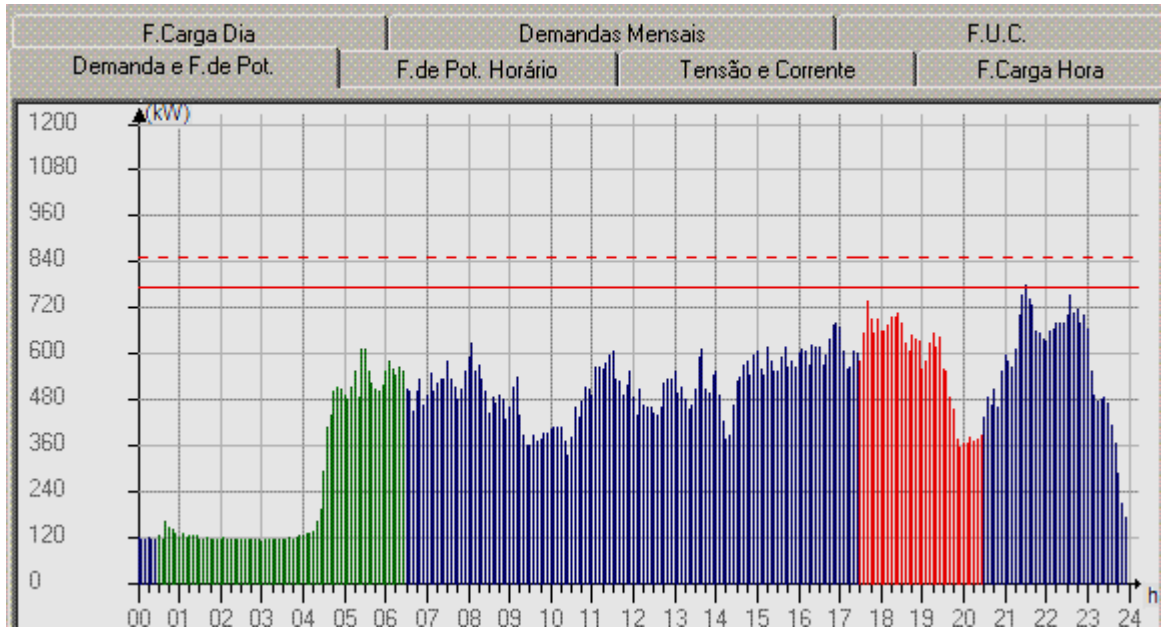


Figura 3.12 – CCK 1º Dia – Nov 2008

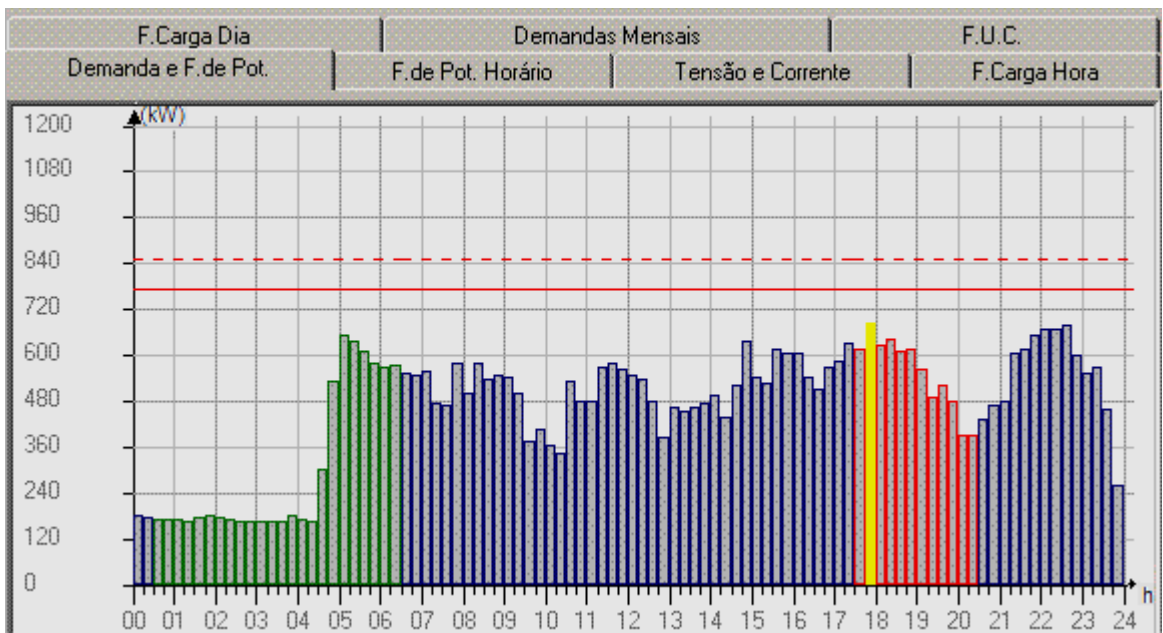


Figura 3.13 – CCK 2º Dia - Nov 2008

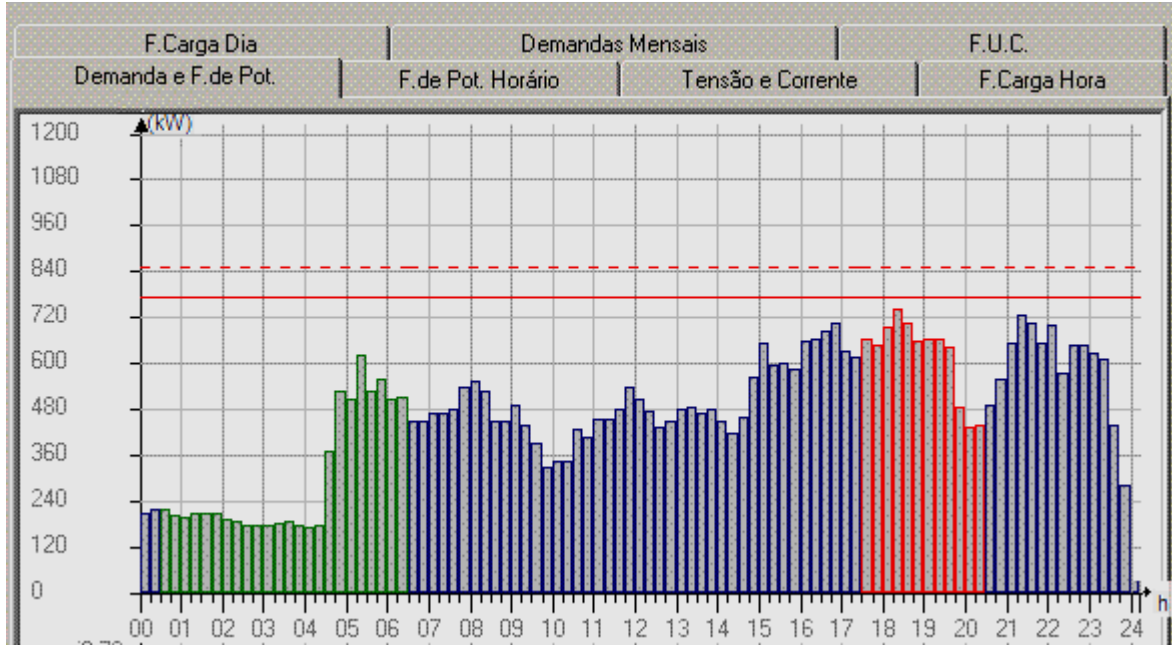


Figura 3.14 – CCK 3º Dia - Nov 2008

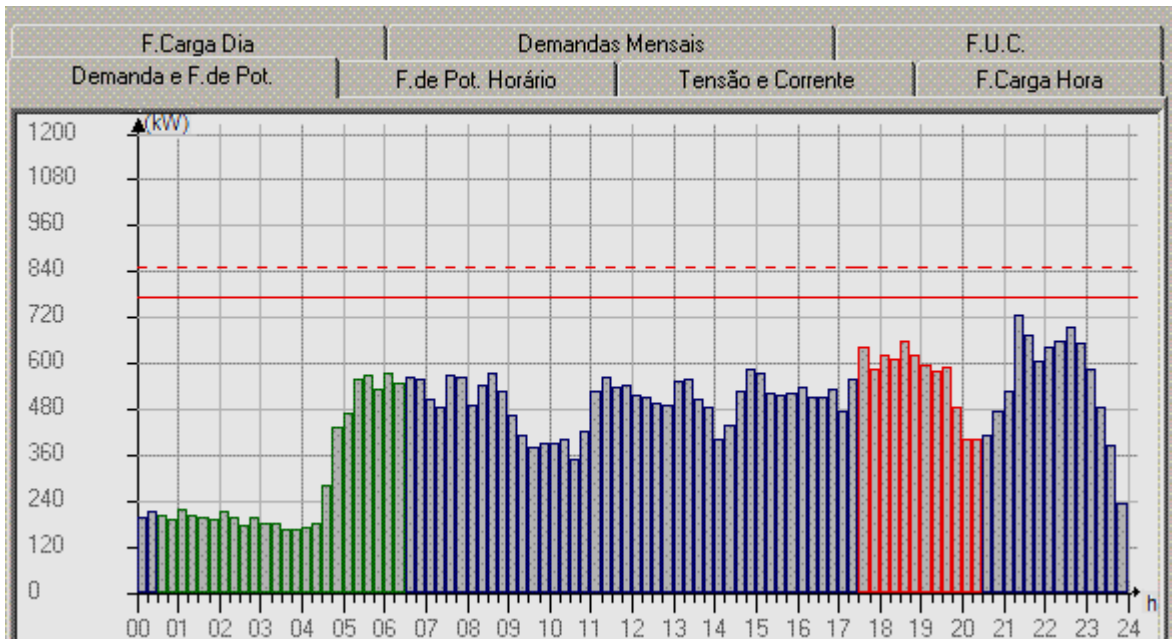


Figura 3.15 – CCK 4º Dia - Nov 2008

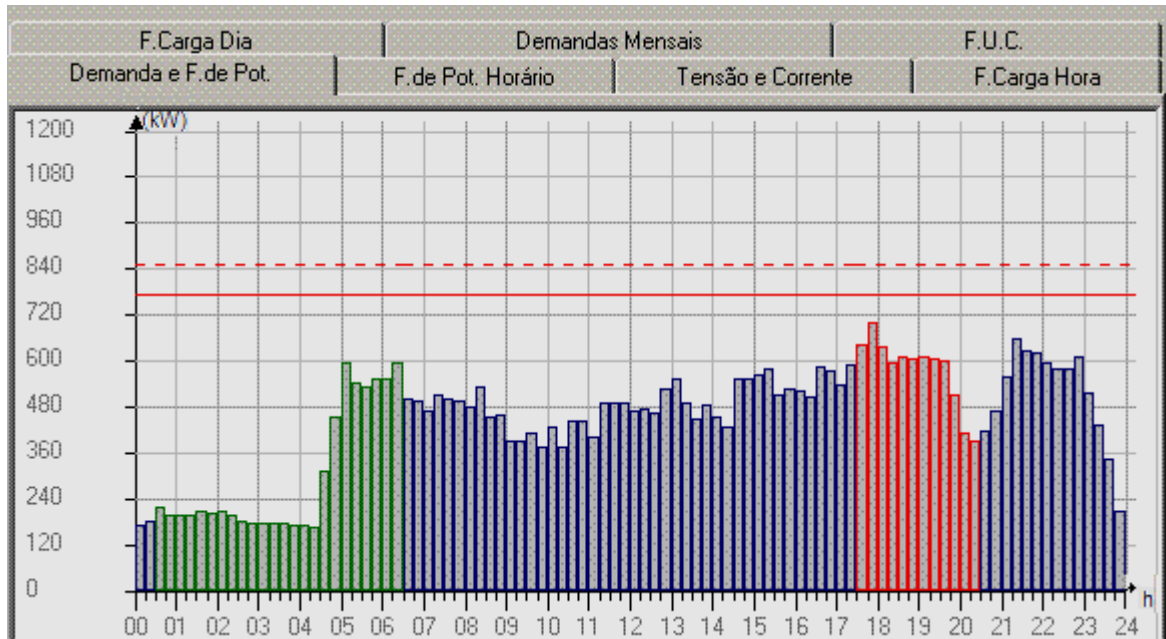


Figura 3.16 – CCK 5º Dia - Nov 2008

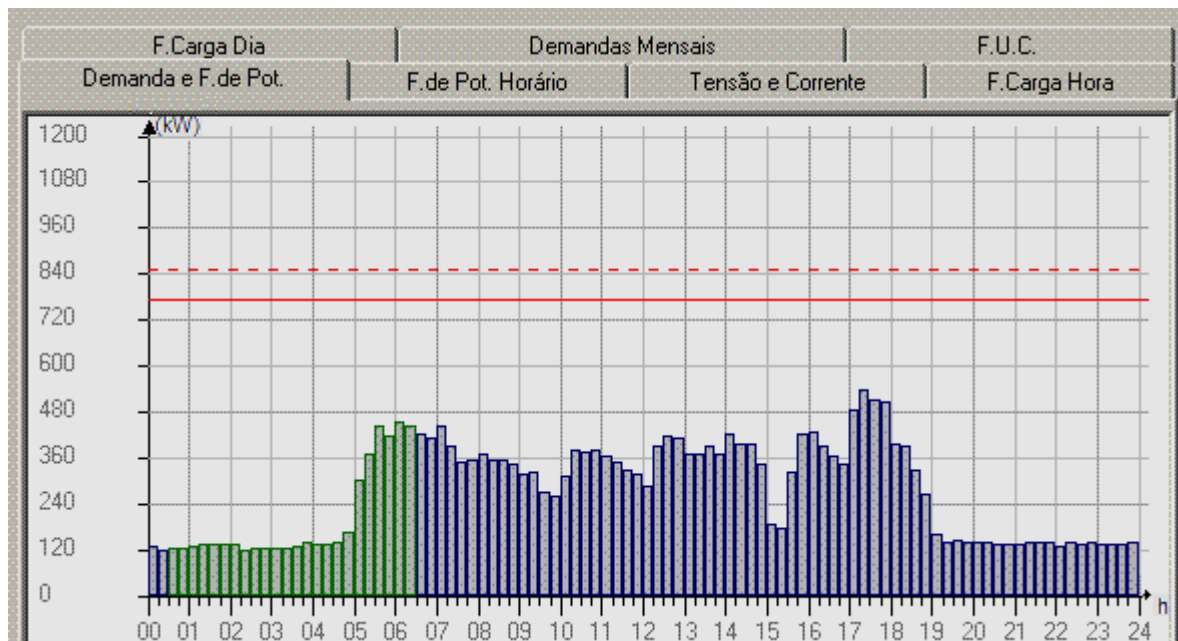


Figura 3.17 – CCK 6º Dia - Nov 2008

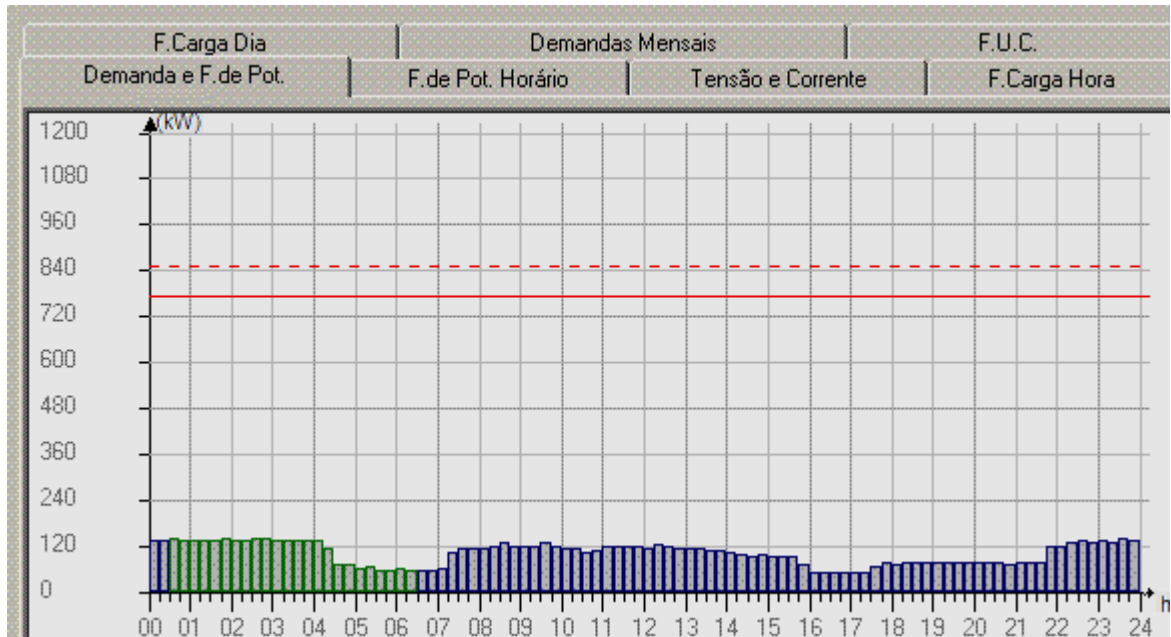


Figura 3.18 – CCK 7º Dia – Nov 2008

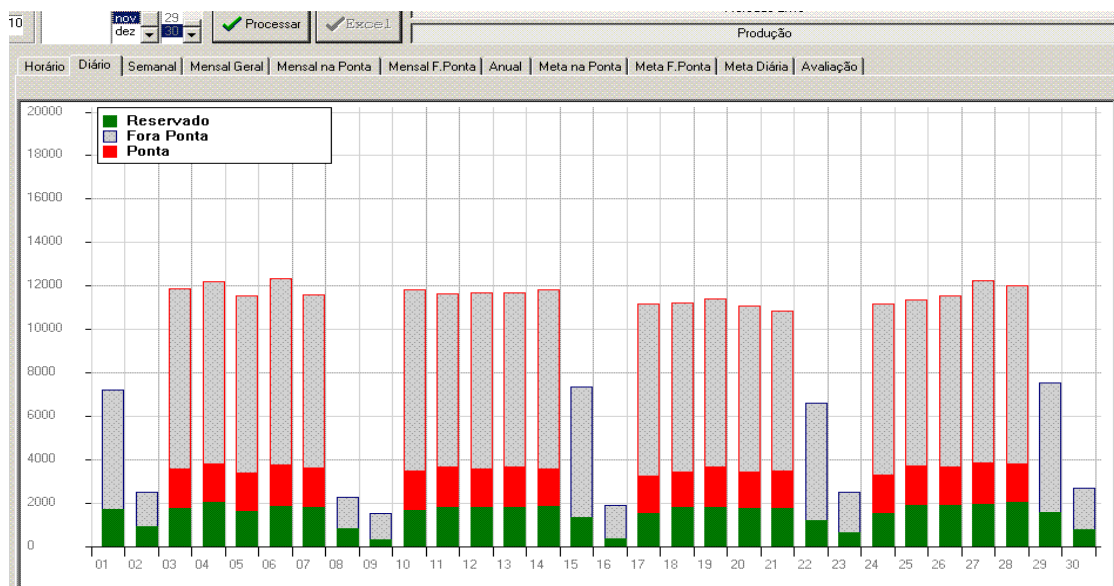


Figura 3.19 – Gráfico do consumo de energia no mês de novembro de 2008.

Aos serem analisados os gráficos das figuras 3.12 a 3.19, observaram-se, claramente, as quedas no consumo de energia devido à saída ou ao retorno do almoço por setores, permitindo, assim, estimar a demanda requerida por setores, lembrando que não existe medidor por setor. Nos horários de 23h30min às 4h30min durante a semana e nos finais de semana, não existe nenhum turno de produção, logo, o consumo apresentado é, apenas, devido a iluminação e a energização dos transformadores.

Após a obtenção dos gráficos de demanda de 2008, o mesmo procedimento foi feito para o ano seguinte, no caso 2009. Os resultados são apresentados na figura 3.20 a 3.27.

