

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UMA METODOLOGIA DE RACIONALIZAÇÃO DO CONSUMO DE  
ENERGIA EM EMPRESAS

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA

EDVARDO BONFIM RODRIGUES JÚNIOR

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA - BRASIL  
FEVEREIRO - 1979

UMA METODOLOGIA DE RACIONALIZAÇÃO DO CONSUMO DE  
ENERGIA EM EMPRESAS

EDVARDO BONFIM RODRIGUES JÚNIOR

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
"MESTRE EM ENGENHARIA"  
ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA  
FINAL PELO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO.

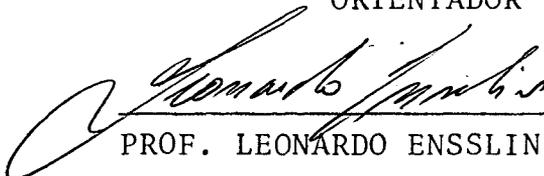


0.249.199-1

UFSC-BU

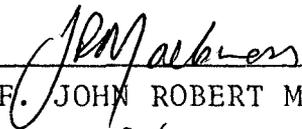
  
\_\_\_\_\_  
PROF. JOHN ROBERT MACKNESS, Ph.D.

ORIENTADOR

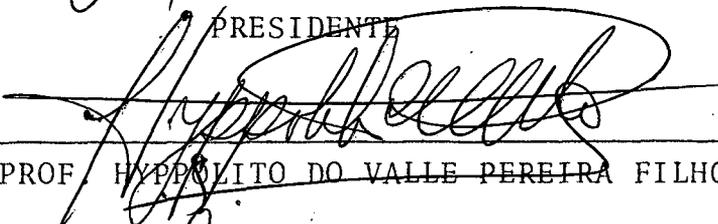
  
\_\_\_\_\_  
PROF. LEONARDO ENSSLIN, Ph.D.

COORDENADOR DO CURSO

APRESENTADA PERANTE A BANCA EXAMINADORA COMPOSTA DOS  
PROFESSORES:

  
\_\_\_\_\_  
PROF. JOHN ROBERT MACKNESS, Ph.D.

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
PROF. HIPPOLITO DO VALLE PEREIRA FILHO, Ph.D.

  
\_\_\_\_\_  
PROF. RAUL VALENTIM DA SILVA, M.Sc.

A MEUS PAIS

EDVARDO E ZULENA RODRIGUES

## A G R A D E C I M E N T O S

Manifesto meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

- ao Prof. JOHN ROBERT MACKNESS, Ph.D. pela eficiente e segura orientação, como também pela dedicada atenção dispensada durante todo o trabalho

- à CAPES, FINEP e UFSC pelo auxílio financeiro

- ao Prof. HYPPÓLITO DO VALLE PEREIRA FILHO, Ph.D. pela colaboração prestada no desenvolvimento da lista de verificação

- aos dirigentes e funcionários da empresa que permitiu a aplicação prática, em particular ao Eng<sup>o</sup> AZOMAR DOS SANTOS MIANO, pelas informações prestadas

- à Eng<sup>a</sup> MARIA TEREZA BARROS pelo estímulo e amizade

- aos colegas professores e funcionários do DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS E DA COMPUTAÇÃO DA UFSC, em particular aos professores ALCEU RIBEIRO ALVES e HEITOR DE ANDRADE FERREIRA pelo apoio demonstrado

- a todas as pessoas, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## S U M Á R I O

pag.

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE QUADROS .....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiii

## CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Necessidade do Trabalho .....	2
1.2 Objetivo do Trabalho .....	7
1.3 Limitações da Metodologia .....	7

## CAPÍTULO II

2. ESTRUTURA DA METODOLOGIA .....	10
2.1 Definição das Fontes de Energia .....	10
2.2 Levantamento do Consumo de Energia .....	13
2.2.1 Levantamento do Consumo Energético da Empresa .....	13
2.2.2 Levantamento do Consumo por Área de Utilização .....	14
2.3 Análise da Importância de cada Fonte de Energia para a Empresa .....	15
2.4 Definição das Prioridades, em termos de Ener- gia Consumida por Área e/ou Fonte de Energia .....	16
2.5 Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia .....	17

	pag.
2.6 Definição de Índices de Desempenho .....	18
2.7 Aplicação de Entrevistas usando Lista de Verificação .....	19
2.8 Definição dos Problemas .....	25
2.9 Agregação de Problemas para cada Fator de Utilização de Energia .....	25
2.10 Estabelecimento de Prioridades para a Tomada de Decisão .....	27

### CAPÍTULO III

3. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM UMA EMPRESA .....	30
3.1 Análise da Empresa .....	30
3.2 Levantamento do Consumo Energético da Empresa .....	31
3.3 Identificação de Áreas de Maior Consumo .....	35
3.4 Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia da Empresa .....	38
3.5 Índice Anual de Desempenho .....	40
3.6 Identificação dos Problemas nas Áreas de Maior Consumo .....	41
3.7 Problemas que Merecem Investigação .....	55
3.8 Definição de Prioridades para a Tomada de Decisão .....	58
3.9 Conclusões .....	59

### CAPÍTULO IV

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	60
4.1 Conclusões .....	60
4.2 Recomendações .....	61

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
ANEXO 1 - Sistemática de Cálculo para a Obtenção do Consumo em uma Unidade Padrão .....	65
ANEXO 2 - Procedimentos Desenvolvidos para a Elaboração das Tabelas Demonstrativas .....	71
ANEXO 3 - Lista de Verificação .....	84

## LISTA DE FIGURAS

pag.

FIGURA 1	- Consumo de Energia no Brasil .....	4
FIGURA 2	- Uma Metodologia de Racionalização do Consumo de Energia em Empresas .....	11
FIGURA 3	- Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia de uma Pequena Empresa .....	18
FIGURA 4	- Metodologia para a Tomada de Decisão .....	29
FIGURA 5	- Percentagem da Energia Consumida Anual- mente das Principais Fontes .....	33
FIGURA 6	- Percentagem da Energia Consumida Anual- mente das Fontes menos Significativas .....	34
FIGURA 7	- Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia na Empresa .....	39

## LISTA DE TABELAS

	pag.
TABELA 1 - Fontes de Energia no Brasil .....	3
TABELA 2 - Índice de Crescimento dos Custos de Energia .....	6
TABELA 3 - Levantamento do Consumo Energético .....	14
TABELA 4 - Levantamento do Consumo Mensal das Áreas de Utilização por Fonte de Energia .....	15
TABELA 5 - Identificação de Áreas de Maior Consumo .....	17
TABELA 6 - Levantamento do Consumo Energético da Empresa .....	32
TABELA 7 - Identificação dos Centros de Custos de Maior Consumo .....	37
TABELA 8 - Índice Anual de Desempenho .....	40
TABELA 9 - Fatores de Conversão de Energia .....	67
TABELA 10 - Características dos Carvões do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina .....	68
TABELA 11 - Consumo Energético nos Últimos Cinco Anos ...	76
TABELA 12 - Consumo de Coque por Centro de Custos .....	77
TABELA 13 - Consumo de "Fuel Oil" por Centro de Custos .....	77
TABELA 14 - Consumo de Carvão Vegetal por Centro de Custos .....	78
TABELA 15 - Consumo de Gasolina por Centro de Custos ....	79
TABELA 16 - Consumo de Querosene por Centro de Custos ...	80
TABELA 17 - Consumo de Gás Liquefeito do Petróleo por Centro de Custos .....	81

TABELA 18	- Consumo de Óleo Diesel por Centro de Custos .....	82
TABELA 19	- Consumo de Energia Elétrica por Centro de Custos .....	83

## LISTA DE QUADROS

	pag.
QUADRO 1 - Fontes de Energia .....	12
QUADRO 2 - Alguns dos Possíveis Problemas de Utilização de Energia em uma Empresa .....	21
QUADRO 3 - Agregação de Problemas por Fator de Utilização .....	26
QUADRO 4 - Problemas que Merecem Investigação .....	56
QUADRO 5 - Problemas Detetados por Fator de Utilização .....	57

## R E S U M O

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma metodologia de racionalização do consumo de energia em empresas.

Na primeira parte, ressalta-se a necessidade do estudo e se descreve a metodologia desenvolvida. A metodologia pressupõe que o consumo energético nas áreas de utilização é obtido pela conversão teórica em unidades de calor, sendo os problemas detetados através da aplicação de uma lista de verificação. Critérios para definir os problemas mais significativos para uma tomada de decisão são também apresentados.

Na segunda parte, é feita uma aplicação prática em uma empresa do setor mecânico-metalúrgico, quando então é verificada a funcionalidade da metodologia. A mesma poderá ser útil a qualquer tipo de empresa que utilize fontes convencionais de energia.

## A B S T R A C T

The objective of this dissertation is to present a methodology for the detection of problems of energy use in companies.

In the first part of this dissertation, the importance of the work and the structure of the methodology are described. The consumption of energy produced from various sources is obtained by converting units of energy into units of heat. Problems of energy usage are detected with the help of a "Check-List". Criteria are also defined to identify the most important problems for decision taking purposes.

A practical application of the methodology is described in the second part of the dissertation. This application was carried out in a company from the metal processing industry. The methodology can be applied to any kind of company which uses conventional sources of energy.

## C A P Í T U L O    I

### 1. INTRODUÇÃO

Com o advento da nova era energética, surgida com a escassez e aumento de preços do petróleo, o mundo vem procurando encontrar novas opções de suprimento de energia.

Atualmente, as fontes de energia, em um mundo cada vez mais carente deste bem, constituem a principal preocupação no plano das pesquisas tecnológicas.

Até bem pouco tempo, como o preço do petróleo era baixo, ocorreu o desinteresse dos governos em dar prioridade ao desenvolvimento de fontes energéticas alternativas. Porém, com o drástico aumento do preço do petróleo, apesar de a curto prazo ter causado efeito traumático, resultando redução de crescimento econômico, inflação, problemas políticos, sociais, etc. nos países importadores de petróleo, teve a longo prazo aspectos bastante benéficos para a humanidade. Conscientizou o homem das limitações energéticas existentes no mundo, forçando-o a desenvolver opções que atendam satisfatoriamente às suas necessidades.

As empresas, como não poderia deixar de ser, foram afetadas por essa crise energética. Uma nova mentalidade está sendo desenvolvida, motivada, de um lado, por considerações de preço e, de outro, pelas constantes pressões exercidas pelos governos, na tentativa de ver seus "deficits" de energia recuarem a níveis controláveis. Esforços estão sendo postos em execu-

ção, a fim de que as empresas possam se adaptar e ajustar-se à nova era energética. Apesar desses esforços e resultados ainda serem insuficientes, o processo de conscientização continua e novas opções estão sendo estudadas e desenvolvidas.

### 1.1 Necessidade do Trabalho

A produção de energia no mundo sempre contou com matérias-primas de baixo valor, incentivando, desta forma, um consumo crescente. O aparecimento do petróleo como fonte produtora de energia contribuiu substancialmente para a manutenção do baixo custo, inclusive concorrendo com o carvão, em certos tipos de consumo. A partir de 1960, a energia nuclear começou a despontar com maior significação para o mundo, como substituto das matérias-primas tradicionais.

O Brasil acompanhou a tendência mundial e o uso de petróleo, abundante e a baixo custo, gerou um rápido e explosivo aumento do consumo energético.

Pode-se observar, na TABELA 1, a importância que o petróleo passou a desempenhar no consumo de energia no Brasil, bem como o aumento do uso de energia hidrelétrica, com decréscimo conseqüente do uso de lenha, especialmente em zonas mais desenvolvidas. Percebe-se também que, aproximadamente, 1/5 da energia produzida no Brasil é de origem hidrelétrica. Como o petróleo não é usado para gerar energia elétrica entre nós, o consumo energético, sob a forma elétrica, é também aproximadamente 1/5 do consumo total.

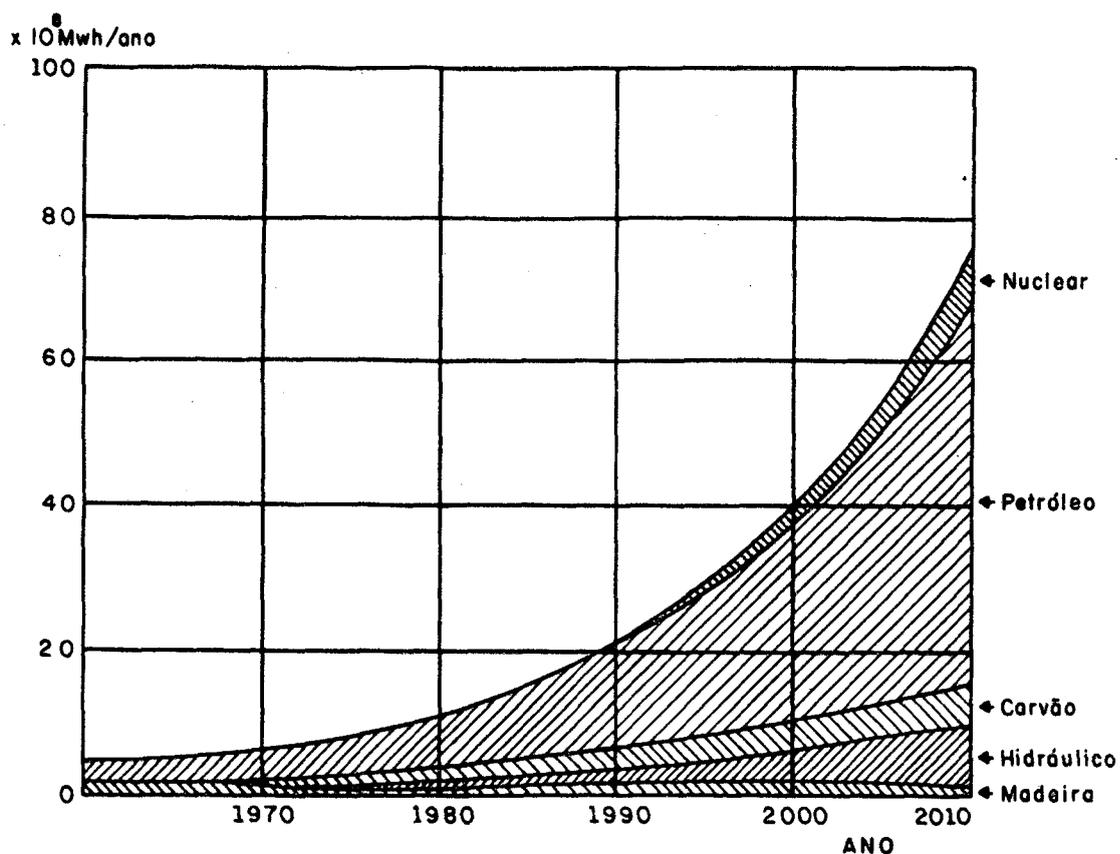
TABELA 1 - Fontes de Energia no Brasil

	1952	1972
CARVÃO	6,1%	3,6%
PETRÓLEO	28,0%	44,8%
GÁS	0%	0,3%
ENERGIA HIDROELÉTRICA	11,2%	20,8%
OUTROS COMBUSTÍVEIS	54,7%	30,5%
Lenha	49,9%	27,0%
Bagaço de Cana	2,1%	2,0%
Carvão Vegetal	2,7%	1,5%
Energia Nuclear	0%	0%
T O T A L	100,0%	100,0%

FORTE: GOLDEMBERG, José. Energia no Brasil. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, 1976, pag.4.

A prosseguirem as tendências atuais, o que se esperaria no ano 2000 está expresso na FIGURA 1:

FIGURA 1 - CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL



FONTE - GOLDEMBERG, José. Energia na Brasil. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, 1976, pag. 6.

Pela previsão no ano 2000, estaremos consumindo 5 vezes mais do que atualmente. A menos que ocorram importantes descobertas de petróleo no país, essa situação é nitidamente inadmissível, depois da elevação do preço do petróleo, ocorrido a partir de 1973.

O estado atual dessa crise energética fez com que estudos fossem desenvolvidos, de modo a fornecer meios de orientação para a economia de energia no país. Alguns trabalhos estão sendo utilizados, como o "Programa de Economia de Combustíveis e Energia Elétrica", desenvolvido pelo Instituto de Desenvolvimento Econômico e Gerencial - IDEG, em convênio com a empresa nacional Madi - Participações Sociedade Ltda.

As empresas começam a sentir necessidade de melhor racionalização na utilização de energia. Levantamento de todas as informações referentes ao uso de energia nas empresas é um fator de grande preocupação no meio empresarial. A cada ano que passa, está se sentindo um incremento bastante significativo nos custos de energia. Pode-se exemplificar essa situação, apresentando a TABELA 2, onde constam dados provindos dos Demonstrativos de Lucros e Perdas, tendo como fonte um diagnóstico da Indústria de Cerâmica de Revestimento do Estado de Santa Catarina, feito pelo Centro de Assistência Gerencial - CEAG-SC.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>DIAGNÓSTICO da indústria de cerâmica de revestimento do Estado de Santa Catarina. Florianópolis, BADESC/CEAG-SC, 1977. p.61

TABELA 2 - Índice de Crescimento dos Custos de Energia

I T E M	1 9 7 1		1 9 7 2		1 9 7 3		1 9 7 4		1 9 7 5	
	VALOR Cr\$1000,00	(1) (2)	VALOR Cr\$1000,00	(1) (2)	VALOR Cr\$1000,00	(1) (2)	VALOR Cr\$1000,00	(1) (2)	VALOR Cr\$1000,00	(1) (2)
RECEITA OPERACIONAL BRUTA	58387	- 100	111.729	91,3 100	167.710	50,1 100	226.451	35,0 100	460.599	103,0 100
CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA	962	- 1,6	1.483	54,1 1,3	1.676	13,0 0,9	2.596	54,8 1,1	5.067	95,1 1,1
CUSTOS DE ÓLEOS COMBUSTÍVEIS	3.343	- 5,7	4.496	34,4 4,0	5.330	18,5 3,1	15.295	187 6,7	37.125	142 8,06

(1) - percentagem em relação ao ano anterior

(2) - percentagem em relação a receita operacional bruta.

Como se observa, as taxas de crescimento sofrem significativo aumento a partir de 1973.

Portanto, faz-se necessária a elaboração de um trabalho em que seja estabelecida uma metodologia de racionalização do consumo de energia em empresas.

