

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DO
FATURAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS
DO K-HIPERBOLÓIDE DE CARGA E POTÊNCIA EM EMPRESAS
FRIGORÍFICAS ABATEDORAS DE BOVINOS**

DÉLCIO CARDIM

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia – Área de
Concentração em Energia na Agricultura.**

**BOTUCATU – SP
OUTUBRO – 2001**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DO
FATURAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS
DO K-HIPERBOLÓIDE DE CARGA E POTÊNCIA EM EMPRESAS
FRIGORÍFICAS ABATEDORAS DE BOVINOS**

DÉLCIO CARDIM

Orientador: **Prof. Dr. Luiz Roberto Almeida Gabriel**

Co-Orientador: **Prof. Dr. Angelo Cataneo**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP
OUTUBRO - 2001

A meus pais

Zemiro e Izabel

e aos meus irmãos

Cláudio, Cleusa, Márcio, Gilberto e Maria

Ofereço

À minha esposa

Maria Lúcia

e aos meus filhos

Guilherme e Henrique

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Roberto Almeida Gabriel, pela brilhante orientação na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Angelo Cataneo, pela amizade, pelos momentos de completa disponibilidade na discussão de assuntos relativos a este trabalho e por acreditar na minha pessoa.

Aos Professores Dr. Angelo Cataneo, Dr. Nelson Miguel Teixeira, Dr. Denival Martins, Dr. José Raimundo de Sousa Passos, Dr. Kleber Perreira Lanças, Dr. Sérgio Hugo Benez e Dr. Edivaldo Domingues Velini, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Luiz Carlos Galvão, pela leitura dos originais.

Ao Prof. Dr. Gilson João Parisotto, pela oportunidade oferecida, acreditando na minha pessoa.

Ao Prof. Dr. Márcio Cardim, pelo incentivo dados em todos os momentos, pelas sugestões, pelas críticas e por sempre acreditar na minha pessoa.

À Marisa, Márcio e Thamires, pelo apoio concedido em todos os momentos, pelo amor e carinho oferecido a minha pessoa.

À Maria Anguita e Antônio Pina, pelo apoio dado a minha família na minha ausência.

À Maria Lúcia, Guilherme e Henrique por compreender minha ausência, pela paciência, pelo constante incentivo e pelo amor oferecido.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Finalmente, a Deus e Jesus Cristo, pela proteção.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE FIGURAS	XIV
LISTA DE APÊNDICES	XVII
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO	6
4 REVISÃO DE LITERATURA	9
4.1 Parâmetros que Interferem no Uso da Energia Elétrica	9
4.1.1 Fator de Carga	9
4.1.2 Fator de Potência	12
4.2 Modalidades Tarifárias	15
4.3 Condições de Aplicação das Tarifas	20

4.4	Análise Geométrica e Diferencial do Faturamento do Consumo de Energia Elétrica e Demanda	22
4.5	Volumes Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	24
4.6	Áreas Determinadas pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	32
4.7	Técnicas Computacionais para o Desenvolvimento do Sistema	40
5	MATERIAL E MÉTODOS	45
5.1	Considerações Iniciais	45
5.2	Materiais	46
5.2.1	Softwares	46
5.2.2	Hardware	47
5.2.3	Indústrias Frigoríficas Abatedoras de Bovinos	47
5.2.4	Dados de Pesquisa	48
5.3	Métodos	49
5.3.1	Método para Análise do Consumo de Eletricidade	49
5.3.2	Método para o Cálculo do Fator de Potência	50
5.3.3	Método para o Cálculo do Fator de Carga	50
5.3.4	Método para o Cálculo do Volume	51
5.3.5	Método para o Cálculo da Área	52
5.3.6	Identificação dos Dados Coletados	53
6	RESULTADOS	56
6.1	Introdução	56
6.2	Módulo Principal do Sistema	57
6.3	Identificação da Empresa	59

6.4 Identificação dos Parâmetros Elétricos	59
6.5 Como Efetuar os Cálculos	62
6.6 Forma de Apresentação dos Resultados	63
6.7 Como Imprimir o Relatório Final	65
6.8 Como Salvar o Relatório em Arquivo	67
6.9 Comparação entre Empresas	67
6.10 Como Efetuar a Consulta de uma Empresa	70
6.11 Como Efetuar a Exclusão de uma Empresa	71
6.12 Situação das Empresas Referente ao K-Hiperbolóide de Carga e Potência	72
7 DISCUSSÃO	76
7.1 Situação da Empresa A Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	77
7.1.1 Volumes Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa A	78
7.1.2 Áreas Determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa A	79
7.2 Situação da Empresa B Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	80
7.2.1 Volumes Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa B	81
7.2.2 Áreas Determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa B	82

7.3 Situação da Empresa C Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	83
7.3.1 Volumes Determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C	84
7.3.2 Áreas Determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C	85
7.3.3 Volumes Determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C	87
7.3.4 Áreas Determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C	88
7.4 Situação da Empresa D Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	89
7.4.1 Volumes Determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D	90
7.4.2 Áreas Determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D	91
7.4.3 Volumes Determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D	93
7.4.4 Áreas Determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D	94
7.5 Situação da Empresa E Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	95

7.5.1 Volumes Determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E	96
7.5.2 Áreas Determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E	97
7.5.3 Volumes Determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E	99
7.5.4 Áreas Determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E	100
7.6 Situação da Empresa F Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	101
7.6.1 Volumes Determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F	102
7.6.2 Áreas Determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F	103
7.6.3 Volumes Determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F	104
7.6.4 Áreas Determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F	105
7.7 Comparação da Eficiência e Racionalidade Relativamente aos Volumes Compostos e Áreas Compostas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência	107
7.7.1 Empresas A e B	107
7.7.1.1 Comparação de Eficiência	107

7.7.1.2 Comparação de Racionalidade	109
7.7.2 Empresas C e D no Horário de Ponta	110
7.7.2.1 Comparação de Eficiência	111
7.7.2.2 Comparação de Racionalidade	112
7.7.3 Empresas C e D no Horário Fora de Ponta	114
7.7.3.1 Comparação de Eficiência	114
7.7.3.2 Comparação de Racionalidade	116
7.7.4 Empresas E e F no Horário de Ponta	117
7.7.4.1 Comparação de Eficiência	118
7.7.4.2 Comparação de Racionalidade	119
7.7.5 Empresas E e F no Horário Fora de Ponta	121
7.7.5.1 Comparação de Eficiência	121
7.7.5.2 Comparação de Racionalidade	123
8 CONCLUSÕES	125
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
APÊNDICES	134

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Estrutura atual de tarifas observadas as condições básicas para o fornecimento	20
2 Exemplo de arquivo de dados da tarifa convencional	54
3 Exemplo de arquivo de dados da tarifa azul	54
4 Exemplo de arquivo de dados da tarifa verde	55
5 Detalhes do Relatório gerado pelo SAFCEE v 1.1	66
6 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa A	72
7 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa B	72
8 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa C nos horários de ponta e fora de ponta	73
9 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa D nos horários de ponta e fora de ponta	73

10 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa E nos horários de ponta e fora de ponta	73
11 Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa F nos horários de ponta e fora de ponta	74
12 Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas A e B	74
13 Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas C e D nos horários de ponta e fora de ponta	75
14 Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas E e F nos horários de ponta e fora de ponta	75

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Gráfico da demanda em função do tempo, mostrando a energia efetivamente utilizada e a energia não utilizada, CESP – Manual de fator de carga (1990)	10
2 Triângulo de potências ou de energias	12
3 Comportamento médio do mercado de eletricidade, ao longo do dia, CODI – Tarifas Horo-Sazonais, Manual de Orientação ao Consumidor	16
4 Comportamento do consumo/demanda de energia ao longo do ano, CODI – Tarifas Horo-Sazonais, Manual de Orientação ao Consumidor	18
5 Esboço do K-Hiperbolóide de Carga e Potência	23
6 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_A$	26
7 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{AEf}$	26
8 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{ARac}$	27
9 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{Ef / Rac}$	27

10 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{TU}$	28
11 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{CA_{EF}AeB}$	29
12 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{CTU_{EF}AeB}$	30
13 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{CA_{Rac}AeB}$	31
14 Esboço do sólido S, onde $V(S) = V_{CTU_{Rac}AeB}$	32
15 Esboço da região R, onde $A(R) = A_A$	34
16 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{Aef}$	34
17 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{ARac}$	35
18 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{Ef / Rac}$	35
19 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{TU}$	36
20 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CA_{EF}AeB}$	37
21 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CTU_{EF}AeB}$	38
22 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CA_{Rac}AeB}$	39
23 Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CTU_{Rac}AeB}$	40
24 Cálculo do volume de um sólido S	51
25 Cálculo da área de uma região R	52
26 Módulo principal do sistema	57
27 Menu principal ativado na opção “Iniciar Análise”	58
28 Identificação do sistema, Barra de ícones e Menus	58

29 Barra de mensagens no rodapé do módulo principal	58
30 Módulo identificação da empresa	59
31 Módulo parâmetros elétricos “Tarifa Convencional”	60
32 Módulo parâmetros elétricos “Tarifa Azul”	60
33 Módulo parâmetros elétricos “Tarifa Verde”	61
34 Módulo valores das tarifas – “Convencional”	62
35 Módulo valores das tarifas – “Azul”	62
36 Módulo valores das tarifas – “Verde”	63
37 Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta	64
38 Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta	64
39 Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Parâmetros Elétricos	65
40 Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Consulta	68
41 Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” - Seção Horário de Ponta	69
42 Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” - Seção Horário Fora de Ponta	70
43 Módulo consultar empresa	71

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice	Página
1 Dados referentes aos parâmetros elétricos das empresas	135
2 Manual do usuário	145

1. RESUMO

O propósito deste trabalho foi projetar e desenvolver um programa computacional para analisar o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa de empresas frigoríficas abatedoras de bovinos, verificando-se o uso racional e/ou eficiente de energia elétrica da referida empresa, bem como comparar a eficiência e a racionalidade da utilização de energia elétrica entre duas empresas.

Foram criadas subrotinas de sistemas para identificar, manipular e apresentar resultados a partir da grande quantidade de parâmetros elétricos obtidos das empresas.

Foram obtidos, em horário de ponta e fora de ponta, dados de demanda, consumo de energia ativa e consumo de energia reativa, que foram os dados de entrada do programa computacional para a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência.

A partir dos parâmetros elétricos, obtém-se, em horário de ponta e fora de ponta, o fator de potência (FP), o fator de carga (FC) e o consumo ativo médio (C_m) de uma empresa.

Através de modelos matemáticos que regem o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa e com os dados do fator de carga (FC) e do fator de potência (FP) de uma empresa em um determinado período, foi possível gerar o K-Hiperbolóide de Carga e Potência, onde $K = \{A, V, C\}$ dependendo do tipo de tarifa em que se enquadrar a empresa. A partir daí, foram encontradas as áreas e os volumes determinados por esses hiperbolóides.

Os resultados obtidos através dos volumes dos sólidos determinados pelos hiperbolóides e das áreas das regiões determinadas por essas superfícies foram utilizados para analisar a situação das empresas consideradas no que se refere ao faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa. A análise poderá ser realizada em qualquer empresa, não importando o ramo de atividade da mesma.

A apresentação de todos os resultados foi realizada através de tabelas, monitor de vídeo, relatório impresso, ou ainda em arquivos de dados, contendo a análise geral dos dados.

Desenvolvido na linguagem Borland Delphi 5.0 (Delphi 5), para sistema operacional Microsoft Windows, a instalação, apresentação, e utilização tornaram-se simples, possibilitando ao usuário facilidade de operação, obtendo rapidamente os resultados desejados.

COMPUTER PROGRAM TO ANALYSIS OF THE ELECTRICAL POWER CONSUMPTION BILLING THROUGH THE K-LOAD AND POTENCY HYPERBOLOID IN COLD-STORAGE SLAUGHTER HOUSES. Botucatu, 2001. 177p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: Délcio Cardim

Adviser: Prof. Dr. Luiz Roberto Almeida Gabriel

Co-Adviser: Prof. Dr. Angelo Cataneo

2. SUMMARY

The purpose of this piece of work was to project and develop a computer program to analyze the billing of the electrical power consumption and the demand of active and reactive potency of cold-storage slaughter houses, by verifying their efficient and

rational use of the electrical power, as well as compare the efficiency and rationality of the electrical power consumption between two slaughter houses.

Subroutines systems were created to identify, manipulate and present results from a great quantity of electrical standards obtained from slaughter houses.

Demand data and active and rective power consumption data were obtained, during peak and non-peak times, to be used as input data of a computer program to the analysis of the electrical power consumption billing and demand of potency.

From the electrical standards, it is obtained, during peak and non-peak times, the potency factor (FP), the load factor (FC) and the average active consumption (C_m) of slaughter houses.

By means of mathematical models, which govern the electrical consumption billing and demand of both the active and the reactive potency, and basing on the load factor (FC) and potency factor (FP) data of slaughter house in a specific period, it was possible to generate the K-Load and Potency Hyperboloid, where $K = \{A, V, C\}$ depending on the type of tariff in which the slaughter houses fits. Then, the areas and volumes that were determined by this Hyperboloid were calculated.

The results that were obtained through the volumes of the solids, determined by the hyperboloids and the areas of the regions determined by these surfaces, were used to analyze the situation of the considered slaughter houses, regarding the electrical power consumption billing and demand of both the active and the reactive potency. The analysis can be carried out in any slaughter houses, no matter its business activity.

The presentation of all the results was set out though tables, video monitors, printed report or data archive containing the general analysis of the data.

Since the program was developed in Borland Delphi 5.0 for Microsoft Windows operational system, it became very easy to be installed, presented and used, making it possible for the user to operate it and then quickly obtain the results desired.

Keywords: Computer Program, Rationalization of Electrical Power, K-Load and Potency Hyperboloid, Energetic Efficiency.

3. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento econômico e industrial, a energia elétrica passa a ser um dos componentes mais importantes da atualidade, tendo-se constituído em um fator de supra importância no desenvolvimento e progresso da economia da nação, para os quais notadamente o setor industrial contribui com uma participação significativa. A utilização da energia elétrica torna-se mais intensiva e diversificada em todos os países, fazendo com que o uso racional e eficiente da mesma seja objeto de estudo de pesquisadores de todo o mundo.

Um dos grandes problemas da produção de energia elétrica é que ela não é estocável. Esse fato obriga a adaptar instantaneamente sua oferta, levando-se em conta a diversidade de custos de produção e uma demanda muito flutuante, a qual se tenta influenciar na escolha e no uso racional por meio de tarifas diferenciadas.

No Brasil, a estrutura tarifária utilizada é a horo-sazonal. A formulação da estrutura tarifária horo-sazonal está alicerçada em três princípios básicos:

- o princípio de neutralidade, que usa o custo como base principal na determinação das tarifas;
- o princípio de eficácia, que usa o sinal preço para estimular o consumo em épocas do ano e períodos de menor custo;
- o princípio da igualdade, que garante as mesmas tarifas para as unidades consumidoras com características semelhantes.

A importância da definição das características da carga de um consumidor presta-se ao encaminhamento de três problemas básicos do sistema de distribuição: controle de voltagem, evolução das perdas no sistema e acompanhamento do carregamento térmico.

Nos circuitos de corrente alternada, deve-se distinguir três formas de potência elétrica: a potência ativa expressa em kW , a potência reativa expressa em $kVAr$ e a potência total ou aparente expressa em kVA .

Um dos índices de avaliação de uso racional de energia elétrica pelo consumidor é o fator de carga (FC). Quanto maior o valor do fator de carga obtido, melhor terá sido a utilização da energia elétrica ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo pode indicar que houve concentração de consumo de energia elétrica em um curto período de tempo, determinando alterações na demanda.

O fator de potência (FP) é outro índice que merece atenção especial. Alguns equipamentos elétricos, como os motores, além de consumirem energia ativa solicitam também energia reativa para criar o fluxo magnético que o seu funcionamento exige. Pela relação desses valores, determina-se o fator de potência médio indutivo (FP) num determinado período. O fator de potência (FP) é um índice que mostra o quanto de energia

elétrica está sendo transformada em outras formas de energia, isto é, indica a eficiência com que a energia elétrica está sendo utilizada. Quando o fator de potência é baixo, podem surgir problemas na instalação elétrica do consumidor e na rede de distribuição da concessionária.

O objetivo desse trabalho é desenvolver um programa computacional que analise, através de modelos matemáticos, o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa em empresas frigoríficas abatedoras de bovinos, verificando-se o uso racional e/ou eficiente de energia elétrica, através de superfícies geradas pelo fator de carga (FC) e pelo fator de potência (FP), bem como comparar a eficiência e a racionalidade da utilização de energia elétrica entre duas empresas. Este programa computacional pode efetuar a análise em qualquer empresa do país que apresente registro de fator de carga (ou de demanda) e fator de potência, não importando o ramo de atividade.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A literatura utilizada no presente trabalho será apresentada de acordo com os tópicos:

4.1. Parâmetros que Interferem no Uso da Energia Elétrica

4.1.1. Fator de Carga

O consumo de energia elétrica numa região não é constante; sofre fortes oscilações, em função do tempo e da atividade predominante dos consumidores.

A importância da definição das características da carga de um consumidor foi comentada por Manning (1965), lembrando que ela se presta ao encaminhamento de três problemas básicos do sistema de distribuição: controle de voltagem, evolução das perdas no sistema e acompanhamento do carregamento térmico.

De acordo com Agência para Aplicação de Energia (1988), o fator de carga (FC) é o índice que mostra se a energia elétrica está sendo utilizada de forma racional por um determinado consumidor.

O fator de carga (FC) é um índice obtido através da relação entre a demanda média e a demanda máxima medida (Figura 1), durante um período de tempo definido, podendo ser expressa pela fórmula:

$$FC = \frac{\text{Demanda Média}}{\text{Demanda Máxima Medida}} \quad (1)$$

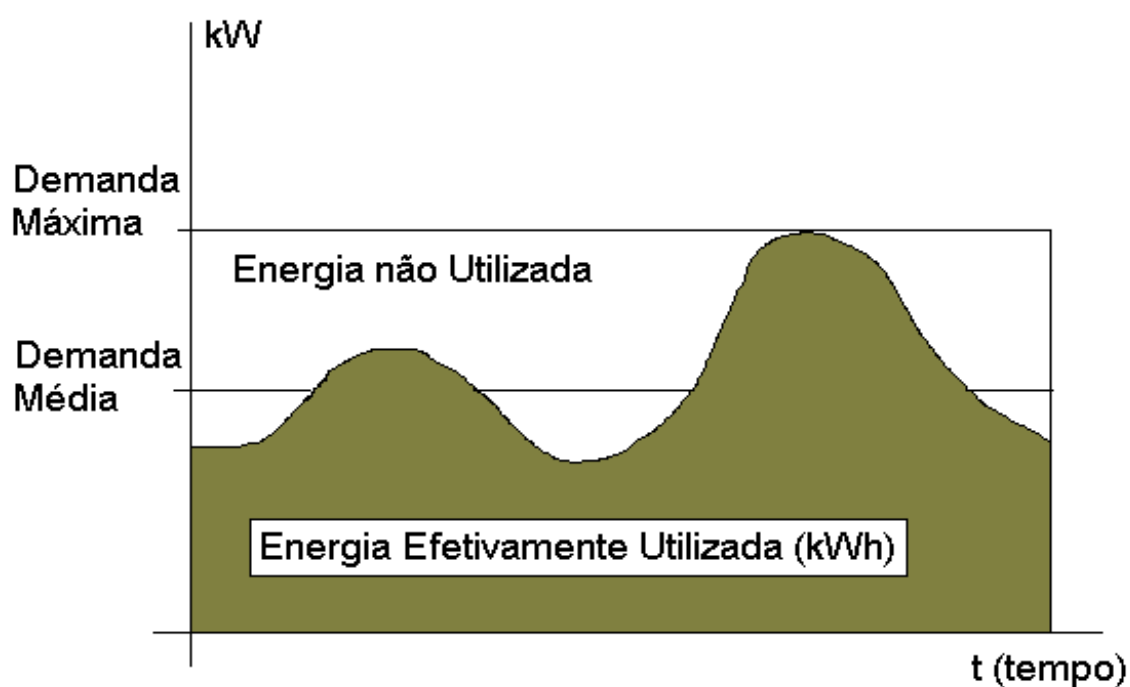


Figura 1: Gráfico da demanda em função do tempo, mostrando a energia efetivamente utilizada e a energia não utilizada. Fonte: CESP – Manual de fator de carga (1990).

Assim, o fator de carga (FC) é um índice determinado pela relação entre o consumo de energia elétrica, expresso em kWh , e a demanda máxima medida, expressa em kW , multiplicada por um período de tempo definido (T), isto é:

$Energia (kWh) = Demanda Média (kW) \times Tempo (T)$, onde:

$$Demanda Média (kW) = \frac{Energia (kWh)}{Tempo (T)} \quad (2)$$

Substituindo a equação 2 na equação 1, temos:

$$FC = \frac{\frac{Energia (kWh)}{Tempo (T)}}{Demanda Máxima Medida (kW)}, \text{ ou}$$

$$FC = \frac{Energia (kWh)}{Tempo (T) \times Demanda Máxima Medida (kW)}, \text{ ou ainda } FC = \frac{kWh}{T \times kW} \quad (3)$$

Segundo a CESP-Companhia Energética de São Paulo (1990), para melhorar o fator de carga, conservando-se o consumo de energia elétrica (kWh) e reduzindo-se a parcela correspondente à demanda (kW), deve-se tomar as seguintes medidas:

- relacionar toda a carga instalada e anotar os respectivos horários de funcionamento;
- selecionar as cargas que possam ser operadas fora do período de demanda máxima;
- reprogramar o período de funcionamento das cargas possíveis de deslocamento;
- evitar partidas simultâneas de motores que iniciam operação com carga;
- evitar ocorrência de curtos-circuitos e fugas de corrente;
- dar proteção adequada aos equipamentos e instalações elétricas, bem como manutenção periódica.

4.1.2. Fator de Potência

A maioria das cargas dos modernos sistemas de distribuição de energia elétrica são indutivas. A principal característica das cargas indutivas é que elas necessitam de um campo eletromagnético para operar. Por esta razão, elas consomem dois tipos de potência elétrica:

1^a) **Potência ativa (kW)** : para realizar o trabalho de gerar calor, luz, movimento, etc.

2^a) **Potência reativa (kVar)** : para manter o campo eletromagnético.

A potência ativa e a potência reativa, juntas, formam a potência aparente (Figura 2). A potência aparente é medida em quilovolt-Ampères (kVA).

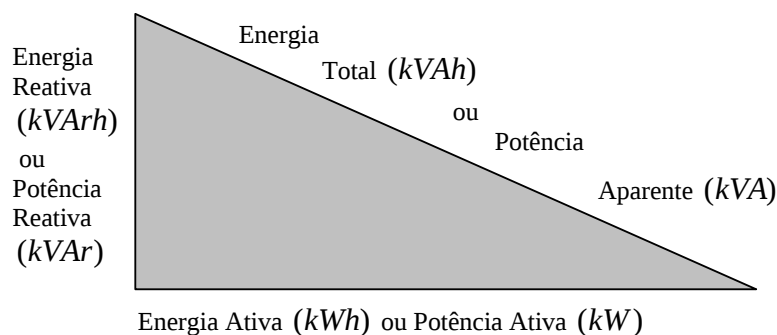


Figura 2: *Triângulo de potências ou de energias.*

De acordo com Cotrin (1982), o fator de potência (*FP*) é a relação entre a potência ativa e a potência aparente ou total expressa pela fórmula:

$$\text{Fator de Potência} = \frac{\text{Potência Ativa (kW)}}{\text{Potência Aparente (kVA)}} \quad (4)$$

A *potência ativa* é aquela que efetivamente produz trabalho útil, normalmente expressa em quilowatt (kW).

A *potência reativa* é aquela utilizada para criar o fluxo magnético necessário ao funcionamento de equipamentos que utilizam o princípio da indução eletromagnética (motores, transformadores, reatores, etc.) sendo usualmente expressa em quilovolt-ampère-reativo ($kVAr$).

A *potência aparente* é a potência total absorvida por uma instalação elétrica, usualmente expressa em quilovolt-ampère (kVA). É obtida da soma geométrica, da potência ativa com a potência reativa.

Segundo Agência para Aplicação de Energia (1988), o fator de potência, quando mantido a índices inferiores a 92 %, provoca diversos inconvenientes e, entre eles, um acréscimo na conta de energia elétrica que será inversamente proporcional ao valor do fator de potência verificado através de medição apropriada.

É necessário que os consumidores de energia elétrica se interessem pelo assunto, uma vez que a correção do fator de potência, além de proporcionar diversas vantagens técnicas, proporcionará, também, diversas vantagens econômicas, sendo uma delas, a redução nos custos finais de produção.

De acordo com a CESP-Companhia Energética de São Paulo & a CPFL-Companhia Paulista de Força e Luz (1980), os componentes dos sistemas elétricos (geradores, circuitos de transmissão e distribuição, transformadores, instalações internas dos consumidores, etc.), quando operados com excesso de potência reativa ($kVAr$), comprometem desnecessariamente a componente ativa (kW) da potência total ou aparente (kVA). As principais causas do baixo fator de potência são: motores operando a vazio; motores

superdimensionados; transformadores operando em vazio ou com pequenas cargas; nível de tensão acima do normal.

O fator de potência (FP), como função do consumo da energia ativa (kWh) e da energia reativa ($kVArh$), é dado por:

$$FP = \frac{kWh}{\sqrt{(kWh)^2 + (kVArh)^2}} \quad (5)$$

onde: FP = fator de potência;

kWh = consumo de energia ativa;

$kVArh$ = consumo de energia reativa.