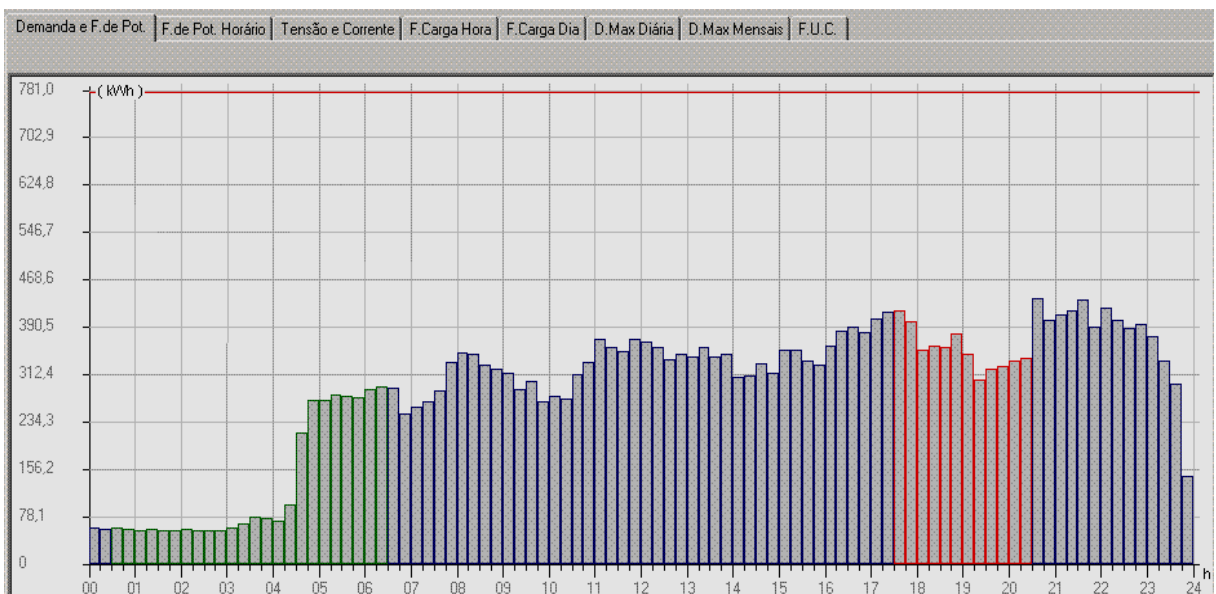


Figura 3.20 – CCK 1º Dia - Nov 2009

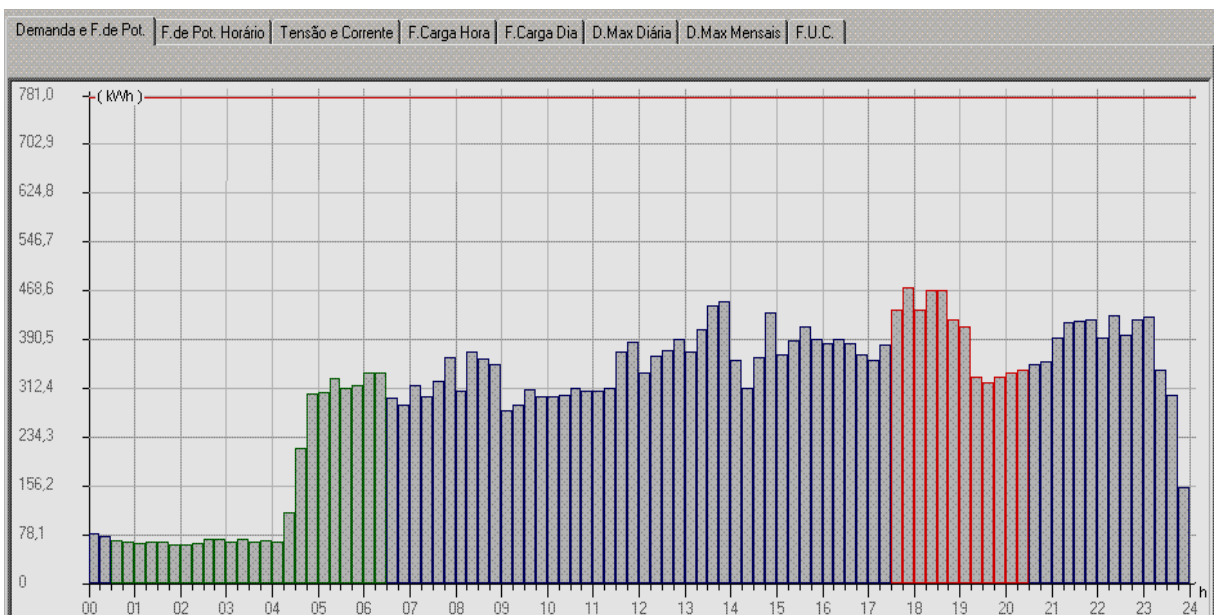


Figura 3.21 – CCK 2º Dia - Nov 2009



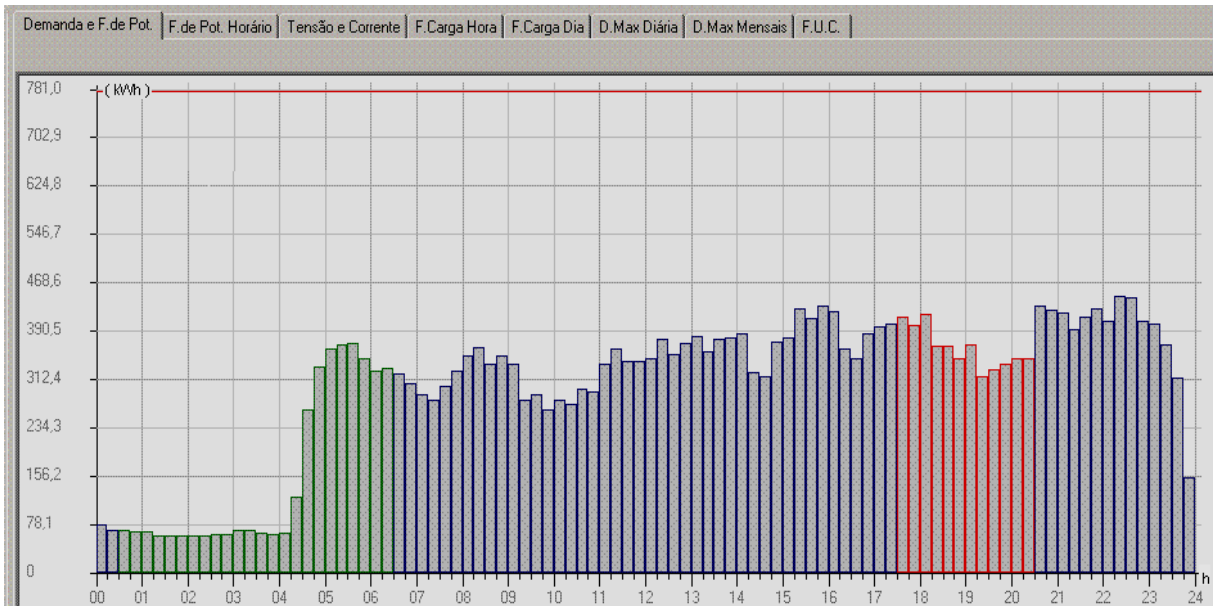


Figura 3.22 – CCK 3º Dia - Nov 2009

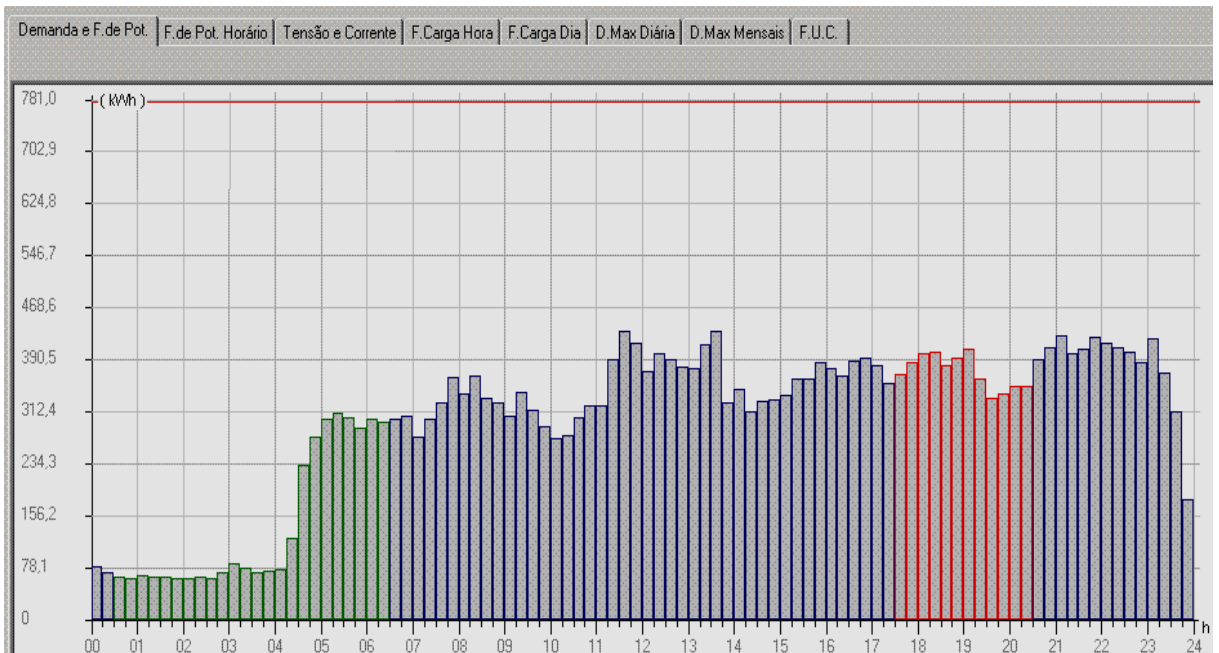


Figura 3.23 – CCK 4º Dia - Nov 2009

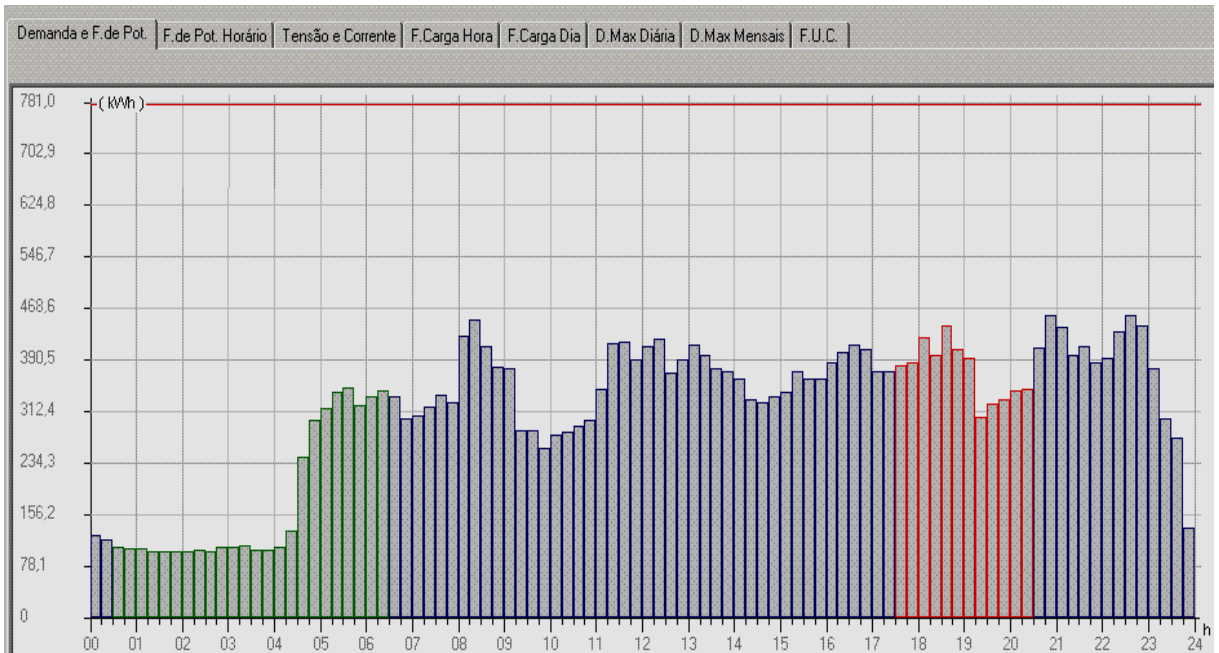


Figura 3.24 – CCK 5º Dia - Nov 2009

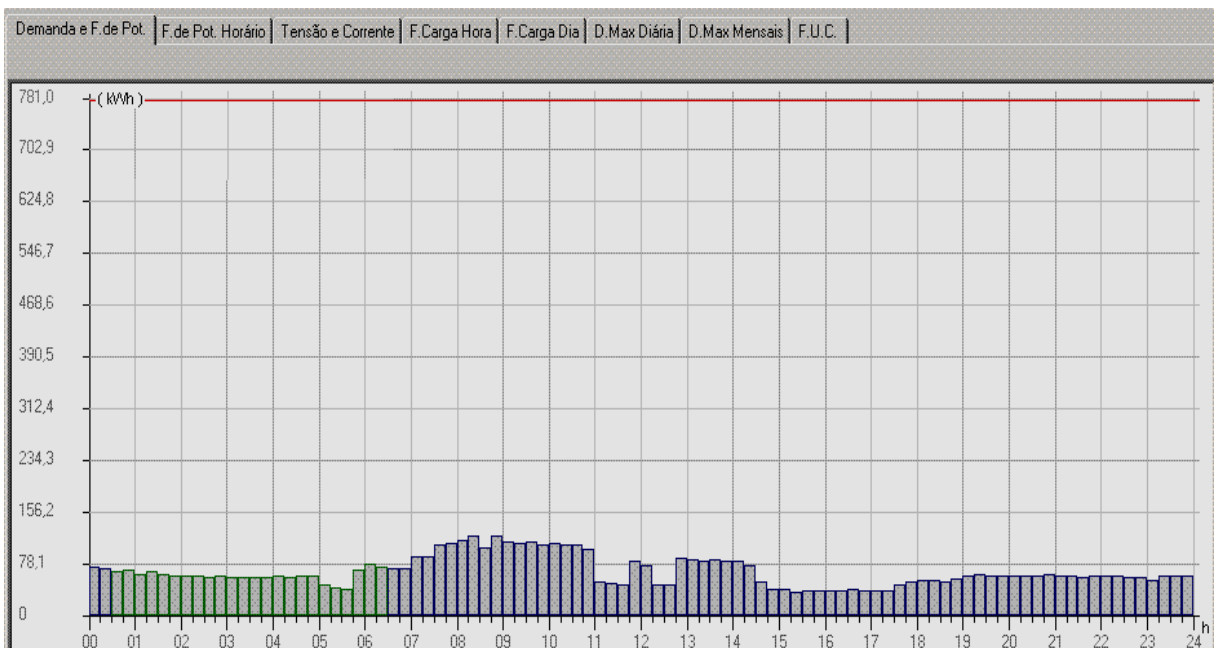


Figura 3.25 – CCK 6º Dia - Nov 2009

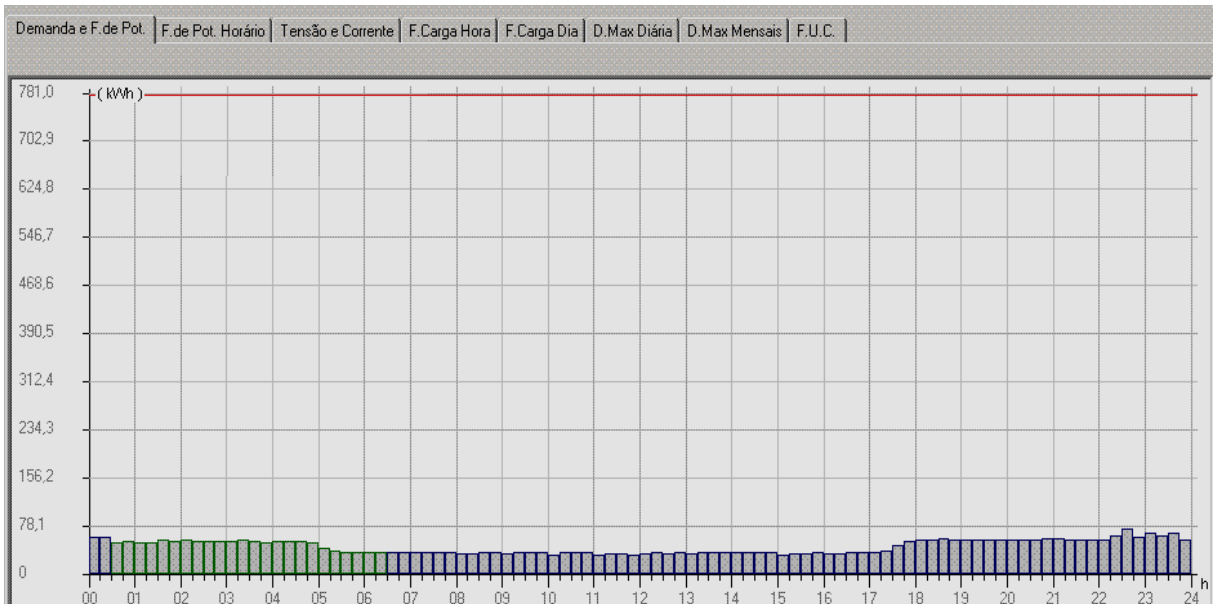


Figura 3.26 – CCK 7º Dia - Nov 2009

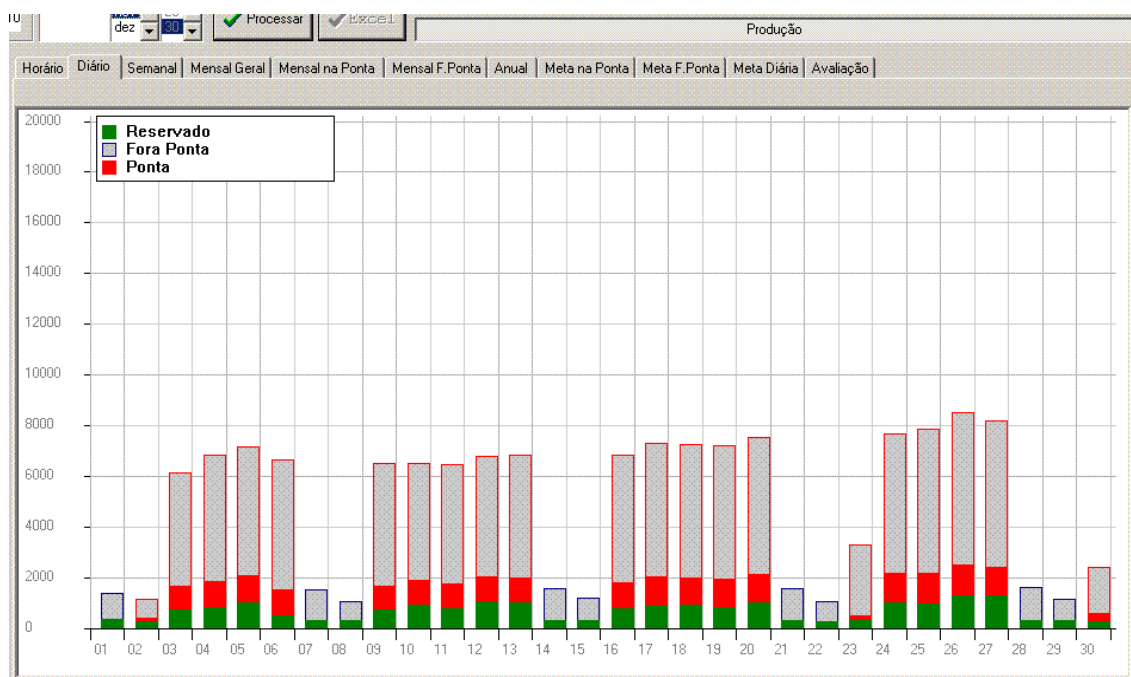


Figura 3.27 – Gráfico do consumo de energia no mês de novembro de 2009

Ao comparar os gráficos dos anos de 2008 e 2009, observou-se uma acentuada diferença no consumo de energia no ano de 2009. Segundo o gerente de manutenção da empresa estudada, esta diminuição no consumo de energia foi devido ao efeito da crise financeira internacional que assolou o mundo, neste ano, e que teve origem nos Estados Unidos. Com isso, a indústria apresentou uma diminuição na produção, produzindo, na semana analisada do ano de 2008, 244.643 peças e, em 2009, apenas 189.915 peças. Podemos verificar ainda, que nos



períodos em que não havia expediente, como nos horários de 23:50 às 04:30 e aos domingos, houve uma diminuição na demanda de 50 kW aproximadamente, frutos da gestão energética que será abordado no capítulo cinco.

### 3.3.5 Levantamento da Carga Instalada

Como parte integrante do diagnóstico energético da indústria, foi feito um minucioso levantamento da carga por setores, conforme descrito na tabela 3.4. O levantamento foi realizado com o apoio do setor de manutenção e com os dados recolhidos foram feitas planilhas. Em todos os setores visitados, havia sempre a presença de um técnico ou eletricista da manutenção e, quando foi preciso, solicitou-se a colaboração do líder de cada setor para fornecimento de informação sobre o respectivo setor e quais os equipamentos que faziam parte.

Esta etapa foi desempenhada ao longo de cinco meses devido a alguns contratemplos, como mudanças de *layout*, divisão ou criação de algum novo setor, mudança de local e de alimentação de alguns quadros elétricos que não correspondiam com o diagrama unifilar disponibilizado pela manutenção, teve-se que refazer ou criar novas planilhas.

Em todos os ambientes estudados, observou-se iluminação, sistema de refrigeração, equipamentos de produção, equipamentos de informática, dentre outros. Verificou-se, também, o estado de conservação e o revestimento das paredes laterais, teto e piso, verificando a cor utilizada em cada ambiente.