## 1.2 Objetivo do Trabalho

Este trabalho propõe-se a desenvolver uma metodologia de racionalização do consumo de energia em empresas. A mesma visa fornecer ao setor empresarial um instrumento de apoio ao modo como devem ser investigadas e analisadas as áreas de consumo.

A aplicação do trabalho permitirá que as empresas tomem conhecimento dos problemas mais significativos, sendo possível, a partir daí, o estabelecimento de medidas corretivas.

## 1.3 Limitações da Metodologia

Dentre as principais limitações da metodologia que será apresentada, pode-se ressaltar:

- Existe a possibilidade de não se obter, nas empresas, dados relativos ao consumo de energia para cada área de utilização. Isto significa que, provavelmente, a análise da importância de cada fonte de energia, terá que ser baseada em um rateio que possa ser feito entre as diversas áreas de

consumo. A influência desse procedimento pode ser sentida, quando se for estabelecer as áreas de maior consumo a serem investigadas.

Nesse levantamento, quando da utilização dos fatores de conversão de energia, pode ser que as empresas não tenham condições de obtê-los experimentalmente. Isto implicará no uso dos fatores das tabelas apresentadas, fazendo com que o consumo calculado fuja um pouco do real. Os valores existentes nas tabelas foram obtidos experimentalmente, para cada tipo de fonte de energia, levando em consideração suas características próprias;

- Outra limitação que se apresenta, é o fato da análise qualitativa a respeito dos problemas de utilização de energia na empresa ser desenvolvida através da aplicação de uma lista de verificação, com um certo teor técnico, aos responsáveis das áreas de maior consumo. O êxito dessa etapa da metodologia dependerá, em muito, da sensibilidade da pessoa que for aplicar o trabalho, em obter dos entrevistados respostas que correspondam realmente à realidade na empresa;

- A terceira limitação da metodologia diz respeito à quantidade de energia perdida, que dificilmente pode ser medida. Na realidade, para a obtenção dessa informação, necessário se faz desenvolver um balanço energético para cada sistema e área de utilização de energia. Nesse balanço, seriam definidas as energias de entrada, a energia utilizada e a energia dissipada ou perdida. Para que isso fosse possível, dependendo da complexidade de tecnologia empregada pela empresa, teria que ser utilizada uma gama de instrumentos medidores de energia. Na

ausência de tais instrumentos, o levantamento efetuado é desenvolvido somente em termos teóricos, ou seja, calcula-se a quantidade de quilocalorias que se obtém pela queima de uma quilograma da substância.

As limitações acima expostas não afetam seriamente a aplicação da metodologia porque:

- O levantamento energético efetuado para cada área de utilização, apesar de não apresentar o verdadeiro consumo, em muito se aproximará do real;

- A lista de verificação será aplicada somente a engenheiros ou supervisores de larga experiência na empresa, envolvidos nos sistemas de uso de energia.

Convém ressaltar que a quantidade de energia perdida não foi obtida, devido às dificuldades em conseguir instrumentos apropriados para medir o consumo de energia por área ou sistema.

## C A P Í T U L O    I I

### 2.    ESTRUTURA DA METODOLOGIA

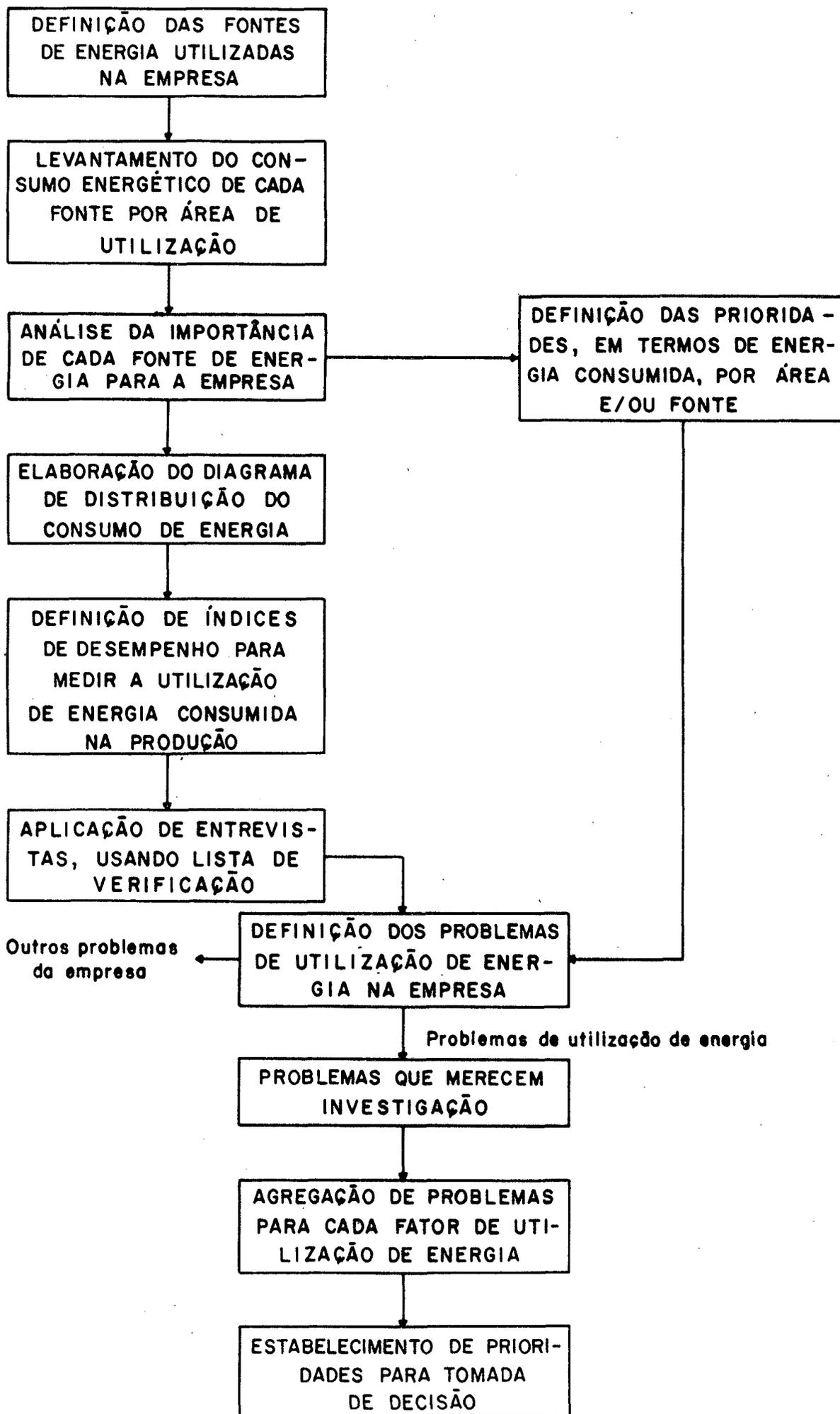
A metodologia proposta destina-se a racionalizar o consumo de energia em empresas. Por ser um assunto praticamente pioneiro, em termos de realidade brasileira, este trabalho foi desenvolvido através de uma pesquisa de campo em empresas, em virtude da grande deficiência de literatura no assunto. Quando desse contato com os empresários, tomou-se conhecimento do que está sendo feito nessa área, evidenciando-se a inexistência de qualquer sistemática, que possibilitasse orientá-los.

A metodologia apresenta-se na FIGURA 2 e é descrita abaixo.

#### 2.1    Definição das Fontes de Energia

Inicialmente, toma-se conhecimento das fontes de energia utilizadas na empresa. Para uma melhor abordagem dessa situação, apresentam-se, no QUADRO 1, as principais fontes de energia em uso no Brasil, de acordo com o Conselho Nacional de Petróleo.

FIGURA 2 - UMA METODOLOGIA DE RACIONALIZAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EM EMPRESAS



QUADRO 1 - Fontes de Energia<sup>1</sup>

FONTES DE ENERGIA	FORMA				
	Sólido	Líquido	Gasoso	Elétrica	Outra
Carvão (Antracito)	*				
Carvão (Pedra)	*				
Carvão (Inglês)	*				
Carvão (Vegetal)	*				
Carvão (Vapor)	*				
Carvão (Coque)	*				
Madeira (10% umidade)	*				
Bagaço de cana (50% de umidade)	*				
Óleo com alto ponto de fluidez		*			
Óleo com baixo ponto de fluidez		*			
Óleo com baixo teor de enxofre		*			
Mistura 25		*			
Mistura 50		*			
Mistura 75		*			
Mistura 80		*			
OC4		*			
Óleo Diesel		*			
Querosene		*			
Gasolina (0,734Kg/l.)		*			
G.L.P.			*		
Propano			*		
Gás Natural			*		
Gás Nafta			*		
Hidrelétrica				*	
Outras					

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Conselho Nacional de Petróleo. Economia de óleo combustível; levantamento energético. Brasília, s.d. p.5.

## 2.2 Levantamento do Consumo de Energia

Esta etapa baseia-se em dois tópicos: levantamento do consumo energético da empresa e levantamento por área de utilização.

### 2.2.1 Levantamento do Consumo Energético da Empresa

Deve ser feito um levantamento do consumo energético nos últimos anos. Esse levantamento é desenvolvido para cada fonte de energia, permitindo verificar as tendências existentes em termos de consumo de energia. Para efeito de comparação, o consumo de energia de cada fonte é apresentado em uma unidade padrão. As informações referentes a esse levantamento são obtidas na contabilidade da empresa. Para mostrar como se calcula o consumo de uma fonte de energia em uma determinada unidade padrão - Giga Caloria - apresenta-se como exemplo a sistemática de cálculo utilizada para a determinação do consumo para a fonte de energia elétrica.

$$\begin{aligned} \text{Consumo anual de Energia Elétrica} &= 700 \text{ MW}\cdot\text{h} \\ \text{X Fator de Conversão de Energia (MW}\cdot\text{h} \text{ — Gcal)} &= 0.86 \\ \text{Quantidade de Energia Consumida} &= 602 \text{ Gcal} \end{aligned}$$

O raciocínio desenvolvido para outras fontes de energia, bem como as Tabelas dos fatores de conversão de energia encontram-se no ANEXO 1.

Para facilitar a análise, na prática, deve ser montada uma Tabela conforme modelo a seguir (TABELA 3):

TABELA 3 - Levantamento do Consumo Energético

ANO \ FONTE DE ENERGIA	FONTE 1		FONTE 2		.....	FONTE N		TOTAL CONSUMIDO
	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%		CONSUMO EM Gcal	%	
19..								
19..								
⋮								
19..								

## 2.2.2 Levantamento do Consumo por Área de Utilização

A segunda etapa desse levantamento fundamenta-se na identificação de áreas de consumo, para cada fonte. O principal objetivo no desenvolvimento desse passo é desmembrar o consumo energético da empresa, para uma verificação mais detalhada. Dependendo das características da empresa, pode-se obter essas informações identificando áreas de consumo de acordo com qualquer um dos três critérios apresentados:

- por centros de custos
- pela quantidade de capital investido na área
- pela potência instalada na área.

O consumo em cada área também deve ser apresentado numa unidade padrão, conforme foi referenciado no item anterior. Esse levantamento resultará em Tabelas demonstrativas, conforme modelo a seguir (TABELA 4):

TABELA 4 - Levantamento do Consumo Mensal das Áreas de Utilização por Fonte de Energia

FONTE DE ENERGIA (UNIDADE DE MEDIDA)							
MÊS ÁREA DE UTILI ZAÇÃO						TOTAL	CONSUMO EM Gcal
	JAN	FEV	.....	DEZ			
ÁREA 1							
ÁREA 2							
⋮							
ÁREA N							

Com essas tabelas demonstrativas, tem-se condições de identificar áreas de maior consumo de energia, bem como realizar uma melhor investigação na análise. Aqui convém ressaltar que, dependendo do grau de investigação, esse mecanismo pode ser ainda mais detalhado para cada área, chegando-se ao ponto de identificar o consumo de máquina por máquina ou de sistema por sistema.

### 2.3 Análise da Importância de cada Fonte de Energia para a Empresa

Essa análise será desenvolvida levando em consideração aspectos puramente quantitativos. Através dos levanta-

mentos efetuados, tem-se condições de identificar quais as fontes de energia de maior significado para a empresa, verificando-se também as áreas de maior consumo. O ponto principal dessa análise é observar as tendências do consumo energético na empresa nos últimos anos, bem como quantificar a energia consumida por área.

#### 2.4 Definição das Prioridades, em Termos de Energia Consumida por Área e/ou Fonte de Energia

Essa etapa é resultante da análise quantitativa realizada. Como já foram identificadas áreas de consumo na empresa, para cada fonte, através de tabelas demonstrativas, selecionam-se, para cada fonte de energia, áreas de maior consumo. Essa definição das áreas prioritárias para análise é desenvolvida simplesmente em termos do consumo energético existente na área, sendo apresentadas as quantidades de energia de todas as fontes na área, assim como seu percentual em relação a energia consumida.

Na prática, pode-se montar uma tabela de acordo com um modelo a seguir (TABELA 5):

TABELA 5 - Identificação de Áreas de Maior Consumo

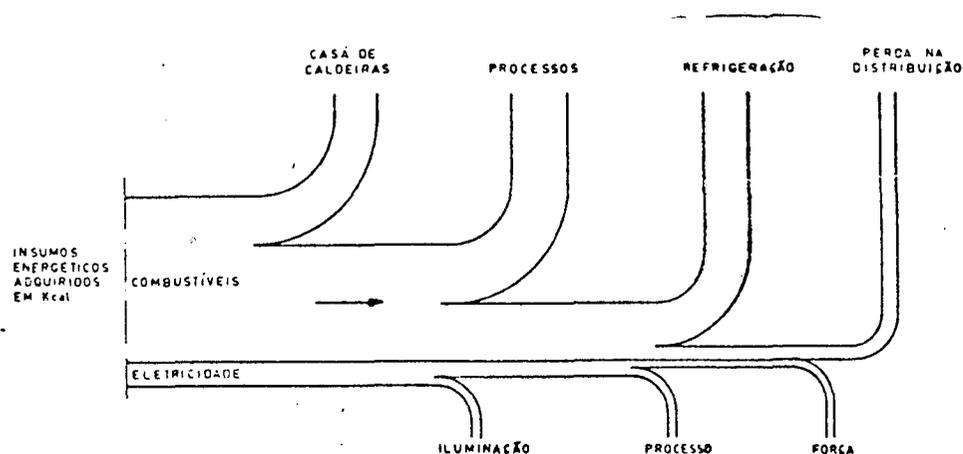
FONTE DE ENERGIA ÁREA DE UTILIZAÇÃO	FONTE 1		FONTE 2		.....	FONTE N	
	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%		CONSUMO EM Gcal	%
ÁREA 1							
ÁREA 2							
⋮							
ÁREA N							
TOTAL							

Evidentemente, na elaboração da TABELA 5, existirão áreas em que o consumo de energia para algumas fontes será pequeno ou inexistente porém essas informações são significativas, pois oferecem uma visão geral da quantidade de energia utilizada naquelas áreas.

### 2.5 Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia

A função desse diagrama é apenas dar conhecimento de como as fontes de energia são utilizadas na empresa, sendo impossível apresentar o uso de todas num diagrama desse tipo.

FIGURA 3 - Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia para uma Pequena Empresa <sup>3</sup>



## 2.6 Definição de Índices de Desempenho

Podem ser analisados três índices de desempenho para medir a utilização de energia consumida na produção

- . quantidade de energia consumida por produção
- . quantidade de energia consumida pela quantidade de energia padrão
- . quantidade de energia de entrada pela quantidade de energia utilizada.

Para se obter esses índices são necessárias as seguintes informações

- . quantidade de energia que deveria ser utilizada num dado período ou lote de produção

---

<sup>3</sup>idem p.7

- . quantidade de energia consumida num dado período ou lote de produção
- . volume de produção
- . quantidade de energia de entrada e a utilizada no processo produtivo.

Esses índices fornecem a tendência da eficiência de utilização de energia bem como da quantidade perdida de energia nos sistemas de utilização.

Em termos de realidade brasileira, a informação referente à quantidade de energia que deveria ser utilizada num dado período ou lote de produção torna-se bastante difícil de ser obtida. Para se ter essas informações, são necessários instrumentos de medida altamente sofisticados e somente poucas empresas de consultoria, em convênio com empresas estrangeiras, estão utilizando desses instrumentos. Até em termos estimativos essa informação possui um certo grau de dificuldade, porém admite-se que, nos próximos cinco anos, possa se ter condições de obter essas informações nas empresas.

## 2.7 Aplicação de Entrevistas usando Lista de Verificação

O objetivo dessa etapa da metodologia é detectar problemas, sob os aspectos qualitativos, de utilização de energia na empresa. Tendo sido conhecida, na elaboração do diagrama, a distribuição do consumo de energia existente na empresa,

procura-se, com o auxílio de uma lista de verificação, identificar os principais problemas presentes. Essas entrevistas devem ser utilizadas mais sob a forma de discussão com os responsáveis pelas áreas de consumo do que simplesmente como preenchimento da lista de verificação.

Como apoio às entrevistas, no ANEXO 3, apresenta-se uma lista de verificação abordando os principais fatores relacionados com a utilização de energia. Essa lista está estruturada em seis pontos centrais, em que se devem basear as entrevistas.

Inicialmente, toma-se conhecimento das fontes de energia em uso na empresa. Posteriormente, são desenvolvidas perguntas para identificar os principais problemas existentes nos sistemas químicos, mecânicos e elétricos, tais como sistema de aquecimento, refrigeração, ar comprimido, etc.

Outro fator que também é abordado na lista diz respeito à utilização de energia em máquinas e equipamentos. São elaboradas perguntas-chave, visando identificar as anomalias existentes.

Um aspecto que também deve ser levado em consideração é relativo ao uso das fontes de energia em transportes. Incluem-se aqui tanto os transportes internos como externos efetuados na empresa.

Também um ponto que pode resultar numa má utilização de energia relaciona-se com a manutenção feita na empresa. Procura-se apresentar uma certa quantidade de questões, a fim de analisar aspectos da manutenção.

Como uma limitação ao uso de energia na em

presa, um aspecto também muito significativo está relacionado com o pessoal envolvido no processo de utilização dos sistemas e equipamentos.

Finalmente, são colocadas perguntas referentes ao processo de controle existente na empresa, em relação ao consumo de energia.