O baixo fator de potência, segundo Bloomquist (1973), sobrecarrega cabos elétricos e transformadores, aumenta as perdas no cobre e reduz o nível de tensão.

De acordo com Kusnetsov (1979), o fator de potência baixo resulta de equipamentos elétricos trabalhando com carga parcial. O baixo fator de potência de uma instalação elétrica significa sobrecarga em todo o sistema de alimentação, desde a rede da companhia concessionária até o consumidor.

Segundo o CODI-Comitê de Distribuição de Energia Elétrica (1992), a primeira providência para corrigir o baixo fator de potência é a análise das causas que levam à utilização excessiva de energia reativa. A eliminação dessas causas passa pela racionalização do uso de equipamentos – desligar motores em vazio, redimensionar equipamentos superdimensionados, redistribuir cargas pelos diversos circuitos, etc – e pode, eventualmente, solucionar o problema de excesso de reativo nas instalações.

A CESP-Companhia Energética de São Paulo (1990) afirma que, além da redução do preço médio do kWh consumido, a correção do fator de potência traz os

seguintes benefícios: libera uma certa parcela da capacidade em *kVA* dos transformadores; libera uma certa parcela da capacidade dos alimentadores e do sistema; reduz as perdas de energia das instalações e do sistema; reduz as quedas de tensão melhorando o nível da voltagem nas instalações.

4.2. Modalidades Tarifárias

As tarifas de eletricidade em vigor possuem estruturas com dois componentes básicos na definição do seu preço:

- componente relativo à “**demanda de potência**” (quilowatt – “*kW*”);
- componente relativo ao “**consumo de energia**” (quilowatt-hora – “*kWh*”).

onde:

Potência: Quantidade de energia solicitada na unidade de tempo;

Demanda: É a média das potências solicitadas pelo consumidor, durante qualquer intervalo de 15 (quinze) minutos, registrada por medidores de demanda;

Consumo: É a quantidade de energia elétrica utilizada durante qualquer período de tempo.

Segundo as Centrais Elétricas de Minas Gerais (1985), até 1981, o único sistema utilizado, denominado convencional, não permitia que o consumidor percebesse os reflexos decorrentes da “forma” de usar a eletricidade, já que não havia diferenciação de preços segundo sua utilização durante as horas do dia e períodos do ano.

Do ponto de vista tarifário, era indiferente para o consumidor utilizar a energia elétrica durante a madrugada ou no final da tarde, assim como consumir durante o mês de junho ou de dezembro.

Com isso, o perfil do comportamento do consumo, ao longo desses períodos, reflete uma tendência natural, vinculada exclusivamente aos hábitos de consumo e às características próprias do mercado de uma determinada região. A CESP-Companhia Energética de São Paulo (1986), a CESP-Companhia Energética de São Paulo & Agência para Aplicação de Energia (1986) e Maciel et al (1995) relatam em seus trabalhos que a necessidade de potência disponível é função da demanda máxima que ocorre entre 17 e 22 horas.

A Figura 3, mostra o comportamento médio do mercado de eletricidade, ao longo de um dia.

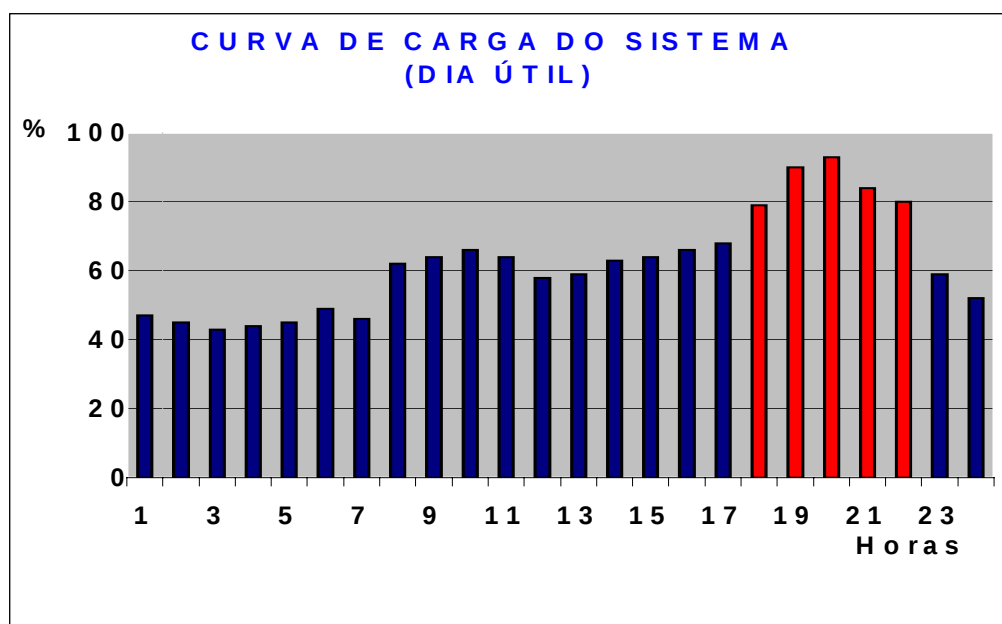


Figura 3: Comportamento médio do mercado de eletricidade, ao longo do dia. Fonte: CODI - Tarifas Horo-Sazonais, Manual de Orientação ao Consumidor (1988).

Observa-se que, no horário compreendido entre 17 e 22 horas, ocorre uma intensificação do uso da eletricidade, resultado das influências individuais das várias classes de consumo que compõem o mercado, notadamente a industrial, a residencial e a iluminação pública.

Esse intervalo de tempo é denominado **“horário de ponta”** do sistema elétrico, por ser o período em que o sistema elétrico suporta o maior volume de carga, atingindo seu valor máximo aproximadamente às 19 horas, com pequena variação de região para região.

Cada concessionária define um intervalo de 3 (três) horas consecutivas, compreendido entre às 17 e às 22 horas, de segunda à sexta-feira, como sendo o **“horário de ponta”**.

As horas complementares às 3 (três) horas relativas ao horário de ponta anteriormente definido, acrescidas do total das horas dos sábados e domingos, constituem o **“horário fora de ponta”**.

Devido ao maior carregamento do sistema elétrico no horário de ponta, é fácil observar que um novo consumidor a ser atendido pelo sistema custará mais à concessionária nesse período de maior solicitação do que em qualquer outro horário do dia, tendo em conta a necessidade de ampliação do sistema para atender carga no período de ponta.

Segundo a CESP-Companhia Energética de São Paulo (1990), o comportamento da oferta de eletricidade ao longo do ano tem características próprias, que podem ser visualizadas na Figura 4.

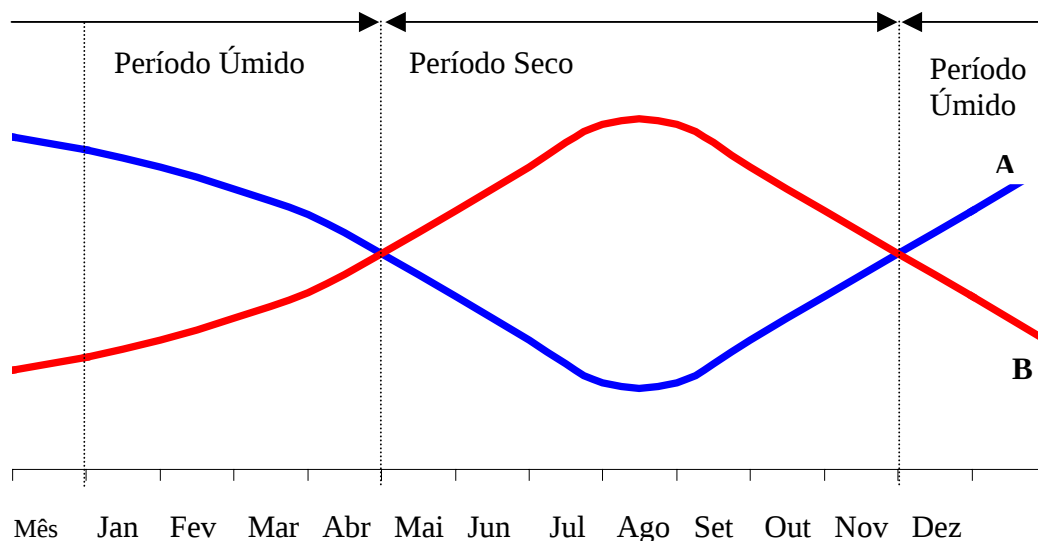


Figura 4: Comportamento do consumo/demanda de energia ao longo do ano. Fonte: CODI – *Tarifas Horo-Sazonais, Manual de Orientação ao Consumidor (1988).*

Na Figura 4, a curva “A” representa a disponibilidade média de água nos mananciais a ser represada nos reservatórios das usinas hidrelétricas, constituindo o potencial predominante de geração de eletricidade.

A curva “B” representa o comportamento médio do mercado de energia elétrica, assumindo um valor máximo justamente no período em que a disponibilidade de água fluente nos mananciais é mínima.

Esse fato permite identificar um “**período seco**”, compreendido entre os meses de maio e novembro, e um “**período úmido**”, compreendido entre os meses de dezembro de um ano até abril do ano seguinte.

O atendimento do mercado no período seco só é possível em virtude da capacidade de acumulação dos reservatórios das usinas, que estocam a água afluyente durante o período das chuvas.

Assim, o fornecimento de energia elétrica no período seco tende a ser mais oneroso, pois está associado a um maior risco de “déficit” decorrente da probabilidade da ocorrência de períodos com pouca precipitação pluviométrica.

Devido a esses fatos típicos do comportamento da carga ao longo do dia (Figura 3) e ao longo do ano em relação à disponibilidade de água (Figura 4), foi concebida a estrutura tarifária **Horo-Sazonal – Tarifas Azul e Verde**, que compreende a sistemática de aplicação de tarifas a preços diferenciados de acordo com o horário do dia (ponta e fora de ponta) e períodos do ano (seco e úmido).

Eletrobrás (1982, 1994, 1995), Godinho (1986) e Porto (1991) relatam em seus trabalhos que a finalidade da atribuição de preços diferenciados se justifica, principalmente, em vista da necessidade de:

- estimular o deslocamento de parte da carga para os horários em que o sistema elétrico estiver menos carregado;
- orientar o consumo de energia para períodos do ano em que houver maior disponibilidade de água nos reservatórios das usinas.

De acordo com o CODI-Comitê de Distribuição de Energia Elétrica (1988), isso levará o mercado à utilização mais racional de energia, compatível, portanto, com o potencial de produção e distribuição existente no sistema elétrico interligado.

Os preços diferenciados também permitirão ao consumidor reduzir suas despesas com eletricidade, tendo-se em vista a eventual possibilidade de menor utilização de energia elétrica no horário de ponta e no período seco.

Assim, o consumidor passa a ter a sua disposição este novo sistema tarifário, além do convencional, usualmente aplicado, que não leva em conta os aspectos de diferenciação de preços considerados acima.

O Quadro 1 mostra a estrutura atual de tarifas observadas as condições básicas para o fornecimento.

Quadro 1: *Estrutura atual de tarifas observadas as condições básicas para o fornecimento.*

	Tarifa Convencional	Tarifa Azul	Tarifa Verde
Demanda (kW)	Preço único	• Um preço para ponta • Um preço para fora de ponta	Preço único
Consumo (kWh)	Preço único	• Um preço para ponta em período úmido • Um preço para fora de ponta em período úmido • Um preço para ponta em período seco • Um preço para fora de ponta em período seco	

4.3. Condições de Aplicação das Tarifas

O CODI-Comitê de Distribuição de Energia Elétrica (1988) afirma que, para fins de fixação de tarifas de fornecimento, os diversos tipos de consumidores são agrupados da seguinte forma:

- **Grupo A** : para fornecimento de energia elétrica a consumidores ligados em tensão igual ou superior a 2,3 kV .
- **Grupo B** : para fornecimento de energia elétrica a consumidores ligados em tensão inferior a 2,3 kV .

A tarifa convencional é aplicada aos consumidores de grupo B e aos consumidores do grupo A, ligados em tensão inferior a 69 kV e com demanda menor do que 500 kW .

A tarifa azul é aplicada aos consumidores do grupo A, segundo os seguintes critérios:

a) Aplicação obrigatória para:

- consumidores ligados em tensão igual ou superior a 69 kV ;
- consumidores ligados em tensão inferior a 69 kV , com demanda de potência igual ou superior a 500 kW , desde que não façam opção pela tarifa verde.

b) Aplicação opcional para:

- consumidores ligados em tensão inferior a 69 kV , com demanda de potência entre 50 kW e 500 kW , desde que apresente nos últimos 11 meses, 3 (três) ou mais registros de demanda iguais ou superiores a 50 kW ou contratarem os valores de demanda correspondentes.

A tarifa verde é oferecida, sempre em caráter opcional, aos consumidores de grupo A ligados em tensão inferior a 69 kV , com demanda a partir de 50 kW , e àqueles que apresentarem, nos últimos 11 meses, 3 ou mais registros de demanda iguais ou superiores a 50 kW ou contratarem os valores de demanda correspondentes.

Feita a opção por determinada modalidade tarifária, somente poderá ser exercida nova opção após transcorridos 12 ciclos completos e consecutivos de faturamento na opção anterior.

4.4. Análise Geométrica e Diferencial do Faturamento do Consumo de Energia Elétrica e Demanda

De acordo com Gabriel (1997), com os dados do fator de carga (FC) e do fator de potência (FP) de uma empresa em um determinado período, é possível gerar a superfície denominada K-Hiperbolóide de Carga e Potência, onde $K = \{A, V, C\}$ dependendo da tarifa em que se enquadra a empresa.

As equações que regem o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda (F) são:

- a) Quando o fator de potência for menor ou igual a 0,92:

$$z = \frac{0,92}{x} \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \quad (6)$$

- b) Quando o fator de potência for maior que 0,92:

$$z = \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \quad (7)$$

onde: z = faturamento do consumo de energia elétrica e demanda (F); x = fator de potência (FP); y = fator de carga (FC); TC = tarifa de consumo; TD = tarifa de demanda; C_m = consumo ativo médio e h = número de horas de um mês médio (730).

Seja $g : V \rightarrow \mathfrak{R}^3$, onde $V = \{(x, y) \in \mathfrak{R}^2 / 0 < x \leq 1, 0 < y \leq 1\}$, dada por:

$$g(x, y) = \begin{cases} \left(x, y, \frac{0,92}{x} \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \right), & \text{se } 0 < x \leq 0,92 \\ \left(x, y, \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \right), & \text{se } 0,92 < x \leq 1 \end{cases} \quad (8)$$

O subconjunto $g(V)$ de $\Re^3$ é denominado K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

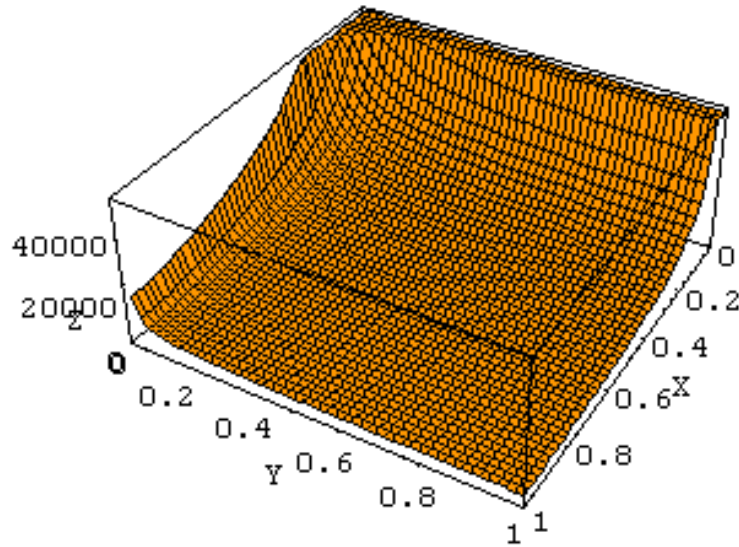


Figura 5: Esboço do K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

Para as tarifas azul e verde, onde temos o consumo no horário de ponta e no horário fora de ponta, o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa são calculados em cada um dos horários, utilizando-se os parâmetros elétricos referentes ao referido segmento horário. A quantidade de horas média no horário de ponta equivale a 66 horas e, no horário fora de ponta, a 664 horas.

O comportamento das superfícies geradas pelo fator de carga (FC) e pelo fator de potência (FP) indicam o grau de eficiência e racionalidade do uso de energia elétrica de cada empresa.

Segundo Gabriel (1994), as áreas das regiões e os volumes dos sólidos determinados pelas superfícies geradas pelo FC e FP representam o universo que contém qualquer elemento em estudo, isto é:

- área da superfície gerada pelo FC e FP : qualquer elemento da forma (FP_i, FC_i, F_i) pertence a região da superfície gerada pelo FC e FP , onde $F_i = f(FP_i, FC_i)$ é a função que define o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda;
- volume do sólido determinado pelo FC e FP : qualquer elemento da forma (FP_j, FC_j, F_j) pertence ao sólido determinado pela superfície gerada pelo FC e FP .

No caso da área, estuda-se a variação conjunta de dois fatores, pois apenas um deles (F_i) é possível controlar $F_i = f(FP_i, FC_i)$ e, em relação ao volume, estuda-se a relação conjunta de três fatores, pois não há condição de controlar fator algum.

4.5. Volumes Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Encontram-se inicialmente o menor (fp_1) e o maior (fp_2) fator de potência e o menor (fc_1) e o maior (fc_2) fator de carga no período em que está sendo feita a análise da empresa. Encontra-se também o consumo ativo médio de energia elétrica (C_m).

Segundo Gabriel (1997), os volumes determinados pelo respectivo K-Hiperbolóide de Carga ou Potência, para a empresa em estudo no período considerado, são os volumes dos sólidos limitados superiormente pela superfície gerada pelo respectivo K-Hiperbolóide de Carga e Potência, inferiormente pelo plano $F = 0$ e, lateralmente, pelos planos a , b , c e d , e são calculados de acordo com as seguintes equações:

$$V = \int_a^b \int_c^d \frac{0,92}{x} \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \, dy dx \quad (9)$$

$$V = \int_a^{0,92} \int_c^d \frac{0,92}{x} \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \, dy dx + \int_{0,92}^b \int_c^d \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \, dy dx \quad (10)$$

$$V = \int_a^b \int_c^d \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right) \cdot C_m \, dy dx \quad (11)$$

Os volumes necessários para verificar o uso racional e/ou eficiente de energia elétrica de uma empresa em um determinado período são calculados segundo os seguintes critérios:

- **Volume Atual** (V_A) : $a = fp_1$, $b = fp_2$, $c = fc_1$ e $d = fc_2$. Se $fp_2 \leq 0,92$ o volume atual é calculado de acordo com a equação 9, se $fp_1 \geq 0,92$ o cálculo é realizado de acordo com a equação 11, se $fp_1 < 0,92$ o cálculo é realizado de acordo com a equação 10.

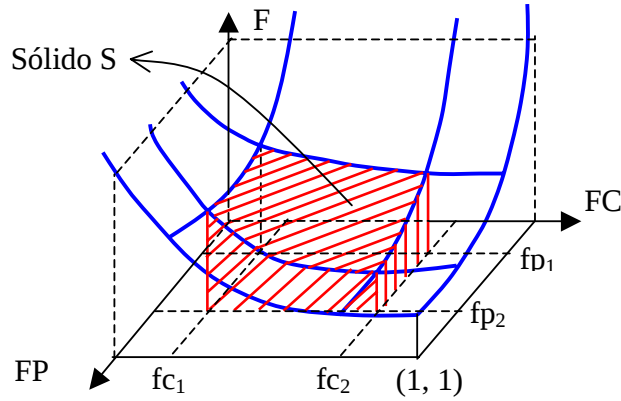


Figura 6: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_A$.

- **Volume Atual Eficiente** (V_{Aef}): $a = fp_1$, $b = 1$, $c = fc_1$ e $d = fc_2$. Se $fp_1 \geq 0,92$, o volume atual eficiente é calculado de acordo com a equação 11; se $fp_1 < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 10.

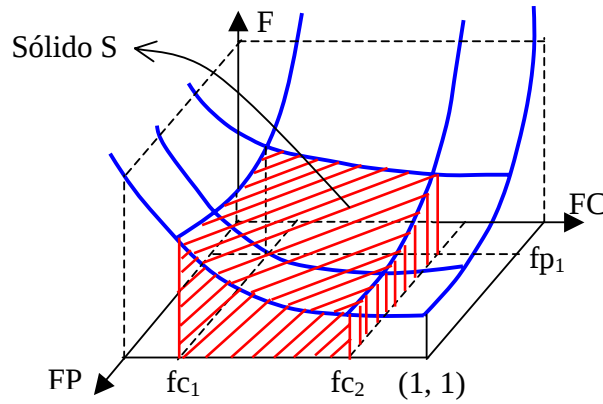


Figura 7: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{Aef}$.

- **Volume Atual Racional** (V_{Arac}): $a = fp_1$, $b = fp_2$, $c = fc_1$ e $d = 1$. Se $fp_2 \leq 0,92$, o volume atual racional é calculado de acordo com a equação 9; se $fp_1 \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 11; se $fp_1 < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 10.

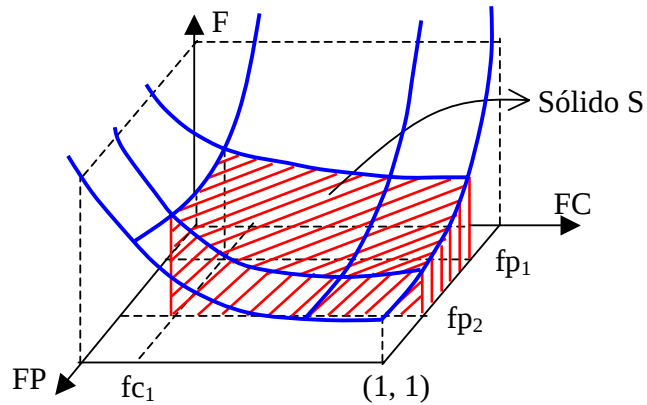


Figura 8: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{ARac}$.

- **Volume Eficiente e Racional** ($V_{Ef / Rac}$): $a = fp_2$, $b = 1$, $c = fc_2$ e $d = 1$. Se $fp_2 \leq 0,92$, o volume atual eficiente é calculado de acordo com a equação 10; se $fp_2 > 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 11.

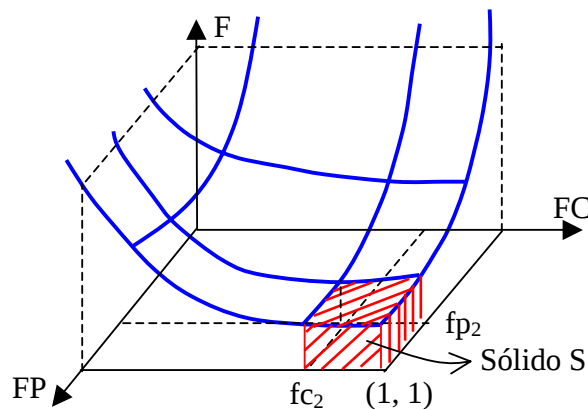


Figura 9: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{Ef / Rac}$.

- **Volume Total Útil** (V_{TU}): $a = fp_1$, $b = 1$, $c = fc_1$ e $d = 1$. É a soma dos volumes: atual eficiente, atual racional, eficiente e racional menos o volume atual.

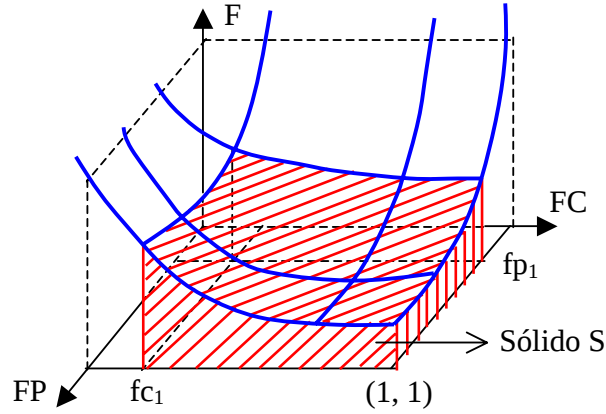


Figura 10: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{TU}$.

O complemento do percentual determinado por $\frac{V_A}{V_{TU}}$, representa a região do sólido onde a empresa, ao alcançar esta faixa, estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

- **Volume Composto Atual Eficiente** ($V_{CA_{Ef_{AeB}}}$) para duas empresas A e B:

- 1) Se $fp_1^B < fp_2^A < fp_2^B$, então: $a = fp_2^A$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$
- 2) Se $fp_2^A < fp_1^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$

Se $fp_2^B \leq 0,92$, o volume composto atual eficiente é calculado de acordo com a equação 9; se $fp_2^A \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 11; se $fp_2^A < 0,92$, utiliza-se a equação 10 quando $fp_1^B \leq 0,92$, e a equação 11 quando $fp_1^B > 0,92$.