Através de uma longa análise, buscou-se definir o regime de trabalho típico dos equipamentos de cada setor, estimando-se o tempo médio de cada equipamento para se obter o consumo mensal. O setor de recursos humanos nos informou o horário de almoço dos funcionários e, a partir dos gráficos de demanda da terceira semana do mês de novembro de 2008 mostrados nas figuras 3.14 a 3.20 e do gráfico de consumo no mesmo mês mostrado na figura 3.21, foi possível determinar o consumo mensal por equipamento, como é mostrado na tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Levantamento de todas as cargas da indústria

<b>Setor PCP - Centro de custo 5130- 12:00 as 13:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Computador	2	200	400	10	96
Amplificador de Som	1	700	700	1	16,8
Mini Rack CPD	1	200	200	24	115,2
Lâmpada fluorescente	24	32	768	18	331,776
<b>Sub-total</b>			<b>2068</b>		<b>559,776</b>
<b>Setor Almoarifado de aviamento - Centro de custo 2110- 10:00 as 11:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Computador	9	200	1800	12	518,4
Lâmpada fluorescente	132	32	4224	18	1824,768
<b>Sub-total</b>			<b>6024</b>		<b>2343,168</b>
<b>Setor Sala de Malha - Centro de custo 6260 - 12:00 as 13:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Máquina de Enfaldado	1	700	700	3	50,4
Computador	3	200	600	10	144
Impressora	2	50	100	5	12
Balança	1	15	15	6	2,16
Empilhadeira	2	60	120	2	5,76
Lâmpada fluorescente	205	32	6560	18	2833,92
Lampada vapor de sódio	22	400	8800	6	1267,2
<b>Sub-total</b>			<b>16895</b>		<b>4315,44</b>
<b>Setor Corte - Auto Cad - Centro de custo 6201 - 11:30 as 12:30</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Máquina de Perfurar	1	380	380	4	36,48
Computador	5	200	1000	10	240
Ploter	2	1200	2400	6	345,6
Ar condicionado janelheiro 18000BTU	1	2000	2000	6	288
Lâmpada fluorescente	6	32	192	18	82,944
<b>Sub-total</b>			<b>5972</b>		<b>993,024</b>
<b>Setor de Corte - Centro de custo 6210 - 9:30 as 10:30</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Máquina de Corte Gerber cutter	4	30376	121504	3	8748,288
Máquina de Corte Gerber cutter	1	45096	45096	3	3246,912
Máquina de Enfesto Gerber	5	1472	7360	3	529,92
Mariofonio	1	1472	1472	3	105,984
Máquina de Enfesto Manual	4	40	160	4	15,36
Máquina de Corte Manual	4	550	2200	4	211,2
Máquina Serra Fita(1)	1	2576	2576	3	185,472
Máquina Serra Fita(2)	1	736	736	4	70,656
Máquina Debrum Tubular Pisani	2	750	1500	4	144
Máquina Debrum Tira	1	4000	4000	4	384

Pisani					
Máquina de costura	12	400	4800	4	460,8
Máquina de bolso	3	750	2250	4	216
Máquina de Bainha com esteira	3	750	2250	4	216
Máquina Debrum Tira (2)	1	380	380	12	109,44
Máquina de petilho	1	2000	2000	6	288
Máquina de prensa térmica	1	2000	2000	4	192
Bebedouro	3	250	750	6	108
Computador	5	200	1000	10	240
Ventilador	1	50	50	12	14,4
Máquina de Tag	1	100	100	12	28,8
Balança	1	15	15	2	0,72
Lampada vapor de sódio	22	400	8800	6	1267,2
Lâmpada fluorescente	395	32	12640	18	5460,48
<b>Sub-total</b>			<b>223639</b>		<b>22243,632</b>
<b>Setor Estamparia – Pastas/Gravação- Centro de custo 6235- 09:30 as 10:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Batedor N1	1	370	370	2	17,76
Batedor N2	1	2200	2200	2	105,6
Batedor N3	1	5500	5500	2	264
Reveladora	1	1400	1400	2	67,2
Mesa CST	1	1800	1800	2	86,4
Estufa	2	500	1000	2	48
Lâmpada fluorescente	140	32	4480	18	1935,36
<b>Sub-total</b>			<b>16750</b>		<b>2524,32</b>
<b>Setor Estamparia – Bordado- Centro de custo 6205- 09:30 as 10:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Motor B12/1	1	1200	1200	3	86,4
Motor B12/2	1	1700	1700	3	122,4
Motor B06/02	1	900	900	3	64,8
Motor B20/1 a B20/6	6	1500	9000	3	648
Lâmpada fluorescente	79	32	2528	18	1092,096
<b>Sub-total</b>			<b>15328</b>		<b>2013,696</b>
<b>Setor Estamparia – Estamparia- Centro de custo 6140- 09:30 as 10:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Prensa PTA 8000A-B	2	15800	31600	2	1516,8
Prensa PTA 7000	1	14000	14000	1	672
Máquina de Strass	3	200	600	2	28,8
São Roque	2	101000	202000	2	9696
São Roque	2	92000	184000	2	8832
São Roque	2	103000	206000	2	9888
São Roque	2	108000	216000	2	10368
São Roque	2	129000	258000	2	12384
Queimadores	12	220	2640	2	126,72
Lâmpada vapor metálico	11	400	4400	6	633,6
Lâmpada fluorescente	459	32	14688	18	6345,216
<b>Sub-total</b>			<b>1087728</b>		<b>59819,136</b>
<b>Setor Confeção - Treinamento Centro de custo 1160 - 10:30 as 11:30</b>					

Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Máquina de costura	159	400	63600	10	15264
Bebedouro	1	250	250	1	6
Lâmpada fluorescente	199	32	6368	18	2750,976
Sub-total			70218		18020,976
<b>Setor Confeção 1- Linha 20,5,4,2,1,3- Centro de custo 6230- 08:30 as 09:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Máquina de costura	469	400	187600	10	45024
Impressora	1	40	40	5	4,8
Computador	6	200	1200	10	288
Bebedouro	3	250	750	10	180
Ferro de engomar	4	1000	4000	2	192
Lâmpada fluorescente	936	32	29952	18	12939,264
Sub-total			223542		58628,064
<b>Setor Confeção 2- Linha 7,8,11,3- Centro de custo 6250 - 10:00 as 11:00</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Máquina de costura	374	400	149600	10	35904
Sistema Eton	2	1500	3000	10	720
Computador	1	200	200	10	48
Bebedouro	4	250	1000	12	288
Máquina de prega bolso	2	600	1200	2	57,6
Máquina para prensar etiqueta	3	150	450	2	21,6
Lâmpada fluorescente	872	32	27904	18	12054,528
Sub-total			183354		49093,728
<b>Setor Confeção 3- Centro de custo 6280- 10:00 as 11:00</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Computador	2	200	400	10	96
Lâmpada fluorescente	24	32	768	18	331,776
Sub-total			1168		427,776
<b>Setor Qualidade - Centro de custo 5140- 10:00 as 11:00</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (kWh)
Computador	5	200	1000	10	240
Máquina de vaporização	3	6700	20100	2	964,8
Lâmpada fluorescente	24	32	768	18	331,776
Sub-total			21868		1536,576
<b>Setor de Dobração - Centro de custo 6222 - 10:30 as 11:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (kWh)
Impressora	2	50	100	6	14,4
Computador	2	200	400	10	96
Lâmpada fluorescente	120	32	3840	18	1658,88
Sub-Total1			4340		1769,28
<b>Setor Fação/Estrutura - Centro de custo 5120 - 11:30 as 12:30</b>					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (kWh)
Ar Condicionado de 36000BTU	1	3810	3810	6	548,64
Computador	15	200	3000	10	720
Ploter HP design jet 500	1	1200	1200	3	86,4
Scanner	1	30	30	3	2,16

Impressora	1	50	50	6	7,2
Lâmpada fluorescente	120	32	3840	18	1658,88
Lampada Vapor metálico	35	400	14000	6	2016
Sub-total			25930		5039,28
<b>Setor de Meias - Centro de custo 6235- 10:30 as 11:30</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (kWh)</b>
Máquina de Passar Meia(1)	1	22300	22300	6	3211,2
Máquina de Passar Meia(2)	1	20000	20000	6	2880
Lâmpada fluorescente	120	32	3840	18	1658,88
Sub-Total			46140		7750,08
<b>Setor Logística e Expedição - Centro de custo 5130- 10:00 as 11:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (kWh)</b>
Computador	4	200	800	10	192
Impressora	1	50	50	2	2,4
Lâmpada vapor metálico	180	400	72000	6	10368
Lâmpada fluorescente	63	32	2016	18	870,912
Sub-total			74866		11433,312
<b>Setor Controladoria - Centro de custo 1120- 12:00 as 13:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (kWh)</b>
Computador	6	200	1200	10	288
Lâmpada fluorescente	24	32	768	18	331,776
Sub-total			1968		619,776
<b>Setor Sistemas - Centro de custo 1181- 12:00 as 13:00</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (kWh)</b>
Computador	2	200	400	10	96
Rack CPD	1	300	300	24	172,8
Lâmpada fluorescente	12	32	384	18	165,888
Sub-total			1084		434,688
<b>Setor de Manutenção Industrial e Predial- Centro de custo 6310</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Ar condicionado de 30000BTU	1	3450	3450	4	331,2
Computador	4	200	800	10	192
Motores de indução trifásico	1	3690	3690	10	885,6
Máquina de solda	1	250	250	2	12
Lampada Vapor metálico	9	400	3600	6	518,4
Lampada vapor de sódio	38	70	2660	6	383,04
Lâmpada fluorescente	170	32	5440	18	2350,08
Sub-total			15640		4672,32
<b>Setor Compressor - Centro de custo 6240</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Motor	1	73600	73600	8	14131,2
Motor	2	29440	58880	1	1413,12
Sub-total			132480		15544,32
<b>Setor ETA e Casa de Bombas- Centro de custo 6140</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>

Motores de indução trifásico	4	3700	14800	3	1065,6
Motores de indução trifásico	1	18500	18500	3	1332
Bomba dosadora	4	60	240	12	69,12
Motores de indução trifásico	2	1500	3000	10	720
Motores de indução trifásico	6	250	1500	10	360
Lâmpada fluorescente	11	32	352	18	152,064
<b>Sub-total</b>			<b>4852</b>		<b>3698,784</b>
<b>Setor de ETE- Centro de custo 6122</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Motores de indução trifásico	1	250	250	10	60
Motores de indução trifásico	2	120	240	10	57,6
Motores de indução trifásico	5	2200	11000	10	2640
Motores de indução trifásico	1	7360	7360	10	1766,4
Lâmpada fluorescente	32	30	960	18	414,72
<b>Sub-total</b>			<b>19810</b>		<b>4938,72</b>
<b>Setor Auditório Central- Centro de custo 1170</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Ar Condicionado de 30000BTU	4	3450	13800	1	331,2
CPU	1	100	100	1	2,4
Data Show	1	240	240	1	5,76
DVD	1	8	8	1	0,192
Amplificador de som	1	300	300	1	7,2
Lâmpada fluorescente	50	32	1600	18	691,2
<b>Sub-total</b>			<b>16048</b>		<b>1037,952</b>
<b>Setor Recreativo - Centro de custo 1126</b>					
<b>Descrição do equipamento</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Potência Total (W)</b>	<b>Tempo/dia (h)</b>	<b>Consumo Mensal (KWh)</b>
Lâmpada de vapor metálico	16	300	4800	2	230,4
Lâmpada de tipo U	34	20	680	2	32,64
Lâmpada aquatica de decoração	22	15	330	2	15,84
Lâmpada de tipo U	52	32	1664	2	79,872
Lâmpada incandescente	22	60	1320	2	63,36
Lâmpada de tipo U	60	8	480	2	23,04
Lâmpada de tipo U	18	15	270	2	12,96
Lampada vapor metálico	16	200	3200	2	153,6
Lampada vapor metálico	37	400	14800	2	710,4
Lampada vapor metálico	2	250	5500	2	264
Lâmpada fluorescente	243	32	7776	2	373,248
<b>Sub-total</b>			<b>40820</b>		<b>1959,36</b>

Setor Refeitório e RH - Centro de custo 1170					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Camera de refrigeração(1)	1	1700	1700	4	163,2
Camera de refrigeração(1)	1	2500	2500	4	240
Motor de indução trifásico	2	1840	3680	6	529,92
Motor de indução trifásico	1	552	552	6	79,488
Freezer	5	1500	7500	6	1080
Estufa	2	3500	7000	2	336
Motor de indução trifásico	2	1104	2208	6	317,952
Lavadora	1	2800	2800	5	336
Estufa	1	1000	1000	6	144
Estufa	1	500	500	6	72
Bebedouro	2	250	500	6	72
Churrasqueira	4	250	1000	6	144
Computador	11	200	2200	10	528
Impressora Ricoh sp C410DN	1	50	50	3	3,6
Impressora Ricoh sp 4100N	1	50	50	3	3,6
Ar Condicionado de 10000BTU	2	1200	2400	2	115,2
Ar Condicionado de 12000BTU	1	1270	1270	2	60,96
Ar Condicionado de 36000BTU	4	3810	15240	2	731,52
Motores de indução	1	60	60	6	8,64
Lâmpada fluorescente	286	32	9152	18	3953,664
Sub-total			61362		8919,744
Setor Administrativo e Diretoria - Centro de custo 1100 - 12:00 as 13:00					
Descrição do equipamento	Quant.	Potência (W)	Potência Total (W)	Tempo/dia (h)	Consumo Mensal (KWh)
Computador	35	200	7000	10	1680
Impressora Ricoh sp MP1500	2	50	100	5	12
Impressora Ricoh sp 4100N	1	50	50	5	6
Aparelho de Fax	1	10	10	5	1,2
Bebedouro	1	250	250	12	72
Central de Ar Condicionado 15TR	2	23000	46000	6	6624
Lâmpada fluorescente	114	32	3648	1	87,552
Sub-total			57058		8482,752

Esta etapa do trabalho apresentou um resultado de fundamental importância para a gerência da indústria, que apresenta como política a divisão do custo total da energia elétrica com os diversos setores. Isso era feito até então de forma empírica e resultava em reclamações por parte dos gerentes de setor.

O levantamento completo, bem como a estimativa de consumo médio, permitiram à gerência de manutenção a elaboração de uma nova estratégia de suas ações, bem como uma melhor análise da demanda contratada junto à Coelce.

Outro impacto relevante deste diagnóstico foi a possibilidade de se estimar o consumo específico de energia por peça produzida em cada setor, clareando de sobremaneira a ação futura da Gestão Energética.

Como o CCK está instalado logo após a medição de energia da concessionária, os seus dados são relativos à demanda e consumo de toda a fábrica. Com o intuito de validar, experimentalmente, os valores estimados de consumo para cada setor da produção mostrados na tabela 3.4, utilizou-se o analisador de energia digital portátil da marca Minipa, modelo: ET – 5050. Instalando-se no Quadro Geral de Baixa Tensão 2 (QGBT2). O equipamento permaneceu por três dias, típicos de produção. A instalação é mostrada na figura 3.30.

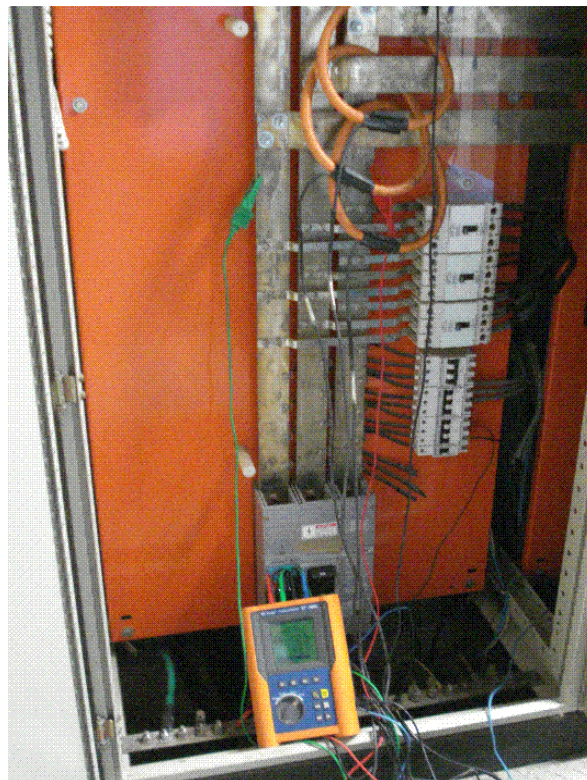


Figura 3.28 – Analisador de energia (Fonte: Acervo do Autor)

A tabela 3.5, mostra o consumo em kWh durante três dias típicos de produção medidos pelo analisador de energia. Os dados foram organizados na



tabela 3.5 com intervalos de 6 horas do consumo de energia elétrica. E logo em seguida, é apresentado o gráfico deste consumo.

Tabela 3.5 – Consumo de energia elétrica em três dias de produção.

QGBT2	
Tempo	Consumo (kWh)
6h	1048,571
12h	1633,921
18h	2079,354
24h	2877,755
30h	4445,542
36h	5236,491
42h	6060,17
48h	6880,026
54h	8356,406
60h	9147,337
66h	9642,686
72h	9646,913

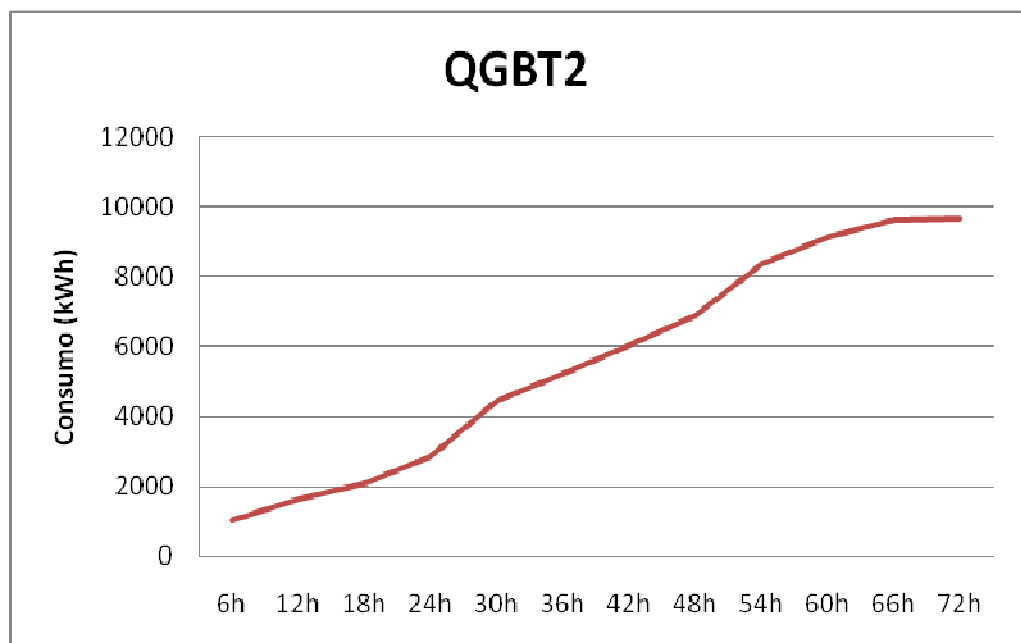


Figura 3.29 – Gráfico do consumo de energia elétrica em três dias de produção

Como pode ser visto na tabela 3.5, que no final de três dias de produção, o consumo foi 9646,913 kWh. Considerando 24 dias de produção no mês, o consumo mensal dos setores alimentados pelo QGBT2 foi 77175,31 kWh.

O QGBT2 alimenta os seguintes setores: Estamparia; Manutenção Industrial e Predial; e Compressor. Na tabela 3.6 é mostrado o consumo mensal por estes setores, retirados da tabela 3.4.

Tabela 3.6 – Levantamento do consumo mensal no QGBT2

Setores	W	kWh mensal
Estamparia	1087728	59819,14
Manutenção Industrial e Predial	15640	4672,32
Compressor	132480	15544,32
Total		80035,78

Ao final e de posse dos dados do analisador, verificou-se um erro percentual de 3,7% entre os valores obtidos por estimativa na tabela 3.6 e os valores medidos pelo analisador na tabela 3.5. Esta comparação foi útil para confirmar que os valores medidos, estavam muito próximos dos valores estimados.

E a partir da potência instalada, do tempo médio de uso e das demandas por setor, foi possível mostrar, através do gráfico da figura 3.30, a divisão do consumo da energia por setor.

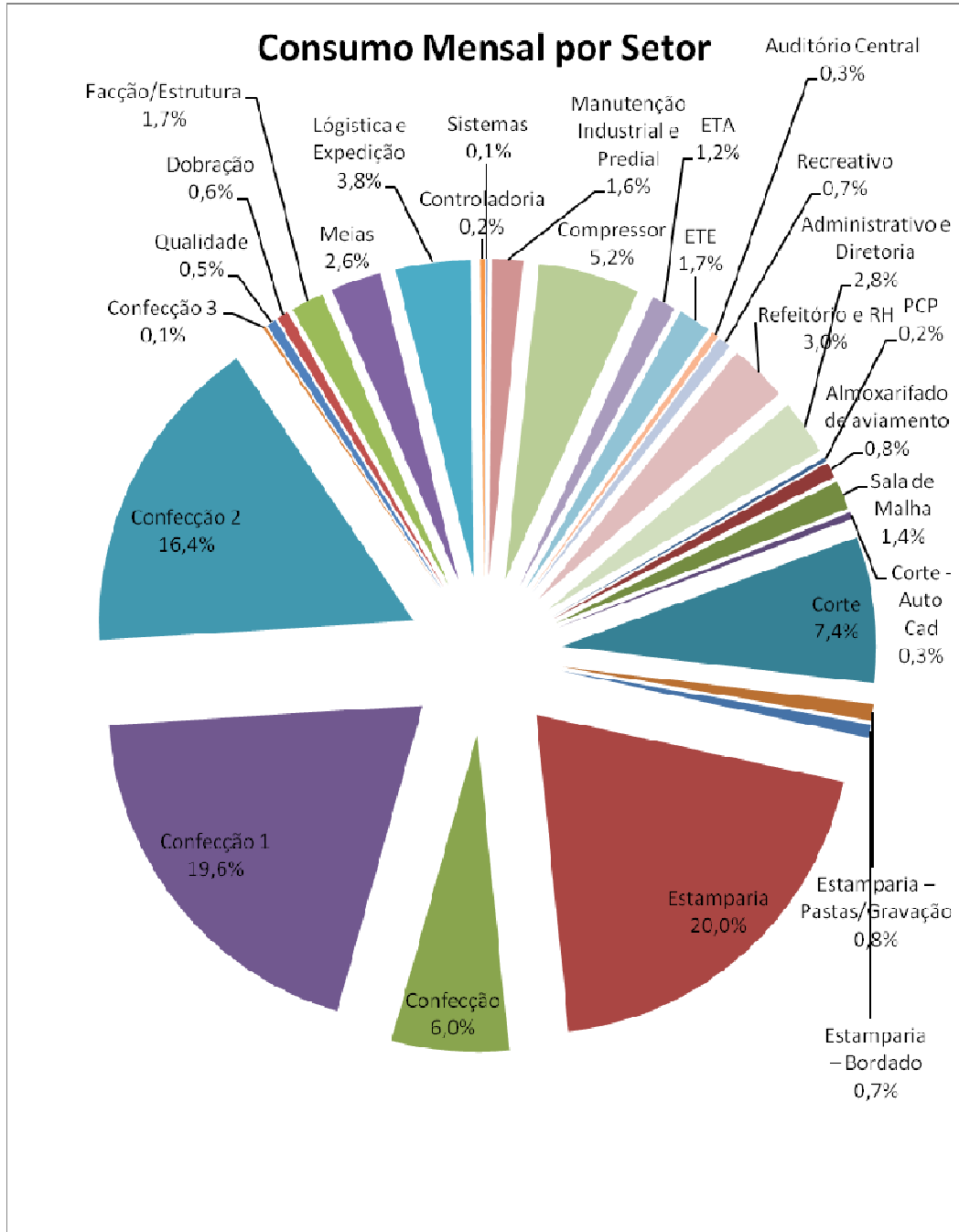


Figura 3.30 – Gráfico do consumo mensal de energia por setores

Para uma melhor visualização do gráfico, agregou-se os setores menores que 1%, o equivalente a 13 setores, como é mostrado na figura 3.31.