A aplicação das entrevistas, tendo como auxílio a lista de verificação, fornece condições de identificar os problemas existentes, tanto nas áreas de consumo como na empresa como um todo.

O QUADRO 2, apresenta alguns dos possíveis problemas que podem ser detetados quando da utilização de entrevistas baseadas na lista de verificação.

QUADRO 2 - Alguns dos Possíveis Problemas de Utilização de Energia em uma Empresa

FATOR AFETADO	NÚMERO	DISCRIMINAÇÃO DO PROBLEMA
Sistemas Químicos, Mecânicos e Elétricos		
	1	Utilização desnecessária do sistema
	2	Ineficiência de utilização
	3	Falta de controle do sistema
	4	Insuficiência do sistema
	5	Mã qualidade do combustível
	6	Inexistência de recuperadores para pré-aquecimento

FATOR AFETADO	NÚMERO	DISCRIMINAÇÃO DO PROBLEMA
	7	Quantidade de calor produzido maior que a carga térmica necessária ao aquecimento
	8	Perdas de calor através de aberturas de portas e janelas, bem como através de aberturas sem isolamento
	9	Má distribuição do ar quente ou frio e vapor
	10	Má qualidade do vapor
	11	Falta de previsão para expansões
	12	Inadequacidade dos equipamentos
	13	Falta de aparelhos de medida no sistema
	14	Mau isolamento térmico nas linhas do sistema
	15	Identificação das perdas de cargas localizadas
	16	Presença de lâmpadas com baixo fator de potência
	17	Iluminação artificial usada inadequadamente
	18	Existência de fontes de luz ineficientes
	19	Utilização de níveis de iluminação inadequadas
20	Deficiência no arranjo físico de iluminação	
21	Mal aproveitamento da cor dos acabamentos das paredes	

Equipamentos		
	22	Falta de dispositivos elétricos para evitar queda de tensão e alta corrente de partida nos motores
	23	Ocorrência de sobrecarga na rede elétrica
	24	Existência de instalações defeituosas, condutores velhos e umidade nos eletrodutos
	25	Ineficiência na programação de funcionamento dos equipamentos
	26	Identificação da existência de equipamentos adaptadas a grandes flutuações de tensões
	27	Baixo rendimento de máquinas e equipamentos
	28	Falta de registro do desempenho dos equipamentos
	29	Ausências de instrumentos de medição
	30	Equipamentos obsoletos
	31	Existência de perdas de energia
Manutenção		
	32	Falta de programação preventiva de manutenção
	33	Manutenção excessiva
	34	Manutenção insuficiente
	35	Falta de instruções padrões de reparo para os equipamentos
	36	Falta de aferição periódica dos equipamentos de medida e controle
	37	Existência de vazamentos

Transportes		
	38	Inexistência de análises das cargas de caminhões na escala de entrega
	39	Falta de controle no consumo de combustíveis em viagens
	40	Não utilização de métodos científicos para otimizar a rota dos transportes
	41	Uso de gasolina nos transportes internos ao invés de outras formas
Pessoal		
	42	Carência de pessoal qualificado na empresa
	43	Falta de conhecimento na manipulação de máquinas e equipamentos
	44	Inexistência de um responsável pela conservação de energia
	45	Supervisão inadequada
Controle		
	46	Ausência de procedimentos de controle
	47	Ineficiência das medidas de controle fixadas
	48	Inexistência de relatórios de desempenho
	49	Ausência de informações relevantes para áreas de consumo de energia

## 2.8 Definição dos Problemas

Para definir os problemas de utilização de energia em uma empresa estão disponíveis as informações das seguintes etapas da metodologia:

- a análise da importância de cada fonte de energia para a empresa
- obtenção dos índices de desempenho
- entrevistas com responsáveis das áreas de consumo.

A análise da importância de cada fonte de energia fornece informações quantitativas do consumo energético na empresa bem como para cada área de utilização.

Os índices de desempenho caracterizam as tendências da eficiência dos sistemas de utilização de energia assim como a quantidade de energia perdida.

As entrevistas servem para orientar e ajudar a pessoa que estiver aplicando o trabalho, a desvendar os problemas de utilização de energia na empresa através do diálogo com os responsáveis pelas áreas de consumo.

## 2.9 Agregação de Problemas para cada Fator de Utilização de E-nergia

Tendo sido identificados os problemas na empresa, necessário se faz agregá-los para cada fator de utilização. Essa agregação pode apresentar-se da seguinte maneira:

QUADRO 3 - Agregação de Problemas por Fator de Utilização

FATOR AFETADO	SISTEMAS QUÍMICOS-MECÂNICOS-ELETRICOS					EQUI- PAMEN- TOS	TRANS- POR- TES	PES- SOAL	CON- TRO- LE
	SISTEMA DE AQUECIMENTO	SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	SISTEMA DE VENTILAÇÃO	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO				
PROBLEMAS DETETADOS									
Exemplo: Utilização desnecessária do sistema	*	*	*	*		*			

Então para cada problema detetado, indica-se o fator que está sendo afetado. Os asteriscos são utilizados para essa indicação. Nesse exemplo, o problema detetado afeta os sistemas de aquecimento, refrigeração, ar comprimido e obviamente os equipamentos.

## 2.10 Estabelecimento de Prioridades para a Tomada de Decisão

A tomada de decisão, sobre qualquer ação para efetivar medidas corretivas relativas aos problemas identificados, deve ser baseada em critérios apropriados ao objetivo da situação do problema. Os critérios apropriados às decisões de melhorar a utilização de energia na empresa são:

- minimização de custos a curto e a longo prazo
- facilidade e custos de implantação
- segurança
- política energética governamental.

Uma das dificuldades de uso de tais critérios é o de que eles podem ter diferentes pesos em diferentes situações. Por exemplo, o fator segurança pode ser de maior importância do que o fator minimização de custos em uma situação, porém inferior em outra. Não existe um critério global.

Onde se tem a disponibilidade de dados para fundamentar a definição de pesos dos critérios, é possível atribuir valores do impacto das possíveis ações para melhorar a utilização de energia e, através do somatório do produto dos pesos e valores, achar um valor que representa uma medida de desempenho de cada ação. Esta técnica é explicada por LAND<sup>4</sup>, no seu artigo descrevendo como tomar decisões de modificações aos sistemas automatizados de informação. Esta situação é similar, porque

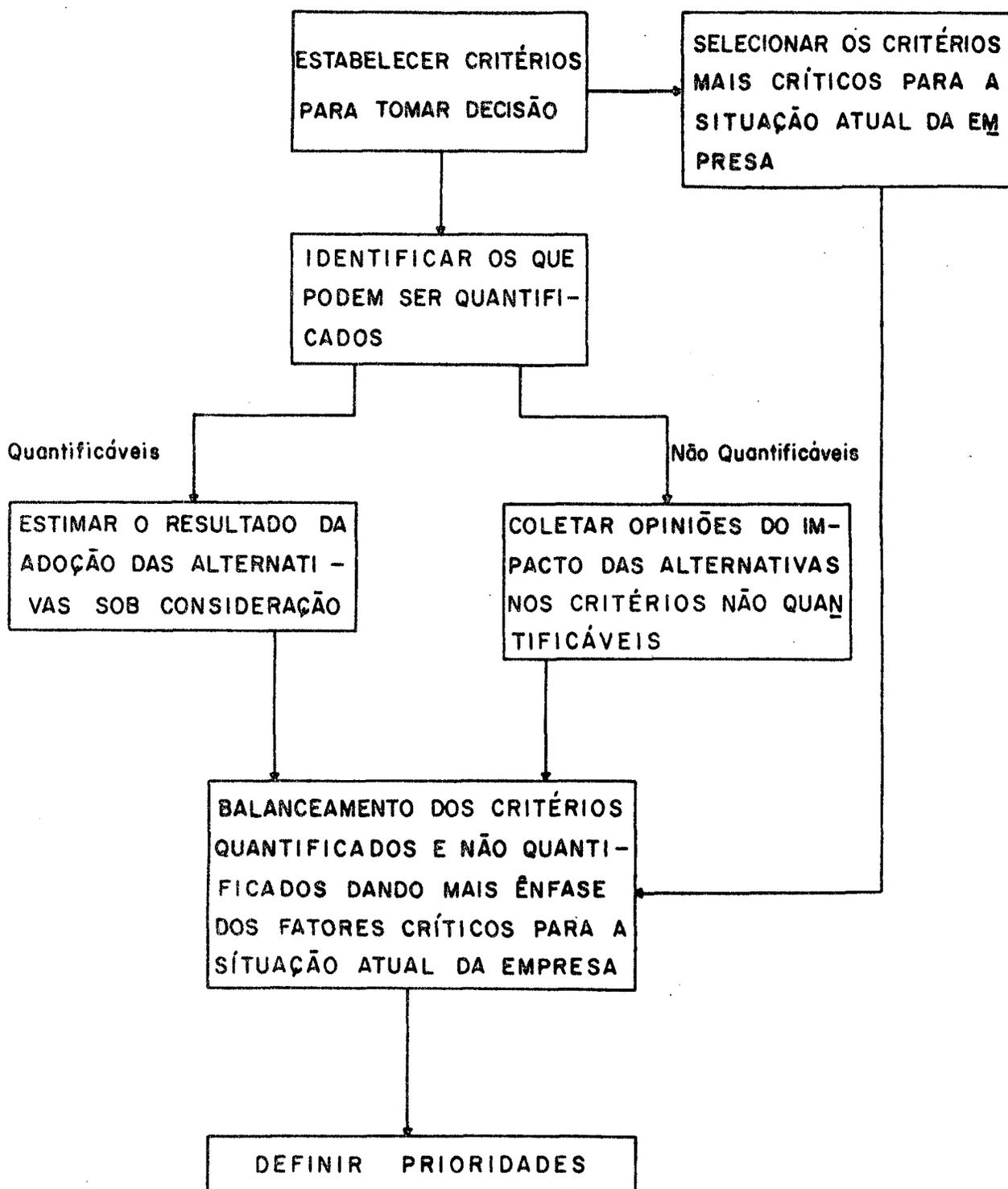
---

<sup>4</sup>LAND, F.F. Evaluation of Systems Goals in Determining a Design Strategy for a Computer Based Information Systems. London. s.d. p.2-16.

os critérios de tomada de decisão são difíceis de definir. O problema do uso da técnica é que sempre envolve aspectos qualitativos, e a atribuição de valores a estes aspectos é obviamente subjetiva.

Neste estudo, optou-se pela metodologia apresentada na FIGURA 4 como o melhor processo para estruturar a tomada de decisão. Isso envolve, onde for possível, a utilização de dados quantitativos para auxiliar o processo de tomar decisão, mas, onde estes não forem disponíveis, nem mesmo através de estudo especial, deverão ser consultados os engenheiros responsáveis pelas respectivas áreas.

FIGURA 4 - METODOLOGIA PARA A TOMADA DE DECISÃO



## C A P Í T U L O   I I I

### 3.    APLICAÇÃO DA METODOLOGIA EM UMA EMPRESA

Com a finalidade de verificar a funcionalidade da metodologia apresentada, procurou-se realizar uma aplicação prática. Para tanto, escolheu-se uma empresa do setor industrial mecânico-metalúrgico, que utilizasse várias fontes de energia em seu processo produtivo.

Por razões de confidencialidade, a empresa não será identificada.

#### 3.1    Análise da Empresa

Esta análise foi desenvolvida seguindo a orientação fornecida pela metodologia.

Inicialmente, foi feito um levantamento quantitativo do consumo de energia da empresa. Esse levantamento permite apresentar uma visão geral do consumo energético nos últimos cinco anos, identificando as fontes e áreas de maior consumo de energia na empresa.

Posteriormente, foram realizadas entrevistas com os principais responsáveis pelas áreas de maior consumo, com o objetivo de detetar problemas de utilização de energia. Nessas entrevistas, foi utilizada uma lista de verificação, constante no ANEXO 3 deste trabalho.

### 3.2 Levantamento do Consumo Energético da Empresa

Com dados obtidos no setor de Informações Técnicas da empresa, elaborou-se a TABELA 6, onde é relacionado o consumo anual de energia em Gcal (unidade padrão) conforme metodologia fornecida. A sistemática de cálculo utilizada para a obtenção do consumo em uma unidade padrão é apresentada no ANEXO 2.

Observa-se na TABELA 6, que as fontes de energia de maior significância para a empresa são a energia elétrica, carvão vegetal e carvão coque. No último ano analisado, a participação da fonte de energia elétrica em Gcal foi de 32,3% do total consumido, enquanto do carvão coque e carvão vegetal foram de 31,7% e 19,1%, respectivamente. Justifica-se essa situação, pelo uso de fornos de indução e cubilô na fusão, implicando no consumo de energia elétrica e carvão coque, e pela existência de vários fornos de tratamento térmico, cuja fonte de energia é também a elétrica e o carvão vegetal.

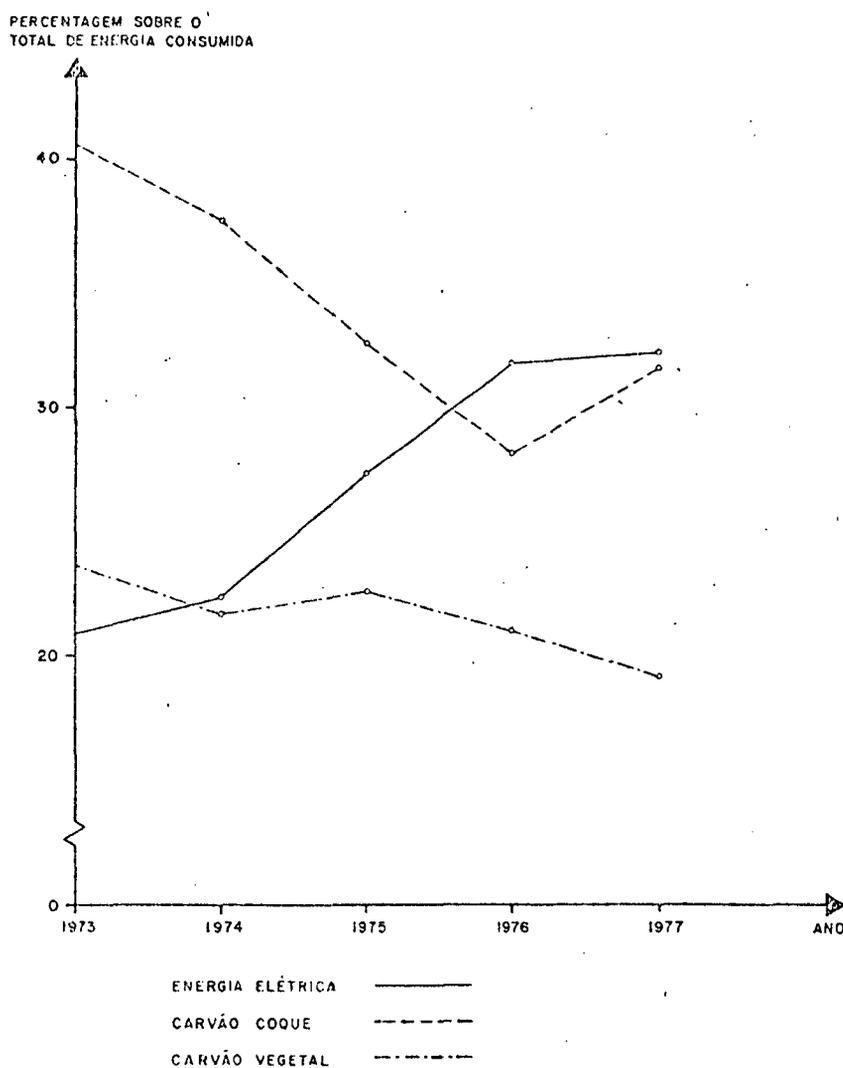
TABELA 6 - Levantamento do Consumo Energético da Empresa

FONTE DE ENERGIA A N O	ENERGIA ELÉTRICA		CARVÃO COQUE		CARVÃO VEGETAL		ÓLEO DIESEL		QUEROSENE		G. L. P.		GASOLINA		FUEL OIL		TOTAL CONSUMIDO
	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	CONSUMO EM Gcal	%	
1973	47172,4	20,9	91894,6	40,7	53515,9	23,7	13650,5	6,0	9336,4	4,1	5199,9	2,3	4707,7	2,0	3177,1	1,4	225474,4
1974	60854,8	22,4	102211,1	37,6	59289,7	21,8	20937,2	7,7	9019,0	3,3	8519,1	3,1	4980,0	1,8	5683,0	2,0	271493,9
1975	78074,0	27,4	89728,6	31,5	64550,8	22,7	21806,6	7,6	8242,4	2,9	11475,7	4,0	5133,1	1,1	6988,0	2,4	283999,2
1976	96569,3	31,9	85218,2	28,2	64013,4	21,1	22453,4	7,4	8000,2	2,6	13855,2	4,5	3118,3	1,0	8754,0	2,8	301982,1
1977	116450,0	32,3	114438,8	31,7	68880,1	19,1	22994,7	6,3	7119,5	1,9	19578,4	5,4	2812,2	0,7	7792,0	2,1	359970,7