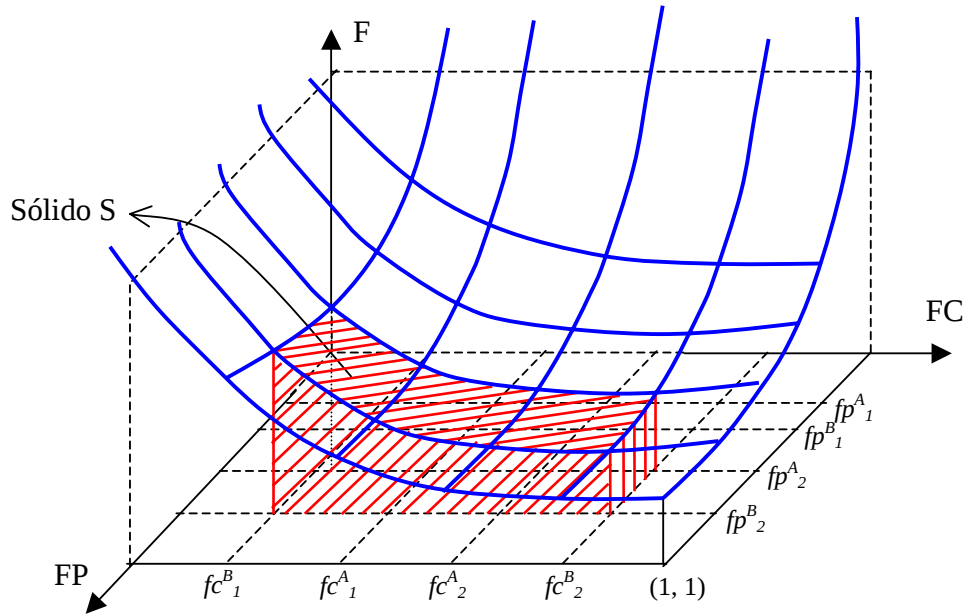


Figura 11: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{CA_{Ef_{AeB}}}$, supondo que : $fp_1^B < fp_2^A < fp_2^B$.

- **Volume Composto Total Útil Eficiente** ($V_{CTU_{Ef_{AeB}}}$) para duas empresas A e B. É a soma do ($V_{CA_{Ef_{AeB}}}$) com o volume do sólido limitado por: $a = fp_2^B$, $b = 1$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$. Se $fp_2^B > 0,92$, o volume composto total útil eficiente é calculado de acordo com a equação 11; se $fp_2^B \leq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 10, acrescentando-se no resultado o valor do volume composto atual eficiente ($V_{CA_{Ef_{AeB}}}$).

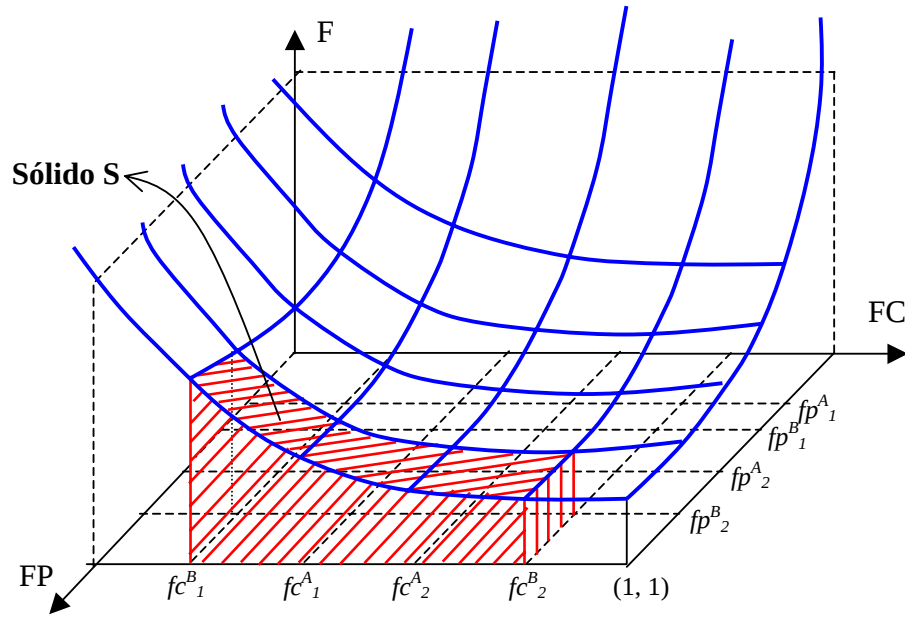


Figura 12: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{CTU_{Ef_{AeB}}}$.

O percentual determinado por $\frac{V_{CA_{Ef_{AeB}}}}{V_{CTU_{Ef_{AeB}}}}$, representa a porcentagem em

que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa A do volume composto total útil eficiente determinado pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

- **Volume Composto Atual Racional** ($V_{CA_{Rac_{AeB}}}$) para duas empresas A e B:

1) Se $fc_1^B < fc_2^A < fc_2^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_2^A$ e $d = fc_2^B$

2) Se $fc_2^A < fc_1^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$

Se $fp_2^B \leq 0,92$, o volume composto atual racional é calculado de acordo com a equação 9; se $fp_1^B \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 11; se $fp_1^B < 0,92$, utiliza-se a equação 10.

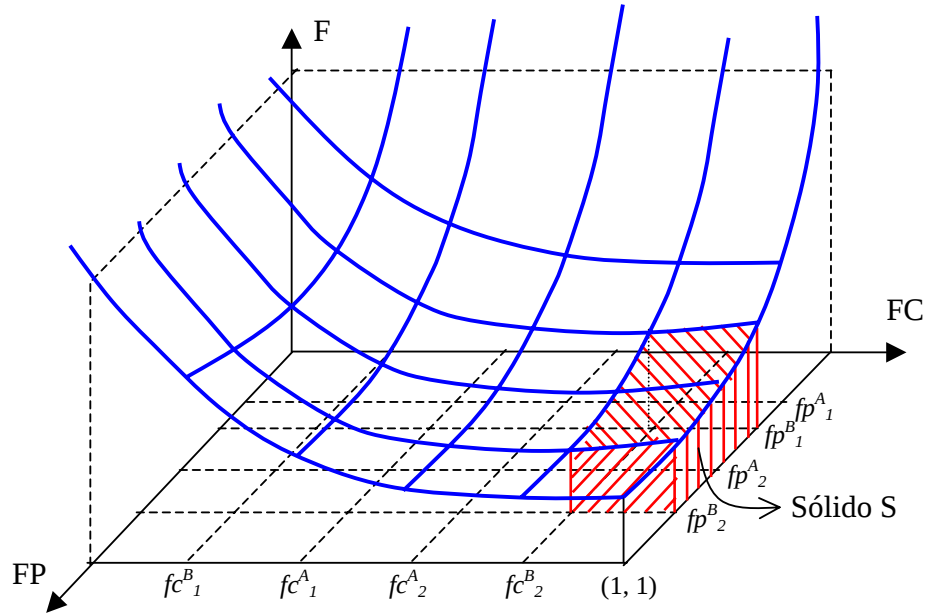


Figura 14: Esboço do sólido S , onde $V(S) = V_{CTU_{EfAeB}}$.

O percentual determinado por $\frac{V_{CA_{RacAeB}}}{V_{CTU_{RacAeB}}}$, representa a porcentagem em

que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa A do volume composto total útil racional determinado pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

4.6. Áreas Determinadas pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Sejam fp_1 , fp_2 , fc_1 e fc_2 como no item 4.5.

Conforme Gabriel (1997), as áreas determinadas pelo respectivo K-Hiperbolóide de Carga ou Potência para a empresa em estudo, no período considerado, são as áreas da região da superfície gerada pelo respectivo K-Hiperbolóide de Carga e Potência,

determinada pela intersecção do mesmo com os planos a , b , c e d , e são calculadas de acordo com as seguintes equações:

$$A = \int_a^b \int_c^d \sqrt{E_1 G_1 - F_1^2} dy dx \quad (12)$$

$$A = \int_a^{0,92} \int_c^d \sqrt{E_1 G_1 - F_1^2} dy dx + \int_{0,92}^b \int_c^d \sqrt{E_2 G_2 - F_2^2} dy dx \quad (13)$$

$$A = \int_a^b \int_c^d \sqrt{E_2 G_2 - F_2^2} dy dx \quad (14)$$

onde:

$$E_1 G_1 - F_1^2 = 1 + \frac{(0,92)^2 \cdot C_m^2}{x^4} \left(TC + \frac{TD}{h \cdot y} \right)^2 + \frac{(0,92)^2 TD^2 \cdot C_m^2}{(h)^2 x^2 y^4} \quad (15)$$

$$E_2 G_2 - F_2^2 = 1 + \frac{TD^2 \cdot C_m^2}{(h)^2 y^4} \quad (16)$$

As áreas necessárias para verificar o uso racional e/ou eficiente de energia elétrica de uma empresa em um determinado período são calculadas segundo os seguintes critérios:

- **Área Atual** (A_A): $a = fp_1$, $b = fp_2$, $c = fc_1$ e $d = fc_2$. Se $fp_2 \leq 0,92$, a área atual é calculada de acordo com a equação 12; se $fp_1 \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 14; se $fp_1 < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 13.

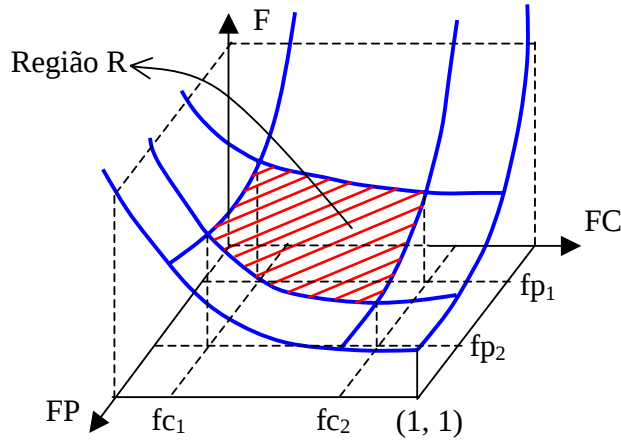


Figura 15: Esboço da região R , onde $A(R) = A_A$.

- **Área Atual Eficiente** (A_{AEf}): $a = fp_1$, $b = 1$, $c = fc_1$ e $d = fc_2$. Se $fp_1 \geq 0,92$, a área atual eficiente é calculada de acordo com a equação 14; se $fp_1 < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 13.

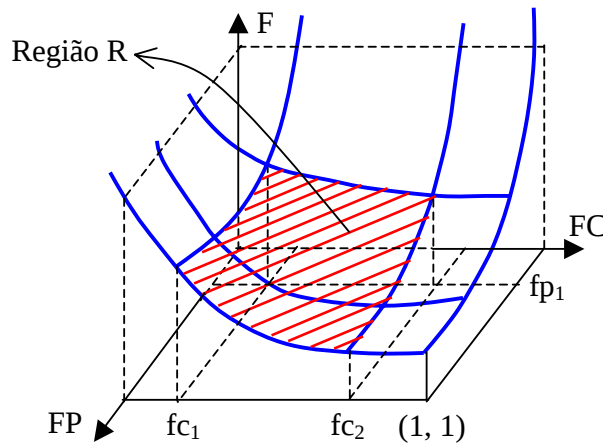


Figura 16: Esboço da região R , onde $A(R) = A_{AEf}$.

- **Área Atual Racional** (A_{ARac}): $a = fp_1$, $b = fp_2$, $c = fc_1$ e $d = 1$. Se $fp_2 \leq 0,92$, a área atual racional é calculada de acordo com a equação 12; se $fp_2 \geq 0,92$, o cálculo é

realizado de acordo com a equação 14; se $fp_1 < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 13.

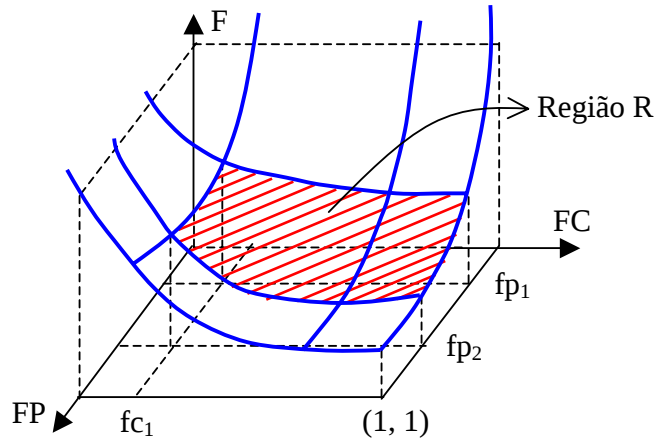


Figura 17: Esboço da região R, onde $A(R) = A_{ARac}$.

- **Área Eficiente e Racional ($A_{Ef/Rac}$):** $a = fp_2$, $b = 1$, $c = fc_2$ e $d = 1$. Se $fp_2 \leq 0,92$, a área eficiente e racional é calculada de acordo com a equação 13; se $fp_2 > 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 14.

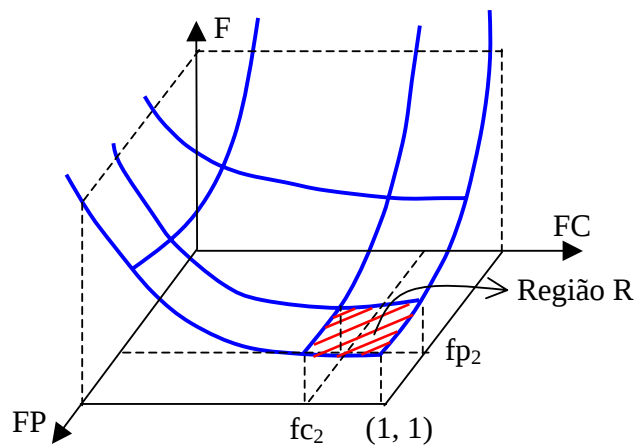


Figura 18: Esboço da região R, onde $A(R) = A_{Ef/Rac}$.

- **Área Total Útil (A_{TU})**: $a = fp_1$, $b = 1$, $c = fc_1$ e $d = 1$. É a soma das áreas: atual eficiente, atual racional, eficiente e racional menos a área atual.

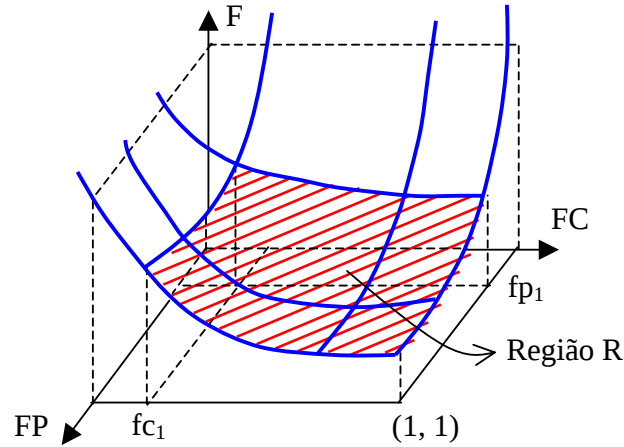


Figura 19: Esboço da região R, onde $A(R) = A_{TU}$.

O complemento do percentual determinado por $\frac{A_A}{A_{TU}}$, representa a região da superfície onde a empresa, ao alcançar esta faixa, estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

- **Área Composta Atual Eficiente ($A_{CA_{Ef,AcB}}$)** para duas empresas A e B:

1) Se $fp_1^B < fp_2^A < fp_2^B$, então: $a = fp_2^A$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$

2) Se $fp_2^A < fp_1^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$

Se $fp_2^B \leq 0,92$, a área composta atual eficiente é calculada de acordo com a equação 12; se $fp_2^A \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 14; se $fp_2^A < 0,92$, utiliza-se a equação 13 quando $fp_1^B \leq 0,92$, e a equação 14 quando $fp_1^B > 0,92$.

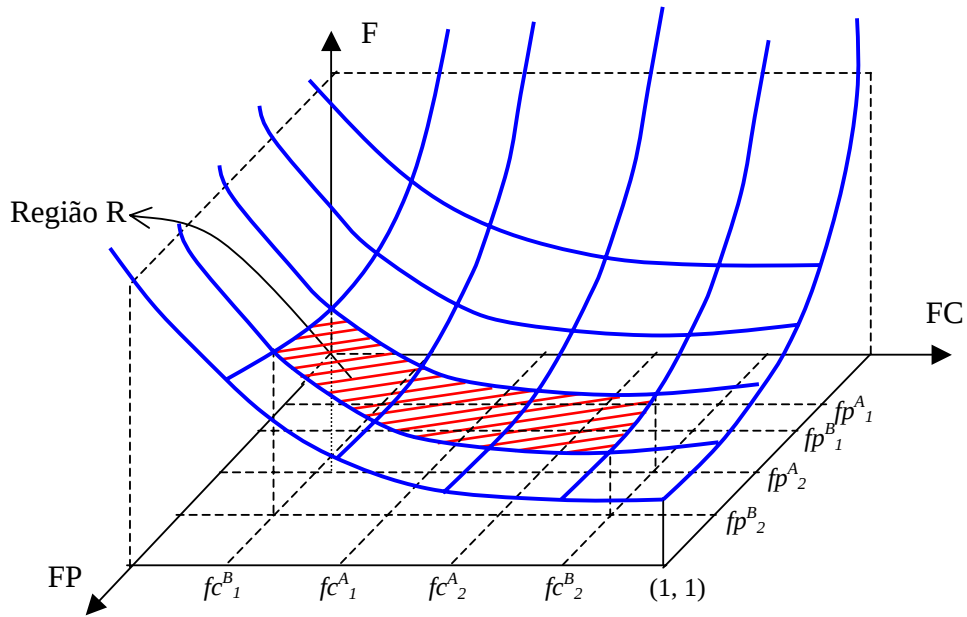


Figura 20: Esboço da região R , onde $A(R) = A_{CA_{Ef_{AeB}}}$, supondo que : $fp_1^B < fp_2^A < fp_2^B$.

- **Área Composta Total Útil Eficiente** ($A_{CTU_{Ef_{AeB}}}$) para duas empresas A e B: $a = fp_2^B$, $b = 1$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$. Se $fp_2^B > 0,92$, a área composta total útil eficiente é calculada de acordo com a equação 14; se $fp_2^B \leq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 13, acrescentando-se no resultado o valor da área composta atual eficiente ($A_{CA_{Ef_{AeB}}}$).

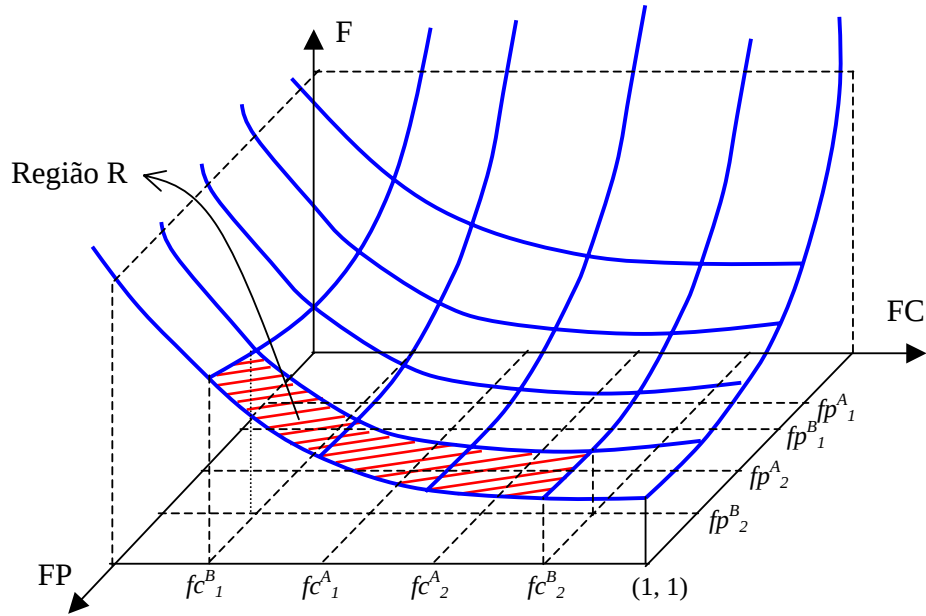


Figura 21: Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CTU_{Ef_{AeB}}}$.

O percentual determinado por $\frac{A_{CA_{Ef_{AeB}}}}{A_{CTU_{Ef_{AeB}}}}$, representa a porcentagem em

que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa A da área composta total útil eficiente determinado pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

- **Área Composta Atual Racional** ($A_{CA_{Rac_{AeB}}}$) para duas empresas A e B:

1) Se $fc_1^B < fc_2^A < fc_2^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_2^A$ e $d = fc_2^B$

2) Se $fc_2^A < fc_1^B$, então: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_1^B$ e $d = fc_2^B$

Se $fp_2^B \leq 0,92$, a área composta atual racional é calculada de acordo com a equação 12; se $fp_1^B \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 14; se $fp_1^B < 0,92$, utiliza-se a equação 13.

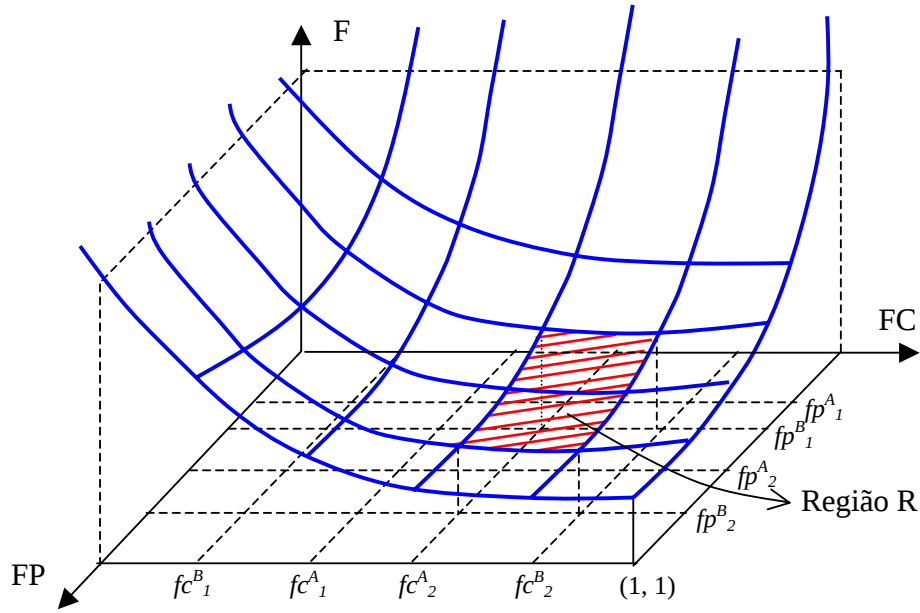


Figura 22: Esboço da região R , onde $A(R) = A_{CA_{RacAeB}}$, supondo que : $fc_1^B < fc_2^A < fc_2^B$.

- **Área Composta Total Útil Racional** ($A_{CTU_{RacAeB}}$) para duas empresas A e B: $a = fp_1^B$, $b = fp_2^B$, $c = fc_2^B$ e $d = 1$. Se $fp_1^B \geq 0,92$, a área composta total útil racional é calculada de acordo com a equação 14; se $fp_2^B < 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 12; se $fp_2^B \geq 0,92$, o cálculo é realizado de acordo com a equação 13, acrescentando-se no resultado o valor do área composta atual racional ($A_{CA_{RacAeB}}$).

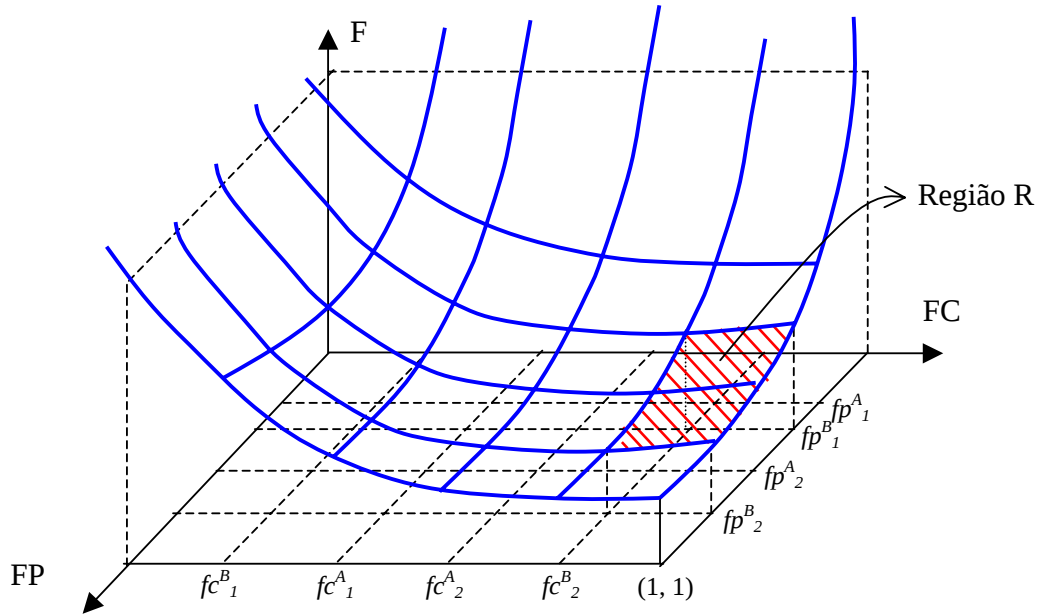


Figura 23: Esboço da região R, onde $A(R) = A_{CTU_{Ef_{AeB}}}$.

O percentual determinado por $\frac{A_{CA_{Rac_{AeB}}}}{A_{CTU_{Rac_{AeB}}}}$, representa a porcentagem em

que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa A da área composta total útil racional determinado pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

4.7. Técnicas Computacionais para o Desenvolvimento do Sistema

Segundo Forbellone & Eberspacher (2000), a decomposição de um problema é fator determinante para a redução da complexidade. Complexidade é sinônimo de variedade, ou seja, a quantidade de situações diferentes que um problema pode apresentar. Assim, quando decompomos um problema em subproblemas, estamos invariavelmente

dividindo também a complexidade e, por consequência, simplificando a resolução. Outra grande vantagem da decomposição é que permite focalizar a atenção em um problema pequeno de cada vez, o que, ao final, produzirá uma melhor compreensão do todo.