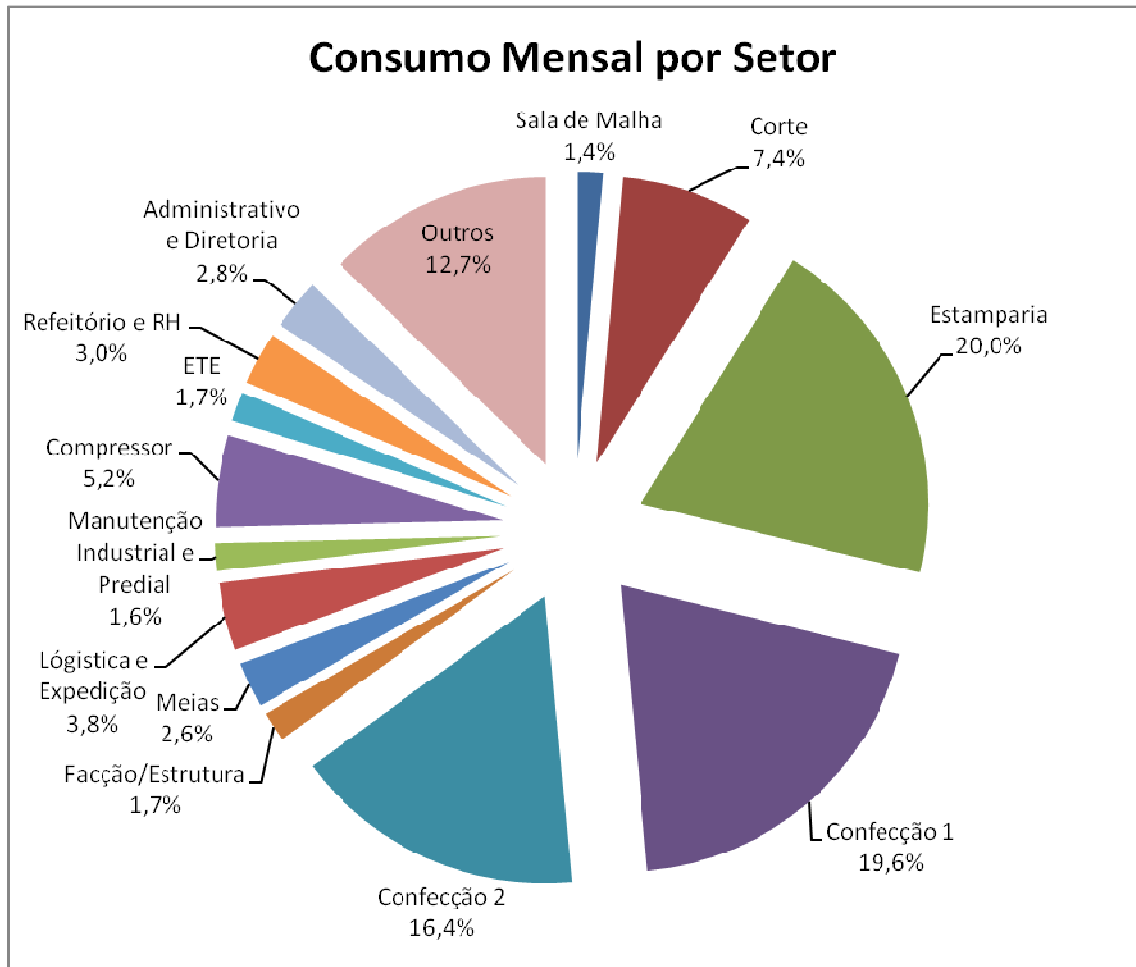


Figura 3.31 – Consumo Mensal por Setores

Analisando o consumo de energia elétrica por setor, verifica-se que o setor estamparia é responsável por 20% do total do consumo mensal. Isto é decorrente do funcionamento de máquinas de grande porte que fazem parte desse setor, no caso dez máquinas de estampar (São Roque), tendo cada uma a potência média de 100kW, ocupando um importante papel no consumo local. Em seguida, observando ainda o gráfico, percebeu-se que os setores de confecção 1 e 2 são responsáveis por 19,6% e 16,4% do consumo mensal total, respectivamente. Isto ocorre, principalmente, devido às máquinas de costura que, apesar de possuírem baixa potência elétrica (400W), perfazem um quantitativo de 845 máquinas no geral.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A indústria apresenta seu sistema de produção fabril dividido em 27 setores; com a colaboração dos líderes de cada setor, foi feita a identificação e análise de cada setor; verificou-se, com isso, a existência de um software de gerenciamento da energia, o CCK e sua utilização limitava-se à medição da demanda instantânea da fábrica, o qual, no decorrer do nosso diagnóstico, foi utilizado para nos auxiliar na divisão do consumo por setor.

Em seguida iniciou-se o diagnóstico energético, que, depois de concluído, passou a ser utilizado pela gerência na tomada de decisão, quanto a potência instalada, mudança de equipamento, acréscimo de carga e outras.

Outro importante ponto foi o desenvolvimento da metodologia de estimativa do consumo médio por setor, o que passou a ser utilizado pela gerência como critério de rateio das despesas com energia elétrica por setor, permitindo, também, uma primeira estimativa do consumo específico da energia elétrica por peça produzida por setor. Neste ponto, a equipe se sentia confortável para a implantação do programa de Gestão energética na Marisol, como será visto adiante.

## 4 GESTÃO DE ENERGIA

Gerenciar a energia elétrica consiste em um conjunto de ações que conduzem a uma redução no consumo de energia, através da otimização dos recursos disponíveis sem afetar o bem estar, mantendo as mesmas condições de conforto iniciais. Com a redução dos custos, as empresas poderão fabricar seus produtos com preços mais competitivos e realizando menos investimentos com a construção de novas usinas geradoras de energia.

A utilização da energia de forma racional e eficiente é atualmente um dos fatores de maior importância na preservação ambiental, contribuindo de forma inequívoca com a redução de CO<sub>2</sub>, portanto, devendo fazer parte das políticas de responsabilidade social de qualquer setor produtivo, contribuindo para uma maior garantia de fornecimento de energia elétrica e de atendimento a novos consumidores (GUERREIRO, 2001).

A gestão energética na indústria é uma forma de mostrar ao mercado que a empresa está comprometida com esses valores. Isso começa a ser notório através do acompanhamento da utilização desde o início, no contrato firmado com a concessionária, até o uso final da energia de forma racional e eficiente, propondo alterações ou correções quando necessárias, fazendo o acompanhamento das modificações ocorridas e possibilitando o engajamento de toda a empresa, desde a direção aos colaboradores.

A metodologia da gestão de energia será baseada em três pilares principais: fatura de energia, medição e gerenciamento do consumo e campanha de conscientização.

Realizar-se-á uma breve explanação destes três pontos, iniciando pela gestão da fatura de energia, com abordagem na análise do histórico do consumo de energia, como, também, a escolha da melhor tarifa. Em seguida, a gestão do consumo de energia na qual será necessário observar a utilização de aparelhos eficientes, bem como a redução do desperdício de energia e o gerenciamento do consumo e, por fim, será salientada a importância das campanhas de conscientização para que todos tenham conhecimento sobre os desperdícios com a energia e as formas de uma melhor utilização desta.

## **4.1 Gestão de conta de energia**

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL é a agência reguladora vinculada ao Ministério das Minas e Energia, com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal. Cabe, a esta agência fixar os critérios para cálculo das Tarifas de Uso dos Sistemas Elétricos de Transmissão e Distribuição - TUST e TUSD, conforme o 6º parágrafo do art. 15 da Lei nº 9.074/1995.

Em dezembro de 2008, foi publicado o PRODIST - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, este regulamento é composto por oito módulos, com a finalidade de normatizar e padronizar as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição. O PRODIST possui como característica básica ser uma compilação dos diversos regulamentos e resoluções aplicáveis à distribuição de energia elétrica, entre eles a resolução nº456/2000 da ANEEL.

O terceiro módulo do PRODIST estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica a serem observadas tanto pelas concessionárias quanto pelos consumidores. Estabelece a estas a responsabilidade pelo pagamento das faturas de energia e pelas demais obrigações e à concessionária a obrigatoriedade de fornecer todas as informações solicitadas pelo consumidor referentes à prestação do serviço, inclusive quanto às tarifas em vigor, o número e a data da resolução que as houver homologado, bem como os critérios de cobrança dos encargos e serviços.

### **4.1.1 Escolha da Melhor Tarifa**

A empresa distribuidora de energia elétrica no Estado é a Companhia Energética do Ceará – COELCE -, esta deve informar ao consumidor interessado a tensão de fornecimento para a unidade consumidora, a observância dos limites de carga instalada, bem como a divisão dos consumidores em dois grandes grupos: Grupo A e Grupo B, como pode ser visto no anexo A.

O profissional responsável pelo contrato de energia da indústria poderá realizar alguns estudos e verificar se a tarifa utilizada pela sua indústria, conforme tabelas de preços apresentadas no anexo A, apresenta os melhores custos ou deve ser alterada o tipo de tarifação. A seguir, são apresentadas algumas indicações para a escolha da tarifa adequada:

- Caso o consumidor seja alimentado em um nível de tensão maior ou igual a 69 kV (A3), este deverá optar somente pela tarifa azul;
- Se a unidade consumidora fosse atendida em um nível tensão abaixo de 69 kV, no caso do Ceará em 13,8 kV, e sua demanda contratada menor que 300 kW e maior que 30 kW poderiam optar pela tarifa azul, verde ou convencional. Mas, se a demanda for maior que 300 kW, poderão optar apenas pela tarifa azul ou verde;
- Caso a indústria classificada seja sub-grupo A4, cuja tensão de alimentação seja 13,8 kV e demanda inferior a 300 kW, e as suas atividades de produção termine às 18h, este consumidor poderá optar por horosazonal verde, pois no período de ponta, horário em que a tarifa tem custo elevado, a indústria está parada;
- Utilizando o mesmo caso da indústria do item anterior, modificando apenas a demanda, que agora é inferior a 112,5 kW, este poderá ser optante do Grupo “B”. Neste caso, seria mais favorável do que a tarifa verde, pois não precisará pagar em sua conta pela demanda contratada, apenas os kWh consumidos.

#### 4.1.2 Escolha do Valor da Demanda Contratada

A demanda contratada deve fazer parte do contrato de fornecimento de energia, quando celebrado pelo consumidor responsável pela unidade consumidora do Grupo “A”, conforme pode ser visto no anexo A.



### 4.1.3 Otimizar o Fator de Carga

Caso a demanda medida seja maior que a contratada, o consumidor terá que pagar uma multa por ultrapassagem. Porém, se a demanda medida for bem menor que a demanda contratada, acarretará em prejuízos na fatura de energia, pois o consumidor terá que pagar, em sua fatura de energia, pela demanda contratada e não pela demanda medida. Para observar melhor esta relação, determina-se o chamado Fator de Carga.

#### 4.1.3.1 Conceito de Fator de Carga

O Fator de Carga (FC) é mensurado pela relação entre a demanda média e a demanda máxima ocorrida em um determinado espaço de tempo, ou seja, um índice que irá mostrar a relação entre o consumo de energia e a demanda de potência máxima durante o intervalo de uma leitura e outra. Este período pode ser convencionalizado em 730h por mês e este índice pode variar entre 0 e 1.

No sistema convencional ou horosazonal verde, o Fator de Carga médio pode ser calculado pela seguinte equação:

$$FC_{\text{médio}} = \frac{\text{Consumo Total (kWh)}}{\text{Demanda (kW)} \times 730\text{h}} \quad 4.1$$

Como no sistema tarifário horosazonal azul existem dois valores para a demanda, ponta e fora ponta, será necessário calcular dois Fatores de Carga, conforme as seguintes equações:

$$FC_{\text{HP}} = \frac{\text{Consumo no HP (kWh)}}{\text{Demanda do HP(kW)} \times \text{NHP}} \quad 4.2$$

$FC_{\text{HP}}$  = Fator de Carga na ponta

NHP = Nº de horas da ponta

$$FC_{\text{HFP}} = \frac{\text{Consumo no HFP (kWh)}}{\text{Demanda do HFP(kW)} \times \text{NHFP}} \quad 4.3$$

$FC_{HFP}$  = Fator de Carga na ponta

NHFP = N<sup>o</sup> de horas fora de ponta

Pelas equações do cálculo do FC, verificamos que existem apenas duas variáveis que podem ser alteradas para se obter um melhor fator de carga, que seria no consumo de energia ou na demanda contratada. Desde modo, para um melhor FC podemos:

- Aumentar o consumo de energia, juntamente com o aumento na produção, e manter a demanda contratada;
- Diminuir a demanda contratada, isto é possível com a diversificação do horário de funcionamento das máquinas, evitando que estas estejam ligadas simultaneamente.

#### 4.1.3.2 Fator de Carga e Preço Médio

Ao se dividir a fatura pelo consumo total de energia, teremos o Preço Médio (PM), ou seja, o valor pago por um kWh consumido.

$$PM = \frac{\text{Fatura (R\$)}}{\text{Consumo Total (kWh)}} \quad 4.4$$

A partir da equação do fator de carga, pode-se obter uma relação entre o preço médio e o fator de carga, conforme as equações a seguir:

$$FC = \frac{\text{Consumo Total (kWh)}}{\text{Demanda (kW) x Tempo(h)}} \quad 4.5$$

$$PM = \frac{\text{Fatura (R\$)}}{\text{Demanda(kW) x Tempo (h) x FC}} \quad 4.6$$

Como pode ser observado pela equação 4.6, o PM é inversamente proporcional a demanda e ao fator de carga, ou seja, deve-se aumentar o fator de carga, conforme foi visto anteriormente, para um melhor preço médio pago pela energia elétrica consumida.

Os preços médios podem ser diferentes para consumidores de uma mesma modalidade tarifária e que estão sujeitos às mesmas tarifas, devido ao fator

de carga. Para ilustrar um exemplo, temos no Guia Procel (2005), a tabela 4.1 que mostra os valores de preço médio baseados nas tarifas do período seco de uma concessionária do Brasil para um consumidor do subgrupo A4.

Tabela 4.1 – Preço médio em R\$ / kWh no período seco

FC	A4 - Na ponta sem ICMS			A4 - Fora de Ponta sem ICMS		
	Azul	Verde	convenc.	Azul	Verde	convenc.
0,10	5,692	0,883	0,465	0,283	0,283	0,465
0,30	2,035	0,883	0,262	0,164	0,164	0,262
0,50	1,303	0,883	0,221	0,140	0,140	0,221
0,60	1,121	0,883	0,211	0,134	0,134	0,211
0,70	0,990	0,883	0,204	0,130	0,130	0,204
0,80	0,892	0,883	0,198	0,126	0,126	0,198
0,90	0,816	0,883	0,194	0,124	0,124	0,194
1,00	0,755	0,883	0,190	0,122	0,122	0,190

Nessa tabela, verificamos diversos preços médios (R\$/kWh) em relação à variação do fator de carga, na qual temos que quanto maior o fator de carga, menor o preço médio da energia. Na modalidade convencional, temos que para o mesmo fator de carga existe apenas um preço médio, independente do horário. Já as tarifas azul ou verde possuem, nos horários de ponta, um preço médio maior que nos horários fora de ponta, algo esperado e, também, maior que a convencional.

#### 4.1.4 Corrigir excedentes Reativos

A energia total ou energia aparente é composta por energia reativa e energia ativa. Sendo que a energia reativa não realiza trabalho, mas é importante para criar o fluxo magnético necessário para que diversos equipamentos funcionem,

como: motores, transformadores, reatores magnéticos, fornos de indução etc. No entanto, a energia ativa é a que realmente realiza o trabalho, isto é, transforma a energia elétrica em outras formas de energia, tais como: energia mecânica, energia luminosa e energia térmica.

O índice que indica a quantidade da energia aparente ou total que é transformado em energia que realiza o trabalho é o fator de potência (FP).

$$FP = \frac{\text{Energia Ativa (kW)}}{\sqrt{(\text{Energia Ativa})^2 + (\text{Energia Reativa})^2}} \quad 4.7$$

De acordo com o módulo oito do PRODIST, o fator de potência nas unidades consumidoras no ponto de conexão deve estar compreendido entre 0,92 (noventa e dois centésimos) e 1,00 (um) indutivo ou 1,00 (um) e 0,92 (noventa e dois centésimos) capacitivo, de acordo com a resolução 456/2000. Como podemos perceber na equação acima, para o fator de potência ser próximo de um, a energia reativa deve ser a menor possível.

Para unidade consumidora ou conexão entre distribuidoras com tensão inferior a 230 kV, o excesso de energia reativa em uma instalação pode provocar variação de tensão, redução do aproveitamento da capacidade dos transformadores e aquecimento dos condutores, além do mais provoca um baixo fator de potência.

Caso o fator de potência fique abaixo do mínimo recomendado, a concessionária cobra, na conta mensal, além da energia ativa, o excedente de energia reativa indutiva ou capacitiva. Para evitar esta cobrança a mais, realiza-se a correção do fator de potência para próximo de um, tomando algumas providências, como: dimensionar corretamente os motores e equipamentos; evitar que os transformadores e motores funcionem a vazio e instalar bancos de capacitores onde for necessário.

Os benefícios da correção desses excedentes são vários, dentre eles destacam-se a diminuição nas variações de tensão, diminuição de aquecimento nos condutores, redução das perdas de energia provocadas pelo efeito joule nos condutores e equipamentos mal dimensionados, melhor aproveitamento da capacidade de transformadores, aumento da vida útil dos equipamentos, utilização

racional da energia consumida, aumento do fator de potência acarretando o desaparecimento do consumo de energia reativa excedente, que é cobrado na conta.

## **4.2 Gestão no Consumo de Energia Elétrico**

Muitas empresas se esforçam para uma melhoria contínua em suas instalações elétricas, como, também, para atingir um melhor desempenho em seus equipamentos, e uma melhor relação entre a produção e o consumo de energia. Para a obtenção dessas melhorias, adotam-se algumas medidas, como: utilização de aparelhos eficientes, redução do desperdício de energia, estabelecimento de metas de redução de consumo e outras.

### **4.2.1 Utilizar Equipamentos Eficientes**

Quando se fala em eficiência, normalmente destaca-se à relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados. Quanto aos equipamentos industriais eficientes, estabelece-se a relação entre a quantidade produzida e a energia consumida, onde esta relação deva ser a melhor possível.

Para uma melhor compreensão de eficiência, pode-se traçar uma comparação entre a lâmpada incandescente e a lâmpada fluorescente. A lâmpada incandescente comum transforma apenas 8% da energia elétrica que é consumida em luz, segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética (INEE, 2008), o restante é perdido na forma de calor inútil. Contudo a eficiência de uma lâmpada fluorescente compacta, que produz a mesma iluminação, é da ordem de 32%.

A ação de uma melhor eficiência energética em uma indústria poderia ser a troca de motores elétricos padrão, com rendimento em torno de 65%, por motores com rendimento acima de 90%, os chamados motores de alto rendimento, os quais são projetados para fornecer a mesma potência útil na ponta do eixo que outros tipos de motores, porém com um consumo menor.

Diversas máquinas utilizadas nas indústrias podem se tornar eficientes com a aplicação de um sistema de controle mais moderno, assim como a substituição de algumas peças que favoreçam um melhor rendimento da mesma.

Via de regra, esta modernização tem seu custo menor que a substituição de toda a máquina. No entanto, em outros casos, se compensa a substituição de máquinas antigas e grandes consumidoras de energia elétrica por outras mais modernas, que requerem menor consumo para uma mesma produção.

Ações de atualização tecnológica com aquisição de equipamentos mais eficientes representam investimento. Porém, ao adquirir um novo equipamento, o solicitante deve, além do seu custo inicial, analisar o custo de energia pela sua utilização e o tempo de vida útil. Ao comparar estes itens, verifica-se que o custo pela aquisição do equipamento representa, apenas, uma fração do seu custo total durante todo o tempo de vida.

#### 4.2.2 Reduzir o Desperdício de Energia

Com o intuito de evitar o desperdício de energia em uma indústria, é necessário mudanças de procedimentos, de hábitos e de rotinas de trabalho, o que, na maioria das vezes, é um obstáculo difícil de ser superado. Além disso, é fundamental o engajamento da direção superior da empresa e de todo o seu corpo funcional, técnico e administrativo, na busca de um objetivo comum, mediante a uma economia no consumo de energia.

As ações de eficiência energética para se evitar os desperdícios são:

- Verificar se os equipamentos instalados estão sobre dimensionados;
- Fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia;
- Treinamento de todos os funcionários, com o objetivo de criar um ambiente de conscientização nos colaboradores da empresa, para que estes sejam agentes contra o desperdício de energia.