FONTE: Setor de Informações Técnicas

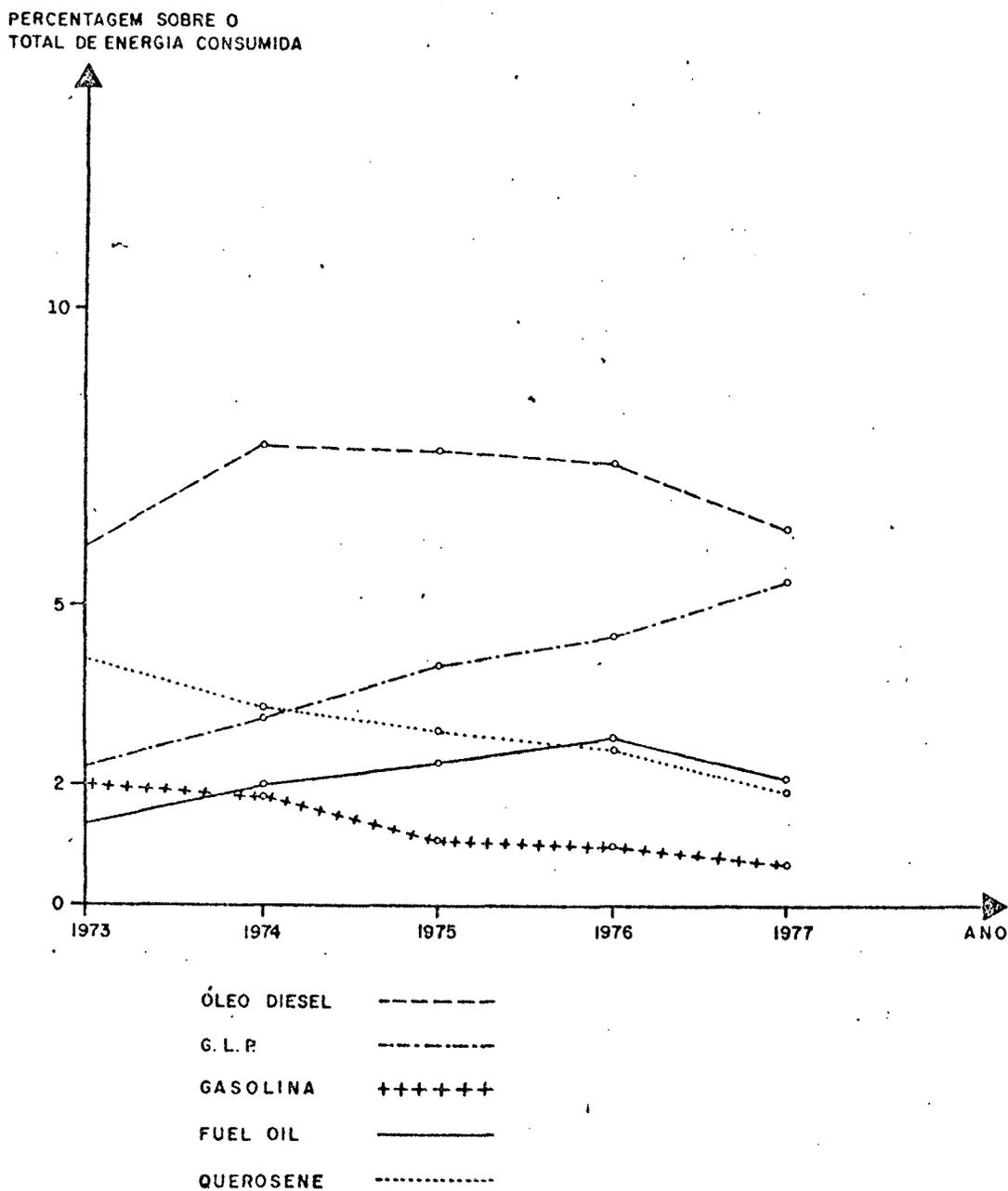
As FIGURAS 5 e 6 foram elaboradas de acordo com os dados obtidos na TABELA 6, visando tornar-se mais esclarecedora a análise.

FIGURA 5 - PERCENTAGEM DA ENERGIA CONSUMIDA ANUALMENTE DAS PRINCIPAIS FONTES



Nota-se que a quantidade consumida de energia elétrica vem crescendo a cada ano, enquanto as provenientes do carvão sofrem oscilações. Explica-se essa situação em razão da aquisição de novos fornos elétricos nos últimos cinco anos, para os processos de fusão e tratamento térmico.

FIGURA 6 - PERCENTAGEM DA ENERGIA CONSUMIDA ANUALMENTE DAS FONTES MENOS SIGNIFICATIVAS



Da FIGURA 6 observa-se que os índices de participação do óleo diesel, em relação ao total de energia consumida, vêm tendo uma leve diminuição. Justifica-se isto, pela manutenção de sua quantidade consumida em relação ao aumento do consumo total de energia.

O aumento do consumo do gás liquefeito do petróleo é justificável por três aspectos: pelo seu uso no transporte interno, anteriormente feito utilizando gasolina; pelo acréscimo de máquinas para soprar machos e pela expansão das unidades de fusão, onde é utilizado para aquecimento de painéis de vazamento e transferências de metal líquido. Para o aquecimento, já foi preocupação na empresa utilizar energia elétrica porém os equipamentos para esse fim ainda encontram-se em fase de desenvolvimento.

Quanto ao decréscimo existente na utilização do querosene, é justificado por seu menor uso no processo de zincagem. Nesse processo, eram utilizadas duas unidades: uma a óleo diesel e a outra a óleo diesel mais querosene. Atualmente, uma das unidades está utilizando energia elétrica, diminuindo, portanto, o consumo de querosene.

O consumo do "fuel oil" praticamente mantém-se constante, pois o seu uso é feito somente no processo de secagem de areia.

Finalmente, evidencia-se uma diminuição dos índices de consumo de gasolina, devido a sua substituição por gás liquefeito do petróleo e óleo diesel no transporte interno.

### 3.3 Identificação de Áreas de Maior Consumo

Obtido o consumo anual das fontes de energia, com dados do último exercício contábil, procura-se desmembrá-lo, com a finalidade de estabelecer as áreas de maior consu-

mo na empresa.

As áreas de utilização de energia foram definidas, pelo consumo existente de cada fonte, nos diversos centros de custos.

A TABELA 7 apresenta os centros de custos de maior consumo, resultante de tabelas demonstrativas constantes no ANEXO 2, onde se encontram os consumos mensais de cada fonte e a quantidade de calor produzida numa unidade padrão, por cada centro de custos.

TABELA 7 - Identificação dos Centros de Custos de Maior Consumo

CENTRO DE CUSTOS	ENERGIA ELÉTRICA		COQUE		CARVÃO VEGETAL		ÓLIO DIESEL		GÁS LIQUEFI- TO DO PETRÓ- LEO		FUEL OIL		QUEROSINE		GASOLINA	
	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%	CONSUMO (Gcal)	%
FUSÃO BLOCOS	19548,72	16,77	-	-	69,2	*	7,5	*	1793,70	-	-	-	-	-	-	-
FUSÃO A	1886,87	1,6	67394,25	59,93	3,7	*	1,5	*	719,59	3,67	-	-	3,15	*	0,13	*
FUSÃO B	32644,9	28,01	-	-	-	-	1,7	*	1527,19	7,79	-	-	3,28	*	0,05	*
FUSÃO C	15003,66	12,87	46357,35	40,54	-	-	1,5	*	2216,16	11,31	-	-	3,65	*	0,35	*
CENTRAL COMP. ADM. PRODUÇÃO	5041,43	4,32	-	-	-	-	773,7	3,36	428,92	2,19	-	-	16,59	*	662,52	23,55
MAQUIARIA A/B	484,98	-	-	-	-	-	7728,0	33,6	3475,72	17,75	-	-	12,7	*	0,24	*
ZINCOGEM	1687,41	1,44	-	-	-	-	4038,0	17,56	1,91	*	-	-	6665,29	93,62	0,17	*
MAQUIARIA FU-BLOCOS	795,87	*	-	-	-	-	2905,4	12,63	1578,93	8,06	-	-	0,73	*	-	-
MAQUIARIA C	424,86	*	-	-	-	-	3079,2	13,39	2065,6	10,54	-	-	23,8	*	-	-
ADMINISTRAÇÃO FU-BLOCOS	3905,08	3,35	-	-	4,4	*	1083,0	4,7	479,35	2,44	-	-	11,69	*	-	-
FORNO TUNEL	206,85	*	-	-	1440,6	2,08	0,05	*	219,97	1,12	-	-	0,09	*	0,13	*
GASÔMETRO	129,68	*	-	-	67169,6	59,75	4,0	*	-	-	-	-	-	-	0,26	*
SECAGEM DE AREIA	154,8	*	-	-	-	-	-	-	266,49	1,36	7691,1	98,7	0,31	*	-	-
ADMINISTRAÇÃO DE MATERIAIS	50,96	*	-	-	-	-	1285,4	5,58	624,9	3,19	-	-	13,92	*	979,60	34,83
SERVIÇOS GERAIS	154,8	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	688,64	24,48
CONTROLE DE QUALIDADE	175,44	*	-	-	-	-	-	-	423,25	2,16	-	-	296,79	4,16	1,22	*
OUTROS	34241,69	29,38	602,2	*	15,6	*	2085,75	9,07	3757,7	19,19	100,9	1,29	67,52	*	478,89	17,02
T O T A L	116450,0	100	114343,8	100	68880,1	100	22994,7	100	19578,4	100	7792,0	100	7119,5	100	2812,2	100

FONTE: Setor de Informações Técnicas

\* Abaixo de 1%

- Não utilizam a Fonte de Energia

OUTROS Significa os restantes dos Centros de Custos

E.E. = Corresponde 30 C.C.

O.D. = Corresponde 28 C.C.

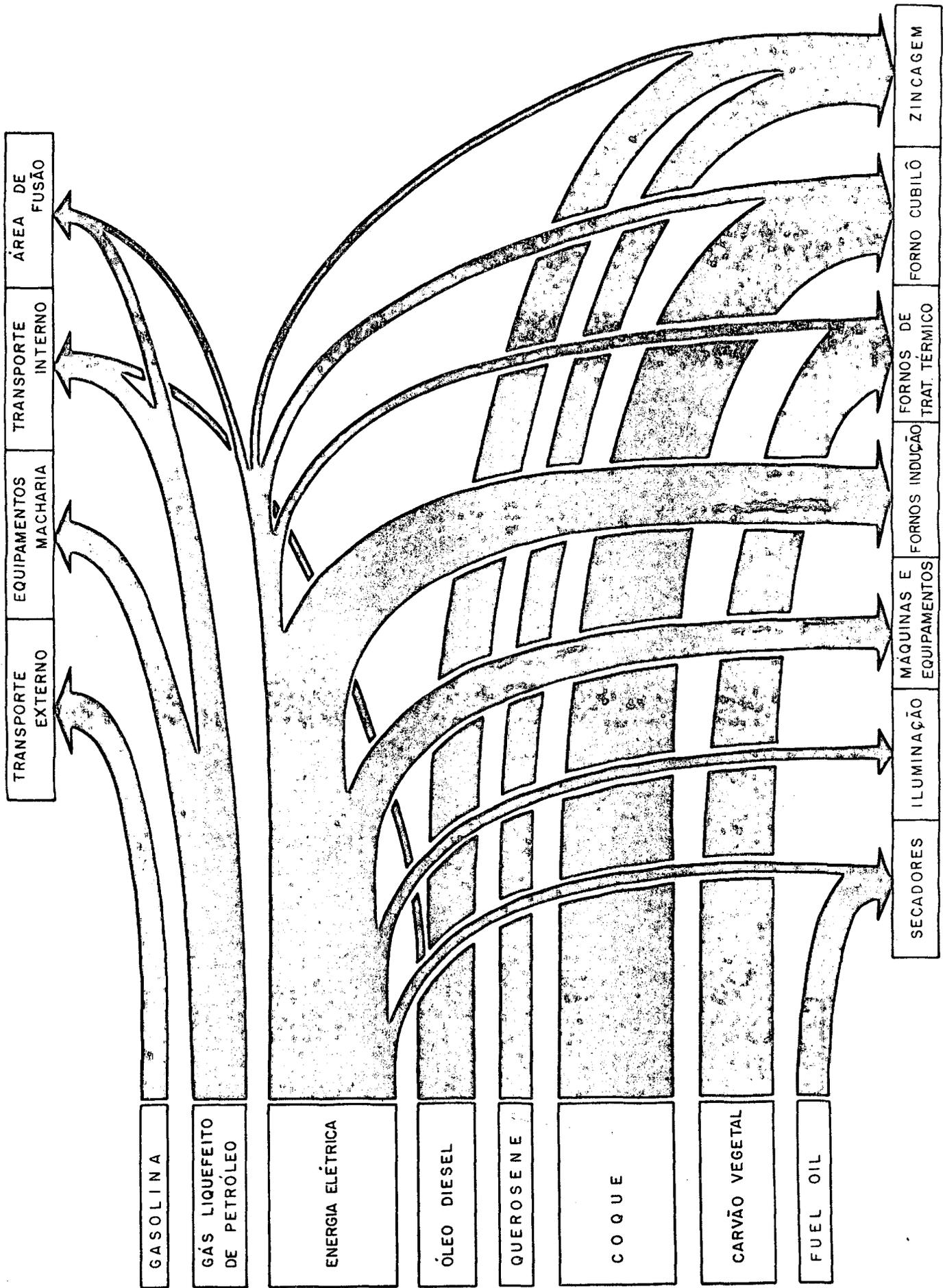
G.L.P. = Corresponde 14 C.C.

Gasolina = Corresponde 31 C.C.

### 3.4 Diagrama de Distribuição do Consumo de Energia da Empresa

Na FIGURA 7, encontra-se o diagrama de distribuição do consumo de energia da empresa. Considerou-se somente a distribuição do consumo das fontes de maior utilização, sendo impossível apresentar o uso de todas.

FIGURA 7 - DIAGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DA EMPRESA



### 3.5 Índice Anual de Desempenho

O índice referente à quantidade de energia consumida por unidade de produção num determinado período foi de finido da seguinte maneira:

(Quantidade de Energia Consumida/Tonelada de Peça Expedida)

Para facilitar a análise desse índice, elaborou-se a TABELA 8.

TABELA 8 - Índice Anual de Desempenho

ANO	CONSUMO (Gcal)	PRODUÇÃO (tP(EX))	ÍNDICE (Gcal/tP(EX))
1973	225.474,4	43.538,3	5.17
1974	271.493,9	55.275,2	4.91
1975	283.999,2	55.965,0	5.07
1976	301.982,1	64.199,5	4.70
1977	359.970,7	74.311,6	4.84

FONTE: Setor de Informações Técnicas

Nota-se, através da TABELA 8, que está ocorrendo uma leve diminuição do índice neste período. Como se observa, em 1973, para cada tonelada de peça expedida eram consumidas 5,17 Gcal; já em 1977, esse índice baixou para 4,84 Gcal. Esses resultados foram obtidos por investimentos em fornos de in

dução, assim como desenvolvendo-se ações de controle sobre o consumo de energia elétrica.

O índice referente à quantidade de energia consumida pela quantidade de energia padrão que deveria ser utilizada num período ou por lote de produção, por razões já apresentadas na descrição da metodologia, não foi obtido.

### 3.6 Identificação dos Problemas nas Áreas de Maior Consumo

Com o objetivo de detetar os problemas de utilização de energia nas áreas de consumo devidamente identificadas, foram realizadas entrevistas com os engenheiros ou supervisores de larga experiência na empresa, utilizando-se da lista de verificação constante no ANEXO 3. Para cada pergunta, existem seis opções de respostas, que são as seguintes:

NA - Não Aplicável - significa que a situação apresentada não é aplicável à empresa,

S - Sim - significa que a situação apresentada se enquadra dentro do que realmente existe na empresa,

N - Não - significa que a situação apresentada não se enquadra dentro do que realmente existe na empresa,

NS - Não Sabe - significa que o informante não possui condições de responder se a situação apresentada ocorre na empresa,

Parc - Parcial - significa que a pergunta formulada se enquadra somente parcialmente na situação apresentada,

MI - Merece Investigação - significa que o informante considera que a situação apresentada pode ser um problema na empresa e que é necessária uma investigação.

A lista de verificação foi aplicada nos catorze centros de custos de maior consumo e, com base nas respostas obtidas, foram selecionadas as situações que acarretam problemas para a empresa, bem como suas frequências de respostas e o fator de utilização de energia que está sendo afetado.

SISTEMAS DE AQUECIMENTO	NA	S	N	NS	PARC	MI
4) Há controle da eficiência da combustão, perdas de combustíveis e quantidade de excesso de ar ?	-	-	5	3	6	-
5) Há controle sob a qualidade da chama e o ajustamento da combustão quando necessário ?	-	1	3	3	7	-
9) Para processos de secagem, é feito o monitoramento do conteúdo de umidade de ar de secagem e exaustão ainda aproveitável ?	2	10	2	-	-	-
10) É utilizado pré-aquecimento na combustão com um recuperador, visando reduzir o consumo de combustível ?	-	1	11	2	-	2
18) O calor que eventualmente seria perdido estará sendo usado em processos de pré-aquecimento ?	5	-	7	2	-	-

SISTEMAS DE AQUECIMENTO	NA	S	N	NS	PARC	MI
19) Existirão correntes de ar resfriando processos de aquecimento e aumentando o consumo de combustível ?	5	3	1	4	1	1
22) Nos secadores, estará havendo o máximo de re-circulação do ar quente?	3	2	6	3	-	1

Os sistemas de aquecimento da empresa utilizam as seguintes fontes: elétrica, carvão vegetal, carvão coque, óleo diesel, gás liquefeito do petróleo e fuel oil.

Nos fornos de indução utilizados nas fusões, existe controle da demanda de energia, a fim de evitar picos. Esse controle é feito automaticamente e pode-se afirmar que é bastante eficiente. Existe realmente na empresa uma grande preocupação nesse sentido, pois cerca de 53% da energia elétrica consumida pela empresa diz respeito aos fornos elétricos.

Se, para os fornos elétricos, evidenciam-se eficientes medidas de controle, o mesmo não ocorre, em grande intensidade, para os outros fornos (tratamento térmico). Medidas de controle tais como verificação da eficiência da combustão, perdas de combustíveis, qualidade da chama e ajustamento da combustão podem ser melhoradas.

Observa-se também que, nos sistemas de aquecimento, não são utilizados recuperadores para pré-aquecimento. Não se pode dizer que isto seja um problema, porém pode ser válido um estudo para verificar se um investimento para o uso desses dispositivos pode vir trazer benefícios, em termos de economia de combustível.

Ressalta-se, também, que podem estar havendo correntes de ar resfriando os processos de aquecimento, ocasionando um aumento do consumo de combustíveis.

SISTEMAS DE VENTILAÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
46) Os sistemas de ventilação são utilizados somente quando necessário ?	-	9	3	2	-	1
47) O tipo de ventilação utilizada é realmente necessária ?	-	11	-	3	-	3
48) É suficiente ?	-	-	10	4	-	-
49) São verificados e ajustados os sistemas de exaustão para manter o volume de ar mínimo satisfatório ?	-	2	12	2	-	2
50) No sistema, através de uma melhoria no projeto, podem ser reduzidas excessivas quantidades de ar, pela redução das perdas de carga localizadas ?	-	7	3	4	-	8

Nota-se que, apesar de estar sendo utilizado somente quando necessário e o tipo de ventilação seja apropriada, o sistema de ventilação existente na empresa pode se tornar mais satisfatório.