Silva (1994) define sistema como sendo um conjunto de programas e rotinas de computação, que, operando de forma conjunta, realizam um objetivo específico. O autor também afirma que, dentro de um grande sistema, existe sempre um conjunto de sistemas menores que podem ser chamados de subsistemas.

De acordo com Shlaer apud Spolon (1999), para se conseguir um sistema coerente, é necessário que se tenha uma base lógica para subdividir em partes o processamento requerido. Uma dessas bases poderia ser descrita como o desenvolvimento de um módulo principal do modelo do estado e a codificação dos próprios modelos de estado em dados. As rotinas das atividades desenvolvidas devem então ser construídas como um conjunto de subrotinas, solicitadas quando necessárias.

Conforme Rumbaugh et al. apud Spolon (1999), modelagem e projetos baseados em objetos é uma maneira nova de se estudar problemas, utilizando-se modelos fundamentados em conceitos do mundo real. Esta técnica possui como estrutura básica o objeto combinando estrutura e comportamento dos dados em uma só entidade. A expressão *orientado a objetos* significa que o software é organizado como uma coleção de objetos separados, incorporando tanto a estrutura quanto o comportamento dos dados.

Coleman et al. (1996) relatam que orientação a objetos é uma abordagem de programação que procura explorar o nosso lado intuitivo. Os “átomos” da computação orientada, os *objetos*, são análogos aos objetos existentes no mundo físico. Isto produz um modelo de programação que difere marcadamente da tradicional visão “funcional”.

Essa diferença é, ao mesmo tempo, um ponto forte e uma fraqueza da abordagem orientada a objetos. É um ponto forte devido ao apelo que gera à nossa intuição e também porque orientação a objetos se mostra produtiva tanto na teoria quanto na prática. Por outro lado, representa uma fraqueza, porque os métodos de desenvolvimentos de software mais tradicionais não combinam com essa nova abordagem.

Segundo Khoshafian (1994), as linguagens orientadas a objeto permitem que os problemas tecnológicos do mundo real sejam expressos mais fácil e naturalmente, usando-se componentes modularizados. Sistemas orientados a objetos tentam tornar a programação mais direta e objetiva.

Cantù (2000) afirma que a idéia básica por trás dessa técnica de programação é a reutilização de códigos já prontos, denominadas classes, para criarmos as partes vitais do programa, chamadas de objetos. Na programação orientada a objetos (POO), as linguagens empacotam os dados e os procedimentos/funções que farão uso desses dados, tratando-os como um objeto único.

Martin & Odell (1995) afirma que as técnicas orientadas a objeto permitem que o software seja construído de objetos que tenham um comportamento especificado. Os próprios objetos podem ser construídos a partir de outros, os quais, por sua vez, podem ainda ser construídos de outros.

Segundo Cantù (2000), uma classe é uma implementação de um tipo de objeto. Ela especifica uma estrutura de dados e os métodos operacionais permissíveis que se aplicam a cada um de seus objetos. Cada classe define um conjunto de operações permissíveis que permitem o acesso e a modificação de dados do objeto.

A análise de sistemas no mundo orientado a objeto é feita analisando-se os objetos e os eventos que interagem com esses objetos, conforme relatam Martin & Odell (1995). O projeto de software é feito resultando-se classes de objetos existentes e, quando necessário, construindo-se novas classes. A análise e o projeto orientados a objeto modelam o mundo em termos de objetos que têm propriedades e comportamento e, de eventos que disparam operações que mudam o estado dos objetos. Os objetos interagem formalmente com outros objetos.

As ações do usuário, denominadas eventos, é que determinam o fluxo de execução do programa, ou seja, qual procedimento/rotina será executada, conforme relata Alves (1997). Isso significa que num programa desenvolvido com base nessa técnica, as chamadas das rotinas/procedimentos dependem dos eventos que ocorrem, em outras palavras, dependem do que o usuário fará ou não.

De acordo com Khoshafian (1994), os bancos de dados orientados a objeto eliminam o assim chamado hiato semântico entre o campo de ação de uma aplicação e sua representação no armazenamento consistente. Desde que o mundo real seja modelado tão fielmente quanto possível, as ligações e relações entre essas entidades são representadas e manipuladas diretamente. Os bancos de dados orientados a objeto atingem esta habilidade através dos conceitos orientados a objeto da tipagem de dados abstratos, herança e identidade de objeto.

Segundo Silberschatz et al. (1999), um banco de dados orientado a objeto é um banco de dados inteligente. Ele suporta o paradigma orientado a objeto, armazenando dados e métodos em vez de apenas dados. Ele é projetado para ser fisicamente

eficiente para armazenar objetos complexos e permite o acesso aos dados por meio dos métodos armazenados.

Martin & Odell (1995) relatam que os benefícios da tecnologia orientada a objeto são o alto grau de reutilização, estabilidade, confiabilidade, rapidez no projeto, integridade, programação e manutenção facilitada, interface sedutora, melhor desempenho da máquina, inclusão de imagens e sons e independência no projeto.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Considerações Iniciais.

No presente trabalho foi estudado o comportamento de parâmetros elétricos de seis empresas frigoríficas abatedoras de bovinos. Estas empresas foram identificadas como: A, B, C, D, E e F, sendo que as empresas A e B enquadram-se na tarifa convencional; as empresas C e D na tarifa azul e as empresas E e F na tarifa verde.

Os dados referentes aos parâmetros elétricos – demanda, consumo ativo, consumo reativo, quando necessário, no horário de ponta e fora de ponta, e os valores das tarifas foram fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica que atendem as empresas frigoríficas abatedoras de bovinos em estudo e se referem ao período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999.

5.2. Materiais

5.2.1 Softwares

O principal software utilizado no desenvolvimento do sistema de análise foi a linguagem de programação Borland Delphi 5.0 (Delphi 5), sendo que a mesma permite a criação de sistemas com a programação orientada a objetos, proporcionando ao aplicativo criado maior rapidez na execução de tarefas, fácil manutenção, modularidade, bem como simplicidade na utilização.

Os objetos, nesta linguagem de programação, são representados na interface ao usuário através de botões de comandos, menus, janelas de diálogos e caixas de texto. A estes objetos são associados os procedimentos, funções e operações, consistindo na programação propriamente dita. Um procedimento é então executado quando se aciona alguns destes componentes e a ele encontra-se associado um código de programa.

Foram utilizados, para o desenvolvimento do sistema, botões, caixas de textos e caixas de confirmação que indicam uma ação específica na maioria dos casos, proporcionando ao usuário uma rápida visualização das operações a serem realizadas, havendo uma maior facilidade na utilização.

A fim de que os objetos do tipo botões pudessem ser identificados graficamente, ícones foram acrescentados aos mesmos, nomeando a ação específica contida em tal objeto, além da informação de identificação contida na barra de “status” inferior. O software “*Icon Magic 1.0*” foi utilizado para a criação e manipulação desses ícones.

O editor de texto “*Microsoft Word*”, contido no próprio sistema operacional Microsoft Windows, foi utilizado para que os arquivos de dados pudessem ser tabelados. Esses arquivos foram utilizados como testes no desenvolvimento do sistema.

5.2.2. Hardware

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizado um micro computador padrão IBM[®] PC, equipado com micro processador Pentium[®], com velocidade de processamento de 300 MHz , disco rígido C de 30 Gb, memória de 64 Mb e resolução de vídeo 800 x 600 pontos na tela / 16 milhões de cores.

A impressora utilizada para imprimir os resultados tem as seguintes características: HP DeskJet 612C Series Printer.

5.2.3. Indústrias Frigoríficas Abatedoras de Bovinos

As indústrias Frigoríficas abatedoras de bovinos consideradas neste trabalho de pesquisa possuem, em sua maioria, maquinários com muitos anos de uso compostos de vários motores elétricos. Além disto, nestas indústrias encontramos também transformadores , reatores de iluminação, câmeras frigoríficas, etc.

No processo de abate de bovinos, várias etapas são executadas, até que se chegue ao produto final. Nestas etapas, há um grande consumo de energia elétrica.

5.2.4. Dados de Pesquisa

Os dados referentes aos parâmetros elétricos foram levantados mensalmente através das contas de energia elétrica, obtidas junto à concessionária de energia elétrica que atende cada empresa frigorífica abatedora de bovinos em estudo.

Por intermédio das contas de energia elétrica, foi possível determinar mensalmente: o consumo ativo (kWh), o consumo reativo ($kVarh$) e a demanda (kW) para a empresa com tarifa convencional; o consumo ativo de ponta (kWh_p) e fora de ponta (kWh_{fp}), o consumo reativo de ponta ($kVarh_p$) e fora de ponta ($kVarh_{fp}$) e a demanda (kW) para a empresa com tarifa verde e o consumo ativo de ponta (kWh_p) e fora de ponta (kWh_{fp}), o consumo reativo de ponta ($kVarh_p$) e fora de ponta ($kVarh_{fp}$) e a demanda de ponta (kW_p) e fora de ponta (kW_{fp}) para a empresa com tarifa azul.

Uma vez coletados, os dados são transportados para a análise através de arquivos em discos magnéticos (disquete) ou manualmente. Uma vez que apenas números compunham tais dados, houve a necessidade de uma padronização na seqüência de apresentação destes dados durante a coleta. Desta maneira, o sistema efetua a leitura de um determinado número, sabendo o que determinada grandeza significa. Em arquivos, a ordem de gravação dos dados é estabelecida de maneira diferente para cada tipo de tarifa, pois em cada tipo a quantidade de parâmetros elétricos é diferente.

5.3. Métodos

A seguir são descritos os métodos utilizados na elaboração dos cálculos e construção do programa computacional.

5.3.1. Método para Análise do Consumo de Eletricidade

A análise do consumo de energia elétrica através da legislação vigente, prevê que o faturamento deva ser feito através das tarifas: convencional, azul e verde. O consumo ativo médio de energia elétrica (C_m) de uma unidade consumidora em um período de n meses é dado por:

- **Tarifa Convencional:** $C_m = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{n}$ onde: C_i , $1 \leq i \leq n$ é o consumo mensal de energia elétrica.
- **Tarifa Horo-sazonal (Azul e Verde):**
 - *Horário de ponta:* $C_{mp} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{pi}}{n}$ onde: C_{pi} , $1 \leq i \leq n$ é o consumo mensal de energia elétrica no horário de ponta.
 - *Horário fora de ponta:* $C_{mfp} = \sum_{i=1}^n \frac{C_{fpi}}{n}$ onde: C_{fpi} , $1 \leq i \leq n$ é o consumo mensal de energia elétrica no horário fora de ponta.

5.3.2. Método para o Cálculo do Fator de Potência

O fator de potência é a relação entre potência ativa e potência reativa. Ele indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta e inversamente um fator de potência baixo indica baixa eficiência. Para determinar o fator de potência (FP), faz-se uso da equação 5 (pág. 14).

Neste trabalho, consideraram o menor e o maior fator de potência, no horário de ponta ou fora de ponta, para situar o comportamento da empresa relativamente às áreas e aos volumes determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

5.3.3. Método para o Cálculo do Fator de Carga

O fator de carga (FC) é o índice que mostra se a energia elétrica está sendo utilizada de forma racional pela unidade consumidora. O fator de carga (FC) é calculado de acordo com a equação 3 (pág. 11). Como a estrutura tarifária existente é a horosazonal (tarifas azul, verde e convencional), o fator de carga é determinado de maneira diferente para cada tipo de tarifa, isto é:

- **Tarifa Convencional:** $FC = \frac{kWh}{730 \cdot kW}$
- **Tarifa Azul:** ponta: $FC_p = \frac{kWh_p}{66 \cdot kW_p}$ e fora de ponta: $FC_{fp} = \frac{kWh_{fp}}{664 \cdot kW_{fp}}$
- **Tarifa Verde:** $FC = \frac{kWh_p + kWh_{fp}}{730 \cdot kW}$

Neste trabalho, considerou-se o menor e o maior fator de carga, no horário de ponta ou fora de ponta, para situar o comportamento da empresa relativamente às áreas e aos volumes determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

5.3.4. Método para o Cálculo do Volume

O volume de um sólido S , limitado superiormente por uma superfície, inferiormente pelo plano $F = 0$ e lateralmente pelos pontos a e b na direção x e c e d na direção y é determinado da seguinte forma:

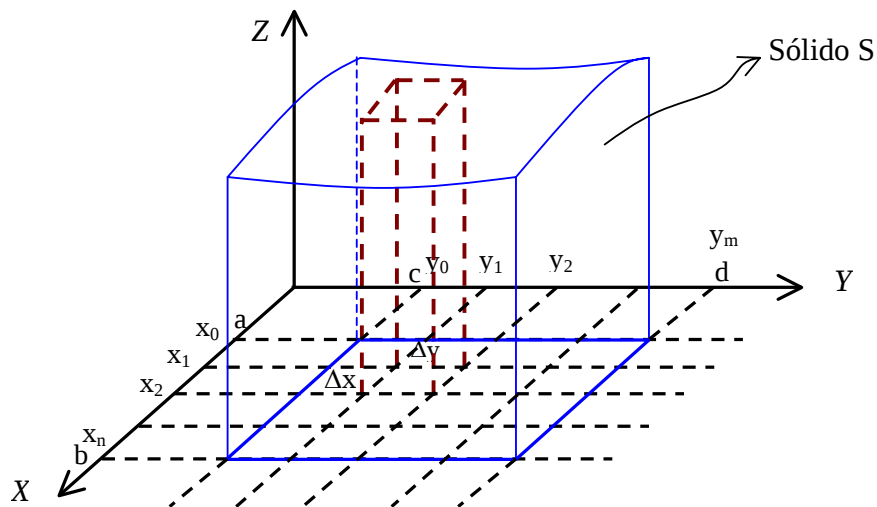


Figura 24: Cálculo do volume de um sólido S .

Se $V(S)$ é o volume do sólido S que tem a região R como base e uma altura de medida $f(x, y)$ no ponto (x, y) em R então:

$$V(S) = \lim_{\|\Delta\| \rightarrow 0} \sum_{i=1}^{n \times m} \Delta x \Delta y f(x_i, y_i) = \int_a^b \int_c^d f(x, y) dy dx \quad (17)$$

onde: $\|\Delta\| = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$

5.3.5. Método para o Cálculo da Área

A área de uma superfície limitada no domínio pelos pontos a e b na direção x e c e d na direção y é determinado da seguinte forma:

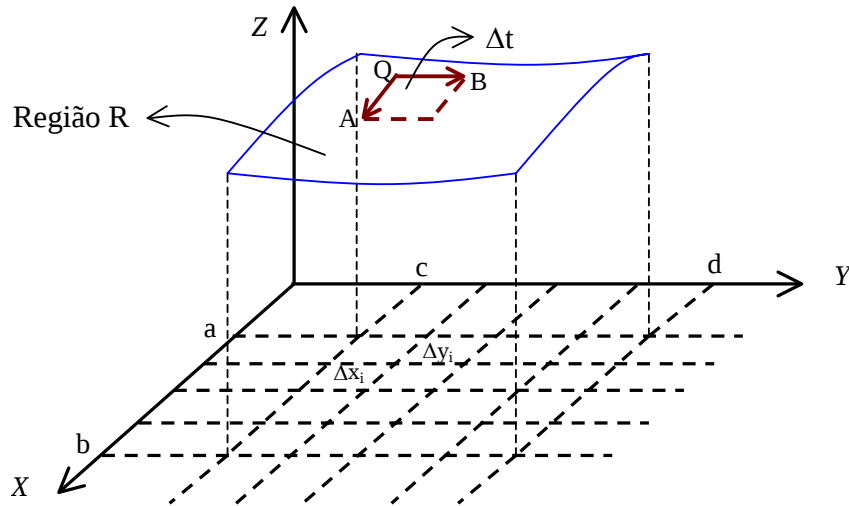


Figura 25: Cálculo da área de uma região R .

Seja o i -ésimo ($i = 1, 2, \dots, n$) paralelogramo projetado sobre a superfície. A área desse paralelogramo é dada por:

$$A = \lim_{\|\Delta\| \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n \Delta t \quad (18)$$

Sejam A e B vetores com pontos iniciais em Q e que formam os dois lados adjacentes do paralelogramo cuja área é $\Delta t = \|A \times B\|$. Como: $A = \Delta x_i i + f_x(x_i, y_i) \Delta x_i k$ e $B = \Delta y_i j + f_y(x_i, y_i) \Delta y_i k$, segue que:

$$A \times B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ \Delta x_i & 0 & f_x(x_i, y_i) \Delta x_i \\ 0 & \Delta y_i & f_y(x_i, y_i) \Delta y_i \end{vmatrix} = -f_x(x_i, y_i) \Delta x_i \Delta y_i i - f_y(x_i, y_i) \Delta x_i \Delta y_i j + \Delta x_i \Delta y_i k$$

portanto a área do paralelogramo é:

$$\|A \times B\| = \sqrt{[f_x(x_i, y_i)]^2 + [f_y(x_i, y_i)]^2 + 1} \Delta x_i \Delta y_i$$

logo a área da superfície é dada por:

$$A = \lim_{\|\Delta\| \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n \sqrt{[f_x(x_i, y_i)]^2 + [f_y(x_i, y_i)]^2 + 1} \Delta x_i \Delta y_i = \iint_R \sqrt{f_{x^2}(x, y) + f_{y^2}(x, y) + 1} \, dx dy \quad (19)$$

5.3.6. Identificação dos Dados Coletados

Os dados coletados junto às contas de energia elétrica das empresas podem ser disponibilizados em arquivo do tipo texto (código ASCII). São compostos apenas por parâmetros elétricos da empresa em estudo, onde cada linha representa os parâmetros elétricos medidos em um mês e cada coluna representa um determinado parâmetro elétrico. Os arquivos são organizados de maneira diferente para cada tipo de tarifa.

Na tarifa convencional o arquivo é composto de três colunas, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2: *Exemplo de arquivo de dados da tarifa convencional*

A	B	C
175	44300	13500
199	49950	15600
183	55690	17150
207	52000	12300

onde:

- **Coluna A:** dados referentes à demanda de potência (kW);
- **Coluna B:** dados referentes ao consumo ativo de energia elétrica (kW);
- **Coluna C:** dados referentes ao consumo reativo de energia elétrica ($kVArh$).

Já na tarifa azul o arquivo é composto de seis colunas, como mostra o

Quadro 3.

Quadro 3: *Exemplo de arquivo de dados da tarifa azul*

A	B	C	D	E	F
2407	2845	69940	779830	39800	449370
2680	2900	151550	1350450	77360	723980
2570	2950	159400	1559700	76250	879400
2400	2875	135250	1720850	60300	977880
2480	3010	145880	1423400	63980	734520

onde:

- **Coluna A:** dados referentes à demanda de potência no horário de ponta (kW_p);
- **Coluna B:** dados referentes à demanda de potência no horário fora de ponta (kW_{fp});
- **Coluna C:** dados referentes ao consumo ativo de energia elétrica no horário de ponta (kWh_p);
- **Coluna D:** dados referentes ao consumo ativo de energia elétrica no horário fora de ponta (kWh_{fp});

- **Coluna E:** dados referentes ao consumo reativo de energia elétrica no horário de ponta ($kVArh_p$);
- **Coluna F:** dados referentes ao consumo reativo de energia elétrica no horário fora de ponta ($kVArh_{fp}$).

Enquanto que na tarifa verde o arquivo é composto de cinco colunas, como é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4: Exemplo de arquivo de dados da tarifa verde

A	B	C	D	E
690	28260	272490	11300	109560
775	30940	368210	8950	135300
769	38950	436700	7860	144320
824	36500	398760	6980	128675
810	34180	478930	6398	165430

onde:

- **Coluna A:** dados referentes à demanda de potência (kW);
- **Coluna B:** dados referentes ao consumo ativo de energia elétrica no horário de ponta (kWh_p);
- **Coluna C:** dados referentes ao consumo ativo de energia elétrica no horário fora de ponta (kWh_{fp});
- **Coluna D:** dados referentes ao consumo reativo de energia elétrica no horário de ponta ($kVArh_p$);
- **Coluna E:** dados referentes ao consumo reativo de energia elétrica no horário fora de ponta ($kVArh_{fp}$).

6. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados do trabalho realizado, mostrando todas as etapas de execução do programa e, ao final, mostra os resultados obtidos em cada uma das empresas.

6.1. Introdução

Nos diversos cálculos efetuados durante a execução do programa, houve a necessidade de realizar arredondamento de valores para um número definido de casas decimais. Por este motivo, alguns resultados podem apresentar ligeira alteração em relação aos cálculos realizados manualmente. Porém tais diferenças não representam problemas, uma vez que não são significativas.

O programa computacional desenvolvido denominado sistema de análise do faturamento do consumo de energia elétrica (SAFCEE v 1.1), descrito no apêndice 2, efetua a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa de uma determinada empresa, verificando o uso racional e/ou eficiente de energia elétrica da referida empresa, podendo ainda, comparar a eficiência e a racionalidade da utilização da energia elétrica entre duas empresas.

6.2. Módulo Principal do Sistema

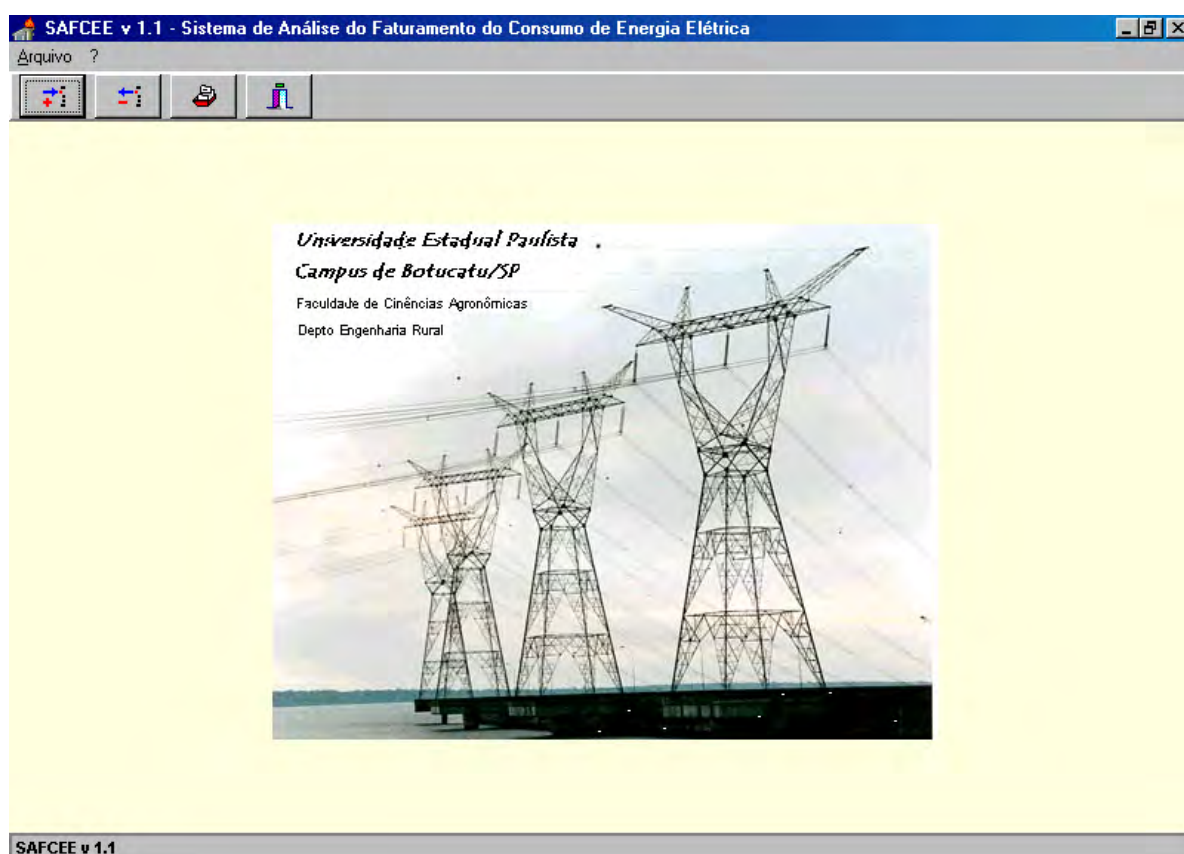


Figura 26: Módulo principal do sistema.

Ao ser acionado, o programa apresenta o módulo principal do sistema (Figura 26), padrão Microsoft Windows, exibindo ao usuário os “botões”, “menus” (Figura 27) e “barra de ícones” (Figura 28) , sendo esta última utilizada como atalho para operações contidas nos menus. Os ícones constantes na “barra de ícones” apresentam, ao se posicionar o mouse sobre o mesmo, uma mensagem auto explicativa sobre a ação executada ao ser acionado. Essa mensagem é ativada tanto na barra de mensagens (Figura 29) no rodapé da tela, quanto em um pequeno folder ao lado do cursor do mouse.

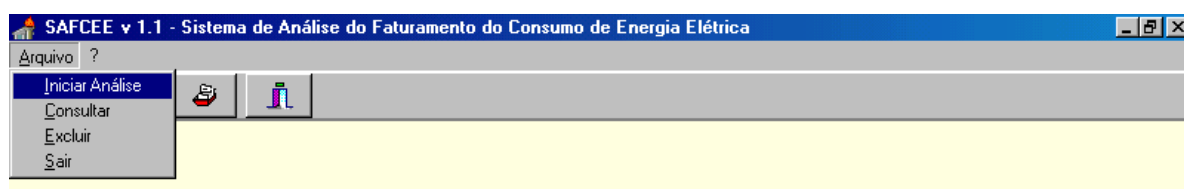


Figura 27: Menu principal ativado na opção “Iniciar Análise”.