As consequências de máquinas e equipamentos sobre dimensionados, que não trabalham nas condições apropriadas, além dos custos com a manutenção normalmente superiores ao necessário, é a diminuição do seu rendimento, ou seja, consome mais energia elétrica para uma determinada tarefa que o necessário. Um dos equipamentos com maior potencial para o combate ao desperdício de energia é o motor elétrico, pois todo motor sobre dimensionado ou subcarregado opera com rendimento menor que o nominal.

Outra maneira de se evitar o desperdício de energia é a fixação de procedimentos que se devem atuar nas mudanças de hábitos ou processos. Existem apenas duas opções para se diminuir o consumo de energia: diminuir a potência ou diminuir o tempo de funcionamento. Para que isso ocorra, devem-se usar equipamentos ou processos mais eficientes, podendo, ainda, ser elaborado um estudo visando reduzir a simultaneidade da operação das diversas cargas que compõem a instalação possibilitando, com isso, a redução na demanda contratada. Outra alternativa é utilizar o recurso da automação, permitindo uma melhoria no desempenho dos equipamentos.

Medidas de educação e treinamento possuem custos significativamente menores que qualquer outro método para se evitar o desperdício de energia, ainda que seus efeitos somente sejam percebidos a médio e longo prazo. Segundo o Procel (2005), experiências internacionais apontam que as medidas de educação e de treinamento, tipicamente, resultam em redução do consumo de energia da ordem de 5% após o período de um ano, a partir do início de sua implementação, com um custo inferior.

#### 4.2.3 Gerenciar o Consumo de Energia

Um método que prevê uma plataforma para melhoria contínua da gestão de energia nas indústrias, comprovado por medir e manter o desempenho de energia e por identificar oportunidades para a melhoria em sua eficiência é a técnica MTR.

Esta técnica de eficiência energética, o MTR, tem como base o axioma de gerenciamento padrão que afirma "não se pode gerir aquilo que não se pode medir." O MTR foi lançado na Grã-Bretanha em 1980, como um Programa Nacional, beneficiando mais de 50 setores industriais. Atualmente, o país que mais utiliza esta técnica é o Canadá. No Brasil, o MTR foi lançado pela GERBI, um programa financiado pelo Fundo de Mudança Climática do Governo Canadense e administrado pela Agência Canadense de Desenvolvimento Internacional e foi divulgado pelo PROCEL (TRIP, 2003).

O MTR é formado pelo monitoramento da energia, o estabelecimento de metas e a comunicação. Este se utiliza da informação sobre o consumo de energia

como base para o controle do processo estatístico e gerenciamento da energia, fornecendo-lhes ferramentas para planejar e instrumentar estratégias de melhorias contínuas, permitindo, ainda, determinar se a utilização da energia está melhor ou pior do que antes, tendências no consumo de energia, o quanto o consumo futuro de energia variará de acordo com o processo, e metas de desempenho para um programa de gestão energética.

Segundo Capehart (2005), as definições de funcionamento que comumente aplicam o método do MTR são as seguintes:

- Monitoramento - coleta regular e análise de informações sobre o consumo de energia. Seu propósito é estabelecer uma base de controle gerencial para determinar quando e por que o consumo de energia está divergindo de um padrão estabelecido e prover de base para realizar uma ação gerencial quando necessário;
- Metas - identificação dos níveis de consumo de energia para o qual é desejável, como um objetivo a ser alcançado.
- Comunicação - coloca a informação gerada pelo processo de monitoramento de forma que possibilite o controle do uso de energia continuamente, de modo a alcançar as metas de redução e a verificação de economias alcançadas.

O monitoramento e as metas possuem elementos em comum e compartilham muito da mesma informação. Porém, como regra geral, o monitoramento vem antes do estabelecimento das metas, pois, sem o monitoramento, não se pode saber precisamente de onde se está começando ou decidir se uma meta foi alcançada. A fase de comunicação não só apoia a gestão, mas, também, cuida para que a responsabilidade pela performance e as metas sejam estabelecidas.

Após as medições os dados devem ser organizados, os quais serão analisados para revelar um padrão, tendências e estatísticas de consumos. A comunicação desta informação, que é o resultado desta análise, poderá ser usada para incitar ações que produzem resultados, tipicamente à redução do consumo e custos, como é visto na figura 4.1.



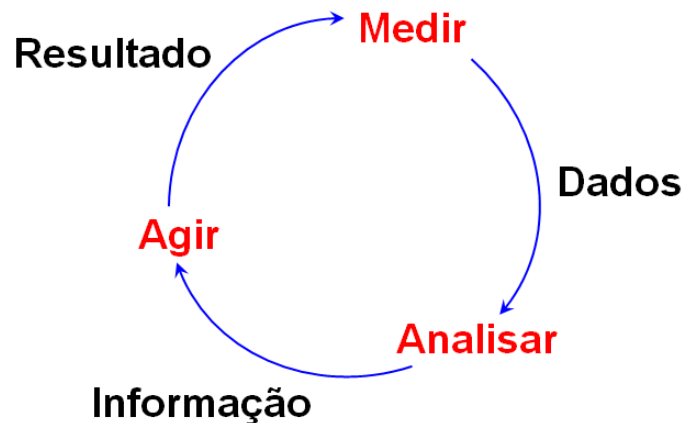


Figura 4.1 – Ilustração do ciclo de Trabalho do MTR

Observamos que na figura 4.1, as novas ações de otimização geralmente surgem e, o ciclo de medição, análise e ação continua indefinidamente, fiel à intenção de melhoria contínua.

As ferramentas gerenciais utilizadas pela MTR são:

- Coleção de dados e informações sobre: energia, produção e outras variáveis;
- Desenvolvimento de um modelo de desempenho de energia que relaciona consumo de energia a parâmetros de produção;
- Análise da Soma Cumulativa das Diferenças: uma técnica de análise estatística que demonstra as mudanças contínuas entre atual e valores previstos;
- Controle do consumo de energia: prover informação que permite operações para administrar consumo descendente através de colocação designada.

#### 4.2.3.1 Princípios do Monitoramento

O monitoramento envolve o consumo e as variáveis independentes aplicáveis à análise do desempenho de energia, ou seja, uma comparação dos valores previstos ao desempenho atual por meio de uma análise. Normalmente se utiliza a análise da regressão.

A base da organização para MTR está no Centro de Contabilidade de Energia – CCE -. No CCE obtém-se a medição do consumo de energia, os custos da medição e o monitoramento. Um monitoramento de energia em um sistema tem que medir dados para todas as formas de energia utilizadas no CCE.

Capehart (2005) afirma, que além dos dados de energia para o CCE, os fatores aplicáveis, ou variáveis independentes, devem ser medidas, como horas operacionais e a produção.

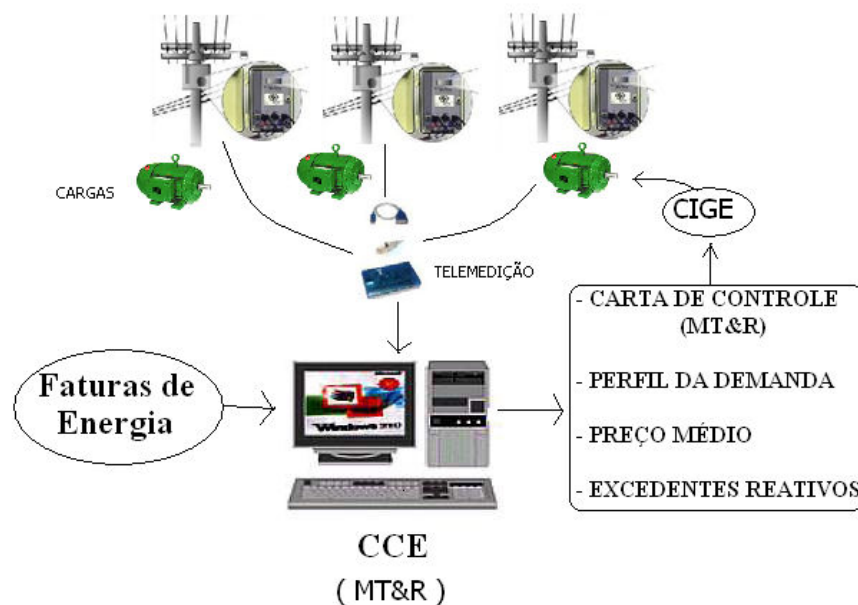


Figura 4.2 – Centro de Contabilidade de Energia do MTR

Como pode ser observado na figura 4.2, o centro de contabilidade de energia recebe todos os dados de fatura e telemetria para gerar informações úteis. Os dados de uso de energia isolados são de utilidade muito limitada para entender a natureza do sistema de energia, identificar oportunidades de melhoria de eficiência e controlar o uso de energia no futuro. Trabalhar os dados para gerar informações que facilitem essas funções envolve um processo de análise, seguindo os passos acima ilustrados. A essência do MTR é a utilização das seguintes técnicas de análise: séries temporais, gráficos de dispersão, regressão linear, soma cumulativa das diferenças, cartas de controle, perfil e duração da carga.

Na série temporal, os dados são expressos em um gráfico ou tabela que mostram a produção, o consumo de energia e o consumo específico de energia, conforme visto na tabela 4.2. A partir destes dados retirados da Prensa Térmica PTA 8000, localizada no setor de estamperia da indústria Marisol, pode ser feito o gráfico que descreve o uso de energia por peças produzidas para indicar como o uso de energia depende do nível de produção.

Tabela 4.2 – Dados de medição

			Consumo
	Produção	Energia	específico
Dias	Peças	kWh	kWh
1	975	77	0,07
2	675	61	0,14
3	275	41	0,12
4	625	58	0,08
5	525	53	0,10
6	825	70	0,11
7	475	52	0,09
8	375	45	0,10
9	325	44	0,07
10	925	74	0,07
11	275	42	0,08
12	325	43	0,09
13	775	63	0,07
14	850	69	0,10
15	900	70	0,09
16	1025	76	0,07
17	275	39	0,09
18	350	41	0,11
19	825	62	0,12
20	475	47	0,13
21	390	42	0,08
22	625	54	0,08
23	425	45	0,09
24	925	68	0,15
25	1025	71	0,09
26	875	71	0,10
27	675	59	0,15
28	1025	76	0,13
29	475	50	0,08
30	525	47	0,08
31	975	70	0,08

No gráfico da figura 4.3, observamos que o comportamento do consumo de energia é semelhante à produção, como era esperado.

Apesar de todos estes dados disponíveis, é indispensável à utilização de uma forma correta de análise para se obter as informações necessárias.

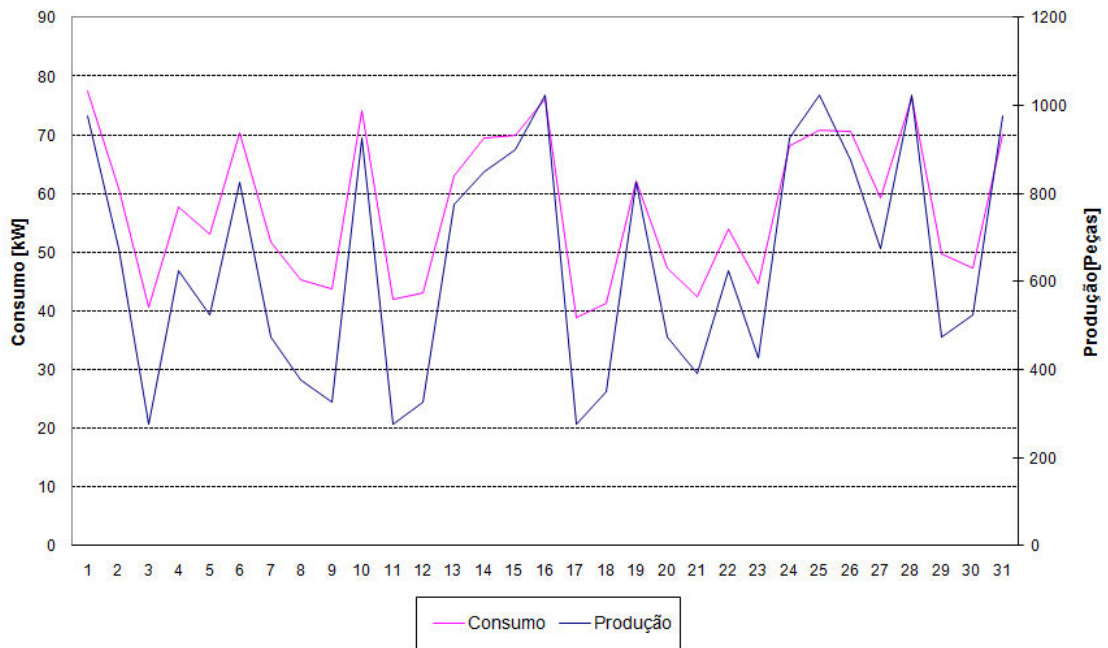


Figura 4.3 – Gráfico do consumo de energia e produção versus tempo

No gráfico de dispersão, o espalhamento dos pontos é esperado quando se consideram as complexidades que podem ter impactado, por exemplo, na produção como é visto na figura 4.4., na qual percebem-se alguns pontos com um certo distanciamento dos demais, o que poderá ter sido um erro na medição, erro dos instrumentos usados, ou alguns fatores significativos presentes.

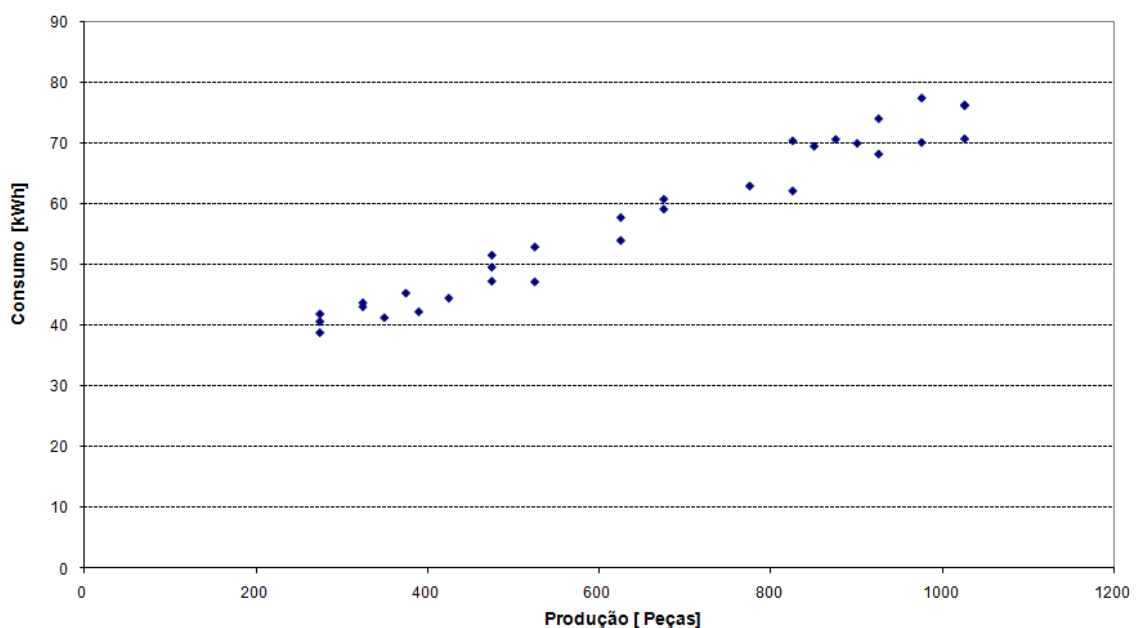


Figura 4.4 – Gráfico do consumo de energia versus produção

Para se estimar uma relação entre estes pontos, pode-se usar a Regressão Linear, essa técnica constitui uma tentativa de estabelecer uma equação matemática, conforme a equação 4.8, que descreve o relacionamento entre duas variáveis.

$$\hat{y} = mx + c \quad 4.8$$

Sendo:

m: o coeficiente angular da reta;

c: a cota da reta, ou seja, o valor de y quando x=0;

$y_c$ : o valor calculado de y ou valor projetado da reta de regressão;

Na regressão, os valores y são preditos com base em valores dados ou conhecidos de x. A variável y é chamada variável dependente, e a variável x, variável independente. O critério é encontrar os coeficientes m e c da reta de regressão a partir de n pares de observações ( $x_i, y_i$ ), através do método dos mínimos quadrados.

Os estimadores de mínimos quadrados são obtidos conforme as equações 4.9 e 4.10:

$$c = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad 4.9$$

$$m = \bar{y} - m\bar{x} \quad 4.10$$

Sendo:

$x_i$  = valor observado de x;

$y_i$  = valor observado de y;

$\bar{x}$  : média aritmética dos valores de  $x$ ;

$\bar{y}$  : média aritmética dos valores de  $y$ ;

Na regressão linear, temos o coeficiente de determinação  $R^2$  usado como medida de qualidade do ajuste, dado por:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_c - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, 0 \leq R^2 \leq 1 \quad 4.11$$

O  $R^2$  é uma importante medida de qualidade do modelo adotado, pois mede a variabilidade total da variável. Um alto valor de  $R^2$ , acima de 0,95 é indicativo de um bom ajuste. O gráfico da figura 4.5 mostra a equação da regressão linear e o coeficiente de determinação.

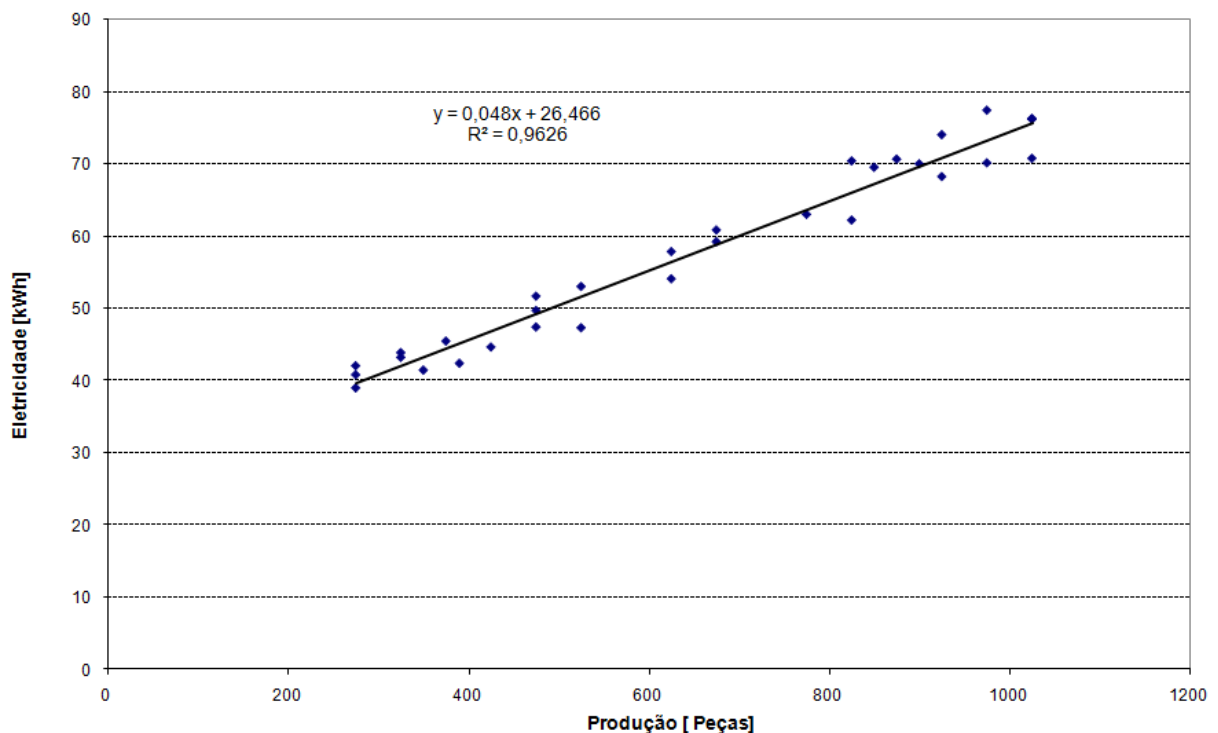


Figura 4.5 – Energia versus produção com a reta de regressão linear

#### 4.2.3.2 Soma Cumulativa das Diferenças

A Soma Cumulativa é uma técnica importante para desenvolver informação gerencial acerca do desempenho de um prédio, de uma fábrica ou de um

sistema consumidor de energia, como um forno ou uma fornalha, por exemplo. Ela faz distinção entre eventos significativos que afetam o desempenho – falhas ou melhorias – e “ruídos”.

A Soma Cumulativa das Diferenças consiste em somar as diferenças entre o consumo real e o consumo esperado baseado em um padrão estabelecido, ou seja, compara o desempenho real a um padrão estabelecido. Se o consumo continua seguindo o padrão estabelecido, as diferenças entre o consumo real e o padrão estabelecido serão pequenas e, aleatoriamente, positivas ou negativas. A soma cumulativa dessas diferenças ao longo do tempo ficará em torno de zero.

É essencial que uma referência válida seja determinada, caso contrário, os cálculos de soma cumulativa renderão resultados sem sentido. Pode-se ter uma referência a partir da regressão linear, apenas identificando a porção dos dados que estão abaixo da reta. Estes dados, de fato, serão a base de referência. Então, faz-se um novo gráfico de regressão linear e novas equações, como é mostrado no gráfico da figura 4.6.