Pelas próprias características da empresa, esse sistema torna-se bastante necessário em sua área fabril, sendo observado que existem algumas áreas tais como fundição A/B e C, pavimento de acabamento mecânico, carentes de uma melhor utilização conforme a frequência de respostas dadas no item 48.

Verificação e ajustamento nos sistemas de e xação, para manter o volume de ar mínimo necessário e identifi cação de possíveis perdas de cargas localizadas no projeto, são ações que podem e estão sendo investigadas. Esses problemas já foram sentidos, estando em andamento projetos para melhorar sua eficiência.

SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
51) O sistema é posto em funcionamento somente quando necessário ?	-	9	-	5	-	-
52) O sistema é utilizado somente em ambientes que o requeiram ?	-	11	-	3	-	-
53) Há controle da temperatura quando o sistema está em funcionamento ?	-	6	2	2	4	-
56) A eficiência do sistema é verificada periodicamente ?	-	5	2	2	5	1

Em relação ao sistema de refrigeração utilizado pela empresa, pelas respostas dadas, verifica-se que existe controle automático de temperatura, sendo o sistema posto em funcionamento somente quando é necessário. Pode-se afirmar que não existem problemas nesse fator.

SISTEMAS DE AR COMPRIMIDO	NA	S	N	NS	PARC	MI
57) O sistema é posto em funcionamento somente quando necessário ?	-	10	-	4	-	1
58) O sistema é utilizado somente em ambientes que o requeiram ?	-	6	4	3	1	1
59) A pressão utilizada no compressor não é mais alta do que a necessária ?	-	-	8	6	-	1
60) Há possibilidade de reduzir a pressão do ar comprimido para o número requerido a fim de melhorar a eficiência ?	-	1	5	8	-	1
61) A eficiência do sistema é verificada periodicamente ?	-	6	-	3	5	1
62) Está sendo usado o tipo correto de purgador para cada tipo de aplicação ?	-	-	5	9	-	3
63) Estarão eles corretamente instalados ?	-	-	5	9	-	3
64) Estarão todos os purgadores precedidos por filtro e acompanhados por visores de fluxos ?	-	-	5	9	-	3
65) Existem aparelhos de medida ao longo da linha de alta pressão ?	-	7	3	4	-	-
66) Existem válvulas reguladoras de pressão ?	-	10	-	4	-	-

SISTEMAS DE AR COMPRIMIDO	NA	S	N	NS	PARC	MI
67) As linhas de transporte de ar comprimido estão adequadamente projetadas ?	-	6	2	6	7	-

O sistema de ar comprimido existente é considerado um dos principais problemas com que se defronta a empresa.

Está ocorrendo uso inapropriado do sistema e notou-se a existência de vazamentos. A pressão existente é baixa e seu período de funcionamento é elevado. Esses problemas já foram observados e providências estão sendo tomadas para resolvê-los.

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
68) As lâmpadas em áreas onde a luz do dia for adequada são apagadas ?	-	10	4	-	-	1
69) Quais os tipos de lâmpadas utilizadas ?						
a. Incandescente		7				
b. Incandescente halogenada						
c. Fluorescente		14				
d. Vapor de mercúrio		12				
e. Mista		7				
f. Vapor de sódio a baixa pressão						
g. Vapor de sódio a alta pressão		3				
h. Outras						

SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
70) Há alguma preocupação em seu setor para desligar as lâmpadas quando o mesmo não está sendo utilizado ?	-	14	-	-	-	-
71) Os limites de iluminação recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas estão sendo cumpridos ?	-	10	2	2	-	3
72) Será que um melhor arranjo físico de iluminação poderia reduzir o número de luzes requerido ?	-	7	3	4	-	6
73) São utilizados acabamentos de cor clara nas paredes que podem ser facilmente limpas ?	-	10	4	-	-	1

Existe, no momento, uma campanha interna visando a um melhor controle da iluminação artificial. Apesar de ocorrer essa preocupação, em determinadas áreas ainda não está sendo posta em prática.

Como atestam as respostas, medidas tais como verificação de um melhor arranjo físico e dos limites de iluminação recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas foram consideradas merecedoras de uma melhor investigação.

Pelas suas características de produção, é muito difícil manter cor clara nas paredes em sua área fabril. Recomenda-se que um estudo seja desenvolvido nesse sentido, a fim de verificar até que ponto o ganho em luminosidade é economicamente viável.

EQUIPAMENTOS	NA	S	N	NS	PARC	MI
80) Existem equipamentos funcionando simultaneamente quando poderiam operar em horários distintos ?	-	4	9	1	-	2
85) Os transformadores ficam ligados em vazio por longo períodos ?	-	3	2	9	-	-
90) Já ocorreu aumento na carga dos condutores elétricos sem haver alteração na rede ?	-	4	5	4	-	-
92) Há registro do desempenho da máquina existente no setor ?	-	8	4	-	2	1
93) Existem instrumentos de medição de tal modo que áreas de consumo excessivo possam ser identificadas ?	-	3	3	-	8	1
94) Existe algum motor super dimensionado para a respectiva máquina ?	-	4	6	3	1	3
95) Existem motores que trabalham em vazio durante grande parte do tempo em que estão ligados ?	-	2	8	4	-	-

Observaram-se, durante as entrevistas, algumas discordâncias nas respostas relativas aos seguintes aspectos: equipamentos funcionando simultaneamente quando poderiam operar em horários distintos; aumento na carga dos condutores elétricos sem haver alteração na rede; existência de motores que

trabalham em vazio durante grande parte do tempo em que estão ligados e motores super dimensionados para determinadas máquinas. Não se pode afirmar que sejam problemas, porém recomenda-se que os aspectos acima expostos sejam melhor investigados.

Nota-se, também, que existem áreas na empresa em que seja possível haver uma maior supervisão sobre o registro do desempenho da maquinaria.

MANUTENÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
100) Em caso de ser utilizada a manutenção periódica, qual o período ?						
a. anual		13				
b. de 6 em 6 meses		13				
c. de 3 em 3 meses		14				
d. mensal		12				
e. outro(s)						
101) As manutenções são dirigidas através de manuais ?	-	2	1	1	10	-
102) Há manuais de serviço de reparo para cada equipamento ?	-	1	5	1	7	-
103) Existem descrições de trabalhos padrões para economizar tempo em procedimentos repetitivos ?	-	1	5	2	6	-

MANUTENÇÃO	NA	S	N	NS	PARC	MI
105) As máquinas e equipamentos de seu setor estão recebendo manutenção satisfatória ?	-	12	-	2	-	-
107) É feita uma verificação periódica em todas as linhas de vapor, ar comprimido, aquecimento visando acabar com os vazamentos ?	-	9	1	3	1	1

Conforme respostas obtidas, a manutenção efetuada nas diversas áreas está sendo considerada satisfatória. Existe um plano de inspeção, e a manutenção preventiva é feita com intervalos pré-fixados, variando de acordo com os equipamentos. A manutenção na empresa, de uma maneira geral, não se baseia em manuais de descrições de serviço, porém já se está pensando na elaboração de um plano de manutenção onde esse aspecto será levado em consideração.

TRANSPORTES	NA	S	N	NS	PARC	MI
111) São feitas análises das cargas dos caminhões quando da escala de entrega, para reduzir o número de viagens ?	-	5	1	8	-	1

TRANSPORTES	NA	S	N	NS	PARC	MI
112) Procura-se otimizar a rota dos transportes procurando minimizar a quilometragem ?	-	7	-	7	-	-
113) Há possibilidade de reduzir as viagens de negócios usando telefone ?	-	1	2	11	-	-
114) Há controle do consumo de combustíveis quando das viagens feitas através da empresa ?	-	4	-	10	-	-
115) Há possibilidade para o transporte interno ser movido a eletricidade ou óleo diesel reduzindo o consumo de gasolina ?	-	8	2	4	-	7

Existe na empresa, uma orientação voltada para racionalizar a utilização de combustíveis nos transportes. Tanto é feita análise das cargas de caminhões quanto se procura otimizar a rota dos transportes, porém não se tomou conhecimento do uso de algum método científico para definir as situações anteriores.

Quanto a utilização dos combustíveis nos transportes internos, até então nas empilhadeiras, substituiu-se a gasolina pelo gás liquefeito do petróleo. Atualmente, essa política já está sendo mudada para óleo diesel e inclusive estão sendo desenvolvidos estudos para a utilização de energia elétrica. Para os caminhões ocorreu a substituição da gasolina por óleo diesel.

PESSOAL	NA	S	N	NS	PARC	MI
117) Tem-se notado a falta de conhecimento teórico-prático do pessoal envolvido no processo produtivo, em seu setor ?	-	5	7	-	2	-
118) Tem sido notada alguma falha em determinada atividade de manipulação de máquinas e equipamentos devido a falta de qualificação de pessoal para operá-la ?	-	11	3	-	-	-
119) Considera que deveria haver um treinamento mais especializado para o pessoal mais envolvido no setor produtivo ?	-	9	5	-	-	-
120) Há disponibilidade de mão-de-obra na região que possa ser empregada na empresa ?	-	8	4	2	-	-

Nota-se pelas respostas dadas, que se tem observado falhas na manipulação de máquinas e equipamentos. É aconselhável verificar se essas ocorrências são devido a falta de qualificação do pessoal ou se pela necessidade de uma supervisão mais adequada.

CONTROLE	NA	S	N	NS	PARC	MI
121) A quantidade de energia utilizada no setor é medida ?	-	8	3	1	2	1

CONTROLE	NA	S	N	NS	PARC	MI
122) É usado algum procedimento no setor para controlar o consumo de energia ?	-	9	4	-	1	-
123) Há controle sistemático do desempenho das máquinas e dos sistemas de utilização de energia em execução ?	-	4	3	-	7	-
124) Se ocorre o item anterior, há um confronto do desempenho efetivo do consumo com algum padrão previamente estabelecido ?	-	5	4	1	4	-
125) São elaborados relatórios para a alta direção visando a tomada de medidas corretivas caso necessário ?	-	9	3	1	1	-
126) Esses relatórios apresentados já trouxeram algum benefício para o setor ?	-	9	3	1	1	-
127) Os relatórios elaborados já serviram para diagnosticar problemas de excesso de consumo de energia ?	-	10	2	1	-	-

Constatou-se uma tendência a estabelecer medidas de controle para o consumo de energia. Atualmente, a única fonte que merece atenção é a energia elétrica. Uma maior supervisão no registro do desempenho das máquinas, bem como dos sistemas em uso, é recomendável para controlar o consumo de energia.

Somente para os fornos elétricos é que há um confronto do desempenho efetivo do consumo com algum padrão previamente estabelecido. Os relatórios emitidos contêm informações a respeito do consumo de energia elétrica, ficando as outras fontes necessitando de maior controle.

### 3.7 Problemas que Merecem Investigação

Identificados os problemas de utilização de energia existentes na empresa, apresentam-se aqueles que, segundo os entrevistados, merecem uma maior investigação.

Dois critérios foram considerados: situações que não foram analisadas pela empresa e aquelas que foram ou estão sendo motivo de análise. Entende-se que um determinado problema foi motivo de análise quando a sua investigação foi feita nos mínimos detalhes, sendo estabelecidas medidas corretivas para o mesmo.

O QUADRO 4, identifica esses problemas, classificando-os de acordo com os critérios estabelecidos, enquanto o QUADRO 5 os apresenta para cada fator de utilização de energia.

QUADRO 4 - Problemas que Merecem Investigação

PROBLEMAS QUE MEREM INVESTIGAÇÃO	SITUAÇÕES QUE NÃO FORAM ANALISADAS PELA EMPRESA	SITUAÇÕES QUE FORAM OU ESTÃO SENDO ANALISADAS
FALTA DE RECUPERADORES PARA PRÉ-AQUECIMENTO		*
EXISTÊNCIA DE CORRENTES DE AR RESFRIANDO PROCESSOS DE AQUECIMENTO E AUMENTANDO O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS	*	
CONTROLE INADEQUADO DA EFICIÊNCIA DA COMBUSTÃO; DAS PERDAS DE COMBUSTÍVEIS, DA QUANTIDADE DE EXCESSO DE AR, DA QUALIDADE DA CHAMA E DO AJUSTAMENTO DA COMBUSTÃO		*
AS QUANTIDADES DE AR PODEM SER REDUZIDAS PELA REDUÇÃO DAS PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS, NO PROJETO DOS SISTEMAS DE VENTILAÇÃO		*
USO INAPROPRIADO DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO		*
VAZAMENTO NAS LINHAS DE TRANSPORTES DO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO		*
POSSIBILIDADE DO TIPO DE PURGADOR UTILIZADO NO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO SER INADEQUADO		*
USO DESNECESSÁRIO DE LUZ ARTIFICIAL		*
SUPERVISÃO INADEQUADA NO REGISTRO DO DESEMPENHO E MANIPULAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS		*
FALTA DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO		*
FALTA DE QUANTIFICAÇÃO DE ENERGIA CONSUMIDA		*

QUADRO 5 - Problemas Detetados por Fator de Utilização

PROBLEMAS DETETADOS	FATOR DE UTILIZAÇÃO	SISTEMA DE AQUECIMENTO	SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	SISTEMA DE VENTILAÇÃO	SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	EQUIPAMENTOS	MANUTENÇÃO	TRANSPORTE	PESOS	CONTOLE
FALTA DE RECUPERADORES PARA PRÉ-AQUECIMENTO		*									
EXISTÊNCIA DE CORRENTES DE AR RESFRIANDO PROCESSOS DE AQUECIMENTO		*									
CONTROLE INADEQUADO NA EFICIÊNCIA DA COMBUSTÃO; PERDAS DE COMBUSTÍVEIS, DA QUANTIDADE DE EXCESSO DE AR, DA QUALIDADE DA CHAMA E AJUSTAMENTO DA COMBUSTÃO		*					*			*	*
FALTA DE VERIFICAÇÃO E AJUSTES NO SISTEMA DE EXAUSTÃO PARA MANTER O VOLUME DE AR MÍNIMO NECESSÁRIO			*								
AS QUANTIDADES DE AR PODEM SER REDUZIDAS PELA REDUÇÃO DAS PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS NO PROJETO			*								
USO INAPROPRIADO DO SISTEMA					*						
VAZAMENTO NAS LINHAS DE TRANSPORTES DO SISTEMA					*						
POSSIBILIDADE DO TIPO DE PURGADOR UTILIZADO NO SISTEMA SER INADEQUADO					*						
USO DESNECESSÁRIO DA LUZ ARTIFICIAL						*					
SUPERVISÃO MAIS ADEQUADA NO REGISTRO DO DESEMPENHO E NA MANIPULAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS							*			*	*
FALTA DE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO		*									
FALTA DE QUANTIFICAÇÃO DE ENERGIA CONSUMIDA		*(1)									

\*(1) FORNOS DE TRATAMENTO TÉRMICO. SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO, MANUTENÇÃO E TRANSPORTES SÃO FATORES QUE NÃO FORAM IDENTIFICADOS PROBLEMAS.

### 3.8 Definição de Prioridades para a Tomada de Decisão

Nesta empresa, não estavam disponíveis dados para quantificar o impacto das várias possíveis mudanças do sistema de utilização de energia. Também por falta de dados e dúvidas dos padrões de consumo, os engenheiros envolvidos na administração omitiram-se a opinar. A definição de prioridades precisaria então de uma série de investigações, usando amostras, para quantificar as repercursões das várias ações. É claro que a ação que teria maior impacto, para todo o sistema a longo prazo, seria a de estabelecer medidas de controle mais eficientes na utilização das fontes de energia. A falta dessas medidas e de dados reais, para os vários usos de energia na empresa, acentuou as dificuldades de tomar decisão sobre ações específicas.

### 3.9 Conclusões

A resolução dos problemas de utilização de energia pode trazer grandes benefícios para a empresa, assegurando mais ainda o seu contínuo crescimento no mercado interno e no exterior.

Os problemas identificados nesse relatório são relacionados a aspectos técnicos bem como administrativos. Por exemplo, é aconselhável tornar mais satisfatório o controle no consumo das fontes de energia (exceto energia elétrica) que são utilizadas no seu processo produtivo. Isto implica não só em uma investigação técnica de equipamentos e máquinas como também nas atividades administrativas, associadas ao registro de dados e a tomada de ações de controle nos fatores indicados para uma maior investigação.

Portanto, recomenda-se que as ações definidas como as de maior significância pelos engenheiros, sejam estudadas em maior profundidade a fim de definir especificamente as medidas técnicas e administrativas que deverão ser tomadas.

## C A P Í T U L O    I V

### 4.    CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

#### 4.1 Conclusões

Atualmente, a identificação dos problemas de utilização de energia nas empresas é feita no momento de sua ocorrência, ou seja, quando é detetado alguma falha, procura-se consertá-la. Não existem estudos que permitam identificá-los, através de um levantamento energético acerca de como a energia e os combustíveis estão utilizados em suas instalações.

A metodologia apresentada nesse trabalho vem proporcionar aos responsáveis pelas decisões referentes à utilização de energia, um valioso instrumento, pois lhes permitirá conhecer, de forma quantificada, o consumo de energia por área de utilização, bem como detetar os problemas mais significativos para a empresa.

Esse estudo deve, no entanto, ser interpretado apenas como uma orientação para diagnosticar alguns problemas de uso de energia, uma vez que se baseia num levantamento teórico do consumo de energia e na aplicação de uma lista de verificação, não pretendendo tornar-se completo e definitivo.

É fundamental, para o êxito da metodologia, que, na empresa em que a metodologia esteja sendo aplicada, seus integrantes demonstrem interesse e boa vontade quando do uso da lista de verificação, fornecendo respostas confiáveis, em que sejam retratada a verdadeira situação existente.

Os resultados a serem alcançados estarão conditionados ao êxito das medidas corretivas a serem implementadas, podendo ser obtidos a curto, médio e longo prazo.