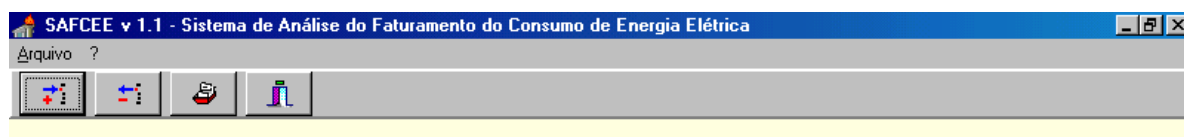


Figura 28: Identificação do sistema, Barra de ícones e Menus .



Figura 29: Barra de mensagens no rodapé do módulo principal.

Todas as operações realizadas com as opções do “Menu” principal podem ser realizadas através dos ícones contidos na barra de ícones.

6.3. Identificação da Empresa

Ao acionar a opção “*Iniciar Análise*” no módulo principal, o módulo identificação da empresa (Figura 30) é ativado. Os dados exibidos nessa seção servem para caracterizar e identificar a empresa sob análise. A maioria dos dados são facultativos, apenas merecendo maior atenção as operação “*Início da Análise*” e “*Tipo de Tarifa*”, sendo estas obrigatórias, pois identifica o mês do início da análise e o tipo de tarifa em que se enquadra a empresa respectivamente.

A imagem mostra a interface gráfica do módulo "SAFCEE v1.1 - Identificação da Empresa". No topo, há uma barra de título com o nome do programa e ícones de minimizar, maximizar e fechar. Abaixo, há dois botões: "Incluir" com um ícone de seta verde e "Cancelar" com um ícone de X vermelho. O formulário principal, intitulado "Dados da Empresa", contém os seguintes campos: "Nome" com o texto "Empresa C", "Código" com o valor "3", "Endereço" com "Av. Rio Branco - Distrito Industrial", "Cidade" com "Andradina", "UF" com "SP", "Fone" com "(0xx22) 666-9999", "Início da Análise" com "Mês / Ano" e o valor "01/1997", e "Tipo de Tarifa" com três opções de radio button: "Convencional", "Azul" (que está selecionado) e "Verde". No canto inferior esquerdo, há um botão "Parâmetros Elétricos" com um ícone de lâmpada amarela.

Figura 30: Módulo Identificação da empresa

6.4. Identificação dos Parâmetros Elétricos

Acionando-se a opção “*Parâmetros Elétricos*”, no módulo identificação da empresa, é ativado, dependendo do tipo de tarifa em que se enquadra a empresa, um dos módulos “*Parâmetros Elétricos*” (Figuras 31, 32 e 33).

SAFCEE v 1.1 - Parâmetros Elétricos - "Tarifa Convencional"

Importar Arquivo
 Origem: C:\Empresas\Empresa A.Dat

Parâmetros Elétricos

kW: 179 kWh: 50800 kVAh: 25600

Data	kW	kWh	kVAh	FC	FP
12/1999	179	50800	25600	0,3888	0,893
11/1999	179,2	49600	25600	0,3792	0,8886
10/1999	179,2	47200	24800	0,3608	0,8852
09/1999	163,2	50400	22000	0,423	0,9165
08/1999	168	49200	19600	0,4012	0,929
07/1999	164,8	44400	17600	0,3691	0,9296

Figura 31: Módulo parâmetros elétricos - “Tarifa Convencional”.

SAFCEE v 1.1 - Parâmetros Elétricos - "Tarifa Azul"

Importar Arquivo
 Origem: C:\Empresas\Empresa C.Dat

Parâmetros Elétricos

kWp: 1235 kWfp: 3289 kWhp: 70700 kWhfp: 1542800 kVAhfp: 287129 kVAhfp: 196554

Data	kWp	kWfp	kWhp	kWhfp	kVAhfp	kVAhfp	FCp	FCfp	FPp	FPfp
12/1999	1235	3289	70700	1542800	287129	196554	0,8674	0,7064	0,2391	0,932
11/1999	1420	3600	76840	1743500	246690	203000	0,8199	0,7294	0,2974	0,9933
10/1999	1785	4110	87225	1960200	388560	225404	0,7404	0,7183	0,219	0,9935
09/1999	1600	3750	78500	1890300	355773	153986	0,7434	0,7592	0,2155	0,9967
08/1999	1425	3698	69873	1635300	305679	134292	0,7429	0,666	0,2228	0,9966
07/1999	1530	3890	76980	1439900	297068	104393	0,7623	0,5575	0,2508	0,9974

Figura 32: Módulo parâmetros elétricos - “Tarifa Azul”.

SAFCEE v 1.1 - Parâmetros Elétricos - "Tarifa Verde"

Importar Arquivo:
Origem: C:\Empresas\Empresa E.Dat

Parâmetros Elétricos

kW: 2996 kW/hp: 163030 kWhp: 1767083 kVA/hp: 51530 kVA/hp: 634008

Data	kW	kW/hp	kWhp	kVA/hp	kVA/hp	FC	FPp	FPp
12/1999	2996	163030	1767083	51530	634008	0,8825	0,9535	0,9413
11/1999	3018	156640	1879000	55224	715782	0,924	0,9431	0,9345
10/1999	3093	134979	1669454	38958	589088	0,7992	0,9608	0,943
09/1999	3085	163025	1829880	46038	597845	0,8849	0,9624	0,9506
08/1999	3131	160377	1947082	49540	689610	0,922	0,9555	0,9426
07/1999	3173	143711	1585185	52764	590930	0,7464	0,9387	0,937

Figura 33: Módulo parâmetros elétricos – “Tarifa Verde”

Nesses módulos, deve-se informar todos os parâmetros elétricos que serão utilizados na análise da empresa. Esses parâmetros podem ser informados manualmente, escolhendo-se a opção de “Cadastrar” ou podem ser importados de um arquivo de dados, escolhendo-se a opção “Importar”. Em seguida, confirmar a importação na opção “Confirmar Importação”. Ao se confirmar a importação, todos os parâmetros elétricos armazenados no arquivo são transportados para o sistema, estando a partir daí prontos para análise. À medida que os parâmetros elétricos são informados, o programa calcula, para o referido mês, o fator de carga e o fator de potência. Todos os parâmetros elétricos e os fatores de carga e potência calculados são apresentados em uma tabela.

6.5. Como Efetuar os Cálculos

Uma vez que todos os parâmetros elétricos sejam introduzidos, podem-se efetuar todos os cálculos necessários para a análise da empresa, através do seu respectivo K-Hiperbolóide de Carga e Potência. Para isso, deve-se escolher a opção “*Efetuar Análise*” no módulo parâmetros elétricos. Ativando-se essa opção, dependendo do tipo de tarifa que se enquadra a empresa, um dos módulos “*Valores das Tarifas*” é apresentado (Figuras 34, 35 e 36). É necessário informar, neste módulo, os valores das tarifas de eletricidade para que os cálculos sejam efetuados.



Valores das Tarifas	
TC	TD
0,07383	5,04
OK Cancelar	

Figura 34: Módulo valores das tarifas – “Convencional”.



Valores das Tarifas			
TC Ponta	TC.F. Ponta	TD Ponta	TD F. Ponta
0,0809	0,03672	13,33	4,44
OK Cancelar			

Figura 35: Módulo valores das tarifas – “Azul”.



Figura 36: Módulo valores das tarifas – “Verde”.

Com o objetivo de atingir todos os resultados, efetuou-se, quando necessário, no horário de ponta e no horário fora de ponta, as seguintes operações:

- cálculo do fator de potência (FP) e do fator de carga (FC) de cada mês;
- cálculo do consumo ativo médio do período em estudo (C_m);
- identificar o menor (fc_1) e o maior (fc_2) fator de carga do período;
- identificar o menor (fp_1) e o maior (fp_2) fator de potência do período;
- cálculo dos volumes: atual, atual eficiente, atual racional, eficiente e racional e total útil;
- cálculo das áreas: atual, atual eficiente, atual racional, eficiente e racional e total útil;
- cálculo da porcentagem do volume total útil e da área total útil restante do referido K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

6.6. Forma de Apresentação dos Resultados

O sistema permite que o usuário visualize não só os valores do consumo médio, do menor e do maior fator de potência, do menor e do maior fator de carga, mas também todos os valores dos volumes e das áreas, tanto no horário de ponta como no

horário fora de ponta, e também a porcentagem possível de redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa. Ainda, o usuário pode visualizar todos os parâmetros elétricos utilizados na análise. O módulo “Resultados” é composto de duas seções de apresentação dos dados na tarifa convencional e três seções nas tarifas azul e verde.

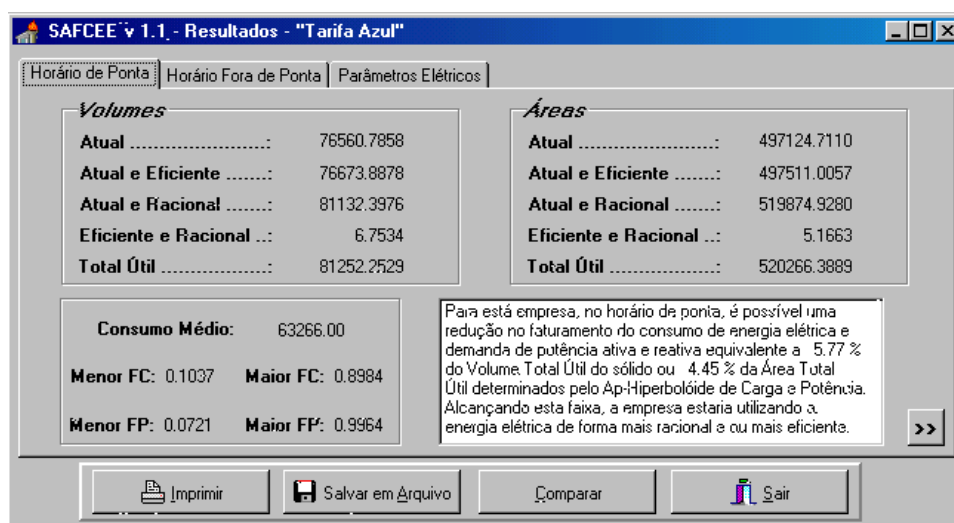


Figura 37: Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta.

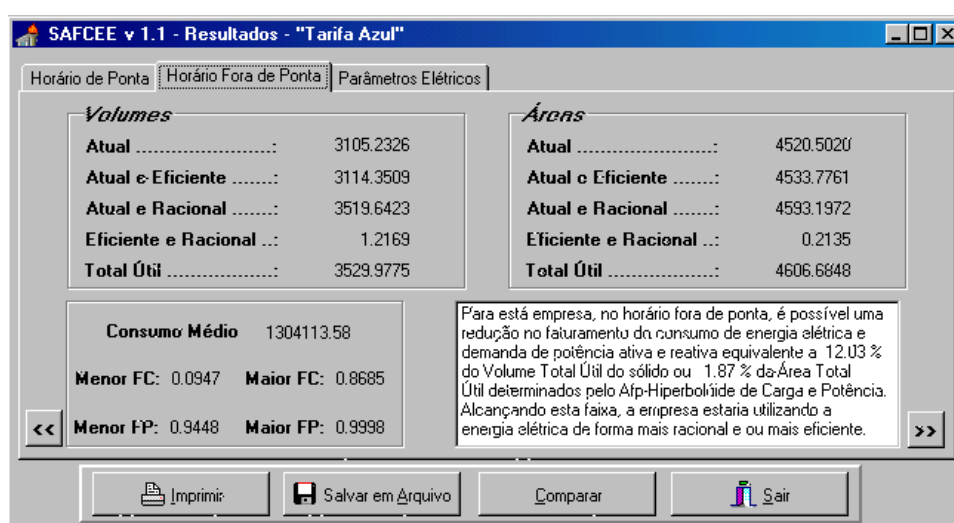


Figura 38: Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta.

Data	kWp	kWfp	kWhp	kWhfp	kVAhp	kVAhfp	FCp	FCfp	FFP	FFPp
03/1999	1783	3890	90600	1743500	386755	145004	0,7699	0,675	0,2281	0,9966
04/1999	1840	4100	82300	1699800	417546	134290	0,6777	0,6244	0,1934	0,9969
05/1999	1825	3950	95670	1796200	456800	199455	0,7943	0,6848	0,205	0,9939
06/1999	1698	3859	78900	1595200	374500	189488	0,704	0,6225	0,2062	0,993
07/1999	1530	3890	76900	1439900	297068	104393	0,7623	0,5575	0,2508	0,9974
08/1999	1425	3698	69873	1635300	305673	134292	0,7429	0,666	0,2228	0,9966
09/1999	1600	3750	78500	1890300	355773	153986	0,7434	0,7592	0,2155	0,9967
10/1999	1795	4110	87225	1960200	388560	225404	0,7404	0,7183	0,219	0,9935
11/1999	1420	3600	76840	1743500	246690	203000	0,8199	0,7294	0,2974	0,9933
12/1999	1235	3289	70700	1542800	287129	196554	0,8674	0,7064	0,2391	0,992

Figura 39: Módulo resultados – “Tarifa Azul” – Seção Parâmetros Elétricos.

As figuras 37, 38 e 39, apresentam as seções de apresentação dos dados na tarifa azul; a apresentação, na tarifa verde, é idêntica à da azul e, na tarifa convencional, como se tem apenas um segmento horário, omite-se um dos horários.

6.7. Como Imprimir o Relatório Final

O sistema proposto permite a impressão de um relatório final contendo todos os resultados finais da análise. Este documento retrata toda a análise dos parâmetros elétricos em questão, disponibilizando ao usuário um documento simples e fácil de utilizar, porém completo em conteúdo. A impressão deste relatório é feita através do módulo “Resultados”. Após os cálculos estarem totalmente efetuados, para gerar-se o relatório e imprimi-lo, basta selecionar a opção “Imprimir”. O sistema utiliza a configuração de

impressora padrão do *Microsoft Windows*, permitindo que esta seja alterada como em qualquer outro *software* que funcione nessa plataforma.

Quadro 5: *Detalhes do relatório gerado pelo SAFCEE v 1.1*

Universidade Estadual Paulista – Botucatu/SP Faculdade de Engenharia Agrônômica Departamento de Engenharia Rural ===== Sistema de Análise do Faturamento do Consumo de Energia Elétrica =====	
Descrição da Empresa: Empresa A Endereço: Av. Perimetral – Distrito Industrial Osvaldo Cruz-SP Fone: (0xx18) 999-3333 Tipo de Tarifa: Convencional Período de Análise: 01/1997 a 12/1999	
Resultados da Análise	
Consumo Médio.....:	42033.33
Menor Fator de Carga.....:	0.2447
Maior Fator de Carga.....:	0.4384
Menor Fator de Potência.....:	0.8852
Maior Fator de Potência.....:	0.9901
Volumes Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência	
Volume Atual	81.2402
Volume Atual Eficiente	88.8760
Volume Atual Racional	290.3982
Volume Eficiente e Racional	19.6588
Volume Total Útil	317.6928
Áreas Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência	
Área Atual	72.5707
Área Atual Eficiente	77.7545
Área Atual Racional	178.1306
Área Eficiente e Racional	3.6874
Área Total Útil	187.0018

Conclusões

Para esta empresa, é possível uma redução no faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa equivalente a 74.43% do Volume Total Útil do sólido ou 61.19% da Área Total Útil determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência. Alcançando esta faixa, a empresa estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou eficiente.

6.8. Como Salvar o Relatório em Arquivo

Além de o sistema gravar todos os resultados da análise, bem como todos os parâmetros elétricos utilizados para a análise em arquivos no próprio sistema para futuras consultas, há a possibilidade de se gravarem todos esses dados em um outro arquivo especificado pelo usuário, por exemplo, em um disco flexível (disquete). Para isso, basta acionar a opção “*Salvar em Arquivo*” no módulo “*Resultados*”. Ao selecionar-se esta opção, uma caixa de dialogo é disponibilizada para que o usuário escolha o “driver” e o diretório que deseja salvar o arquivo.

6.9. Comparação entre Empresas

Também é disponibilizada ao usuário, no módulo “*Resultados*”, a possibilidade de comparar a eficiência e a racionalidade energética da empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo sistema. Para efetuar a comparação, basta o usuário selecionar a opção “*Comparar*”. Ativando-se esta opção, o módulo de “*Comparação de*

Eficiência e Racionalidade” é apresentado. Nesse módulo, existem três seções na comparação de empresas com tarifa azul e verde e duas seções na comparação de empresas com tarifa convencional. Na seção “*Consulta*” (Figura 40), o usuário deve escolher uma das empresas, apresentadas na tabela e acionar o botão “*Confirmar Comparação*”, fazendo a comparação entre duas empresas.

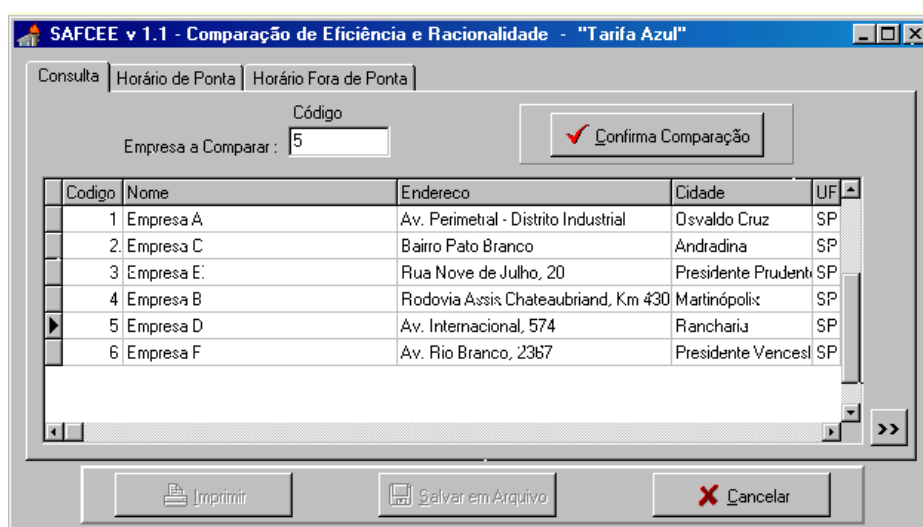


Figura 40: Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Consulta.

As operações necessárias para efetuar a comparação foram as seguintes:

- cálculo dos volumes compostos: atual eficiente, atual racional, total útil eficiente e total útil racional;
- cálculo das áreas compostas: atual eficiente, atual racional, total útil eficiente e total útil racional;

- cálculo da porcentagem de eficiência e racionalidade determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência entre as empresas.

Os resultados da comparação são apresentados nas seções “*Horário de Ponta*” (Figura 41) e “*Horário Fora de Ponta*” (Figura 42), para a comparação de empresas com tarifa azul e verde. Nas empresas com tarifa convencional, o resultado é apresentado em apenas uma seção, vez que possuem apenas um segmento horário.

SAFCEE v 1.1 - Comparação de Eficiência e Racionalidade - "Tarifa Azul"

Consulta: **Horário de Ponta** | Horário Fora de Ponta

Volumes Compostos		Áreas Compostas	
Atual Eficiente	826.0739	Atual Eficiente	2843.4041
Total Útil Eficiente...	939.1729	Total Útil Eficiente ..	3232.6986
Atual Racional	220.3290	Atual Racional	262.9831
Total Útil Racional ...	396.0584	Total Útil Racional ...	466.3128

A empresa Empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa Empresa D, em 87.96 % do Volume Composto Total Útil Eficiente e 87.96 % da Área Composta Total Útil Eficiente determinados pelo Ap-Hiperbolóide de Carga e Potência

A empresa Empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa Empresa C, em 55.63 % do Volume Composto Total Útil Racional e 56.40 % da Área Composta Total Útil Racional determinados pelo Ap-Hiperbolóide de Carga e Potência

Imprimir | Salvar em Arquivo | Cancelar

Figura 41: Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção *Horário de Ponta*.

Todos os resultados apresentados nessas seções podem ser impressos ou podem ser salvos em um arquivo especificado pelo usuário, como no módulo resultados. Para imprimir os resultados, deve-se acionar o botão “*Imprimir*” e, para salvar-se os dados em um arquivo, deve-se acionar o botão “*Salvar em Arquivo*”.

Volumes Compostos		Áreas Compostas	
Atual Eficiente	1323.9596	Atual Eficiente	1927.3796
Total Útil Eficiente...	1333.0779	Total Útil Eficiente ..	1940.6537
Atual Racional	285.6841	Atual Racional	196.7149
Total Útil Racional ...	652.1424	Total Útil Racional ...	444.3932

A empresa Empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa Empresa D, em 99.32 % do Volume Composto Total Útil Eficiente e 99.32 % da Área Composta Total Útil Eficiente determinados pelo Atp-Hiperbolóide de Carga e Potência

A empresa Empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa Empresa C, em 43.81 % do Volume Composto Total Útil Racional e 44.27 % da Área Composta Total Útil Racional determinados pelo Atp-Hiperbolóide de Carga e Potência

Imprimir Salvar em Arquivo Cancelar

Figura 42: Módulo comparação de eficiência e racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta.

6.10. Como Efetuar a Consulta de uma Empresa

O sistema de análise de faturamento do consumo de energia elétrica e demanda permite que o usuário efetue a consulta de uma empresa já cadastrada no sistema. Para tanto, basta o usuário escolher a opção “Consultar” no módulo principal do sistema. Ao escolher esta opção, o módulo “Consultar Empresa” (Figura 43) é ativado. Para efetuar-se a consulta de uma determinada empresa, digita-se o código da mesma na caixa “Empresa a Consultar” ou aciona-se o registro desejado. Escolhida a empresa, o usuário deve acionar o botão “Confirmar Consulta” para que a consulta se realize. Ao confirmar a consulta, todos os dados referentes à análise da empresa são apresentados no módulo “Resultados”,

disponibilizando ao usuário todas as seções de resultados, além das opções de “*Imprimir*”, “*Salvar em Arquivo*” e “*Comparar*”.

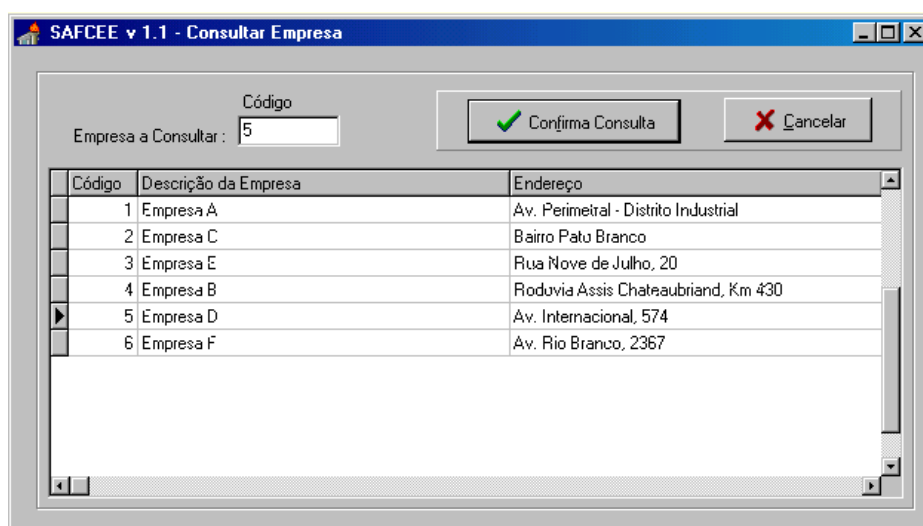


Figura 43: Módulo consultar empresa.

6.11. Como Efetuar a Exclusão de uma Empresa

O sistema de análise de faturamento do consumo de energia elétrica e demanda permite que o usuário efetue a exclusão de uma empresa já cadastrada no sistema, para tanto basta o usuário escolher a opção “*Excluir*” no módulo principal do sistema. Ao escolher esta opção, o módulo “*Excluir Empresa*” é ativado. Escolhida a empresa, que deseja excluir, o usuário deve acionar o botão “*Confirmar Exclusão*” para que a exclusão se realize. Ao confirmar a exclusão, todos os dados referentes à análise da empresa são eliminados do sistema.

6.12. Situação das Empresas Referente ao K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Os resultados mostrados nessa seção foram obtidos através do SAFCEE v 1.1, analisando-se as contas mensais de energia elétrica das 6 empresas consideradas.

Nos quadros de 6 a 11, estão os dados referentes aos valores dos volumes e das áreas das 6 empresas frigoríficas abatedoras de bovinos.

Quadro 6: *Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa A.*

	Volume (u.c.)	Área (u.q.)
Atual	81,2402	72,5707
Atual Eficiente	88,8760	77,7545
Atual Racional	290,3982	178,1306
Eficiente e Racional	19,6588	3,6874
Total Útil	317,6928	187,0018

Obs: **u.c.** indica unidade cúbica e **u.q.** indica unidade quadrática.

Quadro 7: *Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa B.*

	Volume (u.c.)	Área (u.q.)
Atual	822,0888	1002,9719
Atual Eficiente	880,2189	1055,5604
Atual Racional	1496,2498	1442,9301
Eficiente e Racional	47,6701	6,8684
Total Útil	1602,0500	1502,3869

Quadro 8: Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa C nos horários de ponta e fora de ponta.