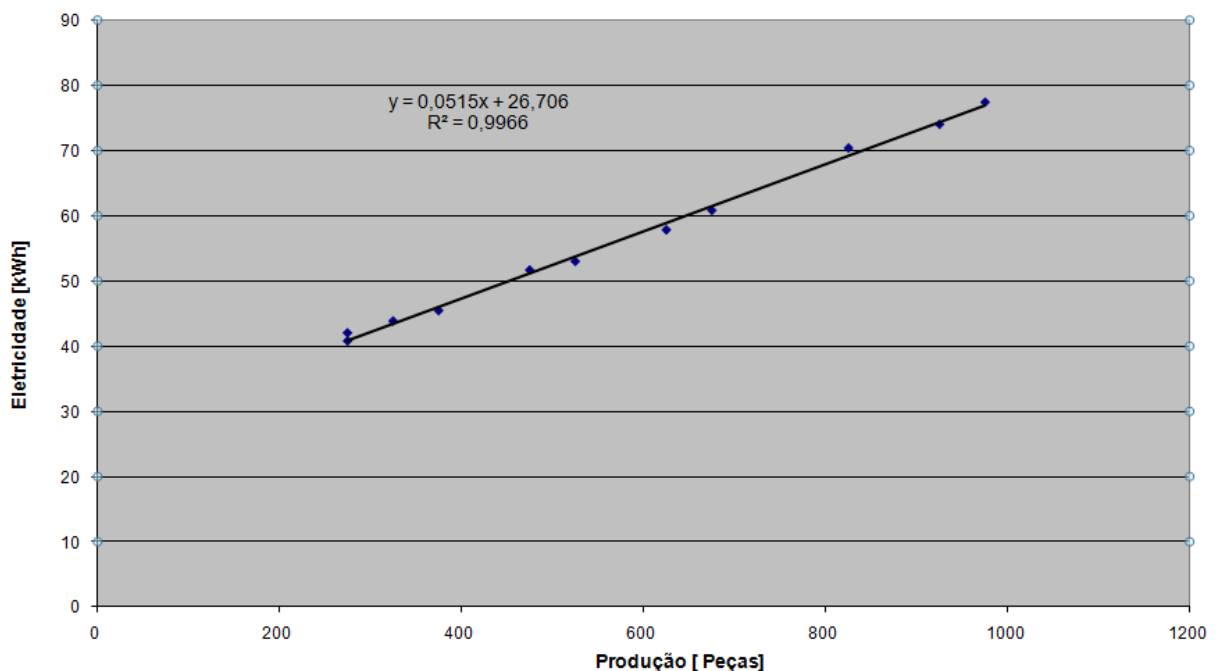


Figura 4.6 – Novo gráfico de regressão linear

A equação da linha gerada pela análise de regressão é a base de referência, sendo usada para calcular o consumo esperado de energia para qualquer dado de produção.

A partir desta diferença entre o ponto esperado e o valor real dos dados, é possível calcular a soma cumulativa das diferenças, conforme mostrado na equação 4.12. Os valores calculados em relação ao tempo são utilizados na construção do gráfico. Um exemplo deste tipo de gráfico é mostrado na figura 4.7.

$$C_k = \sum_{i=1}^n (y_c - y_i) \quad 4.12$$

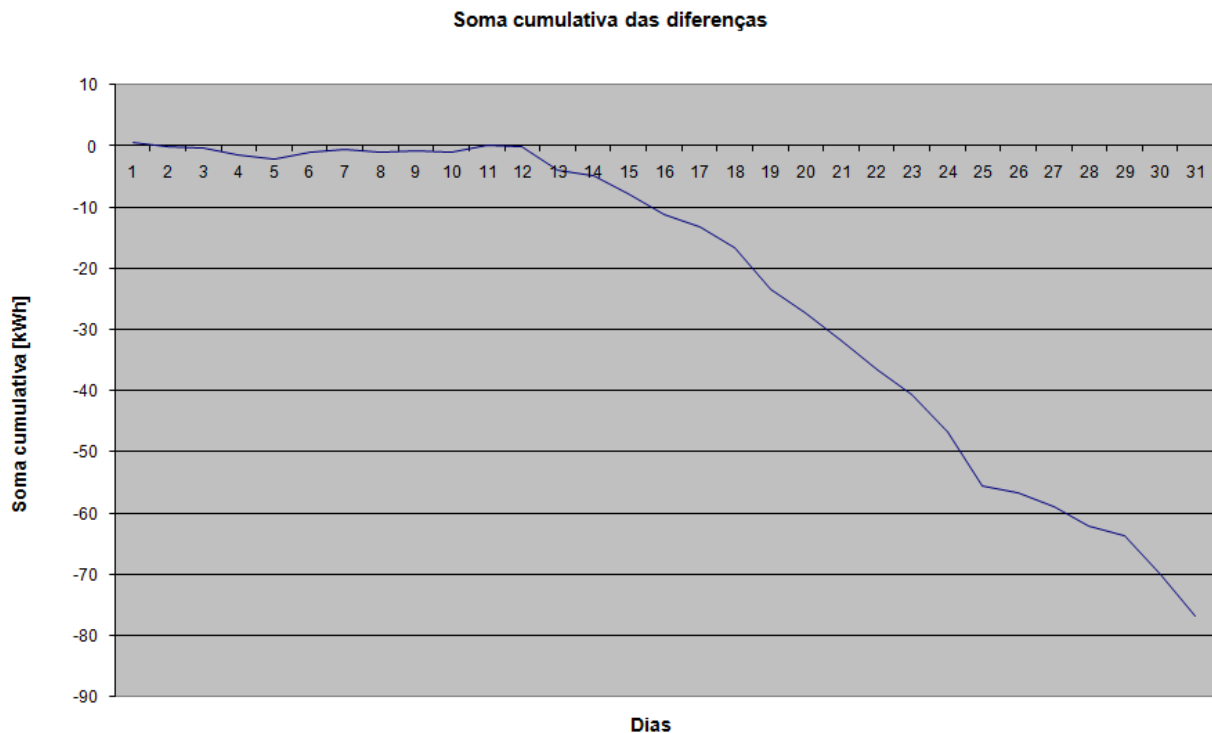


Figura 4.7 – Gráfico de soma cumulativa

Analisando o gráfico acima, percebe-se que os pontos críticos da soma acumulativa são as mudanças na inclinação. Estas inclinações podem ser facilmente vistas nos dias 14, 20, 25 e 30. Duas medidas ocorreram para reduzir o consumo; uma iniciou-se no dia 14 e a outra no dia 18. A segunda medida foi restabelecida no dia 30 no fim da série de dados.

A partir do gráfico da soma cumulativa, pode-se retirar um padrão atual, o qual fornece uma nova base de referência em relação a qual podemos controlar o consumo de energia no futuro, o período de referência é o conjunto de dados para os quais há uma inclinação constante no gráfico de soma cumulativa. Com estes dados, forma-se um novo gráfico de regressão linear e, conseqüentemente, outra equação.



Calcula-se uma nova diferença e esta é colocada numa série temporal para os dias do conjunto completo de dados, como é visto no gráfico da figura 4.8. Este se torna uma carta de controle com a adição de limites onde, se o consumo de energia vier a ultrapassá-los, uma investigação deverá ser realizada para descobrir a causa.

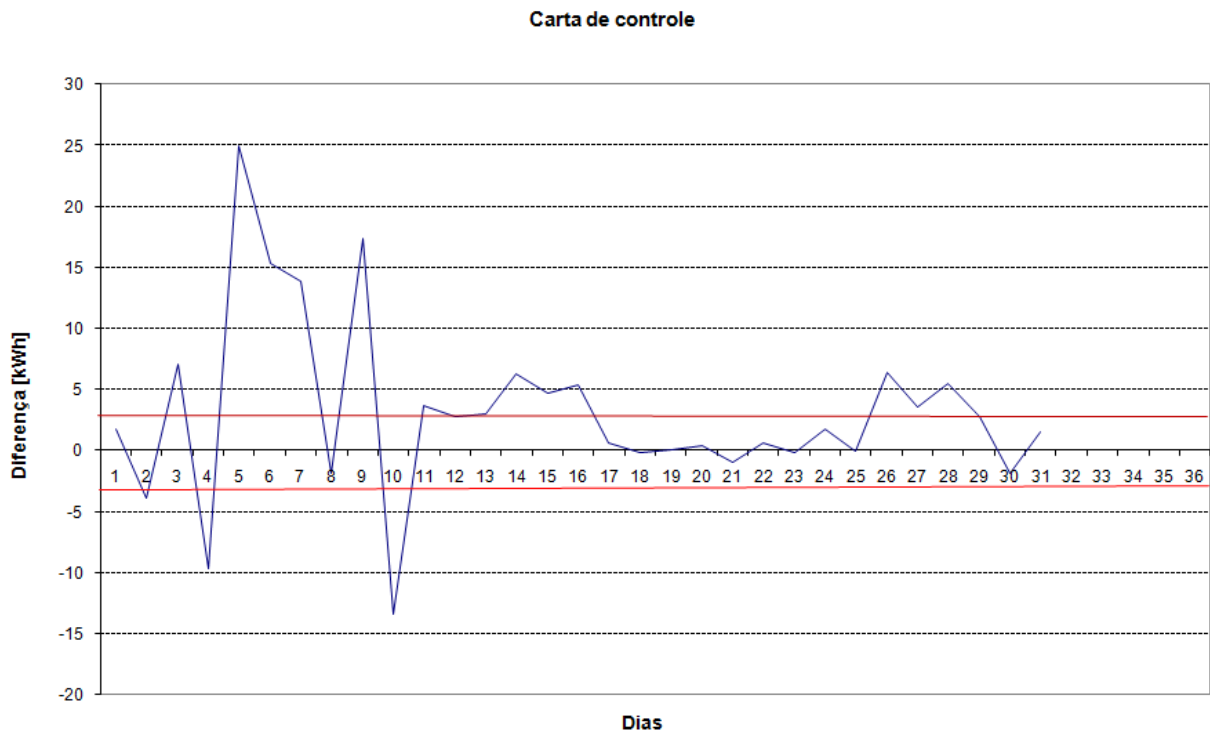


Figura 4.8 – Exemplo de uma Carta de Controle

Analisando o gráfico de controle, verifica-se que, do período inicial até a 17<sup>o</sup> dia, os resultados estavam bastante fora dos limites de controle, pois os operadores estavam ainda procurando a melhor maneira de operar a máquina. Durante o período do 18<sup>o</sup> dia ao 25<sup>o</sup>, observa-se que os operadores realizaram algumas mudanças na maneira de operar a prensa como: diminuir o tempo em que a máquina fica ligada sem está processando nenhuma peça e regular a temperatura adequada para cada peça, tornando assim a operação da máquina dentro dos limites de controle estabelecidos de economia. Mas do 25<sup>o</sup> dia em diante ocorreu descontrole na operação, levando a um aumento no consumo de energia. O controle foi readquirido em torno do 30<sup>o</sup> dia. O gráfico da soma cumulativa já apresentava estas informações, mas, na carta de controle, o monitoramento tornou visível facilmente.

Seguindo a mesma metodologia da carta de controle da prensa térmica, agora será apresentada a carta de controle de uma das máquinas da estamperia, a São Roque, com potência elétrica, em média, de 100 kW, visto na figura 4.11.

Analisando o gráfico da carta de controle da figura 4.11, observa-se que nos três primeiros dias do mês os resultados estavam bastante fora dos limites, e somente iniciou-se uma melhora a partir do quarto dia em diante. O processo estava operando dentro dos limites de controle, mas entre o 17º ao 20º dia ficou fora dos limites e o consumo aumentou. Segundo o operador, somente nestes dias estavam utilizando a metade da capacidade de produção da máquina. Nos dias seguintes, voltou a ficar dentro dos limites estabelecidos pela CIGE.

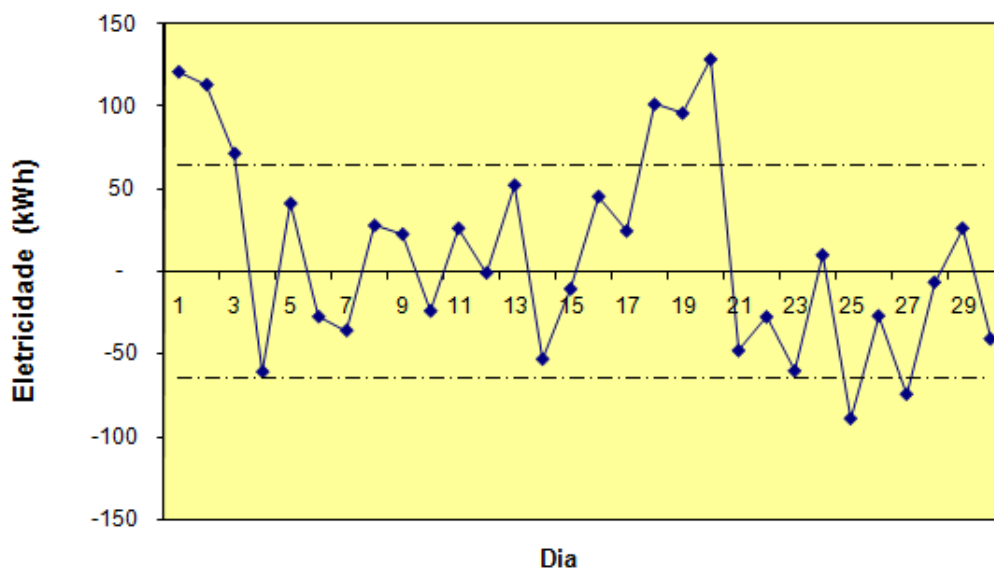


Figura 4.9 – Carta de controle da são roque

#### 4.2.3.3 Comunicação (Reporting)

Outro fator importante para o sucesso do MTR, além do monitoramento e do estabelecimento das metas, é a comunicação. Esta é responsável pela disponibilidade da informação fornecida pelo monitoramento de forma que possibilite o controle do uso de energia continuamente, pela verificação do alcance das metas de redução e das economias alcançadas.

A elaboração de relatórios poderá ser a forma utilizada para a comunicação das informações geradas, com o objetivo de gerar a motivação para ações de economia de energia e relatar sobre o desempenho energético.

Os diversos níveis operacionais da empresa precisam receber alguma informação sobre a energia consumida. Nem todos precisam saber tudo. A informação comunicada deve ser o mínimo necessário para alcançar os resultados desejados. A tabela 4.3 sugere o tipo de informação que os diferentes níveis da organização necessitam.

Tabela 4.3 – Mostra as necessidades de informações por departamento

	Relatório Anual	Relatório Mensal	Relatório Semanal	Indicadores Chave	Relatório de Exceção
<b>Executivo Chefe</b>	☞			☞	
<b>Contador</b>	☞	☞		☞	
<b>Chefes de Departamento</b>	☞		☞	☞	☞
<b>Compras</b>	☞			☞	
<b>Supervisores</b>		☞	☞	☞	☞
<b>Força de Trabalho</b>				☞	

Como pode ser percebido na tabela 4.3, o executivo chefe necessita, apenas, do relatório anual, enquanto os supervisores necessitam de um maior detalhamento das informações geradas e uma frequência maior dos relatórios. Ou seja, dentro da maioria das organizações a necessidade do tipo de informação gerada por um sistema de monitoramento e estabelecimento de metas varia com o nível e a responsabilidade do destinatário.

Se houvesse apenas um único relatório para todos, não resultaria em ações e em tomada de decisões. Por exemplo, os funcionários de operação precisam de informação de controle de energia para estimular ações específicas de economia de energia. Já os níveis mais altos, precisam de informações resumidas com as quais possam guiar o esforço de gestão de energia da organização. Isso está representado na Figura 4.10.

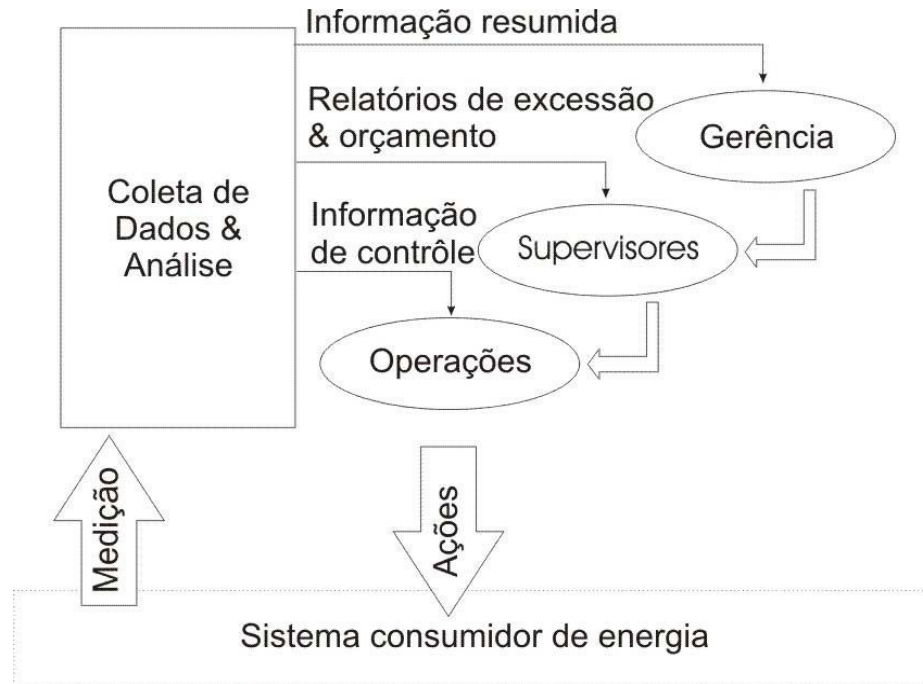


Figura 4.10 – Fluxo de relatórios

#### 4.2.3.4 Campanha de Conscientização

A melhor maneira de despertar o interesse e de promover o engajamento dos empregados em relação a uma campanha de conscientização para se evitar o desperdício de energia, é apoiar-se na comunicação das informações de forma sistemática e contínua. A campanha deve ser conduzida pelo setor responsável pela comunicação da empresa, para favorecer um caráter profissional.

A campanha de conscientização poderá ser iniciada com uma palestra sobre a necessidade da energia ao bem-estar de todos, tanto econômico como social. Pode-se argumentar sobre as exigências cada vez maiores por consumo de energia, ou seja, a utilização crescente dos recursos energéticos que podem levar a sua escassez e obrigam a construção de novas usinas nucleares, hidrelétricas, usinas termoelétricas etc. É importante, também, conscientizar sobre os efeitos danosos ao meio ambiente por estas construções e por sua utilização, podendo, na mesma oportunidade, mostrar as formas de redução dos gastos com a energia e os benefícios gerados, como:

- Desligar a iluminação nos ambientes em que não estão sendo utilizados;

- Aproveitar, ao máximo, a iluminação natural, mantendo sempre as janelas e envidraçados limpos e sem objetos que impeçam, desnecessariamente, a entrada da luz natural;
- Evitar a iluminação do tipo incandescente, uma vez que apresenta baixa eficiência e tempo de vida relativamente curto;
- Evitar máquinas ligadas sem necessidade.

Outra forma de comunicação baseia-se na confecção de cartazes que podem ser fixados dentro ou fora das dependências da indústria. Como sugestões de frases:

“Use de maneira responsável os recursos energéticos disponíveis”;

“Use energia e água com moderação”;

“Não desperdice água e energia. Amanhã poderá faltar para VOCÊ e sua FAMÍLIA”;

“Conservar é diminuir os impactos ambientais.

Para despertar o interesse dos funcionários de todos os setores que compõe a indústria, poderá, também, ser realizado concurso com premiações. As sugestões para concursos podem ser *slogan* da campanha, mascote ou logotipo da campanha, frase do cartaz do mês sobre o não desperdício e sugestões de melhoria.

Os prêmios podem ser materiais (eletrodomésticos, alimentos, brindes, jantares, viagens ou dinheiro), simbólicos (medalhas, certificados, reportagem no jornal, publicação na imprensa, placas de reconhecimento) ou benefícios profissionais (treinamento, participação em congresso, licença de um ou mais dias, promoção).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A maneira como foi conduzida a gestão energética neste capítulo, teve como base o Guia Técnico de Gestão Energético do Procel (2005). Foi visto que a gestão energética em uma instalação ou em um grupo de instalações inicia-se com a análise do contrato firmado com a concessionária de energia e estende-se até o seu uso final de forma eficiente, durante esse processo, devem ser propostas melhorias tanto no processo de produção como nos equipamentos utilizados e tentando sempre destacar a economia de energia.

O acompanhamento dos índices de controle, como consumo de energia (absoluto e específico), custos específicos, preços médios, valores contratados, registrados e faturados, possibilita a gestão energética atuar no sentido de indicar correções, propor alterações, auxiliar na contratação de melhorias, implementar ou acompanhar as melhorias, motivar os usuários da instalação a usar racionalmente a energia, divulgar ações e resultados, buscar capacitação adequada para todos e prestar esclarecimentos sobre as ações e seus resultados.

## **5 PROGRAMA DE GESTÃO ENERGÉTICA - ESTUDO DE CASO**

Nesta dissertação, apresenta-se a aplicação de um programa de gestão energética e uso racional de energia elétrica em uma indústria têxtil, para o aprimoramento dos produtos e processos, dentro de uma viabilidade técnica e econômica de implantação. Esta metodologia servirá de base para as demais indústrias têxteis cearenses, que pretendem criar um sistema de gestão energética em suas instalações. Neste capítulo, será formado o Programa de Gestão Energética, como, também, a criação da Comissão Interna de Gestão Energética e sua aplicação na indústria têxtil Marisol Nordeste.

### **5.1 Formação do Programa de Gestão Energética**

O Programa de Gestão Energética – PGE tem por objetivo reduzir os índices globais e específicos da energia necessária à obtenção do mesmo resultado ou produto. Não é objetivo aprofundar-se nos usos finais de energia, pois a empresa deve compreender que o PGE não se trata de um racionamento de energia, ações isoladas de economia energética, redução na qualidade dos produtos fabricados ou dos serviços prestados.