#### 4.2 Recomendações

Para novos estudos nesta área, ainda bastante necessitada no país, sugere-se:

- um estudo para análise de fluxos de processos com possibilidade de economicidade energética, ou seja, estabelecimento de padrões de consumo nos diversos sistemas químicos, mecânicos e elétricos

- uma abordagem sobre o relacionamento entre o consumo e os custos energéticos em uma empresa

- um trabalho que estabeleça um método para definir, de uma maneira pouco subjetiva, critérios para uma tomada de decisão nos problemas energéticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAUJO, Luis Antônio. Siderurgia. São Paulo, Ed. Lema, 1976. v.2.
2. CONTRIM, Ademaro Alberto Machado Bittencourt. Instalações elétricas. São Paulo, Mc Graw Hill do Brasil, 1976 277p.
3. DIAGNÓSTICO da indústria de cerâmica de revestimento de Santa Catarina. Florianópolis, BADESC/CEAG-SC, 1977 105p.
4. FUEL efficiency booklet. London, Department of Energy, s.d. 10v.
5. GATTS, Robert R. et alii. Energy Conservation Program Guide for Industry and Commerce. Washington, Research Associate from the Dow Chemical Company at the National Bureau of Standards. 1974. 93p.
6. GOLDEMBERG, José et alii. Energia no Brasil. São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1976. 158p.
7. MACKNESS, J.R. Diagnóstico e análise dos problemas de tecnologia em empresas industriais; uma abordagem sistêmica. Florianópolis, 1977. 49p. Xerocopiado.

8. MANUAL do engenheiro. Rio de Janeiro, Globo, 1972. v.1.
9. NAUDRUP, Ingnar et alii. Manual de operação de caldeiras de vapor. Rio de Janeiro, CNI. 1976. 90p.
10. PARANHOS, Heraldo. Curso de utilização de energia; melhoria dos fatores de carga e de potência nas indústrias. Belo Horizonte, Centrais Elétricas de Minas Gerais. 1972. v.3.
11. PIESKE, Adolar et alii. Ferros fundidos cinzentos de alta qualidade. Joinville, Sociedade Educacional Tupy, 1974. 74p.
12. REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA ELÉTRICA. Rio de Janeiro, n.27, Jan/mar. 1974.
13. SEMINÁRIO alternativas de desenvolvimento; energia solar. São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento, 1976. 176p. (Série Documentos,6)
14. SOARES, Rui Abreu. Manutenção preventiva. Rio de Janeiro, CNI. 1976. 59p.
15. TEICHERT, Ernest J. Siderurgia; metalografia e tratamento térmico do aco. Rio de Janeiro, Globo, 1962. v.3.

16. VIEIRA, Augusto Cesar Gadelha. Manual de correção de fator de potência. Rio de Janeiro, CNI, 1976. 53p.
  
17. WAGANOFF, Nicolas P. Hornos industriales. Buenos Aires, Ed. Libreria Mitre, 1963. 428p.

A N E X O 1

Sistemática de Cálculo para a Obtenção do  
Consumo em uma Unidade Padrão

Quando do levantamento do consumo energético da empresa, dependendo da fonte de energia utilizada, será fornecida em unidades de diferentes medidas. Para efeito de comparação necessário se faz que esse consumo seja transformado em uma unidade padrão. Por exemplo, energia elétrica será fornecida em quilowatts hora, carvão em tonelada ou metros cúbicos, óleo diesel em litros etc. Estabeleceu-se que o consumo de energia será apresentado em Gica caloria.

Define-se caloria como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 grama de água pura, de 14,5°C a 15,5°C sob pressão atmosférica normal. Uma Gica caloria corresponde a  $10^6$  Kcal.

Para a determinação desse valor, utiliza-se de coeficientes de conversão, que são baseados nos poderes caloríficos dos combustíveis. Esse valor é comumente expresso em Kcal/Kg, isto é, a quantidade de Kcal que se obtém pela queima de 1 Kg de substância. Os combustíveis são comparados na base de energia calorífica que deles pode ser obtida. Para os combustíveis sólidos, líquidos e gasosos, pela queima de uma unidade padrão em um calorímetro porém no caso da eletricidade pela conversão teórica de 1 Kwh em unidades de calor, isto é

$$1 \text{ Kwh} = 3413 \text{ BTU} = 860 \text{ Kcal}$$

As TABELAS 9 e 10 apresentam os fatores de conversão de energia das principais fontes em uso no Brasil.

TABELA 9 - Fatores de Conversão de Energia<sup>1</sup>

Para transformar da unidade indicada para Gcal ou  $1 \times 10^6$  Kcal, multiplicar por:

	Mw/h	TON	M <sup>3</sup>
<b>1. SÓLIDOS</b>			
Carvão (Antracito)	-	8,0	-
Carvão (Pedra)	-	6,0	-
Carvão (Inglês)	-	8,0	-
Carvão (Vegetal)	-	6,8	-
Carvão (Vapor)	-	3,9	-
Carvão (Coque)	-	6,0	-
Madeira (10% unidade)	-	2,7	1,2
Bagaço de cana (50% unidade)	-	2,2	-
<b>2. LÍQUIDOS</b>			
Óleo com alto ponto de fluidez	-	10,8	10,3
Óleo com baixo ponto de fluidez	-	19,5	9,1
Óleo com baixo teor de enxofre	-	10,5	8,9
Mistura 25	-	9,7	8,7
Mistura 50	-	9,8	8,8
Mistura 75	-	9,9	8,9
Mistura 80	-	9,9	8,9
OC4	-	10,5	9,2
Óleo Diesel	-	10,9	9,3
Querosene	-	10,9	8,9
Gasolina (0,734 Kg/l)	-	11,1	-
<b>3. GASES</b>			
GLP	-	11,1	-
Propano	-	11,0	-
Gás natural	-	-	0,009
Gás nafta	-	-	0,004
<b>4. ELETRICIDADE</b>			
	0,86	-	-

<sup>1</sup>BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Conselho Nacional de Petróleo. Economia de Óleo Combustível; levantamento energético. Brasília, s.d. p.5.

TABELA 10 - Características dos Carvões do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina<sup>2</sup>

PROCEDÊNCIA	UMIDADE (90)	MAT. VOLÁTEIS b.s %	CARBONO FIXO b.s %	ENXOFRE b.s %	CINZAS b.s %	PODER CALORÍFICO cal/g
RIO GRANDE DO SUL						
Mina do Leão	5,5	25,6	34,8	2,6	39,6	4300
Jazida do Iruí	7,5	24,4	37,4	0,3	38,2	4200
Mina de Charqueadas	6,8	19,0	27,5	0,8	53,5	3100
Mina de Candiota	10,2	22,3	27,6	1,9	50,1	3200
Charqueadas (lavado pelo Piratini)	8,0	26,5	38,5	0,7	35,0	4650
SANTA CATARINA						
Cia Barro Branco	1,1	24,2	24,7	6,6	51,1	3722
Lauro Müller	1,5	18,7	24,2	5,4	57,1	3120
Criciúma	1,5	30,2	42,9	2,0	26,9	6096
Forquilha	2,0	12,4	41,8	6,9	56,2	3056
Treviso	0,9	27,8	38,5	13,7	33,9	5178
Lavado (flutuado densidade 1,5)						
Cia Barro Branco	1,0	37,5	49,2	1,4	13,3	7322
Lauro Müller	0,9	35,0	46,5	1,9	18,5	6897
Forquilha	1,5	19,6	62,2	1,5	18,2	6900
Treviso	0,9	39,3	47,6	1,7	18,1	6909
Pré-Lavado (esco lha manual)						
Cia Barro Branco	1,2	31,7	42,8	2,7	25,5	6286
Lauro Müller	0,9	34,6	44,0	2,8	24,4	6672
Criciúma	1,2	30,4	45,0	2,8	24,6	6386
Carvão Metalúrgico	-	31,5	-	1,7	18,5	6800
Carvão Vapor	-	22,5	42,1	-	35,4	6200
Treviso	1,2	29,1	42,1	2,6	28,8	5745

<sup>2</sup>Utilização dos Carvões Brasileiros, notadamente do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para a produção de combustíveis líquidos, gasosos e produtos químicos, substitutos dos derivados do petróleo. Rio Grande do Sul. Fundação de Ciências e Tecnologia - Março 1974. p.30.

Convém ressaltar que o fator de conversão a apresentado nas Tabelas pode assumir outros valores, para um mesmo tipo de fonte de energia. Isto dependerá das características de cada combustível. Existe grande possibilidade, por exemplo, do carvão coque brasileiro ter fator de conversão de 6 Kcal/Kg enquanto o carvão coque inglês possuir outro fator. Como esses valores são obtidos experimentalmente, na impossibilidade de obtê-los por métodos científicos, recomenda-se os seguintes procedimentos:

- para os combustíveis sólidos, que seja utilizado a TABELA 10 caso se conheça a origem do carvão. Na impossibilidade dessa informação, os valores da TABELA 9 são mais aconselháveis.

- para os combustíveis líquidos e gasosos, como eles são normalizados, podem ser utilizados os da TABELA 9.

A sistemática de cálculo para a obtenção do consumo de energia em uma unidade padrão é a seguinte:

- Obtenção do consumo de energia compatível com a unidade do fator de conversão
- Determinação dos fatores de conversão para cada fonte
- Multiplicação do consumo de energia pelo fator
- Obtenção do consumo em Gcal

Exemplo

Numa empresa imaginária obteve-se os seguintes consumos:

Carvão Vapor	250 t
Óleo com baixo teor de enxofre	700 t
Óleo Diesel	100 t
Eletricidade	700 Mw/h

Multiplicando-se os valores de conversão dados na TABELA 9 pelos respectivos consumos energéticos, obtém-se:

Carvão Vapor	250 t	x	3,9	=	975 Gcal
Óleo com baixo teor de enxofre	700 t	x	10,5	=	7350 Gcal
Óleo Diesel	100 t	x	10,9	=	1090 Gcal
Eletricidade	700 Mwh	x	0,86	=	602 Gcal

A N E X O 2

Procedimentos Desenvolvidos para a  
Elaboração das Tabelas Demonstrativas

CÁLCULOS EFETUADOS NA ELABORAÇÃO DAS TABELAS DEMONSTRATIVAS DO  
CONSUMO ENERGÉTICO DA EMPRESA

O levantamento do consumo efetuado na empresa obedeceu a seqüência dos seguintes procedimentos:

A) Obtenção do Consumo Energético da Empresa nos Últimos Anos e por Centro de Custos

Esse consumo foi obtido dentro das seguintes unidades:

Energia Elétrica	-	Quilowatts hora (Kwh)
Carvão (Coque)	-	Kilograma (Kg)
Carvão Vegetal	-	Metros Cúbicos (M <sup>3</sup> )
Óleo Diesel	-	Litros (L)
Gás Liquefeito do Petróleo	-	Kilograma (Kg)
Gasolina	-	Litros (L)
Fuel Oil (APF)	-	Kilograma (Kg)
Querosene	-	Litros (L)

B) Transformação do Consumo em uma Unidade adequada para utilizar os Fatores de Conversão de Energia que são fornecidos em Kilocaloria/Kilograma (Kcal/Kg).

Para o desenvolvimento dessa etapa, necessário se fez obter algumas informações a respeito da densidade de algumas fontes de energia. Como a empresa possui um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento, esses valores foram obtidos experimentalmente.

$$\begin{aligned}\rho_{\text{carvão vegetal}} &= 186 \text{ Kg/M}^3 \\ \rho_{\text{óleo diesel}} &= 0.9 \text{ Kg/ℓ} \\ \rho_{\text{querosene}} &= 0.816 \text{ Kg/ℓ} \\ \rho_{\text{gasolina}} &= 0.8 \text{ Kg/ℓ} \end{aligned}$$

Portanto para aquelas fontes que não apresentam o consumo em kilograma (exceção de energia elétrica), foi necessário transformar o consumo em uma unidade adequada aos fatores de conversão de energia através de uma regra de três simples.

Apresentando um exemplo para cada transformação efetuada, pode-se mostrar, de acordo com as tabelas demonstrativas:

1) Carvão Vegetal - TABELA 14

$$\begin{aligned}\text{Consumo anual no Centro de Custos - Forno Tunel} &= \\ &= 968,17 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Então

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ m}^3 & 186 \text{ Kg} & \\ 968,17 \text{ m}^3 & Y \text{ Kg} & Y = 180079,62 \text{ Kg} \end{array}$$

2) Óleo Diesel - TABELA 18

$$\begin{aligned}\text{Consumo anual no Centro de Custos - Macharia A/B} &= \\ &= 777070\ell\end{aligned}$$

Então

$$\begin{array}{rcl} 1\ell & 0,9 \text{ Kg} & \\ 777070\ell & Y1 \text{ Kg} & Y1 = 699363 \text{ Kg} \end{array}$$

3) Gasolina - TABELA 15

$$\begin{aligned}\text{Consumo anual no Centro de Custos - Adm. de Materiais} &= \\ &= 111319\ell\end{aligned}$$

Então

1ℓ            0,8 Kg  
111319ℓ        Y2 Kg        Y2 = 89055,2 Kg

4) Querosene - TABELA 16

Consumo anual no Centro de Custos - Zincagem =  
= 729.308ℓ

Então

1ℓ            0,816 Kg  
729308ℓ        Y3 Kg        Y3 = 595115,32 Kg

C) Obtenção dos Fatores de Conversão de Energia

Esses valores foram também fornecidos pela empresa através do Setor de Informações Técnicas<sup>1,2</sup>.

Energia Elétrica = 0,86 Mcal  
Carvão (Coque) = 7,23 Mcal/Kg  
Carvão Vegetal = 8,0 Mcal/Kg  
Óleo Diesel = 11,05 Mcal/Kg  
G.L.P. = 10,5 Mcal/Kg  
Gasolina = 11,0 Mcal/Kg  
Fuel Oil = 10,0 Mcal/Kg  
Querosene = 11,2 Mcal/Kg

---

<sup>1</sup>CORREIA, Raimundo Nonato. Máquinas - Formulário Técnico. São Paulo. 1972, Editora Mestre Jou. p.78.

<sup>2</sup>CARACTERÍSTICAS do gás liquefeito do petróleo. Notícias Técnicas. São Paulo, 1962, v.1. p.16.

D) Obtenção do Consumo em Gcal

A obtenção desses dados foi desenvolvida simplesmente multiplicando o consumo obtido no item B pelo fator de conversão de energia

Exemplo

Carvão Vegetal	=	180079,62 Kg	x	8,0	=	1440636,9 Mcal	=	1440,6 Gcal
Óleo Diesel	=	699363 Kg	x	11,05	=	7727961 Mcal	=	7.728 Gcal
Gasolina	=	89055,2 Kg	x	11,0	=	979607,2 Mcal	=	979,6 Gcal
Querosene	=	595115,32 Kg	x	11,2	=	6665291,5 Mcal	=	6665,29 Gcal

TABELA 11 - Consumo Energético nos Últimos Cinco Anos

FONTE DE ENERGIA	ENERGIA ELÉTRICA (Kwh)	COQUE (Kg)	CARVÃO VEGETAL (Kg)	ÓLEO DIESEL (Kg)	GASOLINA (Kg)	QUEROSENE (Kg)	GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO (Kg)	FUEL OIL (Kg)
A N O								
1973	54.851743	12.710185	6.689490	1.235348	427.708	833610	495234	317,7
1974	70.761506	14.137085	7.411213	1.894772	452.757	805269	811346	568,3
1975	90.783810	12.410600	8.068854	1.973456	284.834	735933	109932	698,8
1976	112.289900	11.786753	8.001680	2.031986	283.487	714508	1.319549	875,4
1977	135.407000	15.815195	8.610018	2.080977	255.656	635670	1.864617	779,2

TABELA 12 - Consumo de Coque por Centro de Custos

COQUE (Kg)														
MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	CONSUMO EM Gcal
CENTRO DE CUSTOS														
FUSÃO A	603.425	556.685	710.215	699.605	782.665	874.660	830.025	961.065	887.090	797.975	818.620	798.270	9.320.090	67.384,25
FUSÃO C	414.845	393.855	590.625	592.695	558.955	557.225	591.340	715.150	677.845	487.690	388.140	443.440	6.411.805	46.357,35
														113.741,6

FONTE: Setor de Informações Técnicas

TABELA 13 - Consumo de Fuel Oil por Centro de Custos

FUEL OIL (Kg)														
MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	CONSUMO EM Gcal
CENTRO DE CUSTOS														
SECAGEM DE AREIA	58.446	53.847	75.856	61.362	63.850	66.955	62.648	68.274	74.422	58.756	62.300	62.400	769.118	7.691,1

FONTE: Setor de Informações Técnicas

TABELA 14 - Consumo de Carvão Vegetal por Centro de Custos

		CARVÃO VEGETAL (m³)												CONSUMO EN Gcal	
CENTRO DE CUSTOS	MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	
	FORNO TUNEL		24,00	28,00	251,34	39,00	61,00	36,00	247,30	28,00	40,00	32,50	157,03	24,00	968,17
GASOMETRO		3.604,91	3.258,98	3.653,43	3.686,43	3.824,40	3.693,40	3.879,13	4.053,39	3.806,44	4.075,70	3.756,28	3.848,43	45.140,9	67.169,6
ENGENHARIA PRODUTO		2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	-	2,25	1,50	1,50	1,00	-	-	14,25	21,2
RECURSOS HUMANOS		2,00	2,00	2,00	-	-	0,50	-	-	-	-	1,00	1,00	8,50	12,6
ADMINISTRAÇÃO FUSÃO BLOCOS		-	-	2,00	-	1,00	-	-	-	-	-	-	-	3,00	4,4
FUSÃO A		-	-	-	1,5	1,00	-	-	-	-	-	-	-	2,5	3,7
FUSÃO FU-BLOCO		-	-	-	9,00	5,00	4,50	6,50	5,50	2,00	4,50	3,50	6,00	46,50	69,2
															68.708,1