	Volume (u.c.) de Ponta	Volume (u.c.) Fora de Ponta	Área (u.q.) de Ponta	Área (u.q.) Fora de Ponta
Atual	76560,7858	3105,2326	497124,7110	4520,5020
Atual Eficiente	76673,8878	3114,3509	497511,0057	4533,7761
Atual Racional	81132,3976	3519,6423	519874,9280	4593,1972
Eficiente e Racional	6,7534	1,2169	5,1663	0,2135
Total Útil	81252,2529	3529,9775	520266,3889	4606,6848

Quadro 9: Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa D nos horários de ponta e fora de ponta.

	Volume (u.c.) de Ponta	Volume (u.c.) Fora de Ponta	Área (u.q.) de Ponta	Área (u.q.) Fora de Ponta
Atual	2691,7264	2958,1921	4240,3641	2440,8160
Atual Eficiente	3217,9811	3548,1388	4905,9002	2674,3422
Atual Racional	2867,4558	3324,6504	4443,6937	2688,4943
Eficiente e Racional	34,3565	73,0821	25,2863	12,0884
Total Útil	3428,0670	3987,6793	5134,5161	2934,1089

Quadro 10: Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa E nos horários de ponta e fora de ponta.

	Volume (u.c.) de Ponta	Volume (u.c.) Fora de Ponta	Área (u.q.) de Ponta	Área (u.q.) Fora de Ponta
Atual	5293,7409	4432,8327	4741,1527	3430,6912
Atual Eficiente	6322,7082	5282,8007	4795,2713	3756,5180
Atual Racional	5664,0320	4722,0488	5070,1413	3615,5475
Eficiente e Racional	71,9749	55,4552	1,1789	8,1915
Total Útil	6764,9742	5627,4719	5125,4389	3949,5658

Quadro 11: *Valores dos volumes e das áreas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes à empresa F nos horários de ponta e fora de ponta.*

	Volume (u.c.) de Ponta	Volume (u.c.) Fora de Ponta	Área (u.q.) de Ponta	Área (u.q.) Fora de Ponta
Atual	1495,9761	1323,3967	1030,9817	1120,2195
Atual Eficiente	1550,4207	1463,3185	1030,2476	1166,6636
Atual Racional	1547,0388	1365,5105	1065,5959	1150,6707
Eficiente e Racional	1,8584	4,4527	0,0292	0,6452
Total Útil	1603,3417	1509,8850	1064,8910	1197,7599

Nos quadros de 12 a 14, estão os dados referentes aos valores dos volumes compostos e das áreas compostas entre empresas frigoríficas abatedoras de bovinos.

Obs: A notação AeB , para as empresas A e B, representa que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente ou mais racional que a empresa A.

Quadro 12: *Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas A e B.*

	Volume Composto (u.c.)	Área Composta (u.q.)
Atual Eficiente	0,1497 $_{BeA}$	0,1018 $_{BeA}$
Total Útil Eficiente	7,7855 $_{BeA}$	5,2953 $_{BeA}$
Atual Racional	237,4770 $_{AeB}$	178,3900 $_{AeB}$
Total Útil Racional	911,6381 $_{AeB}$	618,3481 $_{AeB}$

Quadro 13: Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas C e D nos horários de ponta e fora de ponta.

	Volume Composto (u.c.) de Ponta	Volume Composto (u.c.) Fora de Ponta	Área Composta (u.q.) de Ponta	Área Composta (u.q.) Fora de Ponta
Atual Eficiente	826,0739 <i>DeC</i>	1323,9596 <i>DeC</i>	2843,4040 <i>DeC</i>	1927,3796 <i>DeC</i>
Total Útil Eficiente	939,1729 <i>DeC</i>	1333,0779 <i>DeC</i>	3232,6986 <i>DeC</i>	1940,6537 <i>DeC</i>
Atual Racional	220,3290 <i>CeD</i>	285,6841 <i>CeD</i>	262,9831 <i>CeD</i>	196,7149 <i>CeD</i>
Total Útil Racional	396,0584 <i>CeD</i>	652,1424 <i>CeD</i>	466,3128 <i>CeD</i>	444,3932 <i>CeD</i>

Quadro 14: Valores dos volumes compostos e das áreas compostas no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999 referentes às empresas E e F nos horários de ponta e fora de ponta.

	Volume Composto (u.c.) de Ponta	Volume Composto (u.c.) Fora de Ponta	Área Composta (u.q.) de Ponta	Área Composta (u.q.) Fora de Ponta
Atual Eficiente	242,2187 <i>EeF</i>	55,9822 <i>EeF</i>	10,2891 <i>EeF</i>	20,0237 <i>EeF</i>
Total Útil Eficiente	295,5565 <i>EeF</i>	195,9039 <i>EeF</i>	12,5548 <i>EeF</i>	70,0708 <i>EeF</i>
Atual Racional	48,1557 <i>EeF</i>	40,6564 <i>EeF</i>	32,6642 <i>EeF</i>	29,5132 <i>EeF</i>
Total Útil Racional	98,1718 <i>EeF</i>	82,7703 <i>EeF</i>	66,5760 <i>EeF</i>	59,9643 <i>EeF</i>

7. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através do SAFCEE v 1.1 permitiram a análise de aspectos importantes relativos ao faturamento de energia elétrica.

Estudaram-se as aplicações do K-Hiperbolóide de Carga e Potência com $K = \{C, A, V\}$, considerando-se os resultados obtidos através dos volumes de sólidos limitados por este hiperbolóide e através das áreas das regiões das superfícies determinadas pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência.

Os volumes determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência, para uma das empresas analisada no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999, são os volumes limitados superiormente pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência, inferiormente pelo plano $F = 0$ e, lateralmente, pelos planos a , b , c e d .

As áreas determinadas pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência, para uma das empresas analisada no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999, são as áreas

da região do K-Hiperbolóide de Carga e Potência, determinada pela intersecção do mesmo com os planos a , b , c e d .

7.1. Situação da Empresa A Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa A, a tarifação horo-sazonal utilizada é a convencional, então $K = C$.

Através de consulta à concessionária verificou-se que a tarifa de consumo $TC = 0,07383 \text{ R\$/kWh}$, a tarifa de demanda $TD = 5,04 \text{ R\$/kW}$ e o tempo de um mês médio $h = 730$ horas.

Com os dados do quadro 1 (Apêndice 1, pág. 137), observa-se que o consumo médio de energia elétrica da empresa A é dado por $C_m^A = 42033,33 \text{ kWh}$; o menor fator de potência foi registrado no mês de outubro de 1999 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8852$; o maior fator de potência foi registrado no mês de junho de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9901$; o menor fator de carga foi registrado no mês de maio de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,2447$; o maior fator de carga foi registrado no mês de março de 1999 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,4384$.

7.1.1. Volumes Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa A

O quadro 6 (pág. 72) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa A.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8852$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 81,2402 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8852$, $b = 1$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 88,8760 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8852$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 290,3982 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9901$, $b = 1$, $c = 0,4384$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 19,6588 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 317,6928 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,2557$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,2557 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 25,57 \% V_{TU}$.

Os 74,43% do volume total útil restante do C-Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa A, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e

demanda. Nesta faixa, a empresa A estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.1.2. Áreas Determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa A

O quadro 6 (pág 72) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa A.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8852$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 72,5707 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8852$, $b = 1$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 77,7545 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,8852$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 178,1306 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9901$, $b = 1$, $c = 0,4384$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 3,6874 \text{ u.q.}$

- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 187,0018 \text{ u.q.}, \text{ como}$

$\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,3881$, assim, a área atual (A_A) representa 0,3881 da área total útil (A_{TU}), isto é:

$$A_A = 38,81 \% A_{TU} .$$

Os 61,19% da área total útil restante do C-Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do C-Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa A, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa A estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.2. Situação da Empresa B Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa B, a tarifação horo-sazonal utilizada é a convencional, então $K = C$.

Com os dados do quadro 2 (Apêndice 1, pág 138), observa-se que o consumo médio de energia elétrica da empresa B é dado por $C_m^B = 135179,17 \text{ kWh}$; o menor fator de potência foi registrado no mês de maio de 1998 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8497$; o maior fator de potência foi registrado no mês de fevereiro de 1998 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9899$; o menor fator de carga foi registrado no mês de fevereiro de

1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,1373$; o maior fator de carga foi registrado no mês de julho de 1999 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,5788$.

7.2.1. Volumes Determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa B

O quadro 7 (pág 72) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa B.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,1373$ e $d = 0,5788$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 822,0888 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8497$, $b = 1$, $c = 0,1373$ e $d = 0,5788$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 880,2189 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,1373$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 1496,2498 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9899$, $b = 1$, $c = 0,5788$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 47,6701 \text{ u.c.}$

- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 1602,05 \text{ u.c.}$, como

$$\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,5131, \text{ assim, o volume atual } (V_A) \text{ representa } 0,5131 \text{ do volume total útil } (V_{TU}),$$

isto é: $V_A = 51,31 \% V_{TU}$.

Os 48,69% do volume total útil restante do C-Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa B, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa B estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.2.2. Áreas Determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa B

O quadro 7 (pág 72) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa B.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,1373$ e $d = 0,5788$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 1002,9719 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8497$, $b = 1$, $c = 0,1373$ e $d = 0,5788$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 1055,5604 \text{ u.q.}$

- **Área Atual Racional:** $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,1373$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 1442,9301 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9899$, $b = 1$, $c = 0,5788$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 6,8684 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 1502,3869 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,6676$, assim, a área atual (A_A) representa 0,6676 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 66,76 \% A_{TU}$.

Os 33,24% da área total útil restante do C-Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do C-Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa B, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa B estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.3. Situação da Empresa C Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa C, a tarifação horo-sazonal utilizada é a azul, então $K = A$.

Através de consulta à concessionária verificou-se que a tarifa de consumo de ponta $TC_p = 0,0809 \text{ R\$/kWh}$, a tarifa de consumo fora de ponta

$TC_{fp} = 0,03672 \text{ R\$} / kWh$, a tarifa de demanda de ponta $TD_p = 13,33 \text{ R\$} / kW$, a tarifa de demanda fora de ponta $TD_{fp} = 4,44 \text{ R\$} / kW$, o tempo de um mês médio no horário de ponta $h = 66$ horas e o tempo de um mês médio no horário fora de ponta $h = 664$ horas.

Com os dados do quadro 3 (Apêndice 1, pág 139), observa-se que o consumo médio de ponta de energia elétrica da empresa C é dado por $C_{m_p}^C = 63266,00 \text{ kWh}$; o menor fator de potência de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,0721$; o maior fator de potência de ponta foi registrado no mês de abril de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9964$; o menor fator de carga de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,1037$; o maior fator de carga de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1999 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,8984$.

7.3.1. Volumes Determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C

O quadro 8 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa C.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,0721$, $b = 0,9964$, $c = 0,1037$ e $d = 0,8984$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 76560,7858 \text{ u.c.}$

- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,0721$, $b = 1$, $c = 0,1037$ e $d = 0,8984$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 76673,8878 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,0721$, $b = 0,9964$, $c = 0,1037$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 81132,3976 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9964$, $b = 1$, $c = 0,8984$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 6,7534 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 81252,2529 \text{ u.c.}$,
 como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,9423$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,9423 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 94,23 \% V_{TU}$.

Os 5,77 % do volume total útil restante do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa C, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa C estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.3.2. Áreas Determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C

O quadro 8 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa C.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,0721$, $b = 0,9964$, $c = 0,1037$ e $d = 0,8984$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 497124,711 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,0721$, $b = 1$, $c = 0,1037$ e $d = 0,8984$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 497511,0057 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,0721$, $b = 0,9964$, $c = 0,1037$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 519874,928 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9899$, $b = 1$, $c = 0,8984$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 5,1663 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 520266,3889 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,9555$, assim, a área atual (A_A) representa 0,9555 da área total útil (A_{TU}), isto é:
 $A_A = 95,55 \% A_{TU}$.

Os 4,45 % da área total útil restante do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa C, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa C estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

Com os dados do quadro 4 (Apêndice 1, pág 140), observa-se que o consumo médio fora de ponta de energia elétrica da empresa C é dado por $C_{m_{fp}}^C = 1304113,58 \text{ kWh}$; o menor fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de

janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,9448$; o maior fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de abril de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9998$; o menor fator de carga fora de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,0947$; o maior fator de carga fora de ponta foi registrado no mês de julho de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,8685$.

7.3.3. Volumes Determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C

O quadro 8 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa C.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,9448$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_A = 3105,2326$ u.c.
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,9448$, $b = 1$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 3114,3509$ u.c.
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,9448$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 3519,6423$ u.c.
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9998$, $b = 1$, $c = 0,8685$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 1,2169$ u.c.

- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 3529,9775 \text{ u.c.}$, como

$$\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,8797, \text{ assim, o volume atual } (V_A) \text{ representa } 0,8797 \text{ do volume total útil } (V_{TU}),$$

isto é: $V_A = 87,97 \% V_{TU}$.

Os 12,03 % do volume total útil restante do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa C, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa C estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.3.4. Áreas Determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa C

O quadro 8 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa C.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,9448$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_A = 4520,502 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,9448$, $b = 1$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 4533,7761 \text{ u.q.}$

- **Área Atual Racional:** $a = 0,9448$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 4593,1972 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9998$, $b = 1$, $c = 0,8685$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 0,2135 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 4606,6848 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,9813$, assim, a área atual (A_A) representa 0,9813 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 98,13 \% A_{TU}$.

O 1,87 % da área total útil restante do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representa a área da superfície que contém a região do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa C, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa C estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.4. Situação da Empresa D Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa D, a tarifação horo-sazonal utilizada é a azul, então $K = A$.

Com os dados do quadro 5 (Apêndice 1, pág 141), observa-se que o consumo médio de ponta de energia elétrica da empresa D é dado por $C_{m_p}^D = 87354,61 \text{ kWh}$; o

menor fator de potência de ponta foi registrado no mês de dezembro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8239$; o maior fator de potência de ponta foi registrado no mês de março de 1999 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9703$; o menor fator de carga de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,4305$; o maior fator de carga de ponta foi registrado no mês de maio de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,9539$.

7.4.1. Volumes Determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D

O quadro 9 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa D.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,4305$ e $d = 0,9539$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 2691,7264 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8239$, $b = 1$, $c = 0,4305$ e $d = 0,9539$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 3217,9811 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,4305$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 2867,4558 \text{ u.c.}$

- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9703$, $b = 1$, $c = 0,9539$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 34,3565 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 3428,067 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,7852$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,7852 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 78,52 \% V_{TU}$.

Os 21,48 % do volume total útil restante do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa D, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa D estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.4.2. Áreas Determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D

O quadro 9 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa D.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,4305$ e $d = 0,9539$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 4240,3641 \text{ u.q.}$

- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8239$, $b = 1$, $c = 0,4305$ e $d = 0,9539$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 4905,9002 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,4305$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 4443,6937 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9703$, $b = 1$, $c = 0,9539$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 25,2863 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 5134,5161 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,8259$, assim, a área atual (A_A) representa 0,8259 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 82,59 \% A_{TU}$.

Os 17,41 % da área total útil restante do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa D, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa D estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

Com os dados do quadro 6 (Apêndice 1, pág 142), observa-se que o consumo médio fora de ponta de energia elétrica da empresa D é dado por $C_{mfp}^D = 953351,22 \text{ kWh}$; o menor fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de novembro de 1998 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8599$; o maior fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9764$; o menor fator de carga fora de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1997 e o valor

encontrado foi de $fc_1 = 0,3767$; o maior fator de carga fora de ponta foi registrado no mês de agosto de 1998 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,9257$.

7.4.3. Volumes Determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D

O quadro 9 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa D.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,3767$ e $d = 0,9257$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 2958,1921 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8599$, $b = 1$, $c = 0,3767$ e $d = 0,9257$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 3548,1388 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,3767$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 3324,6504 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9764$, $b = 1$, $c = 0,9257$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 73,0821 \text{ u.c.}$

- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 3987,6793 \text{ u.c.}$, como

$$\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,7418, \text{ assim, o volume atual } (V_A) \text{ representa } 0,7418 \text{ do volume total útil } (V_{TU}),$$

isto é: $V_A = 74,18 \% V_{TU}$.

Os 25,82 % do volume total útil restante do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa D, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa D estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.4.4. Áreas Determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa D

O quadro 9 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa D.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,3767$ e $d = 0,9257$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 2440,816 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8599$, $b = 1$, $c = 0,3767$ e $d = 0,9257$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 2674,3422 \text{ u.q.}$

- **Área Atual Racional:** $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,3767$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 2688,4943 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9764$, $b = 1$, $c = 0,9257$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 12,0884 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 2934,1089 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,8319$, assim, a área atual (A_A) representa 0,8319 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 83,19 \% A_{TU}$.

Os 16,81 % da área total útil restante do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa D, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa D estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.5. Situação da Empresa E Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa E, a tarifação horo-sazonal utilizada é a verde, então $K = V$.

Através de consulta à concessionária verificou-se que a tarifa de consumo de ponta $TC_p = 0,38904 \text{ R\$/kWh}$, a tarifa de consumo fora de ponta

$TC_{fp} = 0,03672 \text{ R\$/kWh}$, a tarifa de demanda $TD = 4,44 \text{ R\$/kW}$ e o tempo de um mês médio $h = 730$ horas.

Com os dados do quadro 7 (Apêndice 1, pág 143), observa-se que o consumo médio de ponta de energia elétrica da empresa E é dado por $C_{m_p}^E = 128183,33 \text{ kWh}$; o menor fator de potência de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1998 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,7918$; o maior fator de potência de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1999 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9645$; o menor fator de carga foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,38$; o maior fator de carga foi registrado no mês de maio de 1999 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,9591$.

7.5.1. Volumes Determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E

O quadro 10 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa E.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,7918$, $b = 0,9645$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 5293,7409 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,7918$, $b = 1$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 6322,7082 \text{ u.c.}$

- **Volume Atual Racional:** $a = 0,7918$, $b = 0,9645$, $c = 0,38$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 5664,032 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9645$, $b = 1$, $c = 0,9591$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 71,9749 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 6764,9742 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,7825$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,7825 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 78,25 \% V_{TU}$.

Os 21,75 % do volume total útil restante do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa E, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa E estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.5.2. Áreas Determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E

O quadro 10 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa E.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,7918$, $b = 0,9645$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 4741,1527 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,7918$, $b = 1$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 4795,2713 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,7918$, $b = 0,9645$, $c = 0,38$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 5070,1413 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9645$, $b = 1$, $c = 0,9591$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 1,1789 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 5125,4389 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,9250$, assim, a área atual (A_A) representa 0,9250 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 92,50 \% A_{TU}$.

Os 7,50 % da area total útil restante do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa E, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa E estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

Com os dados do quadro 7 (Apêndice 1, pág 143), observa-se que o consumo médio fora de ponta de energia elétrica da empresa E é dado por $C_{mfp}^E = 1418574,83 \text{ kWh}$; o menor fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de março de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8634$; o maior fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1998 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9777$.

7.5.3. Volumes Determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E

O quadro 10 (pág 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa E.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8634$, $b = 0,9777$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 4432,8327 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8634$, $b = 1$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 5282,8007 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8634$, $b = 0,9777$, $c = 0,38$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 4722,0488 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9777$, $b = 1$, $c = 0,9591$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 55,4552 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 5627,4719 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,7877$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,7877 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 78,77 \% V_{TU}$.

Os 21,23 % do volume total útil restante do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa E, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e

demanda. Nesta faixa, a empresa E estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.5.4. Áreas Determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa E

O quadro 10 (pág. 73) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa E.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8634$, $b = 0,9777$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 3430,6912 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8634$, $b = 1$, $c = 0,38$ e $d = 0,9591$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 3756,518 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,8634$, $b = 0,9777$, $c = 0,38$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 3615,5475 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9777$, $b = 1$, $c = 0,9591$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 8,1915 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 3949,5658 \text{ u.q.}$, como

$\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,8686$, assim, a área atual (A_A) representa 0,8686 da área total útil (A_{TU}), isto é:

$$A_A = 86,86 \% A_{TU} .$$

Os 13,14 % da área total útil restante do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa E, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa E estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.6. Situação da Empresa F Relativamente aos Volumes e Áreas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

Como na empresa F, a tarifação horo-sazonal utilizada é a verde, então $K = V$.

Com os dados do quadro 8 (apêndice 1, pág. 144), observa-se que o consumo médio de ponta de energia elétrica da empresa F é dado por $C_{m_p}^F = 35258,75 \text{ kWh}$; o menor fator de potência de ponta foi registrado no mês de agosto de 1999 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8231$; o maior fator de potência de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9936$; o menor fator de carga foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fc_1 = 0,3744$; o maior fator de carga foi registrado no mês de agosto de 1998 e o valor encontrado foi de $fc_2 = 0,9792$.

7.6.1. Volumes Determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F

O quadro 11 (pág 74) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa E.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 1495,9761 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8231$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 1550,4207 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 1547,0388 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9936$, $b = 1$, $c = 0,9792$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 1,8584 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 1603,3417 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,9330$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,9330 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_A = 93,30 \% V_{TU}$.

Os 6,70 % do volume total útil restante do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa F, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e

demanda. Nesta faixa, a empresa F estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.6.2. Áreas Determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F

O quadro 11(pág. 74) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa F.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 1030,9817 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8231$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 1030,2476 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 1065,5959 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9936$, $b = 1$, $c = 0,9792$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 0,0292 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 1064,8910 \text{ u.q.}$, como

$\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,9682$, assim, a área atual (A_A) representa 0,9682 da área total útil (A_{TU}), isto é:

$$A_A = 96,82 \% A_{TU} .$$

Os 3,18 % da área total útil restante do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa F, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa F estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

Com os dados do quadro 8 (apêndice 1, pág. 144), observa-se que o consumo médio fora de ponta de energia elétrica da empresa F é dado por $C_{m_{fp}}^F = 313428,00 \text{ kWh}$; o menor fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de fevereiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_1 = 0,8375$; o maior fator de potência fora de ponta foi registrado no mês de janeiro de 1997 e o valor encontrado foi de $fp_2 = 0,9841$.

7.6.3. Volumes Determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F

O quadro 11 (pág. 74) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa F.

As equações utilizadas no cálculo dos volumes e os valores de a , b , c e d foram:

- **Volume Atual:** $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_A = 1323,3967 \text{ u.c.}$

- **Volume Atual Eficiente:** $a = 0,8375$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{AEf} = 1463,3185 \text{ u.c.}$
- **Volume Atual Racional:** $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{ARac} = 1365,5105 \text{ u.c.}$
- **Volume Eficiente e Racional:** $a = 0,9841$, $b = 1$, $c = 0,9792$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{Ef / Rac} = 4,4527 \text{ u.c.}$
- **Volume Total Útil:** $V_{TU} = V_{AEf} + V_{ARac} + V_{Ef / Rac} - V_A$, então $V_{TU} = 1509,885 \text{ u.c.}$, como $\frac{V_A}{V_{TU}} = 0,8765$, assim, o volume atual (V_A) representa 0,8765 do volume total útil (V_{TU}), isto é: $V_{A0} = 87,65 \% V_{TU}$.

Os 12,35 % do volume total útil restante do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a região do sólido onde a empresa F, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa F estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.6.4. Áreas Determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência para a Empresa F

O quadro 11 (pág. 74) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 das áreas determinadas pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência relativos à empresa F.

As equações utilizadas no cálculo das áreas e os valores de a , b , c e d foram:

- **Área Atual:** $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_A = 1120,2195 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Eficiente:** $a = 0,8375$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{AEf} = 1166,6636 \text{ u.q.}$
- **Área Atual Racional:** $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{ARac} = 1150,6707 \text{ u.q.}$
- **Área Eficiente e Racional:** $a = 0,9841$, $b = 1$, $c = 0,9792$ e $d = 1$. Utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{Ef / Rac} = 0,6452 \text{ u.q.}$
- **Área Total Útil:** $A_{TU} = A_{AEf} + A_{ARac} + A_{Ef / Rac} - A_A \Rightarrow A_{TU} = 1197,7599 \text{ u.q.}$, como $\frac{A_A}{A_{TU}} = 0,9353$, assim, a área atual (A_A) representa 0,9353 da área total útil (A_{TU}), isto é: $A_A = 93,53 \% A_{TU}$.

Os 6,47 % da área total útil restante do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência representam a área da superfície que contém a região do V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência onde a empresa F, ao alcançar esta faixa, estaria reduzindo consideravelmente o faturamento mensal do consumo de energia elétrica e demanda. Nesta faixa, a empresa F estaria utilizando a energia elétrica de forma mais racional e/ou mais eficiente.

7.7. Comparação da Eficiência e Racionalidade Relativamente aos Volumes Compostos e Áreas Compostas Determinados pelo K-Hiperbolóide de Carga e Potência

7.7.1. Empresas A e B

O quadro 12 (pág. 74) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes compostos e as áreas compostas relativos às empresa A e B.

$$\begin{array}{l}
 A: \quad \left\{ \begin{array}{l} fp_1^A = 0,8852 \\ fp_2^A = 0,9901 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^A = 0,2447 \\ fc_2^A = 0,4384 \end{array} \right. \\
 B: \quad \left\{ \begin{array}{l} fp_1^B = 0,8497 \\ fp_2^B = 0,9899 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^B = 0,1373 \\ fc_2^B = 0,5788 \end{array} \right.
 \end{array}$$

7.7.1.1. Comparação de Eficiência

- **Volume Composto Atual Eficiente:** Como $fp_1^A < fp_2^B < fp_2^A$, então: $a = 0,9899$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$, onde $fp_2^B > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{EfBeA}} = 0,1497 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^A > fp_2^B$, então: $a = 0,9901$, $b = 1$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$, onde $fp_2^A > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual eficiente ($V_{CA_{EfBeA}}$), sendo que:
 $V_{CTU_{EfBeA}} = 7,7855 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{EfBeA}}}{V_{CTU_{EfBeA}}} = 0,0192$, assim, o volume composto atual eficiente

entre B e A ($V_{CA_{EfBeA}}$) representa 0,0192 do volume composto total útil eficiente entre B e A

($V_{CTU_{EfBeA}}$), isto é: $V_{CA_{EfBeA}} = 1,92 \% V_{CTU_{EfBeA}}$.