A implantação de um PGE é a primeira iniciativa ou ação visando à redução de custos com energia em uma indústria e o PGE aplicado na indústria (estudo de caso), deve estruturar-se de forma que os resultados de sua implementação se mantenham e as ações adotadas não percam seu efeito ao longo do tempo.

Existe um novo mercado consumidor que tem preferência pelos produtos de empresas que possuam o compromisso com a preservação do meio ambiente e com o não desperdício.

O PGE é constituído de três pilares ou estratégias: Diagnóstico Energético (levantamento da situação); Controle dos Índices (análise e acompanhamento dos dados); e Comunicação do Programa e seus resultados (divulgação), apresentado na figura 5.1.

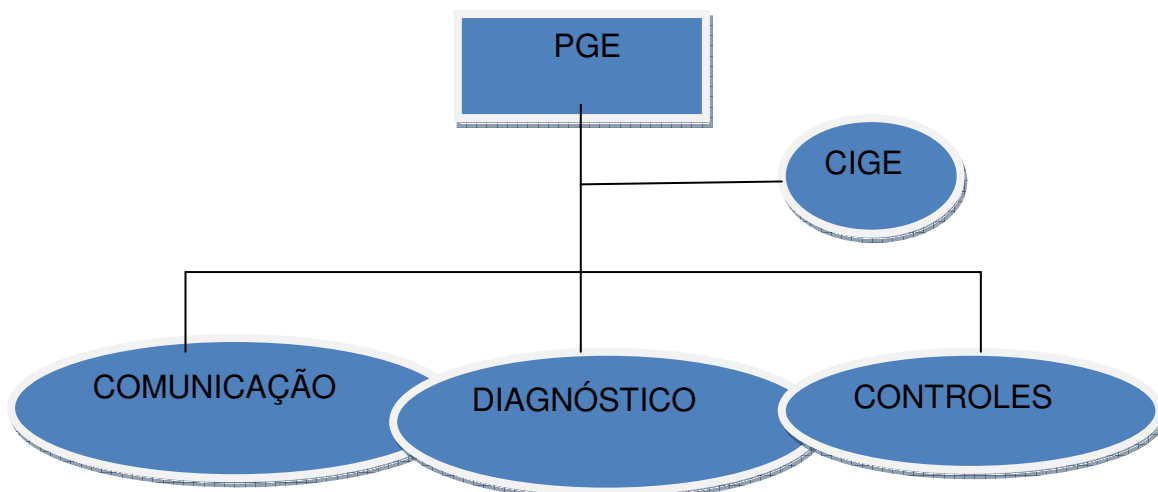


Figura 5.1 – Fluxograma do PGE

## 5.2 Comissão Interna de Gestão Energética - CIGE

A Comissão Interna de Gestão Energética – CIGE –, está diretamente vinculada à direção da empresa e não deve manter relações de hierarquia entre os membros da comissão. Inicialmente, deve ser constituída por integrantes indicados pela direção e, após consolidada, poderá ser formada por membros eleitos pelos empregados. A figura 5.2 abaixo mostra a estrutura da CIGE:

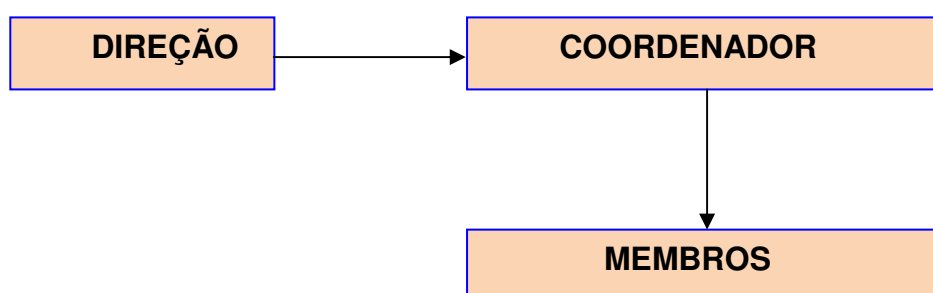


Figura 5.2 – Estrutura da CIGE

A constituição da CIGE na indústria estudada teve como coordenador o gerente de manutenção, que possui conhecimento de utilização racional de energia. Além do coordenador, a CIGE foi formada por quatro integrantes, sendo um do setor administrativo, um do setor de contabilidade, um do setor de manutenção e outro do setor de gestão de pessoas (comunicação).



Todas as ações decididas pela CIGE são formalizadas em atas de reunião, relatórios de atividades e documentos/circulares da empresa. Essa documentação permitirá que futuros participantes da comissão tenham acesso às decisões tomadas no passado, como, também, às propostas de melhorias discutidas. A figura 5.3 registra a primeira reunião de início dos trabalhos da CIGE na indústria Marisol.



Figura 5.3 – Reunião de acompanhamento e supervisão inicial da CIGE (Fonte: acervo do Autor).

### 5.2.1 Atribuições da CIGE:

- Controlar e acompanhar o faturamento de energia desagregado em seus parâmetros: consumo de energia (kWh), demanda (kW) e fatores de carga e de potência;
- Avaliar, em cada reunião, os dados levantados, analisar o cumprimento das metas fixadas no plano de trabalho e discutir as situações de desperdício de energia elétrica, além de promover a análise das potencialidades de redução do consumo específico de energia e da demanda;
- Propor medidas de gestão de energia;
- Realizar, periodicamente, inspeções nas instalações e nos procedimentos das tarefas, visando identificar situações de desperdício de energia;
- Conscientizar e motivar os empregados;

- Divulgar informações relativas ao uso racional de energia elétrica e os resultados alcançados em função das metas que forem estabelecidas;
- Participar dos processos de aquisições que envolvam o consumo energético, orientando e subsidiando as comissões de licitação para que as aquisições sejam feitas considerando-se, também, a economicidade do uso, avaliado pelo cálculo do custo-benefício ao longo da vida útil dos equipamentos e não somente pela comparação do investimento inicial;
- Designar agentes, representantes ou coordenadores para atividades específicas relativas à conservação de energia;
- Reunir-se, ordinariamente, a cada mês, preferencialmente logo após o recebimento da conta de energia.

### **5.2.2 Atribuições dos Membros da CIGE**

Com o intuito de formar um PGE consistente dentro da empresa buscou-se na bibliografia técnica do Procel, as principais atribuições dos membros da CIGE:

- Direção: acompanhar os trabalhos; estabelecer diretrizes; proporcionar aos membros da CIGE os meios necessários ao desempenho de suas atribuições, garantindo recursos suficientes para a realização das tarefas constantes do plano de trabalho por ela aprovado e prover treinamentos e eventos para os integrantes da CIGE e empregados;
- Coordenador: propor a pauta de reunião; coordenar as reuniões da CIGE, encaminhando à direção e empregados as decisões da Comissão; coordenar e supervisionar as atividades de secretaria; delegar atribuições aos integrantes da Comissão; coordenar e supervisionar as atividades da CIGE, zelando para que os objetivos propostos sejam alcançados e manter relacionamento com a direção, fornecedores de equipamentos, empresas e instituições de eficiência energética;
- Secretário: convocar os membros para as reuniões da Comissão; coletar e organizar todas as informações que servirão de base aos

pronunciamentos da Comissão; acompanhar as reuniões da CICE, redigindo as atas e apresentando-as para aprovação e assinatura dos membros presentes; constituir e manter em acervo os documentos relativos ao PGE e divulgar as decisões da CICE. O secretário deverá, ainda, convocar os componentes da Comissão para as reuniões, participar delas e encaminhar, logo após a sua realização, a respectiva ata de reunião;

- Demais membros: sugerir assuntos; comparecer a todas as reuniões da CICE; coletar e apresentar sugestões suas e dos não participantes (colegas de área) e realizar as atividades para as quais forem designados.

Nos anexos estão presentes os documentos utilizados no decorrer do PGE da indústria escolhida, a saber: convocação da reunião de implantação do PGE (Anexo B), lançamento do PGE (Anexo C), convocação para as reuniões da CICE (Anexo D) e as Atas (Anexo E).

### 5.3 Metodologia

As ações de eficiência energética propostas na indústria contemplaram as medidas que implicaram ações de gestão nas instalações, incluindo o treinamento de pessoal, com o objetivo de criar um ambiente de conscientização aos colaboradores da empresa e a fixação de procedimentos operativos, de manutenção e de engenharia, objetivando a perenidade do programa a ser desenvolvido. Neste sentido, o Programa foi estruturado, conforme a figura 5.4.

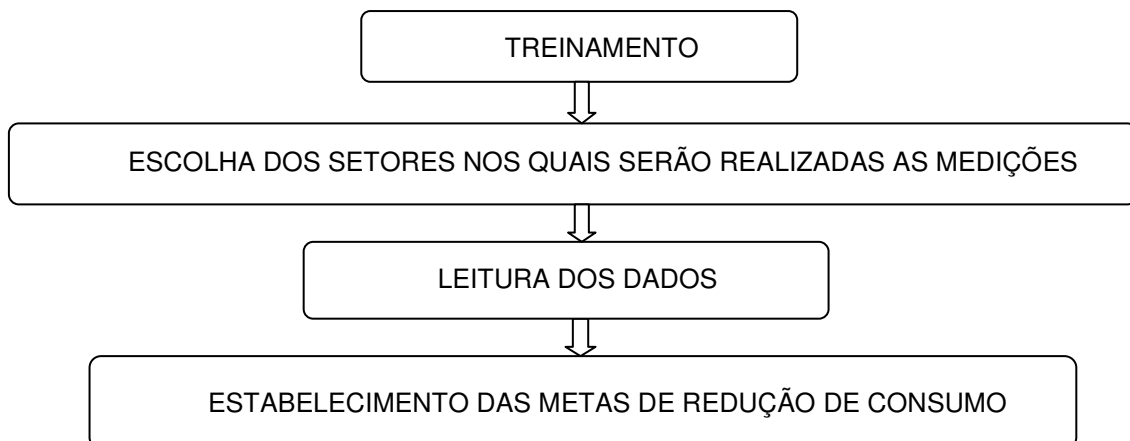


Figura 5.4 – Estrutura da Metodologia utilizada na Indústria

### 5.3.1 Treinamento dos Membros da CIGE

O treinamento com os membros da CIGE foi realizado pela Equipe de Eficiência Energética Industrial do LAMOTRIZ – DEE – UFC que apresentou as atribuições da CIGE e a ferramenta computacional a ser utilizada, MTR. O treinamento ocorreu durante o expediente normal da empresa, com a carga horária de 8h no total.

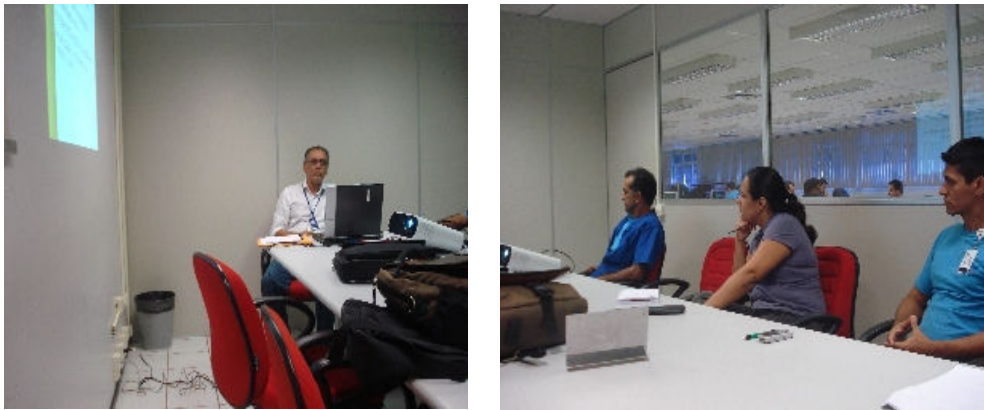


Figura 5.5 – Treinamento com os membros da CIGE (Fonte: acervo do Autor).

### 5.3.2 A Escolha do Setor que será Realizada as Medições

Como a empresa é dividida em vários setores, estabeleceu-se um sistema de medição no setor de estampa, que conforme visto no capítulo anterior é responsável por 30% do consumo de energia elétrica da empresa. Diante disso, Então, foram instalados 8 medidores trifásicos e 1 monofásico distribuídos nas seguintes máquinas: Prensa (Metalnox PTA 7000), 2 prensas (Metalnox PTA 8000), Bordado (Barudan), Laser (Laser Bridge 3D) e 1 Roque Print Oval.



Figura 5.6 – Máquinas com os Medidores Instalados (Fonte: acervo do Autor)

### 5.3.3 Obtenção dos dados

Com a instalação dos medidores, foram realizadas leituras diárias por um técnico do setor de manutenção da estamperia. Os dados de leitura foram preenchidos em uma planilha elaborada pela CIGE, conforme anexo F.

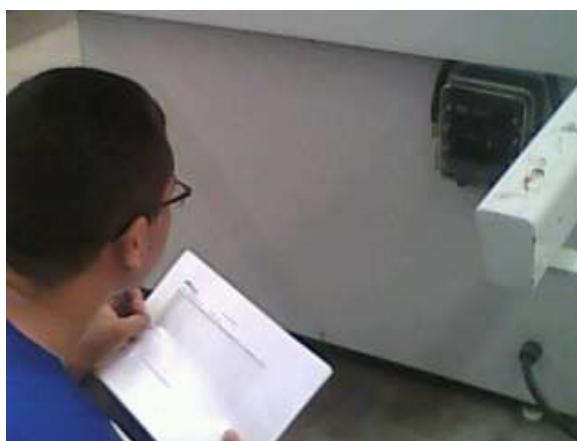


Figura 5.7 – Leituras diárias na Prensa Térmica (Fonte: acervo do Autor)

### 5.3.4 Estabelecimento das Metas de Redução do Consumo

Tendo como base o nível atual de consumo de energia das máquinas que foram instalados os medidores, procurou-se estabelecer metas para reduzi-lo. Este estabelecimento de metas é a parte principal de uma gestão de energia. A fixação das metas foi baseada nos gráficos do MTR sempre feitas de forma realista, com objetivos claros e que pudessem ser efetivamente atingidos, não obstante fossem desafiadoras.

Ao estabelecer o monitoramento e as metas, muitas vezes, é apropriado usar o consumo padrão como meta inicial, pelo menos durante as primeiras semanas. Utilizando os dados da prensa térmica, visto no capítulo anterior, a figura 5.8 mostra uma meta inicial baseada no desempenho médio histórico.

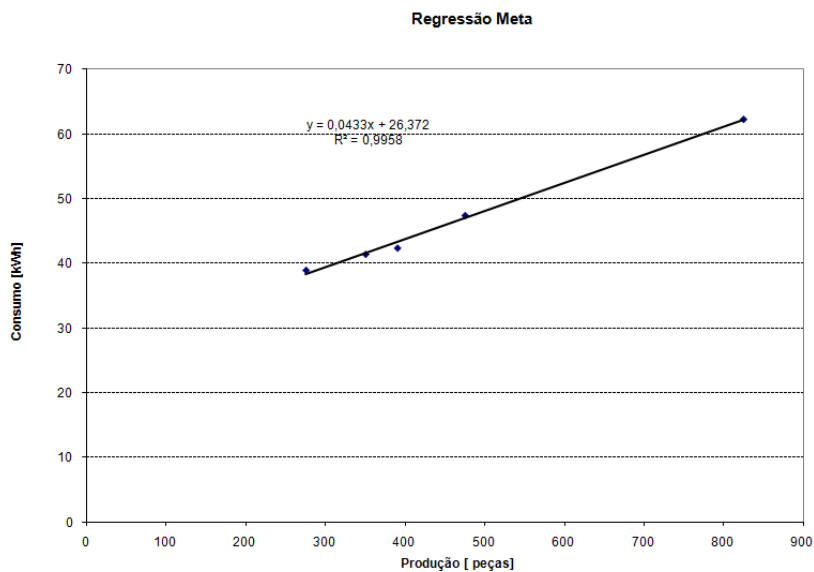


Figura 5.8 – Meta Inicial

Após o monitoramento e estabelecimento das metas iniciais, estas deverão ser revistas. Com a utilização de uma linha de melhor ajuste em relação aos dados iniciais, tomou-se como meta uma redução de 3 kWh por dia de produção. Isto gera um alvo modesto, mas geralmente alcançável, como é visto na figura 5.9.

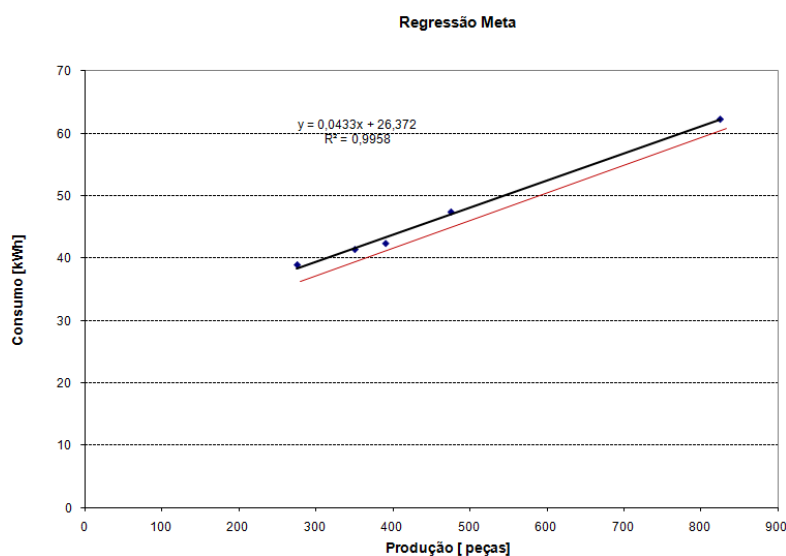


Figura 5.9 – Metas baseada no melhor desempenho

A economia de energia esperada ao longo de um mês, será entorno de 72 kWh. Tendo como base o seu consumo mensal 758,4 kWh, visto na tabela 3.4, no final do mês será obtido uma economia de 9,4%. Este resultado não pode ser comprovado efetivamente devido uma redução na produção da empresa, devido a crise internacional de 2009.

## 5.4 Comunicação do Programa

O Programa Gestão Energética foi exibido como parte da nova política administrativa e estratégica da empresa em relação à utilização de energia. A primeira forma de comunicação consistiu em providenciar a confecção de cartazes, que foram afixados dentro e fora das dependências da empresa, com o objetivo de estimular a participação efetiva de todos no PGE, conforme mostra a figura 5.10:

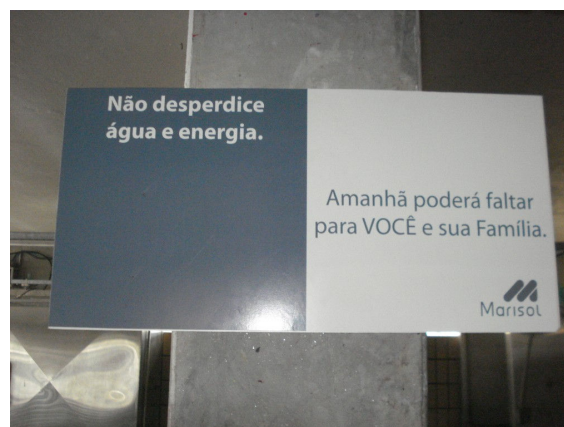
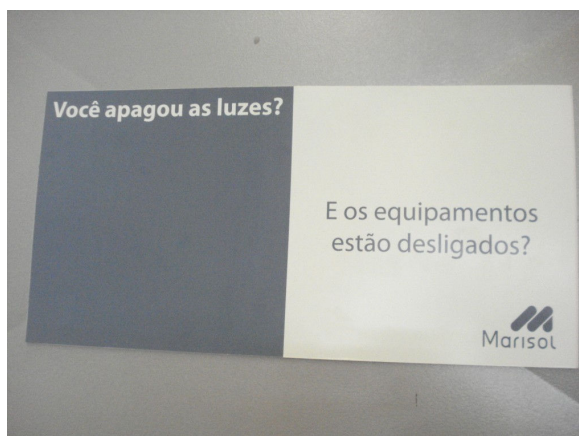






Figura 5.10 – Cartazes fixados na indústria Marisol (Fonte: acervo do Autor).

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



## 6 CONCLUSÃO

Nesta dissertação foram discutidas e analisadas diversas etapas para a implantação de um programa de gestão energética aplicado a uma indústria têxtil no Estado do Ceará., no caso, a Marisol Nordeste. O modelo de gestão proposto teve como base o Guia Técnico de Gestão Energética do Procel e, como alvo, o acompanhamento da utilização da energia elétrica, desde o contrato de fornecimento com a concessionária até o seu uso final, buscando sempre o enfoque da eficiência energética.

O trabalho iniciou-se com a identificação dos 27 setores fabris que compõem a indústria selecionada e, então, foi realizado o diagnóstico energético que, depois de concluído, já passou a ser utilizado pela gerência na tomada de decisão, para a determinação da potência instalada, mudança de equipamento, acréscimo de carga, dentre outras medidas. Também foi desenvolvida uma metodologia de estimativa do consumo médio por setor, o que passou a ser usado, de imediato, pela gerência da empresa, como critério de rateio das despesas com energia elétrica por setor.

A ferramenta de gerenciamento energético utilizada foi o MTR, que se baseia em processos estatísticos para auxiliar a CIGE. Foi necessária a instalação de medidores para a monitoração e acompanhamento do consumo de energia por máquina e observou-se uma redução gradativa no consumo específico destas, levando a uma economia de energia.