FONTE: Setor de Informações Técnicas

GASOLINA (L)														
CENTRO DE CUSTOS	MÊS												TOTAL	CONSUMO EM Gal
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
DIRETORIA	176	-	100	223	125	134	117	138	235	158	88	228	1.722	15,15
CENTRAL COMP. ADMINISTRAÇÃO PRODUÇÃO	3384	2618	2897	3262	3430	9068	8700	9715	7824	9125	7899	7365	75.287	662,52
ADMINISTRAÇÃO FUSÃO A/B	916	810	477	664	772	727	757	941	1069	1104	852	792	9.881	86,95
FUSÃO A	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0,13
MOLDAGEM A	30	-	15	20	-	-	25	10	20	-	15	-	135	1,88
MOLDAGEM B	51	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	53	0,46
ADMINISTRAÇÃO ACAB. MECÂNICO	22	11	-	50	-	-	-	16	-	-	-	-	99	0,271
CONTROLE DE QUALIDADE	10	11	10	10	11	-	22	-	-	21	22	22	139	1,22
PROGRAMAÇÃO CONTROLE INSTALAÇÃO	308	451	100	411	450	422	437	455	235	340	348	637	4.594	40,42
CONSTRUÇÃO CIVIL	2113	2295	2748	2052	2388	2633	2370	2665	2528	2349	2233	1855	28.229	248,415
SEGURANÇA TRABALHO	170	125	87	92	169	142	186	77	80	133	169	95	1.525	13,42
MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	80	20	20	-	9	15	-	10	-	-	15	10	179	1,57
MANUTENÇÃO MECÂNICA FUNDIÇÃO	5	21	-	-	-	-	5	-	-	-	3	10	44	0,38
ENGENHARIA FÁBRICA	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,05
MATERIAL ELÉTRICO INDUSTRIAL	285	161	290	285	170	-	-	-	-	-	-	-	1291	11,36
GERADOR	68	48	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	121	1,06
MANUTENÇÃO ELÉTRICA FUNDIÇÃO	1	24	25	8	25	-	-	-	-	-	-	-	83	0,73
SERVIÇOS GERAIS	7202	6374	7336	6637	6977	6230	6400	7133	6405	6310	5082	6169	78.255	688,64
RELAÇÕES INDUSTRIAIS	6	-	3	6	6	6	6	6	-	6	-	9	54	0,47
RECURSOS HUMANOS	10	22	12	12	12	12	12	-	12	-	-	12	116	1,02
SERVIÇOS SOCIAIS	25	-	30	48	-	90	25	63	-	27	-	24	336	2,95
ADMINISTRAÇÃO MATERIAL	12830	15085	12318	9972	13443	9427	7019	5602	6479	8431	4612	4101	111.319	979,60
ADMINISTRAÇÃO EXPANSÃO	403	366	438	396	382	356	477	339	388	383	350	336	4.614	40,6
ENGENHARIA PRODUTO	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,04
OFICINA VEÍCULOS	-	10	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	21	0,18
FUSÃO B	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,05
MACHARIA A/B	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	28	0,24
GASÔMETRO	-	-	10	-	20	-	-	-	-	-	-	-	30	0,26
ACABAMENTO FUNDIÇÃO	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	0,08
ZINCAGEM	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	0,17
CONSTRUÇÃO MECÂNICA	-	-	47	47	20	5	54	57	10	68	-	20	348	3,06
MANUTENÇÃO UTILIDADES INDUSTRIAIS	-	-	-	-	-	23	-	-	10	-	-	-	33	0,29
INSTALAÇÃO MECÂNICA	-	-	-	-	-	65	-	-	-	-	-	-	65	0,57
LABORATÓRIO	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	0,01
USTINAGEM ESPECIAL	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	11	0,09
MOLDAGEM C	-	-	-	-	-	15	15	-	-	-	-	-	30	0,26
ENGENHARIA PRODUTO	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	0,04
ROSCA	-	-	-	-	11	22	-	10	20	-	-	-	63	0,55
ACABAMENTO ESPECIAL	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10	0,08
FORNO HERBERT	-	-	-	-	10	-	-	8	10	-	10	-	38	0,344
FUSÃO C	-	-	-	10	5	-	10	10	-	-	5	-	40	0,35
FORNO TUNEL	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15	0,13

FONTE: Setor de Informações Técnicas

2.806,0

TABELA 16 - Consumo de Querosene por Centro de Custos

QUEROSENE (L)														
CENTRO DE CUSTOS	MES												TOTAL	CONSUMO EM Gal
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
ADMINISTRAÇÃO FU - BLOCO	20	50	210	200	-	200	-	-	200	200	200	-	1.280	11,69
ADMINISTRAÇÃO FU - A/B	20	100	-	-	-	-	600	-	-	200	-	400	1.320	12,06
MOLDAGEM A	150	275	270	110	395	245	75	-	-	-	-	-	1.520	13,89
MOLDAGEM B	300	50	105	70	180	150	50	-	-	-	-	-	905	8,27
MOLDAGEM C	350	75	120	340	80	445	70	-	-	200	-	-	1.680	15,35
ADMINISTRAÇÃO ACABAMENTO MECÂNICO	200	240	-	220	15	225	15	-	-	200	-	-	1.115	10,19
ZINCAGEM	54741	50011	71390	57414	59111	61712	67902	62726	77750	53259	56474	56818	729.308	6665,29
CONTROLE QUALIDADE	2000	2025	5	2000	2610	2425	2810	3000	3200	3000	3000	3400	32.475	296,79
ENGENHARIA FUNDIÇÃO	4	-	4	-	15	11	42	-	-	-	24	12	112	1,02
MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	1	-	-	-	-	-	-	24	-	12	-	-	37	0,33
RECURSOS HUMANOS	12	10	12	12	-	-	12	-	-	-	-	22	80	0,73
FUSÃO A	-	50	55	40	80	95	25	-	-	-	-	-	345	3,15
MACHARIA A/B	-	50	875	40	125	70	30	-	-	-	200	-	1.390	12,7
FUSÃO B	-	100	45	40	70	75	25	-	-	-	-	4	359	3,25
ADMINISTRAÇÃO FUNDIÇÃO C	-	250	40	-	-	-	-	-	200	200	-	-	690	6,30
FUSÃO C	-	75	-	80	45	175	25	-	-	-	-	-	400	3,65
MACHARIA C	-	75	215	270	275	345	225	400	200	200	200	200	2.605	23,8
ACABAMENTO C	-	25	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	75	0,68
USINAGEM C	-	198	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	1,8
ACABAMENTO FUNDIÇÃO	-	47	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	0,52
CONSTRUÇÃO MECÂNICA	-	12	-	-	-	10	22	10	-	5	22	-	81	0,74
ADMINISTRAÇÃO MATERIAIS	-	50	10	-	425	25	10	200	400	-	204	200	1.524	13,92
SERVIÇO MARKETING	-	8	-	200	204	4	-	4	4	4	-	4	432	3,94
CENTRAL COMP. ADM. PRODUÇÃO	-	-	402	14	-	200	-	800	-	200	200	-	1.816	16,59
MOLDAGEM FU - BLOCOS	-	-	58	-	25	200	5	-	200	1	-	-	409	4,46
ENGENHARIA MECÂNICA	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	0,10
ACABAMENTO FUNDIÇÃO BLOCOS	-	-	-	200	-	-	-	-	-	200	-	-	400	3,65
MANUTENÇÃO ELÉTRICA	-	-	-	10	167	205	225	165	200	180	160	102	1.414	12,90
MACHARIA FU - BLOCO	-	-	-	-	50	-	20	-	-	-	-	10	80	0,73
ADMINISTRAÇÃO INSTALAÇÃO	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	50	0,45
MANUTENÇÃO MECÂNICA FUNDIÇÃO	-	-	-	-	-	-	400	800	1300	600	1200	600	4.900	44,8
ROSCA	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-	12	-	42	0,38
FORNO TUNEL	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	10	0,09
ACABAMENTOS ESPECIAIS	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	50	0,45
PREPARAÇÃO AREIA	-	-	-	-	25	-	10	-	-	-	-	-	35	0,31
ASSISTÊNCIA TÉCNICA FÁBRICA	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	0,04
														7.195,1

FONTE: Setor de Informações Técnicas

TABELA 17 - Consumo do Gás Liquefeito do Petróleo por Centro de Custos

-81-

GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO (Kg)														
CENTRO DE CUSTOS	MÊS												TOTAL	CONSUMO EM Gcal
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
CENTRAL QQP. ADMINISTRAÇÃO PRODUÇÃO	2180	2740	3540	3140	3660	3980	3440	4640	4110	3200	3320	3900	40850	428,92
ADMINISTRAÇÃO FU - BLOCOS	3110	3890	4840	3853	4360	4920	3960	4340	2800	3380	3260	2940	45653	479,35
FUSÃO FU - BLOCOS	12701	15545	12757	12759	14431	16391	14737	147770	8650	18352	14994	14738	170829	1.793,70
MAQUIARIA FU - BLOCOS	10112	7397	13137	12159	14488	16094	12732	12764	7430	16610	15937	13515	150375	1.578,93
ADMINISTRAÇÃO FU - A/B	4360	5630	6840	6200	6900	6060	3580	8580	8460	8440	7880	7840	80770	848,08
FUSÃO A	5045	4629	5067	5067	5731	6510	5853	5867	5666	7289	5955	5854	68533	719,59
MAQUIARIA A/B	25910	21710	23024	26028	26478	30435	29063	29104	27178	35438	28587	28066	331021	3.475,72
FUSÃO B	10651	9525	10426	10428	11794	13396	15504	12085	11888	14999	12435	12316	145447	1.527,19
ADMINISTRAÇÃO FU - C	4385	3960	4800	19352	4800	4460	4780	5060	4740	4760	3780	3900	68777	722,15
FUSÃO C	15313	14051	15560	17588	17398	19761	17947	17784	17471	22126	18077	17987	211063	2.216,16
MAQUIARIA C	14456	13917	14570	13383	16459	18695	16808	16871	16636	20932	17146	16855	196728	2.065,6
ADMINISTRAÇÃO REODEMENTO	1880	2380	2700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6960	73,08
ADMINISTRAÇÃO ACABAMENTO MECÂNICO	4939	5599	7160	4640	6860	7120	7260	8040	7580	7960	8480	7480	38118	872,73
CENTRO PESQUISA DESENVOLVIMENTO	225	-	360	-	-	90	-	270	-	135	225	135	1440	15,12
CONTROLE QUALIDADE	1680	2580	2840	2740	2990	3200	3380	12340	2300	2180	2020	2060	40310	423,25
ENGENHARIA FUNDIÇÃO	400	400	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	1025	11050	116,02
LABORATÓRIO	120	190	160	145	170	190	165	170	145	185	170	145	1955	20,52
ENGENHARIA PRODUTO	20	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	33	0,34
PROGRAMAÇÃO CONTROLE INSTALAÇÃO	240	320	260	280	400	480	280	220	400	500	440	460	4340	45,57
SERVIÇOS SOCIAIS	26	26	26	232	26	26	52	52	37	52	26	52	635	6,66
ADMINISTRAÇÃO MATERIAIS	820	-	1120	4985	7340	7170	5965	7695	7100	4845	8370	4105	59515	624,90
SERVIÇOS MARKETING	3060	3640	3900	3580	4240	4440	4160	4320	4360	4100	4040	4060	47900	502,9
ADMINISTRAÇÃO EXPANSÃO	160	160	180	180	140	100	100	60	-	120	20	20	1240	13,02
MOLDIAGEM C	-	45	45	-	45	90	45	-	-	-	-	-	270	2,83
ACABAMENTO FUNDIÇÃO	-	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	0,94
MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL	-	45	-	45	-	45	-	90	13	-	45	-	283	2,97
LIMPEZA A/B	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	0,47
CONSTRUÇÃO MECÂNICA	-	-	135	45	45	135	135	90	-	-	-	-	675	7,08
FORNO TUNEL	-	-	-	2220	2780	2520	2400	2400	1580	2640	2140	2260	20940	219,97
CENTRAL AREIA	-	-	-	1840	-	2920	3175	2320	4765	4040	3570	2750	25380	266,49
ZINCAGEM	-	-	-	-	26	-	13	52	13	26	26	26	182	1,91
														19.418,36

FONTE: Setor de Informações Técnicas

TABELA 18 - Consumo de Óleo Diesel por Centro de Custos

ÓLEO DIESEL (L)														
CENTRO DE CUSTOS	MÊS												TOTAL	CONSUMO EM Gcal
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AÇO	SET	OUT	NOV	DEZ		
CENTRAL COMP. AIL. PRODUÇÃO	3624	5203	4448	3925	4680	7228	7182	7943	7421	8345	9072	8782	77793	773,7
ADMINISTRAÇÃO FU - BLOCO	164	33819	31428	26328	15981	177	227	173	177	96	169	146	108888	1.083,0
FUSÃO BLOCO	50	50	450	-	-	-	-	-	-	-	200	-	750	7,5
MOLDAGEM FU - BLOCO	-	250	250	210	300	300	50	500	-	25	20	50	1955	19,4
MAQUARIA BLOCO	28600	-	75	10700	20356	35090	44252	40258	21885	31645	25467	24910	292148	2.905,4
ADMINISTRAÇÃO IU - A/B	240	674	289	250	287	273	186	272	353	294	257	367	3742	37,2
FUSÃO A	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	1,5
MOLDAGEM A	1200	2050	1800	1000	1850	1700	2625	2252	2800	1625	2471	3243	24586	244,5
MAQUARIA A/B	53960	53470	62605	65530	70250	73810	73775	61050	68465	71315	62190	62650	777070	7.728,0
FUSÃO B	50	50	50	-	25	-	-	-	-	-	-	-	175	1,7
MOLDAGEM B	200	50	40	820	475	100	816	304	875	2545	1536	2086	9877	98,2
ADMINISTRAÇÃO FU - C	415	492	153	122	27	45	29	30	-	-	-	52	1365	13,6
FUSÃO C	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	1,5
MOLDAGEM C	1353	1735	2980	158	2317	2772	1780	1452	552	1260	1484	862	20175	200,05
MAQUARIA C	19930	22320	54485	35498	23459	22750	23075	25570	23225	22620	18505	18190	309627	3.079,2
FORNO TUNEL	7200	-	25	10	-	3160	240	15692	16786	10830	7780	-	54723	0,05
FORNO B B C	1656	1499	2744	1430	1356	6917	6234	987	3219	2579	1087	-	29708	235,8
ADMINISTRAÇÃO ACAB. MECÂNICO	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	0,2
ACABAMENTO FUNDIÇÃO	5	-	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	0,6
ZINCAGEM	17300	6000	12000	16800	29294	20760	45000	57660	61900	49800	45600	43900	406014	4.038,0
CENTRO PESQUISA DESENVOLVIMENTO	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	2,0
ENGENHARIA FUNDIÇÃO	1077	1313	1889	2507	2243	1894	1643	1657	1236	1096	1329	454	18315	128,2
ENGENHARIA MECÂNICA	10	45	20	40	-	5	-	-	-	-	-	-	120	1,2
ENGENHARIA PRODUTO	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,05
CONSTRUÇÃO CIVIL	157	160	79	122	135	31	86	38	200	106	198	126	1438	14,3
MANUTENÇÃO MECÂNICA FUNDIÇÃO	5	-	-	200	-	-	-	27	200	433	210	20	1095	10,9
MANUTENÇÃO UTILIDADES INDUSTRIAIS	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	2,0
MANUTENÇÃO ELÉTRICA INDUSTRIAL	160	140	160	130	100	-	-	-	-	-	-	-	690	6,9
RECURSOS HUMANOS	12	-	-	12	-	-	-	-	12	-	-	-	36	0,3
ADMINISTRAÇÃO MATERIAIS	4730	3891	4526	11885	12033	13347	17367	16632	16441	9478	10524	8601	129255	1.285,4
ADMINISTRAÇÃO EXPANSÃO	20	60	36	20	20	30	40	20	10	110	71	40	471	4,7
GERADOR	2000	-	923	200	-	400	1200	-	-	-	-	-	4723	47,0
ROSCA	-	-	-	-	90	-	260	70	-	115	30	90	655	6,5
COMPRESSORES FU - BLOCO	-	-	-	10	-	120	-	-	-	-	-	-	130	1,3
ASSISTÊNCIA TÉCNICA FUNDIÇÃO A/B	-	-	-	-	-	92	55	-	-	-	-	-	147	1,5
USINAGEM PEÇAS ESPECIAIS	-	-	-	20	41	11	-	-	-	-	-	-	72	0,7
GASÔMETRO	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	-	-	400	4,0
MANUTENÇÃO MECÂNICA INDUSTRIAL	190	120	106	2	8	15	10	70	9	8	40	-	584	5,8
MANUTENÇÃO FUNDIÇÃO BLOCO	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	2,0
CONSTRUÇÃO MECÂNICA	10	28	12	49	57	24	26	17	24	55	17	10	327	3,2
														21.997,05

FONTE: Setor de Informações Técnicas

TABELA 19 - Consumo de Energia Elétrica por Centro de Custos

ENERGIA ELÉTRICA (Kwh)														
MES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AÇO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL	CONSUMO EM Gcal
CENTRAL COMP. ADM. PRODUÇÃO	483400	492232	510000	495000	521200	567700	576000	568300	515500	539000	540000	530000	5862132	5.041,43
FUSÃO BLOCOS	1572030	1596540	1729000	1648400	1244900	2733800	2200100	1385700	1385700	1863100	2332800	1962000	22731070	19.548,72
MOLDAGEM BLOCOS	265400	254530	250000	205000	194500	243200	258600	205500	123800	183660	188000	184400	2556330	2.198,44
MACHARIA BLOCOS	58200	57400	60000	112500	87500	93400	115800	76800	59400	60600	65000	80000	625440	795,87
LIMPEZA BLOCOS	50000	60000	80000	30200	25200	28300	27100	27300	25300	20200	25300	20800	413400	355,52
ACABAMENTO MECÂNICO BLOCOS	126000	121560	135000	199900	205600	220200	224700	235400	148600	188600	201700	220200	2226860	1.913,09
COMPRESSOR BLOCOS	280500	320000	380000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	980500	843,23
FUSÃO A	165500	210736	200500	196000	183100	194800	183100	204000	168500	179000	153200	155600	2194936	1.888,87
MOLDAGEM A	120100	121338	130000	80700	17500	71100	67500	59900	48800	47000	47200	46600	911758	784,09
MACHARIA A/B	30000	30335	32000	53800	50100	48900	47000	56800	56000	56200	51900	50000	563935	484,98
LIMPEZA A/B	19000	9100	10000	33300	34000	60300	76900	92200	91600	90000	93400	90500	700300	602,25
FUSÃO B	2871438	2908250	3215500	3059000	2667200	2805700	3433100	3902700	3552300	3461400	3047000	3034800	37595188	32.644,90
MOLDAGEM B	272800	299425	320000	259800	243700	279100	316600	252800	245000	222000	206100	227000	3144325	2.704,11
FUSÃO C	1370700	1274267	1454000	1403950	1483700	640700	1502100	1603300	1502600	1419900	1310100	1480800	17446117	15.603,66
MOLDAGEM C	145000	145104	165000	156100	129300	147000	161400	143800	127200	116300	107900	101300	1645704	1.415,30
MACHARIA C	20500	20529	23500	25000	46400	48000	56000	55800	50600	48600	50900	48200	494029	424,86
LIMPEZA C	31000	71023	35000	85000	64100	63500	64600	57400	53600	44600	40300	36600	646523	556,00
ACABAMENTO C	65000	65000	65000	26000	29000	24200	23500	24400	23500	20400	21000	21400	402300	345,97
USINAGEM C	20000	20000	20000	86000	109500	113200	110400	96200	96200	86200	70000	90000	917700	789,22
FORNO TUNEL	4200	4624	5700	21500	19200	20100	18100	15400	10800	10600	10960	21000	162124	139,46
FORNO B.B.C.	476200	462070	480000	294500	379700	405100	434100	506400	491100	482200	474000	479500	5364870	4.613,78
FORNO ELEVADOR	36400	35924	32000	20000	16800	17500	14600	12000	10000	16500	15400	13400	240524	206,85
FORNO HUBBERT	250000	273790	320000	495700	515200	554600	532400	521800	512400	504300	502800	498800	5461790	4.697,13
FORNO EL. TÉRMICO	109600	110920	120500	158000	156600	154200	164200	210200	203700	204100	200500	195000	1988120	1.709,78
GASOMETRO	10500	10200	13200	14100	13200	12700	12800	12200	12200	14000	12700	13000	150500	129,68
ACABAMENTO FUNDIÇÃO	246300	248964	280000	192000	200300	249700	246700	286500	240600	247600	243900	234500	2917064	2.508,67
USINAGEM PEÇAS ESPECIAIS	120200	125352	150000	27000	41600	43800	49400	39000	27400	29200	21500	19600	674052	579,68
ZINCOAGEM	78300	76110	79200	63000	192900	218500	235800	238400	222000	169400	198800	189700	1962110	1.687,41
COMPRESSORA ACABAMENTO MECÂNICO	30600	29400	22000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82000	70,52
CONTROLE QUALIDADE	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	204000	175,44
ADMINISTRAÇÃO FU - BLOCOS	15000	15000	15000	490000	468000	504000	513800	504300	492600	493900	519200	510000	4540800	3.905,08
SECAGEM DE AREIA	15000	12000	14000	18000	16000	15000	15000	14000	16000	15000	15000	15000	180000	154,8
ADMINISTRAÇÃO MATERIAIS	3000	3100	2900	2800	2300	3000	2900	3000	3100	3300	2700	3000	36000	30,96
SERVIÇOS GERAIS	14000	15000	16000	15000	16000	14000	15500	14500	15000	14900	16100	15000	180000	154,8
ROSCA	47100	46354	58000	81000	79200	90200	83100	98100	92900	92300	100500	93500	963454	828,57
DIVERSOS*	407067	432383	436285	470800	503200	518900	528400	547400	517000	558600	561100	619000	6100135	5.246,11
														115.179,23

FONTE: Setor de Informações Técnicas

\*DIVERSOS - Consta de 10 centros de custos com menos de 36.000 Kwh anual

A N E X O 3

Lista de Verificação

1. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA	NA	S	N	NS	PARC	MI
1) Quais as fontes de energia utilizadas na empresa						
(a) Combustíveis sólidos						
a.1. Carvão (Antracito)						
a.2. Carvão (Pedra)						
a.3. Carvão (Inglês)						
a.4. Carvão (Vegetal)						
a.5. Carvão (Vapor)						
a.6. Carvão (Coque)						
a.7. Madeira (10% umidade)						
a.8. Bagaço de cana (50% umidade)						
a.9. Outros						
(b) Combustíveis líquidos						
b.1. Óleo com alto ponto de fluidez						
b.2. Óleo com baixo ponto de fluidez						
b.3. Óleo com baixo teor de enxofre						
b.4. Mistura 25						
b.5. Mistura 50						
b.6. Mistura 75						
b.7. Mistura 80						
b.8. OC4						
b.9. Óleo Diesel						
b.10. Gasolina (0,734 Kg/l)						
b.11. Querosene						
b.12. Outros						
(c) Combustíveis gasosos						
c.1. G.L.P.						
c.2. Propano						
c.3. Gás natural						
c.4. Gás nafta						
c.5. Outros						
(d) Energia Elétrica						

2. UTILIZAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA	NA	S	N	NS	PARC	MI
2.1. Sistemas Químicos-Mecânicos-Elétricos						
2.1.1. Sistemas de Aquecimento						
2) A qualidade do combustível (poder calorífico) usado na usina geradora de calor é a mais apropriada ?						
3) Os conjuntos de controle automáticos e chaves de tempo são verificados periodicamente ?						
4) Há controle da eficiência da combustão, perdas de combustíveis e quantidade de excesso de ar ?						
5) Há controle sob a qualidade da chama e o ajustamento da combustão quando necessário ?						
6) O operador regula o número de caldeiras em funcionamento com a carga de tal maneira que haja um número em operação em carga parcial ?						
7) A abertura das portas das caldeiras são minimizadas ?						
8) Há possibilidade de utilizar técnicas aerodinâmicas nas câmaras de combustão e caldeiras, para melhorar as trocas de calor para uma circulação do fluxo de gás e ar mais eficiente, pelo ajustamento de defletores ?						
9) Para processos de secagem, é feito o monitoramento do conteúdo de umidade de ar de secagem e exaustão, reciclando o ar de exaustão ainda aproveitável ?						

Sistemas de Aquecimento	NA	S	N	NS	PARC	MI
10) É utilizado pré-aquecimento na combustão com um recuperador, visando reduzir o consumo de combustível ?						
11) A eficiência da caldeira é verificada periodicamente ?						
12) A água de alimentação da caldeira é tratada ?						
13) Está havendo controle da quantidade de vapor consumido pelo setor(es) ?						
14) Está havendo uma verificação periódica nessas quantidades consumidas para saber se elas são as mínimas necessárias ao processo ?						
15) Existe um sistema de eliminação automática do ar e gases não condensáveis nas linhas de distribuição de vapor ?						
16) As futuras expansões foram previstas?						
17) A remoção mecânica da umidade estará sendo feito eficientemente ?						
18) O calor que eventualmente seria perdido estará sendo usado em processos de pré-aquecimento ?						
19) Existirão correntes de ar resfriando processos de aquecimento e aumentando o consumo de combustível ?						
20) As válvulas de bloqueio do vapor estarão sendo fechadas quando os equipamentos não estão sendo utilizados ?						

Sistemas de Aquecimento	NA	S	N	NS	PARC	MI
21) Ou, quando item 20 não for possível, estará a pressão de vapor sendo redu <u>z</u> ida ?						
22) Nos secadores, estará havendo o máxi <u>m</u> o de re-circulação do ar quente ?						
23) Estará sendo minimizada a infiltra <u>ç</u> ão de ar frio ou não aquecido ?						
24) As temperaturas estarão sendo automa <u>t</u> icamente controladas em todas as fa <u>s</u> es do processo ?						
25) Não estão sendo usadas pressões aci <u>m</u> a das mínimas necessárias ?						
26) O vapor fornecido aos processos de a <u>q</u> uecimento ou de secagem é o mais se <u>c</u> o possível ?						
27) Poderiam ser diminu <u>í</u> dos os períodos de cargas máximas ?						
28) Não estão as caldeiras trabalhando a <u>c</u> ima de 80% de sua capacidade ?						
29) Caso positivo, não estará ela geran <u>d</u> o vapor de baixa qualidade ?						
30) Foram tomadas providênc <u>i</u> as para me <u>l</u> horia da qualidade do vapor ?						
31) Estará sendo usado o tipo corre <u>t</u> o de purgador para cada tipo de aplica <u>ç</u> ão ?						
32) Estarão eles corretamente instala <u>d</u> os ?						

Sistemas de Aquecimento	NA	S	N	NS	PARC	MI
33) Estarão todos os purgadores precedidos por filtro e acompanhados por visores de fluxos ?						
34) Existem válvulas de retenção instaladas após os purgadores e principalmente quando existe elevação do condensado ?						
35) Todo o condensado possível está sendo recuperado ?						
36) Será que válvulas de "by pass" não estarão sendo usadas inadequadamente ?						
37) Existem eliminadores automáticos de ar instalados em todos os espaços de vapor para se conseguir a máxima eficiência dos equipamentos ?						
38) A eficiência dos purgadores não poderia ser aumentada através do alívio de pressão das tubulações de retorno do condensado com a instalação de bombas de elevação ?						
39) Estará o vapor de reevaporação sendo desperdiçado para a atmosfera ?						
40) Não poderia o vapor de reevaporação ser usado para pré-aquecimento de outros processos ?						
41) Estará havendo desperdício desnecessário de condensado ?						

Sistemas de Aquecimento	NA	S	N	NS	PARC	MI
42) O sistema de retorno de condensado e o tanque de alimentação da caldeira estarão termicamente isolados ?						
43) Há possibilidade de através de trocadores de calor recuperar o calor contido no condensado contaminado ?						
44) O sistema é posto em funcionamento <u>so</u> mente quando se faz necessário ? (exceto para um pré-aquecimento)						
45) Há ajustes das aberturas para descar <u>g</u> as e ar procurando evitar excessivas variações bruscas de temperaturas ?						
2.1.2. Sistemas de Ventilação						
46) Os sistemas de ventilação são utiliza <u>d</u> os somente quando necessário ?						
47) O tipo de ventilação utilizada é real <u>m</u> ente necessária ?						
48) É suficiente ?						
49) São verificados e ajustados os siste <u>m</u> as de exaustão para manter o volume de ar mínimo satisfatório ?						
50) No sistema, através de uma melhoria no projeto, podem ser reduzi <u>d</u> as excessivas quantidades de ar, pela redução das perdas de carga localizadas ?						

2.1.3. Sistemas de Refrigeração	NA	S	N	NS	PARC	MI
51) O sistema é posto em funcionamento somente quando necessário ?						
52) O sistema é utilizado somente em ambientes que o requeiram ?						
53) Há controle da temperatura quando o sistema está em funcionamento ?						
54) Há controles automáticos para colocar e retirar o sistema de funcionamento ?						
55) Há possibilidade de reduzir a pressão do fluido frigorífico para o mínimo requerido a fim de melhorar a eficiência do sistema ?						
56) A eficiência do sistema é verificada periodicamente ?						
2.1.4. Sistemas de Ar Comprimido						
57) O sistema é posto em funcionamento somente quando necessário ?						
58) O sistema é utilizado somente em ambientes que o requeiram ?						
59) A pressão utilizada no compressor não é mais alta do que a necessária ?						

Sistemas de Ar Comprimido	NA	S	N	NS	PARC	MI
60) Há possibilidade de reduzir a pressão do ar comprimido para o número requerido a fim de melhorar a eficiência ?						
61) A eficiência do sistema é verificada periodicamente ?						
62) Está sendo usado o tipo correto de purgador para cada tipo de aplicação ?						
63) Estarão eles corretamente instalados ?						
64) Estarão os purgadores precedidos por filtro e acompanhados por visores de fluxos ?						
65) Existem aparelhos de medida ao longo da linha de alta pressão ?						
66) Existem válvulas reguladoras de pressão ?						
67) As linhas de transporte de ar comprimido estão adequadamente projetados?						
2.1.5. Sistemas de Iluminação						
68) As lâmpadas em áreas onde a luz do dia for adequada são apagadas ?						

Sistemas de Iluminação	NA	S	N	NA	PARC	MI
69) Quais os tipos de lâmpadas utilizadas ?						
a. Incandescente						
b. Incandescente halogenada						
c. Fluorescente						
d. Vapor de mercúrio						
e. Mista						
f. Vapor de sódio a baixa pressão						
g. Vapor de sódio a alta pressão						
h. Outras						
70) Há alguma preocupação em seu setor para desligar as lâmpadas quando o mesmo não está sendo utilizado ?						
71) Os limites de iluminação recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas estão sendo cumpridos ?						
72) Será que um melhor arranjo físico de iluminação poderia reduzir o número de luzes requerido ?						
73) São utilizados acabamentos de cor clara nas paredes que podem ser facilmente limpas ?						
74) Existem muitas lâmpadas de descarga (vapor de mercúrio, fluorescentes, etc.) sem correção individual do fator de potência ?						
2.2 Equipamentos						
75) Possui dispositivos de partida para motores com potência superior a 5HP tais como: chaves compensadoras, es-trela-triângulo, etc ?						

Equipamentos	NA	S	N	NS	PARC	MI
76) Foram analisadas as vantagens da utilização de tais dispositivos de partida ?						
77) Ocorrem desligamentos de disjuntores ou chaves fusíveis em suas instalações ? a. raramente b. as vezes c. frequentemente						
78) Ocorrem curtos-circuitos em suas instalações ? a. raramente b. as vezes c. frequentemente						
79) Existem equipamentos, sem produzir em determinados períodos ?						
80) Existem equipamentos funcionando simultaneamente quando poderiam operar em horários distintos ?						
81) O reescalamento do horário de funcionamento de alguns equipamentos traria inconvenientes ao processo produtivo ?						
82) Possui algum equipamento que provoca grandes flutuações de tensão ? a. forno b. pontes rolantes c. solda d. outros						

Equipamentos	NA	S	N	NS	PARC	MI
83) As TAPs dos transformadores estão adequados com a tensão de fornecimento ?						
84) Existem grandes transformadores de potência alimentando pequenas cargas ?						
85) Os transformadores ficam ligados em vazio por longos períodos ?						
86) Existe grande quantidade de motores de pequena potência ?						
87) Existem fornos de redução ?						
a. a arco						
b. de resistência						
88) Existe atualmente em funcionamento algum equipamento para correção de fator de potência ?						
89) Já foram desenvolvidos estudos para reescalonar operações a fim de evitar picos (aumento da demanda) ?						
90) Já ocorreu aumento na carga dos condutores elétricos sem haver alteração na rede ?						
91) Alguma providência já foi tomada para desenergizar o excesso de capacidade dos transformadores ?						
92) Há registro do desempenho do maquinário existente no setor ?						

Equipamentos	NA	S	N	NS	PARC	MI
93) Existem instrumentos de medição de tal modo que áreas de consumo excessivo possam ser identificadas ?						
94) Existe algum motor super dimensionamento para a respectiva máquina ?						
95) Existem motores que trabalham em vazio durante grande parte do tempo em que estão ligados ?						
96) Considerando as máquinas e equipamentos que a empresa dispõe para realizar a sua produção, ela poderia ser classificada em relação aos concorrentes como:						
a. atrasada						
b. em posição média						
c. avançada						
97) A produção tem sofrido atrasos nos últimos 6 meses, devido ao mau funcionamento ou quebra de máquinas ?						
98) Existem máquinas ou equipamentos em funcionamento na empresa que poderiam ser classificados como obsoletos ?						
2.3 Manutenção						
99) Qual o tipo da manutenção aplicada na empresa ?						
a. preventiva						
b. periódica						
c. periódica-preventiva						
d. só em emergência						
e. nunca						
f. outra						

Manutenção	NA	S	N	NS	PARC	MI
100) Em caso de ser utilizada a manutenção periódica, qual o período						
a. anual						
b. de 6 em 6 meses						
c. de 3 em 3 meses						
d. mensal						
e. outro(s)						
101) As manutenções são dirigidas através de manuais ?						
102) Há manuais de serviço de reparo para cada equipamento ?						
103) Existem descrições de trabalhos padrões para economizar tempo em procedimentos repetitivos ?						
104) É mantida uma manutenção periódica em caldeiras, fornos, torres de refrigeração, etc ?						
105) As máquinas e equipamentos de seu setor estão recebendo manutenção satisfatória ?						
106) Tem realizado periodicamente a manutenção preventiva ?						
a. dos equipamento de entrada (E.E.)						
b. para-raios						
c. fusíveis						
d. seccionadores						
e. disjuntores						
f. isoladores						
g. transformadores						

Manutenção	NA	S	N	NS	PARC	MI
107) É feita uma verificação periódica em todas as linhas de vapor, ar comprimido, aquecimento, etc, visando acabar com os vazamentos ?						
108) Há limpeza regular nas linhas de vapor, água, ar, gás, procurando eliminar a formação de incrustações ?						
109) Tem sido realizada periodicamente a manutenção preventiva das instalações elétricas internas ? a. rede de alta tensão b. rede de baixa tensão c. fusíveis d. chaves magnéticas e. triângulo/estrela						
110) É feita aferição periódica de todos os equipamentos de medida e controle ?						
2.4. Transportes						
111) São feitas análises das cargas dos caminhões quando da escala de entrega, para reduzir o número de viagens ?						
112) Procura-se otimizar a rota dos transportes procurando minimizar a quilometragem ?						
113) Há possibilidade de reduzir as viagens de negócios usando telefone ?						

Transportes	NA	S	N	NS	PARC	MI
114) Há controle do consumo de combustíveis quando das viagens feitas através da empresa ?						
115) Há possibilidade para o transporte interno ser movido a eletricidade ou óleo diesel reduzindo o consumo de gasolina ?						
3. PESSOAL						
116) Existe carência de pessoal de nível superior ou técnico na empresa ?						
117) Tem-se notado a falta de conhecimento teórico-prático do pessoal envolvido no processo produtivo, em seu setor ?						
118) Tem sido notada alguma falha em determinada atividade de manipulação de máquinas e equipamentos devido a falta de qualificação de pessoal para desempenhá-la ?						
119) Considera que deveria haver um treinamento mais especializado para o pessoal mais envolvido no setor produtivo ?						
120) Há disponibilidade de mão-de-obra na região que possa ser empregada na empresa ?						

4. CONTROLE	NA	S	N	NS	PARC	MI
121) A quantidade de energia utilizada no setor é medida ?						
122) É usado algum procedimento no setor para controlar o consumo de energia ?						
123) Há controle sistemático do desempenho das máquinas e dos sistemas de utilização de energia em execução ?						
124) Se ocorre o item anterior, há um confronto do desempenho efetivo do consumo com algum padrão previamente estabelecido ?						
125) São elaborados relatórios para a alta direção visando a tomada de medidas corretivas caso necessário ?						
126) Esses relatórios apresentados já trouxeram algum benefício para o setor ?						
127) Os relatórios elaborados já serviram para diagnosticar problemas de excesso de consumo de energia ?						