Apesar dos vários benefícios da utilização do MTR e de sua aplicação em vários países, não há referências bibliográficas do uso desta técnica no parque industrial brasileiro; as indústrias que desejarem implementá-lo em seu processo industrial deverão fazê-lo de forma gradual, até incorporá-lo como uma moderna ferramenta de gestão energética.

Em particular, para a indústria têxtil onde foi realizado o estudo de caso, verificou-se que, a partir dos valores de consumo de energia e de produção, obteve-se, através do MTR, uma ferramenta de gestão e controle energético que possibilitou à equipe gestora uma maior sensibilidade na avaliação energética da planta industrial.

Diante dos resultados obtidos, constatamos a viabilidade da implantação e permanência do programa de gestão energética na indústria Marisol. Para a implantação do programa, houve a necessidade de um investimento inicial que foi plenamente justificado em decorrência da redução no consumo de energia que o programa proporcionou. Houve uma motivação das equipes de produção e manutenção com relação à eficiência energética, criando-se um ambiente de agradável competitividade solidária entre os turnos de trabalhos para a obtenção de um melhor desempenho energético por turno.

Este trabalho poderá ser ampliado para os demais setores da indústria, desde que se obtenha um maior investimento nas compras de novos medidores de energia, a serem instalados em cada máquina, ou um sistema de medição que possibilite a obtenção do consumo diário e por turno de cada máquina. Com esses dados de consumo alimentados no banco de dados do MTR, é possível obter um maior controle do consumo de energia, estimar o consumo específico de energia por peça produzida em cada setor, conhecer o desempenho operacional de cada máquina, como também a possibilidade de se determinar com quais práticas operacionais se obtêm um melhor rendimento da máquina em operação.

Conclui-se por fim, que os desafios do MTR são vários, sendo o maior deles a disponibilidade de assumir uma mudança de cultura incorporada que conduz a um modelo de melhoria contínua para administração da energia. Sabendo que a utilização de um bom sistema de gestão energética em uma planta industrial tem como resultado um ganho de eficiência energética, entretanto, existe um largo espaço para o desenvolvimento de modelos específicos de gestão energética para aplicação nos diversos seguimentos do setor industrial brasileiro.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL. **BNDES: A cadeia têxtil e de confecções – uma visão de futuro**. Apresentação realizada no BNDES, Rio de Janeiro, nov. 2008.

ABRAMO, VICTOR. **Programa de eficiência energética reduz custos na indústria**. Disponível em: <<http://www.tnpetroleo.com.br/noticia/17298/programa-de-eficincia-energtica-reduz-custos-na-indstria> >. Acesso em: 10 de maio 2010.

ALVAREZ, M. P. **Evolução Das Responsabilidades e Atribuições da Função Compras/Suprimentos - Um Estudo na Indústria Têxtil-Confeção de Santa Catarina**. 2004, 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2004.

ARAGÃO, Elizabeth Fiúza. **A Trajetória da Indústria Têxtil no Ceará: O Setor de Fiação e Tercelagem 1880-1950**. Fortaleza, UFC, 1989.

ARAGÃO, Elizabeth Fiúza. **O Fiar e o tecer: 120 anos da indústria têxtil no Ceará**. Fortaleza, FIEC, 2002.

ARY, J. C. A.; VIANA, F. L. E. **Infra-Estrutura do Nordeste: Estágio Atual e Possibilidades de Investimentos**. Série: Documentos do Etene, v. 07. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Monitoramento, Acompanhamento e Análise do Mercado de Energia Estatística e Análise do Mercado de Energia Elétrica**: Boletim mensal, agosto 2007. Disponível em: <[http://epe.gov.br/BoletimMensal/20071031\\_1.pdf](http://epe.gov.br/BoletimMensal/20071031_1.pdf) >. Acesso em: 05 out. 2007.

BROWN, M.L., GINNY KEY, C.E.M. IN: **A Management System Standard for Energy**. Georgia Tech Energy and Environmental Management Center. Atlanta, Georgia, 2002.

CARUSO, Luiz Antonio Cruz – **Recomendações: Setor Têxtil**, Brasília, SENAI, 2005.

CAPEHART, B. L., Turner, W. C., Kennedy, W. J. **Guide to Energy Management**, 2005.

COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ. Disponível em: <<http://www.coelce.com.br>>. Acesso em: 05 abril. 2010.

COSTA, Ana C. R. & Rocha, Érico R. P. Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e De Confecções **e a Questão da Inovação** - BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Jornal da Fiec**. 2005. Disponível em: <<http://www.fiec.org.br/publicacoes/jornalfiec>>. Acesso em: 05 dez. 2009.

FERREIRA, J.J.. Economia e gestão da energia. **Valor na energia**. Lisboa, 163p, 1993.

GOMES, J. H. F.; SILVA, S. F. **Análise Financeira e Econômica**. Itajubá: UFI, 2006.

GORINI, A. P. F. **Panorama do Setor Têxtil no Brasil e no Mundo: Reestruturação e Perspectivas**. Relatório Setorial - BNDES, Rio de Janeiro, n. 12, p. 17-50, 2000.

GREENWALD, R.; K. Wallace, BC Hydro Power Smart. **Monitoring, Targeting and Reporting: a Pathway to Continuous Improvement in Energy Management** presented at Eemods '07 at the Fifth Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems in Beijing, China in June 2007.

GUERREIRO, A. **Conservação de Energia: Eficiência Energética de Instalações e equipamentos**, Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

HADDAD, J. **Análise Econômica de Investimentos**. Ed. Seriada. PROCEL INDÚSTRIA: Rio de Janeiro, dezembro, 2004.

IEL, SEBRAE e CNA - Instituto Evaldo Lodi, SEBRAE Nacional e Confederação Nacional da Agricultura, F. **Análise da Eficiência Econômica e da Competitividade da Cadeia Têxtil Brasileira**. Brasília, IEL, 2000.

IEMI – INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. **Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**, São Paulo, v. 8, n. 8, ago. 2008.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Energia**. 2005. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br> >. Acesso em: 10 set. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). **Boletim de Conjuntura Industrial**. 2007. Disponível em: < [http://www.ipece.ce.gov.br/estudos\\_macro/industria\\_transformação](http://www.ipece.ce.gov.br/estudos_macro/industria_transformação) >. Acesso em: 12 nov. 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (INNE). **Por que se desperdiça energia**. 2008. Disponível em: <[http://www.inee.org.br/eficiencia\\_o\\_que\\_eh.asp?Cat...](http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat...)>. Acesso em: 20 nov. 2009.

LUPATINI, Márcio. Relatório Setorial – **Setor: Têxtil e Vestuário**. Fortaleza: Finep, 2007.

MALUF, Eraldo. **Dados técnicos para a indústria têxtil**. São Paulo: IPT/ ABIT, 2003.

NOGUEIRA, L. A. H. Energia: Conceitos e Fundamentos. IN: **Conservação de Energia**: Eficiência Energética de Instalações e equipamentos, Itajubá, MG: FUPAI, 2001.

NÚCLEO DE ECONOMIA INDUSTRIAL E DA TECNOLOGIA (NEIT) - Projeto: Boletim de Conjuntura Industrial, Acompanhamento Setorial, Panorama da Indústria e Análise da Política Industrial. **Relatório de Acompanhamento Setorial: Têxtil e Confecção**. Universidade Estadual de Campinas, maio, 2008, 20p.

PELIZZARI E., Martins C. O. Menezes D., A. F. S., Reguly A., **Aplicações da Termografia como Ferramenta de Manutenção Preditiva em Conectores Elétricos**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 2006.

PROCEL. **Guia técnico de Gestão Energética**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

PROCEL. Casos de Sucesso - Eficiência Energética na MULTIBRÁS S.A. Disponível em: < <http://www.eletobras.com/pci/main.asp>>. Acesso em: 10 agost. 2010.

RAAD, A., **Análise das Barreiras à Eficiência Energética e de suas Soluções no Caso do Setor Elétrico Brasileiro**, grau M.SC., UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

ROQUE, L.P. Brasil participa da elaboração de norma internacional sobre gestão de energia. Disponível em: <<http://www.revistasustentabilidade.com.br/eficiencia-energetica/brasil-participa-da-elaboracao-de-norma-internacional-sobre-eficiencia-energetica?searchterm=iso+50001>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

QUEIROZ, RENATO. Para Alcançar a Segurança Energética. Disponível em: <<http://forumsocialpanamazonico.org/article169.htm>> Acesso em: 10 jun. 2010.

Sindicato das Indústrias de Fiação e Tecelagem em geral do Ceará (SINDTÊXTIL). **Setor têxtil do Ceará em franca expansão**. 2005. Disponível em: <<http://www.sfiec.org.br/portaltv2/sites/sinditextilv2>> Acesso em: 15 dez. 2008.

TRIPP, Douglas; DIXON, Stephen. GERBI – Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa na Indústria Brasileira. **Curso de Monitoring, Targeting & Reporting: Módulo de Treinamento**. Rio de Janeiro: GERBI, 2003.

VIANA, F. L. E. **A Indústria Têxtil e de Confecções no Nordeste: Características, Desafios e Oportunidades**. Série: Documentos do Etene, v. 06. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

## **ANEXO A - FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA**

O presente anexo visa apresentar informações acerca do fornecimento de energia elétrica conforme o PRODIST, mostrando desde os limites de tensões de fornecimento, como os tipos de tarifação que o consumidor poderá optar, assim como a demanda contratada que deverá ser disponibilizada pela concessionária.

No estado do Ceará, a COELCE informa ao interessado a tensão de fornecimento para a unidade consumidora, com observância dos seguintes limites:

- Tensão secundária de distribuição (220V/380V): quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW;
- Tensão primária de distribuição em 13,8 kV: quando a carga instalada na unidade consumidora for superior a 75 kW e a demanda contratada ou estimada pelo interessado, para o fornecimento, for igual ou inferior a 2.500 kW;
- Tensão primária de distribuição igual ou superior a 69 kV: quando a demanda contratada ou estimada pelo interessado, para o fornecimento for superior a 2.500kW.

O manual de orientações básicas da COELCE, juntamente com o PRODIST, estabelece que as tarifas de energia elétrica estejam estruturadas em dois grandes grupos de consumidores: Grupo A e Grupo B, sendo:

- No Grupo A pertencem as unidades consumidoras com fornecimento em tensão igual ou superior a 2,3 kV, subdividido nos seguintes subgrupos:
  - a) Subgrupo A1 - tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV;
  - b) Subgrupo A2 - tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV;
  - c) Subgrupo A3 - tensão de fornecimento de 69 kV;
  - d) Subgrupo A3a - tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV;
  - e) Subgrupo A4 - tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV;
  - f) Subgrupo AS - tensão de fornecimento inferior a 2,3 kV, atendidas a partir de sistema subterrâneo de distribuição e faturadas neste Grupo em caráter opcional.

- As unidades consumidoras que fazem parte do grupo “B” possuem fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV, subdividido nos seguintes subgrupos:
  - a) Subgrupo B1 - residencial;
  - b) Subgrupo B1 - residencial baixa renda;
  - c) Subgrupo B2 - rural;
  - d) Subgrupo B2 - cooperativa de eletrificação rural;
  - e) Subgrupo B2 - serviço público de irrigação;
  - f) Subgrupo B3 - demais classes;
  - g) Subgrupo B4 - iluminação pública.

As tarifas do “grupo A” são construídas em três modalidades de fornecimento: convencional, horosazonal azul e horosazonal verde:

**Convencional:** estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. Com as seguintes características básicas:

- Tarifa única de consumo de energia elétrica (kWh);
- Tarifa única de demanda de potência (kW);
- Atendimento somente para ligações em tensão de 13,8 kV;
- Demanda contratada mínima de 30 kW e máxima de 299 kW.

**Horosazonal:** estrutura 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. Nessa modalidade tarifária, os dias úteis são separados em dois segmentos, chamados de horário de ponta e horário fora de ponta, assim definidos pela concessionária, no caso a Coelce:

- Horário de ponta: Composto por 3 (três) horas diárias – 17h30min às 20h30min, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais;
- Horário fora de ponta: Composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares às definidas no horário de ponta;



- Período úmido (de chuvas): Período de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte;
- Período seco: Período de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro;

**Horosazonal Azul:** 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 acordo, também, com as horas de utilização do dia. Com as seguintes características básicas:

- Uma tarifa de demanda de potência no horário de ponta (kW)
- Uma tarifa de demanda de potência no horário fora de ponta (kW)
- Uma tarifa de consumo para o horário da ponta úmido (kWh)
- Uma tarifa de consumo para o horário fora da ponta úmido (kWh)
- Uma tarifa de consumo para o horário da ponta seco (kWh)
- Uma tarifa de consumo para o horário fora da ponta seco (kWh)
- Obrigatória para ligações em tensão de 69 kV
- Opcional para ligações em tensão de 13,8 kV
- Demanda contratada mínima de 30 kW em pelo menos um dos seguintes horários (ponta ou fora de ponta)

**Horosazonal Verde:** 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 uma única tarifa de demanda de potência. Possui as seguintes características básicas:

- Tarifa única de demanda de potência (kW) (Ponta e Fora de Ponta)
- Uma tarifa de consumo para o horário da ponta úmido (kWh);
- Uma tarifa de consumo para o horário fora da ponta úmido (kWh);
- Uma tarifa de consumo para o horário da ponta seco (kWh);

- Uma tarifa de consumo para o horário fora da ponta seco (kWh);
- Atendimento somente para ligações em tensão de 13.8 kV;
- Demanda contratada mínima de 30 kW.

Quanto à unidade consumidora do Grupo “A”, cuja potência instalada em transformadores for igual ou inferior a 112,5 kVA, o consumidor poderá optar por faturamento com aplicação da tarifa do Grupo “B” correspondente à respectiva classe. O Optante pelo Grupo “B” possui as seguintes características:

- Unidades consumidoras com potência igual ou inferior a 112,5 kVA. (Art. 80);
- Unidades consumidoras com instalações permanentes para a prática de atividades esportivas ou parques de exposições agropecuárias, desde que a potência instalada em projetores utilizados na iluminação dos locais seja igual ou superior a 2/3 (dois terços) da carga instalada total. (Art. 81);
- Unidades consumidoras situadas em área de veraneio ou turismo, que exploram serviços de hotelaria ou pousada, independentemente da carga instalada. (Art.79).

O consumidor industrial poderá optar por qualquer tarifa, dependendo da carga instalada, demanda contratada, horário de funcionamento, fator de carga. Os valores praticados pela Coelce no mês de março de 2010 são mostrados da tabela 1 até a tabela 4. Os consumidores industriais do subgrupo A4 com nível de 13,8kV nas diferentes modalidades.

Tabela A.1 – Tarifa Convencional (Fonte: Coelce, 2010)

Demanda	R\$/kW 33,86
Consumo	R\$/kW 0,26

Tabela A.2 – Tarifa optante pelo Grupo B (Fonte: Coelce, 2010)

Consumo	R\$/kW 0,53
---------	-------------

Tabela A.3 – Tarifa Horosazonal Verde (Fonte: Coelce, 2010)

Demanda	Normal		R\$/kW 15,23
	Ultrapassagem		R\$/kW 45,69
Consumo	Ponta	seca	R\$/kW 1,59
		úmida	R\$/kW 1,55
	Fora de Ponta	seca	R\$/kW 0,23
		úmida	R\$/kW 0,21

Tabela A.4 – Horosazonal Azul (Fonte: Coelce, 2010)

Demanda	Normal	Ponta	R\$/kW 52,15
		Fora de Ponta	R\$/kW 15,23
	Ultrapassagem	Ponta	R\$/kW 156,45
		Fora de Ponta	R\$/kW 45,69
Consumo	Ponta	seca	R\$/kW 0,39
		úmida	R\$/kW 0,35
	Fora de Ponta	seca	R\$/kW 0,23
		úmida	R\$/kW 0,21

### Demanda Contratada

Baseado no artigo 23 da resolução 456/2000 temos as seguintes definições para demanda:

- Demanda: 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;
- Demanda contratada: demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em *quilowatts* (kW).

- Demanda medida: maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante um intervalo de faturamento, expressa em *quilowatts* (kW).

- Demanda de ultrapassagem: parcela da demanda medida que supera o valor da demanda contratada, respeitada a tolerância, expressa em *quilowatts* (kW).

Existem duas tarifas para demanda determinadas no segmento horosazonal, sendo uma tarifa para a demanda contratada e outra pela demanda de ultrapassagem.

A tarifa de demanda é o valor que será utilizado para compor custo relativo pela contratação da demanda, sendo o valor em reais por kW de demanda em um determinado segmento horosazonal.

A tarifa de ultrapassagem é aplicável sobre a diferença entre a demanda medida e a contratada quando a primeira exceder em 10% a segunda, no caso do Ceará os consumidores atendidos em 13,8kV, ou 5%, no caso da alimentação maior ou igual a 69kV. Este valor é três vezes superior ao estabelecido para as tarifas regulares.

Para se determinar a demanda a ser contratada, poderá ser utilizado o histórico de 12 meses do consumo de energia exibido nas faturas da unidade consumidora. De posse desses valores poderá ser construído um gráfico para uma melhor nitidez do comportamento da demanda.

A Resolução 456 permite revisão anual do contrato com a concessionária, podendo alterar o valor da demanda contratada, com o objetivo de se pagar nos 12 meses seguintes o mínimo possível na parcela da conta referente à demanda.

Não esquecendo que a demanda é medida pela máxima verificada ao longo do mês, por exemplo, em um caso, não previsto na fixação da demanda contratada, em que alguns equipamentos de alta potência sejam ligados simultaneamente por 15 minutos, a unidade consumidora pagará pela demanda como se eles estivessem permanecidos ligados por todo o mês. Deste modo, se o valor contratado for insuficiente, a unidade consumidora terá um custo elevado em sua fatura referente à multa por ultrapassagem da demanda.

## ANEXO B



15 de Maio de 2009

Att.: Gerente industrial Alexandro

Assunto: Estudo de gestão energética na marisol

Por intermédio deste documento gostaríamos da presença dos senhores para participar de uma reunião no dia 19 de maio de 2009, sexta-feira, no período da manhã. O assunto a ser tratado será referente à implantação da Comissão Interna de Gestão Energética – CIGE, dando assim continuidade ao trabalho que vem sendo realizado pelo engenheiro Fabrício Bandeira da Silva como parte do trabalho de dissertação de mestrado com o título provisório “Gestão Energética no Setor Industrial Têxtil do Ceará”, sendo realizado na Marisol Nordeste S/A. O referido aluno é orientado pelos professores, Ricardo Silva Thé Pontes, Tomaz Nunes Cavalcante Neto e Adson Bezerra Moreira, todos da Universidade Federal do Ceará do Departamento de Engenharia Elétrica.

Atenciosamente,

---

Prof. Ricardo Silva Thé Pontes

Coordenador do Lamotriz/UFC

Ao Senhor

Alexandro Silva

Gerente industrial da Marisol Indústria Têxtil Ltda

## ANEXO C



CIRCULAR Nº 001/2009

*Implanta o “Programa de Gestão Energética” na Marisol Nordeste.*

O Presidente/ Diretor (fulano de tal) da (*nome Empresa*),

CONSIDERANDO que:

- a (Empresa) necessita reduzir custos e tornar-se mais competitiva;
- a Diretoria é a responsável pela elaboração da Política de Gestão Energética da empresa;
- o uso eficiente da energia deve ser uma preocupação de todos e impacta positivamente o meio ambiente, a comunidade e os resultados da empresa;
- (inserir outros motivos, se necessário);

### **RESOLVE:**

1º - Fica instituído na *Empresa* o “Programa de Gestão Energética”

2º - A coordenação e execução do programa ora instituído ficará a cargo da Comissão Interna de Gestão Energética (CIGE).

3º - Integram a Comissão Interna de Gestão de Energética (CIGE) o \_\_\_\_ (função), que a coordenará, e o \_\_\_\_ (função), que será seu Secretário Executivo, a partir desta data.

4º - A CIGE poderá ter outros participantes voluntários ou eleitos. O Coordenador e o Secretário ficam responsáveis pela constituição da equipe da CICE, em até \_\_ dias.

5º - O estatuto e as atribuições da CIGE serão definidos por seus membros e aprovados pela Diretoria, num prazo de \_\_ dias.

6º - É missão da CIGE otimizar o uso de energia na EMPRESA, sendo sua meta nos próximos \_\_ meses reduzir o consumo específico de energia em \_\_ %.

Esta Circular entra em vigor na data de sua publicação.

---

Nome - Diretor

Fortaleza, 20 de Maio de 2009

**ANEXO D**



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

**ANEXO E**



CONVOCAÇÃO DA REUNIÃO Nº		
CIGE -		
DATA :	HORÁRIO:	LOCAL:
	de:	-----
	às:	
PAUTA:		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
-		
PARTICIPANTES:		
-		
-		
-		
-		
-		
Convocada por: Nome do coordenador – Tel:		
Responsável pela convocação: Nome do secretário		
Data:		



**ANEXO F****Máquina:** Roq. Print Oval**Patrimônio / Ativo:**

<b>Data Leitura</b>	<b>Leit. Anterior (kWh)</b>	<b>Leit. Atual (kWh)</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Peças produzidas</b>	<b>Responsável</b>	<b>Observações</b>
01/01/2010						
02/01/2010						
03/01/2010						
04/01/2010						
05/01/2010						
06/01/2010						
07/01/2010						
08/01/2010						
09/01/2010						
10/01/2010						
11/01/2010						
12/01/2010						
13/01/2010						
14/01/2010						
15/01/2010						
16/01/2010						
17/01/2010						
18/01/2010						
19/01/2010						
20/01/2010						
21/01/2010						
22/01/2010						
23/01/2010						
24/01/2010						
25/01/2010						
26/01/2010						
27/01/2010						
28/01/2010						
29/01/2010						
30/01/2010						
31/01/2010						