- **Área Composta Atual Eficiente:** Como $fp_1^A < fp_2^B < fp_2^A$, então: $a = 0,9899$, $b = 0,9901$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$, onde $fp_2^B > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{EfBeA}} = 0,1018 \text{ u.q.}$

- **Área Composta Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^A > fp_2^B$, então: $a = 0,9901$, $b = 1$, $c = 0,2447$ e $d = 0,4384$, onde $fp_2^A > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), acrescentando-se a área composta atual eficiente ($A_{CA_{EfBeA}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{EfBeA}} = 5,2953 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{EfBeA}}}{A_{CTU_{EfBeA}}} = 0,0192$, assim, a área composta atual eficiente entre

B e A ($A_{CA_{EfBeA}}$) representa 0,0192 da área composta total útil eficiente entre B e A

($A_{CTU_{EfBeA}}$), isto é: $A_{CA_{EfBeA}} = 1,92 \% A_{CTU_{EfBeA}}$.

A empresa A está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa B, em 1,92 % do volume composto total útil eficiente e em 1,92 % da área composta total útil eficiente entre as empresas B e A determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.1.2. Comparação de Racionalidade

- **Volume Composto Atual Racional:** Como $fc_1^B < fc_2^A < fc_2^B$, então: $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,4384$ e $d = 0,5788$, onde $fp_1^B < 0,92 < fp_2^B$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{Rac\ AeB}} = 237,477 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Racional:** Como $fc_2^B > fc_2^A$, então: $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,5788$ e $d = 1$, onde $fp_1^B < 0,92 < fp_2^B$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), acrescentando-se o Volume Composto Atual Racional ($V_{CA_{Rac\ AeB}}$), sendo que: $V_{CTU_{Rac\ AeB}} = 911,6381 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{Rac\ AeB}}}{V_{CTU_{Rac\ AeB}}} = 0,2605$, assim, o volume composto atual racional

entre A e B ($V_{CA_{Rac\ AeB}}$) representa 0,2605 do volume composto total útil racional entre A e B

($V_{CTU_{Rac\ AeB}}$), isto é: $V_{CA_{Rac\ AeB}} = 26,05 \% V_{CTU_{Rac\ AeB}}$.

- **Área Composta Atual Racional:** Como $fc_1^B < fc_2^A < fc_2^B$, então: $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,4384$ e $d = 0,5788$, onde $fp_1^B < 0,92 < fp_2^B$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{Rac\ AeB}} = 178,39 \text{ u.q.}$
- **Área Composta Total Útil Racional:** Como $fc_2^B > fc_2^A$, então: $a = 0,8497$, $b = 0,9899$, $c = 0,5788$ e $d = 1$, onde $fp_1^B < 0,92 < fp_2^B$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33),

acrescentando-se a área composta atual racional ($A_{CA_{Rac_{AeB}}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{Rac_{AeB}}} = 618,3481 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{Rac_{AeB}}}}{A_{CTU_{Rac_{AeB}}}} = 0,2885$, assim, a área composta atual racional entre

A e B ($A_{CA_{Rac_{AeB}}}$) representa 0,2885 da área composta total útil racional entre A e B

($A_{CTU_{Rac_{AeB}}}$), isto é: $A_{CA_{Rac_{AeB}}} = 28,85 \% A_{CTU_{Rac_{AeB}}}$.

A empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa A, em 26,05 % do volume composto total útil racional e em 28,85 % da área composta total útil racional entre as empresas A e B determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.2. Empresas C e D no Horário de Ponta

O quadro 13 (pág. 75) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes compostos e as áreas compostas relativos às empresa C e D no horário de ponta.

$$\begin{array}{l} C: \left\{ \begin{array}{l} fp_1^C = 0,0751 \\ fp_2^C = 0,9964 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^C = 0,1037 \\ fc_2^C = 0,8984 \end{array} \right. \\ \\ D: \left\{ \begin{array}{l} fp_1^D = 0,8239 \\ fp_2^D = 0,9703 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^D = 0,4305 \\ fc_2^D = 0,9539 \end{array} \right. \end{array}$$

7.7.2.1. Comparação de Eficiência

- **Volume Composto Atual Eficiente:** Como $fp_1^C < fp_2^D < fp_2^C$, então: $a = 0,9703$, $b = 0,9964$, $c = 0,1035$ e $d = 0,8984$, onde $fp_2^D > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{EfDeC}} = 826,0739 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^C > fp_2^D$, então: $a = 0,9964$, $b = 1$, $c = 0,1035$ e $d = 0,8984$, onde $fp_2^C > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual eficiente ($V_{CA_{EfDeC}}$), sendo que:
 $V_{CTU_{EfDeC}} = 939,1729 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{EfDeC}}}{V_{CTU_{EfDeC}}} = 0,8796$, assim, o volume composto atual eficiente

entre D e C ($V_{CA_{EfDeC}}$) representa 0,8796 do volume composto total útil eficiente entre D e C

($V_{CTU_{EfDeC}}$), isto é: $V_{CA_{EfDeC}} = 87,96 \% V_{CTU_{EfDeC}}$.

- **Área Composta Atual Eficiente:** Como $fp_1^C < fp_2^D < fp_2^C$, então: $a = 0,9899$, $b = 0,9964$, $c = 0,1035$ e $d = 0,8984$, onde $fp_2^D > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{EfDeC}} = 2843,404 \text{ u.q.}$
- **Área Composta Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^C > fp_2^D$, então: $a = 0,9964$, $b = 1$, $c = 0,1035$ e $d = 0,8984$, onde $fp_2^C > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33),

acrescentando-se a área composta atual eficiente ($A_{CA_{EfDeC}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{EfDeC}} = 3232,6986 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{EfDeC}}}{A_{CTU_{EfDeC}}} = 0,8796$, assim, a área composta atual eficiente entre

D e C ($A_{CA_{EfDeC}}$) representa 0,8796 da área composta total útil eficiente entre D e C

($A_{CTU_{EfDeC}}$), isto é: $A_{CA_{EfDeC}} = 87,96 \% A_{CTU_{EfDeC}}$.

A empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa D, em 87,96 % do volume composto total útil eficiente e em 87,96 % da área composta total útil eficiente entre as empresas D e C determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.2.2. Comparação de Racionalidade

- **Volume Composto Atual Racional:** Como $fc_1^D < fc_2^C < fc_2^D$, então: $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,8984$ e $d = 0,9539$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{RacCeD}} = 220,329 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Racional:** Como $fc_2^D > fc_2^C$, então: $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,9539$ e $d = 1$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual racional ($V_{CA_{RacCeD}}$), sendo que:

$$V_{CTU_{RacCeD}} = 396,0584 \text{ u.c.}$$

Como $\frac{V_{CA_{RacCeD}}}{V_{CTU_{RacCeD}}} = 0,5563$, assim, o volume composto atual racional

entre C e D ($V_{CA_{RacCeD}}$) representa 0,5563 do volume composto total útil racional entre C e D

($V_{CTU_{RacCeD}}$), isto é: $V_{CA_{RacCeD}} = 55,63 \% V_{CTU_{RacCeD}}$.

- **Área Composta Atual Racional:** Como $fc_1^D < fc_2^C < fc_2^D$, então: $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,8984$ e $d = 0,9539$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{RacCeD}} = 262,9831 \text{ u.q.}$

- **Área Composta Total Útil Racional:** Como $fc_2^D > fc_2^C$, então: $a = 0,8239$, $b = 0,9703$, $c = 0,9539$ e $d = 1$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), acrescentando-se a área composta atual racional ($A_{CA_{RacCeD}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{RacCeD}} = 466,3128 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{RacCeD}}}{A_{CTU_{RacCeD}}} = 0,5640$, assim, a área composta atual racional entre

C e D ($A_{CA_{RacCeD}}$) representa 0,5640 da área composta total útil racional entre C e D

($A_{CTU_{RacCeD}}$), isto é: $A_{CA_{RacCeD}} = 56,40 \% A_{CTU_{RacCeD}}$.

A empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa C, em 55,63 % do volume composto total útil racional e em 56,40 % da área composta total útil racional entre as empresas C e D determinados pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.3. Empresas C e D no Horário Fora de Ponta

O quadro 13 (pág. 75) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes compostos e as áreas compostas relativos às empresa C e D no horário fora de ponta.

$$\begin{array}{lcl}
 C: & \begin{cases} fp_1^C = 0,9448 \\ fp_2^C = 0,9998 \end{cases} & e \quad \begin{cases} fc_1^C = 0,0947 \\ fc_2^C = 0,8685 \end{cases} \\
 D: & \begin{cases} fp_1^D = 0,8599 \\ fp_2^D = 0,9764 \end{cases} & e \quad \begin{cases} fc_1^D = 0,3767 \\ fc_2^D = 0,9257 \end{cases}
 \end{array}$$

7.7.3.1. Comparação de Eficiência

- **Volume Composto Atual Eficiente:** Como $fp_1^C < fp_2^D < fp_2^C$, então: $a = 0,9764$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$, onde $fp_2^D > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{EfDeC}} = 1323,9596 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^C > fp_2^D$, então: $a = 0,9998$, $b = 1$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$, onde $fp_2^C > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual eficiente ($V_{CA_{EfDeC}}$), sendo que: $V_{CTU_{EfDeC}} = 1333,0779 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{EfDeC}}}{V_{CTU_{EfDeC}}} = 0,9932$, assim, o volume composto atual eficiente

entre D e C ($V_{CA_{EfDeC}}$) representa 0,9932 do volume composto total útil eficiente entre D e C

($V_{CTU_{EfDeC}}$), isto é: $V_{CA_{EfDeC}} = 99,32 \% V_{CTU_{EfDeC}}$.

- **Área Composta Atual Eficiente:** Como $fp_1^C < fp_2^D < fp_2^C$, então: $a = 0,9764$, $b = 0,9998$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$, onde $fp_2^D > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{EfDeC}} = 1927,3796 \text{ u.q.}$

- **Área Composta Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^C > fp_2^D$, então: $a = 0,9998$, $b = 1$, $c = 0,0947$ e $d = 0,8685$, onde $fp_2^C > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), acrescentando-se a área composta atual eficiente ($A_{CA_{EfDeC}}$), sendo que: $A_{CTU_{EfDeC}} = 1940,6537 \text{ u.q.}$

Como $\frac{A_{CA_{EfDeC}}}{A_{CTU_{EfDeC}}} = 0,9932$, assim, a área composta atual eficiente entre

D e C ($A_{CA_{EfDeC}}$) representa 0,9932 da área composta total útil eficiente entre D e C

($A_{CTU_{EfDeC}}$), isto é: $A_{CA_{EfDeC}} = 99,32 \% A_{CTU_{EfDeC}}$.

A empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa D, em 99,32 % do volume composto total útil eficiente e em 99,32 % da area composta total útil eficiente entre as empresas D e C determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.3.2. Comparação de Racionalidade

- **Volume Composto Atual Racional:** Como $fc_1^D < fc_2^C < fc_2^D$, então: $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,8685$ e $d = 0,9257$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{RacCeD}} = 285,6841 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Racional:** Como $fc_2^D > fc_2^C$, então: $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,9257$ e $d = 1$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual racional ($V_{CA_{RacCeD}}$), sendo que: $V_{CTU_{RacCeD}} = 652,1424 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{RacCeD}}}{V_{CTU_{RacCeD}}} = 0,4381$, assim, o volume composto atual racional

entre C e D ($V_{CA_{RacCeD}}$) representa 0,4381 do volume composto total útil racional entre C e D

($V_{CTU_{RacCeD}}$), isto é: $V_{CA_{RacCeD}} = 43,81\% V_{CTU_{RacCeD}}$.

- **Área Composta Atual Racional:** Como $fc_1^D < fc_2^C < fc_2^D$, então: $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,8685$ e $d = 0,9257$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{RacCeD}} = 196,7149 \text{ u.q.}$
- **Área Composta Total Útil Racional:** Como $fc_2^D > fc_2^C$, então: $a = 0,8599$, $b = 0,9764$, $c = 0,9257$ e $d = 1$, onde $fp_1^D < 0,92 < fp_2^D$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33),

acrescentando-se a área composta atual racional ($A_{CA_{Rac_{CeD}}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{Rac_{CeD}}} = 444,3932 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{Rac_{CeD}}}}{A_{CTU_{Rac_{CeD}}}} = 0,4427$, assim, a área composta atual racional entre

C e D ($A_{CA_{Rac_{CeD}}}$) representa 0,4427 da área composta total útil racional entre C e D

($A_{CTU_{Rac_{CeD}}}$), isto é: $A_{CA_{Rac_{CeD}}} = 44,27 \% A_{CTU_{Rac_{CeD}}}$.

A empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa C, em 43,81 % do volume composto total útil racional e em 44,27 % da área composta total útil racional entre as empresas C e D determinados pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.4. Empresas E e F no Horário de Ponta

O quadro 14 (pág. 75) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes compostos e as áreas compostas relativos às empresa E e F no horário de ponta.

$$\begin{array}{l} E: \left\{ \begin{array}{l} fp_1^E = 0,7918 \\ fp_2^E = 0,9645 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^E = 0,3800 \\ fc_2^E = 0,9591 \end{array} \right. \\ \\ F: \left\{ \begin{array}{l} fp_1^F = 0,8231 \\ fp_2^F = 0,9936 \end{array} \right. \quad e \quad \left\{ \begin{array}{l} fc_1^F = 0,3744 \\ fc_2^F = 0,9792 \end{array} \right. \end{array}$$

7.7.4.1. Comparação de Eficiência

- **Volume Composto Atual Eficiente:** Como $fp_1^F < fp_2^E < fp_2^F$, então: $a = 0,9645$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^E > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{EfEeF}} = 242,2187 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^F > fp_2^E$, então: $a = 0,9936$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^F > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual eficiente ($V_{CA_{EfEeF}}$), sendo que: $V_{CTU_{EfEeF}} = 295,5565 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{EfEeF}}}{V_{CTU_{EfEeF}}} = 0,8195$, assim, o volume composto atual eficiente

entre E e F ($V_{CA_{EfEeF}}$) representa 0,8195 do volume composto total útil eficiente entre E e F

($V_{CTU_{EfEeF}}$), isto é: $V_{CA_{EfEeF}} = 81,95 \% V_{CTU_{EfEeF}}$.

- **Área Composta Atual Eficiente:** Como $fp_1^F < fp_2^E < fp_2^F$, então: $a = 0,9645$, $b = 0,9936$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^E > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{EfEeF}} = 10,2891 \text{ u.q.}$
- **Área Composta Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^F > fp_2^E$, então: $a = 0,9936$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^F > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33),

acrescentando-se a área composta atual eficiente ($A_{CA_{EfEeF}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{EfEeF}} = 12,5548 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{EfEeF}}}{A_{CTU_{EfEeF}}} = 0,8195$, assim, a área composta atual eficiente entre

E e F ($A_{CA_{EfEeF}}$) representa 0,8195 da área composta total útil eficiente entre E e F ($A_{CTU_{EfEeF}}$),

isto é: $A_{CA_{EfEeF}} = 81,95 \% A_{CTU_{EfEeF}}$.

A empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa E, em 81,95 % do volume composto total útil eficiente e em 81,95 % da área composta total útil eficiente entre as empresas E e F determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.4.2. Comparação de Racionalidade

- **Volume Composto Atual Racional:** Como $fc_1^F < fc_2^E < fc_2^F$, então: $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,9591$ e $d = 0,9792$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{RacEeF}} = 48,1557 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Racional:** Como $fc_2^F > fc_2^E$, então: $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,9792$ e $d = 1$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual racional ($V_{CA_{RacEeF}}$), sendo que:
 $V_{CTU_{RacEeF}} = 98,1718 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{RacEeF}}}{V_{CTU_{RacEeF}}} = 0,4905$, assim, o volume composto atual racional

entre E e F ($V_{CA_{RacEeF}}$) representa 0,4905 do volume composto total útil racional entre E e F

($V_{CTU_{RacEeF}}$), isto é: $V_{CA_{RacEeF}} = 49,05 \% V_{CTU_{RacEeF}}$.

- **Área Composta Atual Racional:** Como $fc_1^F < fc_2^E < fc_2^F$, então: $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,9591$ e $d = 0,9792$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{RacEeF}} = 32,6642 \text{ u.q.}$

- **Área Composta Total Útil Racional:** Como $fc_2^F > fc_2^E$, então: $a = 0,8231$, $b = 0,9936$, $c = 0,9792$ e $d = 1$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), acrescentando-se a área composta atual racional ($A_{CA_{RacEeF}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{RacEeF}} = 66,576 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{RacEeF}}}{A_{CTU_{RacEeF}}} = 0,4906$, assim, a área composta atual racional entre

E e F ($A_{CA_{RacEeF}}$) representa 0,4906 da área composta total útil racional entre E e F ($A_{CTU_{RacEeF}}$),

isto é: $A_{CA_{RacEeF}} = 49,06 \% A_{CTU_{RacEeF}}$.

A empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa E, em 49,05 % do volume composto total útil racional e em 49,06 % da área composta total útil racional entre as empresas E e F determinados pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.5. Empresas E e F no Horário Fora de Ponta

O quadro 14 (pág 75) fornece os valores obtidos pelo SAFCEE v 1.1 dos volumes compostos e as áreas compostas relativos às empresa E e F no horário de ponta.

$$\begin{array}{l}
 E: \quad \begin{cases} fp_1^E = 0,8634 \\ fp_2^E = 0,9777 \end{cases} \quad e \quad \begin{cases} fc_1^E = 0,3800 \\ fc_2^E = 0,9591 \end{cases} \\
 F: \quad \begin{cases} fp_1^F = 0,8375 \\ fp_2^F = 0,9841 \end{cases} \quad e \quad \begin{cases} fc_1^F = 0,3744 \\ fc_2^F = 0,9792 \end{cases}
 \end{array}$$

7.7.5.1. Comparação de Eficiência

- **Volume Composto Atual Eficiente:** Como $fp_1^F < fp_2^E < fp_2^F$, então: $a = 0,9777$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^E > 0,92$, então utilizou-se a equação 11(pág. 25), sendo que: $V_{CA_{EfEeF}} = 55,9822 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^F > fp_2^E$, então: $a = 0,9841$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^F > 0,92$, então utilizou-se a equação 11 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual eficiente ($V_{CA_{EfEeF}}$), sendo que: $V_{CTU_{EfEeF}} = 195,9039 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{EfEeF}}}{V_{CTU_{EfEeF}}} = 0,2858$, assim, o volume composto atual eficiente

entre E e F ($V_{CA_{EfEeF}}$) representa 0,2858 do volume composto total útil eficiente entre E e F

($V_{CTU_{EfEeF}}$), isto é: $V_{CA_{EfEeF}} = 28,58 \% V_{CTU_{EfEeF}}$.

- **Área Composta Atual Eficiente:** Como $fp_1^F < fp_2^E < fp_2^F$, então: $a = 0,9777$, $b = 0,9841$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^E > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{EfEeF}} = 20,0237 \text{ u.q.}$

- **Área Composta Total Útil Eficiente:** Como $fp_2^F > fp_2^E$, então: $a = 0,9841$, $b = 1$, $c = 0,3744$ e $d = 0,9792$, onde $fp_2^F > 0,92$, então utilizou-se a equação 14 (pág. 33), acrescentando-se a área composta atual eficiente ($A_{CA_{EfEeF}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{EfEeF}} = 70,0708 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{EfEeF}}}{A_{CTU_{EfEeF}}} = 0,2858$, assim, a área composta atual eficiente entre

E e F ($A_{CA_{EfEeF}}$) representa 0,2858 da área composta total útil eficiente entre E e F ($A_{CTU_{EfEeF}}$),

isto é: $A_{CA_{EfEeF}} = 28,58 \% A_{CTU_{EfEeF}}$.

A empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa E, em 28,58 % do volume composto total útil eficiente e em 28,58 % da área composta total útil eficiente entre as empresas E e F determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência.

7.7.5.2. Comparação de Racionalidade

- **Volume Composto Atual Racional:** Como $fc_1^F < fc_2^E < fc_2^F$, então: $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,9591$ e $d = 0,9792$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), sendo que: $V_{CA_{Rac_{EeF}}} = 40,6564 \text{ u.c.}$
- **Volume Composto Total Útil Racional:** Como $fc_2^F > fc_2^E$, então: $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,9792$ e $d = 1$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 10 (pág. 25), acrescentando-se o volume composto atual racional ($V_{CA_{Rac_{EeF}}}$), sendo que: $V_{CTU_{Rac_{EeF}}} = 82,7703 \text{ u.c.}$

Como $\frac{V_{CA_{Rac_{EeF}}}}{V_{CTU_{Rac_{EeF}}}} = 0,4912$, assim, o volume composto atual racional

entre E e F ($V_{CA_{Rac_{EeF}}}$) representa 0,4912 do volume composto total útil racional entre E e F

($V_{CTU_{Rac_{EeF}}}$), isto é: $V_{CA_{Rac_{EeF}}} = 49,12 \% V_{CTU_{Rac_{EeF}}}$.

- **Área Composta Atual Racional:** Como $fc_1^F < fc_2^E < fc_2^F$, então: $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,9591$ e $d = 0,9792$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33), sendo que: $A_{CA_{Rac_{EeF}}} = 29,5132 \text{ u.q.}$
- **Área Composta Total Útil Racional:** Como $fc_2^F > fc_2^E$, então: $a = 0,8375$, $b = 0,9841$, $c = 0,9792$ e $d = 1$, onde $fp_1^F < 0,92 < fp_2^F$, então utilizou-se a equação 13 (pág. 33),

acrescentando-se a área composta atual racional ($A_{CA_{Rac_{EeF}}}$), sendo que:

$$A_{CTU_{Rac_{EeF}}} = 59,9643 \text{ u.q.}$$

Como $\frac{A_{CA_{Rac_{EeF}}}}{A_{CTU_{Rac_{EeF}}}} = 0,4922$, assim, a área composta atual racional entre

E e F ($A_{CA_{Rac_{EeF}}}$) representa 0,4922 da área composta total útil racional entre E e F ($A_{CTU_{Rac_{EeF}}}$),

isto é: $A_{CA_{Rac_{EeF}}} = 49,22 \% A_{CTU_{Rac_{EeF}}}$.

A empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa E, em 49,12 % do volume composto total útil racional e em 49,22 % da área composta total útil racional entre as empresas E e F determinados pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência.

8. CONCLUSÕES

Pelo presente trabalho, realizado no intuito de auxiliar as empresas que possuem sistema de tarifação horo-sazonais, em analisar o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa, estabeleceram-se as seguintes conclusões:

Qualquer empresa, não importando o ramo de atividade, que possua sistema de tarifação horo-sazonal, pode ser analisada pelo programa computacional.

O programa computacional desenvolvido:

- proporciona, de maneira rápida e eficiente, a obtenção de resultados práticos na análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa, mostrando o quanto a empresa analisada pode reduzir o faturamento do consumo de energia elétrica e demanda em relação ao volume total útil e a área total útil;

- permite a comparação entre empresas com o mesmo sistema tarifário, verificando-se qual delas está utilizando a energia elétrica de forma mais racional e ou mais eficiente;
- pode ser utilizado em microcomputadores básicos com alto grau de desempenho, não exigindo hardware de última geração para seu funcionamento;
- fornece resultados de toda a análise em relatório compacto e completo, possibilitando a visualização imediata da análise;
- disponibiliza ao usuário a impressão de um relatório de todos os resultados obtidos na análise, bem como proporciona a exportação dos resultados em arquivos flexível, no formato ASCII;
- permite ao usuário a consulta de uma determinada empresa já analisada, mostrando todos os resultados obtidos na análise;
- é de fácil utilização, podendo realizar, em curto espaço de tempo, inúmeras análises com simples transferências de arquivos;

O programa computacional demonstrou que:

- para a empresa A, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 74,43 % do volume total útil e de 61,19 % da área total útil da superfície determinada pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência;
- para a empresa B, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 48,69 % do volume total útil e de 33,24 % da área total útil da superfície determinada pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa C, no horário de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 5,77 % do volume total útil e de 4,45 % da área total útil da superfície determinada pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa C, no horário fora de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 12,03 % do volume total útil e de 1,87 % da área total útil da superfície determinada pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa D, no horário de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 21,48 % do volume total útil e de 17,41 % da área total útil da superfície determinada pelo A_p -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa D, no horário fora de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 25,82 % do volume total útil e de 16,81 % da área total útil da superfície determinada pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa E, no horário de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 21,75 % do volume total útil e de 7,50 % da área total útil da superfície determinada pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa E, no horário fora de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 21,23 % do volume

total útil e de 13,14 % da área total útil da superfície determinada pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- para a empresa F, no horário de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 6,70 % do volume total útil e de 3,18 % da área total útil da superfície determinada pelo V_p -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- Para a empresa F, no horário fora de ponta, é possível uma redução do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda equivalente a 12,35 % do volume total útil e de 6,47 % da área total útil da superfície determinada pelo V_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência;

- a empresa A está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa B, em 1,92 % do volume composto total útil eficiente e da área composta total útil eficiente e que a empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa A, em 26,05 % do volume composto total útil racional e 28,85 % da área composta total útil racional;

- a empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa D, em 87,96 % do volume composto total útil eficiente e da área composta total útil eficiente e que a empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa C, em 55,63 % do volume composto total útil racional e 56,40 % da área composta total útil racional no horário de ponta;

- a empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa D, em 99,32 % do volume composto total útil eficiente e da área composta total útil eficiente e que a empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a

empresa C, em 43,81 % do volume composto total útil racional e 44,27 % da área composta total útil racional no horário fora de ponta;

- a empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa E, em 81,95 % do volume composto total útil eficiente e da área composta total útil eficiente e que também, está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa E, em 49,05 % do volume composto total útil racional e 49,06 % da área composta total útil racional no horário de ponta;

- a empresa F está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa E, em 28,58 % do volume composto total útil eficiente e da área composta total útil eficiente e que também, está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa E, em 49,12 % do volume composto total útil racional e 49,22 % da área composta total útil racional no horário fora de ponta.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA. *Auto avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica nos setores comercial e de serviços*. São Paulo, 1988. 50p.
- ALVES, W. P. *Curso prático de Delphi 3.0*. São Paulo: Érica, 1997. 198p.
- BLOOMQUIST, W. C. *Introduction à la electronica de los semicondutores*. Barcelona: Labor, 1973. 440p.
- CANTÙ, M. *Dominando o Delphi 5 – A Bíblia*. São Paulo: Makron Books, 2000. 860p.
- CENTRAIS ELÉTRICAS DE MINAS GERAIS. *Seminário interno*. Belo Horizonte, 1985. 5p.
- CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO & AGENCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA. *Auto avaliação dos pontos de desperdício de energia elétrica na indústria*. São Paulo, 1986. 43p.
- CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO & CPFL - COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ. *Manual de fator de potência*. São Paulo, 1980. 23p.

- CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. *Racionalização de energia elétrica – seminário interno*. São Paulo, 1986. 5p.
- CESP - COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. *Manual de fator de carga*. São Paulo, 1990. 18p.
- CODI - COMITÊ DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. *Tarifas horo-sazonais, manual de orientação ao consumidor*. Rio de Janeiro, 1988. 28p.
- CODI - COMITÊ DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. *Manual de orientação aos consumidores sobre a nova legislação para faturamento de energia reativa excedente*. Rio de Janeiro, 1992. 20p.
- COLEMAN, D., ARNOLD, P., BODOFF, S., DOLLIN, C., GILCHRIST, H., HAYES, F., JEREMAES, P. *Desenvolvimento orientado a objetos: o Método Fusion*. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 389p.
- COTRIN, A. A. M. B. *Instalações elétricas*. São Paulo: McGraw Hill, 1982. 423p.
- ELETROBRÁS. *Proteção dos sistemas aéreos de distribuição*. Rio de Janeiro: Editora Câmpus, 1982. v. 2, 233p.
- ELETROBRÁS. *Eficiência energética global – Plano 2015 – Plano nacional de energia elétrica*, vol. VI. Rio de Janeiro, 1994. 135p.
- ELETROBRÁS. *Plano 2015*. Rio de Janeiro, 1995. 101p.
- FORBELLONE, A. L. V., EBERSPACHER, H. F. *Lógica de programação*. São Paulo: Makron Books, 2000. 197p.
- GABRIEL, L. R. A. *Análise da racionalização do uso de energia elétrica através de hiperbolóide de carga e potência em operações de processamento de arroz (oryza*

- sativa,l.).* Botucatu: FCA/UNESP, 1994. 289p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Faculdade Estadual Paulista, 1994.
- GABRIEL, L. R. A. *Análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda através de hiperbolóide de carga e potência em operações de refino de óleo vegetal.* Presidente Prudente: UNESP, 1997. 311p. Tese (Livre Docente em Álgebra Linear) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faculdade Estadual Paulista, 1997.
- GODINHO, M. *Exame de racionalização do uso de energia elétrica em função de parâmetros elétricos e legislação tarifaria.* Botucatu: UNESP, 1986. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- KHOSHAFIAN, S. *Banco de dados orientado a objetos.* Rio de Janeiro: Infobook, 1994. 353p.
- KUSNETSOV, M. *Fundamentals on electrical engineering.* Moscow: Peace, 1979. 460p.
- MACIEL, N. F. *Racionalização no uso de energia elétrica – uma proposta para o caso da Universidade Federal de Viçosa.* V.3, n.3, 1995. 12p.
- MANNING, L. W. *Distributions systems – Westinghouse Eletric Corporation.* East Pittsburg, 1965. 578p.
- MARTIN, J., ODELL, J. J. *Análise e projeto orientados a objeto.* São Paulo: Makron Books, 1995. 639p.
- PORTO L. G. C. *Analise de tarifa horo-sazonal no uso da energia elétrica em uma agroindústria.* Botucatu: UNESP, 1991. 119p. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1991.
- SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. F., SUDARSHAN, S. *Sistema de Banco de Dados.* São Paulo: Makron Books, 1999. 778p.

SILVA, N. P. *Projeto de desenvolvimento de sistemas*. São Paulo: Érica, 1994. 143p.

SPOLON, S. L. *Sistema computacional para análise de dados obtidos em ensaios com tratores agrícolas*. Botucatu: UNESP, 1999. 189p. Dissertação – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, Faculdade Estadual Paulista, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

Dados referentes aos parâmetros elétricos de energia elétrica das 6 empresas frigoríficas abatedoras de bovinos, no período de janeiro de 1997 a dezembro de 1999.

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa A	137
2 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa B	138
3 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa C, no horário de ponta	139
4 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa C, no horário fora de ponta	140
5 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa D, no horário de ponta	141
6 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa D, no horário fora de ponta	142
7 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa E, nos horários de ponta e fora de ponta	143
8 Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa F, nos horários de ponta e fora de ponta	144

Quadro 1: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa A.

Mês	kW	kWh	kVArh	FC	FP
Jan/97	132	40800	5800	0,4234	0,9900
Fev/97	130	37600	7600	0,3962	0,9802
Mar/97	156	30400	4400	0,2669	0,9897
Abr/97	156	41200	10300	0,3618	0,9701
Mai/97	150	26800	6700	0,2447	0,9701
Jun/97	156	29600	4200	0,2599	0,9901
Jul/97	146	37200	10850	0,3490	0,9600
Ago/97	156	36400	5180	0,3196	0,9900
Set/97	162	43200	14200	0,3653	0,9500
Out/97	174	45600	19400	0,3590	0,9202
Nov/97	158	33600	9800	0,2913	0,9600
Dez/97	168	48000	18970	0,3914	0,9300
Jan/98	160	42800	16900	0,3664	0,9301
Fev/98	172	38800	15330	0,3090	0,9300
Mar/98	168	43200	17100	0,3523	0,9298
Abr/98	162	33200	9700	0,2807	0,9599
Mai/98	152	34800	12630	0,3136	0,9400
Jun/98	156	40400	14700	0,3548	0,9397
Jul/98	154	42800	18200	0,3807	0,9203
Ago/98	156	43200	17100	0,3793	0,9298
Set/98	156	45600	18020	0,4004	0,9300
Out/98	162	45200	19250	0,3822	0,9200
Nov/98	168	46000	20960	0,3751	0,9100
Dez/98	172	49600	19600	0,3950	0,9300
Jan/99	178	48800	22250	0,3756	0,9099
Fev/99	160	44000	18740	0,3767	0,9200
Mar/99	160	51200	18600	0,4384	0,9399
Abr/99	160	40400	13300	0,3459	0,9499
Mai/99	184	36000	7200	0,2680	0,9806
Jun/99	168	45200	17600	0,3686	0,9318
Jul/99	164,80	44400	17600	0,3691	0,9296
Ago/99	168	49200	19600	0,4012	0,9290
Set/99	163,20	50400	22000	0,4230	0,9165
Out/99	179,20	47200	24800	0,3608	0,8852
Nov/99	179,20	49600	25600	0,3792	0,8886
Dez/99	179	50800	25600	0,3888	0,8930
Média	161,81	42033,33	15271,67		

Quadro 2: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa B.

Mês	kW	kWh	kVArh	FC	FP
Jan/97	168	20700	5197	0,1688	0,9699
Fev/97	224	22450	6550	0,1373	0,9600
Mar/97	233	83868	33196	0,4931	0,9298
Abr/97	352	87652	39940	0,3411	0,9100
Mai/97	808	136543	84656	0,2315	0,8499
Jun/97	686	110976	65890	0,2216	0,8599
Jul/97	688	120690	68400	0,2403	0,8700
Ago/97	634	137270	41055	0,2966	0,9581
Set/97	755	125100	25460	0,2270	0,9799
Out/97	720	131830	47850	0,2508	0,9400
Nov/97	686	126765	65243	0,2531	0,8891
Dez/97	639	148344	63200	0,3180	0,9200
Jan/98	687	137210	49864	0,2736	0,9399
Fev/98	707	123987	17767	0,2402	0,9899
Mar/98	699	160534	40233	0,3146	0,9700
Abr/98	688	137398	54408	0,2736	0,9298
Mai/98	430	134235	83291	0,4276	0,8497
Jun/98	432	127421	75700	0,4040	0,8597
Jul/98	440	146800	79235	0,4570	0,8800
Ago/98	424	145550	74687	0,4702	0,8897
Set/98	432	134397	57295	0,4262	0,9199
Out/98	445	160432	63560	0,4939	0,9297
Nov/98	430	157322	39482	0,5012	0,9699
Dez/98	440	126299	25664	0,3932	0,9800
Jan/99	448	121895	17963	0,3727	0,9893
Fev/99	440	158365	52250	0,4930	0,9496
Mar/99	464	160941	63760	0,4751	0,9297
Abr/99	479	174680	43877	0,4996	0,9699
Mai/99	440	169542	72242	0,5278	0,9200
Jun/99	448	128765	72794	0,3937	0,8705
Jul/99	440	185900	115200	0,5788	0,8500
Ago/99	476	149255	88560	0,4295	0,8600
Set/99	464	150969	77433	0,4457	0,8898
Out/99	480	184385	66922	0,5262	0,9400
Nov/99	472	161590	47130	0,4690	0,9600
Dez/99	486	176390	51547	0,4972	0,9599
Média	510,67	135179,17	54930,38		

Quadro 3: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa C, no horário de ponta.

Mês	kW_p	kWh_p	$kVArh_p$	FC_p	FP_p
Jan/97	1100	7532	104194	0,1037	0,0721
Fev/97	792	19479	115371	0,3726	0,1665
Mar/97	920	23823	16766	0,3923	0,8178
Abr/97	1192	51140	4335	0,6500	0,9964
Mai/97	1100	34584	78106	0,4764	0,4049
Jun/97	1100	46617	111863	0,6421	0,3847
Jul/97	1260	50798	148549	0,6108	0,3236
Ago/97	1100	51758	186954	0,7129	0,2668
Set/97	1100	57937	227999	0,7980	0,2463
Out/97	1240	54227	269181	0,6626	0,1975
Nov/97	1168	49942	307101	0,6479	0,1605
Dez/97	1440	69607	365056	0,7324	0,1873
Jan/98	1240	53284	403195	0,6511	0,1310
Fev/98	1186	58900	432078	0,7525	0,1351
Mar/98	1350	68978	376543	0,7742	0,1802
Abr/98	1460	73250	399568	0,7602	0,1803
Mai/98	1655	65860	411326	0,6029	0,1581
Jun/98	1580	78000	345790	0,7480	0,2200
Jul/98	1290	67885	299680	0,7973	0,2209
Ago/98	1440	71224	378962	0,7494	0,1847
Set/98	1325	63458	401432	0,7256	0,1561
Out/98	1180	58328	423870	0,7489	0,1363
Nov/98	1080	49056	376548	0,6882	0,1292
Dez/98	1348	74275	432170	0,8349	0,1694
Jan/99	1389	82356	440780	0,8984	0,1837
Fev/99	1620	87690	399071	0,8201	0,2146
Mar/99	1783	90600	386755	0,7699	0,2281
Abr/99	1840	82300	417546	0,6777	0,1934
Mai/99	1825	95670	456800	0,7943	0,2050
Jun/99	1698	78900	374500	0,7040	0,2062
Jul/99	1530	76980	297068	0,7623	0,2508
Ago/99	1425	69873	305679	0,7429	0,2228
Set/99	1600	78500	355773	0,7434	0,2155
Out/99	1785	87225	388560	0,7404	0,2190
Nov/99	1420	76840	246690	0,8199	0,2974
Dez/99	1235	70700	287129	0,8674	0,2391
Média	1355,44	63266	304805,22		

Quadro 4: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa C, no horário fora de ponta.

Mês	kW_{fp}	kWh_{fp}	$kVArh_{fp}$	FC_{fp}	FP_{fp}
Jan/97	2000	125700	43605	0,0947	0,9448
Fev/97	2100	416100	46806	0,2984	0,9937
Mar/97	2284	418689	15458	0,2761	0,9993
Abr/97	2492	996500	17923	0,6022	0,9998
Mai/97	2000	768000	18686	0,5783	0,9997
Jun/97	2000	962400	27178	0,7247	0,9996
Jul/97	2000	1153400	37564	0,8685	0,9995
Ago/97	2924	1104700	47495	0,5690	0,9991
Set/97	2936	1193900	58142	0,6124	0,9988
Out/97	3000	1219000	69135	0,6119	0,9984
Nov/97	2980	1121000	79397	0,5665	0,9975
Dez/97	3144	1389500	92407	0,6656	0,9978
Jan/98	3168	1299200	103741	0,6176	0,9968
Fev/98	3254	1350500	112340	0,6250	0,9966
Mar/98	3486	1298600	87980	0,5610	0,9977
Abr/98	3224	1434800	95616	0,6702	0,9978
Mai/98	3560	1359000	109948	0,5749	0,9967
Jun/98	3600	1500600	123583	0,6278	0,9966
Jul/98	3150	1289700	135202	0,6166	0,9945
Ago/98	3229	1100500	102009	0,5133	0,9957
Set/98	3089	1240600	95630	0,6048	0,9970
Out/98	2965	1526800	79975	0,7755	0,9986
Nov/98	2858	1489800	82109	0,7851	0,9985
Dez/98	3286	1355700	68922	0,6213	0,9987
Jan/99	3340	1236100	98531	0,5574	0,9968
Fev/99	3420	1550600	111007	0,6828	0,9974
Mar/99	3890	1743500	145004	0,6750	0,9966
Abr/99	4100	1699800	134290	0,6244	0,9969
Mai/99	3950	1796200	199455	0,6848	0,9939
Jun/99	3859	1595200	189488	0,6225	0,9930
Jul/99	3890	1439900	104393	0,5575	0,9974
Ago/99	3698	1635300	134292	0,6660	0,9966
Set/99	3750	1890300	153986	0,7592	0,9967
Out/99	4110	1960200	225404	0,7183	0,9935
Nov/99	3600	1743500	203000	0,7294	0,9933
Dez/99	3289	1542800	196554	0,7064	0,9920
Média	3156,25	1304113,58	101284,86		

Quadro 5: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa D, no horário de ponta.

Mês	kW_p	kWh_p	$kVArh_p$	FC_p	FP_p
Jan/97	1195	49654	17456	0,6296	0,9434
Fev/97	1952	55468	21123	0,4305	0,9345
Mar/97	2458	142589	68572	0,8789	0,9012
Abr/97	2610	150421	79567	0,8732	0,8840
Mai/97	2425	152676	77550	0,9539	0,8916
Jun/97	2389	136879	74172	0,8681	0,8792
Jul/97	2197	112440	63534	0,7754	0,8706
Ago/97	1321	78522	36210	0,9006	0,9081
Set/97	959	45371	22145	0,7168	0,8987
Out/97	1458	69544	43123	0,7227	0,8499
Nov/97	1397	58122	33665	0,6304	0,8653
Dez/97	1621	74848	51478	0,6996	0,8239
Jan/98	1118	45377	22451	0,6150	0,8963
Fev/98	1264	49778	19775	0,5967	0,9294
Mar/98	2398	123876	77551	0,7827	0,8476
Abr/98	2415	141523	69517	0,8879	0,8976
Mai/98	2442	148550	63655	0,9217	0,9192
Jun/98	2368	139553	54132	0,8929	0,9323
Jul/98	2294	128540	49560	0,8490	0,9330
Ago/98	2245	134400	53228	0,9071	0,9297
Set/98	1435	61230	28455	0,6465	0,9069
Out/98	1210	48421	17524	0,6063	0,9403
Nov/98	1145	42875	19532	0,5674	0,9100
Dez/98	1202	45011	22187	0,5674	0,8970
Jan/99	1145	39211	15400	0,5189	0,9308
Fev/99	1076	37694	17884	0,5308	0,9035
Mar/99	2268	115427	28764	0,7711	0,9703
Abr/99	2546	145211	53467	0,8642	0,9384
Mai/99	1500	92450	35421	0,9338	0,9338
Jun/99	1309	78227	29986	0,9055	0,9338
Jul/99	1498	87564	41220	0,8857	0,9048
Ago/99	1277	69544	23234	0,8251	0,9485
Set/99	1374	64200	19775	0,7080	0,9557
Out/99	1455	77954	25422	0,8118	0,9507
Nov/99	847	42845	17884	0,7664	0,9228
Dez/99	1055	58771	25110	0,8440	0,9196
Média	1690,78	87354,61	39436,92		

Quadro 6: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa D, no horário fora de ponta.

Mês	kW_{fp}	kWh_{fp}	$kVArh_{fp}$	FC_{fp}	FP_{fp}
Jan/97	1296	350214	123450	0,4070	0,9431
Fev/97	2356	589256	130456	0,3767	0,9764
Mar/97	2524	1310254	513022	0,7818	0,9312
Abr/97	2762	1140257	487551	0,6217	0,9195
Mai/97	2643	999320	568237	0,5694	0,8693
Jun/97	2344	958746	479546	0,6160	0,8944
Jul/97	2487	877511	425124	0,5314	0,8999
Ago/97	1858	652478	347654	0,5289	0,8825
Set/97	1292	399875	210879	0,4661	0,8845
Out/97	1763	572100	289756	0,4887	0,8921
Nov/97	1599	498624	265412	0,4696	0,8827
Dez/97	1801	786237	422334	0,6575	0,8809
Jan/98	1524	912752	489210	0,9020	0,8814
Fev/98	1599	978455	500100	0,9216	0,8904
Mar/98	2625	1295044	699542	0,7430	0,8798
Abr/98	2600	1410522	602488	0,8170	0,9196
Mai/98	2612	1487164	587200	0,8575	0,9301
Jun/98	2485	1251411	421055	0,7584	0,9478
Jul/98	2499	1149523	421778	0,6928	0,9388
Ago/98	2421	1488177	584221	0,9257	0,9308
Set/98	1352	425116	189777	0,4735	0,9131
Out/98	998	388455	177146	0,5862	0,9099
Nov/98	1241	432000	256485	0,5243	0,8599
Dez/98	1198	487662	248772	0,6130	0,8908
Jan/99	1456	694782	300245	0,7187	0,9180
Fev/99	1544	702214	355410	0,6849	0,8922
Mar/99	2451	1218556	584200	0,7487	0,9017
Abr/99	2841	1532448	605412	0,8124	0,9301
Mai/99	2691	1345650	477210	0,7531	0,9425
Jun/99	2789	1380214	524023	0,7453	0,9349
Jul/99	2751	1422811	602112	0,7789	0,9209
Ago/99	2687	1277514	532465	0,7160	0,9230
Set/99	2554	1384510	612044	0,8164	0,9146
Out/99	2458	1286247	557259	0,7881	0,9176
Nov/99	1574	624511	298747	0,5975	0,9021
Dez/99	1387	610034	244789	0,6624	0,9281
Média	2085,06	953351,22	420419,75		

Quadro 7: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa E, nos horários de ponta e fora de ponta.

Mês	kW	kWh _p	kWh _{fp}	kVArh _p	kVArh _{fp}	FC	FP _p	FP _{fp}
Jan/97	653	16345	164809	6258	56982	0,3800	0,9339	0,9451
Fev/97	758	22439	228259	9883	91615	0,4531	0,9152	0,9280
Mar/97	2933	70942	790382	43095	461946	0,4023	0,8547	0,8634
Abr/97	3098	155750	1767675	79381	932649	0,8505	0,8910	0,8844
Mai/97	3015	162322	1741068	78235	875506	0,8648	0,9008	0,8934
Jun/97	2978	143402	1729504	63305	861454	0,8615	0,9148	0,8951
Jul/97	2998	149731	1693894	66889	835716	0,8424	0,9130	0,8968
Ago/97	2898	146588	1832761	74636	930792	0,9356	0,8911	0,8916
Set/97	2802	137062	1676782	66107	863760	0,8868	0,9007	0,8890
Out/97	2795	112244	1180722	55960	621129	0,6337	0,8949	0,8850
Nov/97	2780	89392	991676	46377	564635	0,5327	0,8877	0,8690
Dez/97	2715	83222	864614	39715	427926	0,4782	0,9025	0,8962
Jan/98	2985	99363	1150299	62611	653736	0,5735	0,8460	0,8694
Fev/98	877	33780	375272	26055	192290	0,6389	0,7918	0,8900
Mar/98	3098	67603	845763	43872	445203	0,4039	0,8388	0,8849
Abr/98	3065	155340	1710290	93494	996568	0,8338	0,8568	0,8640
Mai/98	3015	164645	1799163	96819	968596	0,8923	0,8620	0,8805
Jun/98	3142	153352	1648820	75838	755804	0,7857	0,8964	0,9090
Jul/98	3103	169210	1697649	84160	782966	0,8242	0,8954	0,9081
Ago/98	2997	162556	1769742	63646	684488	0,8832	0,9312	0,9327
Set/98	3125	157944	1815210	54895	605637	0,8649	0,9446	0,9486
Out/98	2786	144604	1678614	60235	646006	0,8965	0,9231	0,9333
Nov/98	2764	132388	1355860	58560	623563	0,7376	0,9145	0,9085
Dez/98	2794	139262	1518215	59892	632893	0,8126	0,9186	0,9230
Jan/99	2762	142234	1199630	38978	310630	0,6655	0,9644	0,9681
Fev/99	2887	100891	852610	27617	183043	0,4524	0,9645	0,9777
Mar/99	3152	91402	951818	29873	298761	0,4534	0,9505	0,9541
Abr/99	3210	136568	1528933	46431	554213	0,7108	0,9468	0,9401
Mai/99	3262	185600	2098326	71422	850566	0,9591	0,9333	0,9268
Jun/99	3095	166657	1732650	68066	668146	0,8406	0,9258	0,9330
Jul/99	3173	143711	1585185	52764	590930	0,7464	0,9387	0,9370
Ago/99	3131	160377	1947082	49540	689610	0,9220	0,9555	0,9426
Set/99	3085	163025	1829880	46038	597845	0,8849	0,9624	0,9506
Out/99	3093	134979	1669454	38958	589088	0,7992	0,9608	0,9430
Nov/99	3018	156640	1879000	55224	715782	0,9240	0,9431	0,9345
Dez/99	2996	163030	1767083	51530	634008	0,8825	0,9535	0,9413
Média	2806,64	128183,33	1418574,83	55176,64	616513,4			

Quadro 8: Valores mensais dos parâmetros elétricos referentes à empresa F, nos horários de ponta e fora de ponta.

Mês	kW	kWh _p	kWh _{fp}	kVArh _p	kVArh _{fp}	FC	FP _p	FP _{fp}
Jan/97	176,60	5892	42370	670	7650	0,3744	0,9936	0,9841
Fev/97	285,18	13850	132654	9520	86542	0,7037	0,8241	0,8375
Mar/97	789,54	43925	424321	21596	205245	0,8124	0,8974	0,9002
Abr/97	745,80	38210	397554	14102	178562	0,8004	0,9381	0,9122
Mai/97	699,25	32789	389500	12748	154783	0,8273	0,9320	0,9293
Jun/97	725,00	37108	362103	11407	135420	0,7543	0,9559	0,9366
Jul/97	687,58	35985	347643	15847	148762	0,7643	0,9152	0,9194
Ago/97	456,54	18974	238220	5620	84320	0,7717	0,9588	0,9427
Set/97	212,00	10500	68310	3210	25439	0,5092	0,9563	0,9371
Out/97	135,00	9860	45300	2320	15786	0,5597	0,9734	0,9443
Nov/97	128,00	12450	59470	3954	17321	0,7697	0,9531	0,9601
Dez/97	117,00	11731	52100	2763	19457	0,7473	0,9734	0,9368
Jan/98	152,30	13550	48620	2653	21034	0,5592	0,9814	0,9178
Fev/98	395,95	17649	99476	11200	54325	0,4052	0,8443	0,8777
Mar/98	684,80	46800	385100	25648	157860	0,8640	0,8769	0,9253
Abr/98	705,00	56324	393632	22233	145200	0,8743	0,9302	0,9382
Mai/98	710,35	38994	412210	15320	139643	0,8701	0,9307	0,9471
Jun/98	728,50	49760	384100	17890	117654	0,8158	0,9410	0,9561
Jul/98	652,00	40200	334875	16537	97550	0,7880	0,9248	0,9601
Ago/98	631,75	53890	397682	23469	74384	0,9792	0,9168	0,9830
Set/98	598,00	58742	349235	20250	89634	0,9346	0,9454	0,9686
Out/98	463,00	24325	196750	5690	45309	0,6541	0,9737	0,9745
Nov/98	386,70	18762	185340	4997	38976	0,7230	0,9663	0,9786
Dez/98	400,00	23400	200350	7531	63458	0,7663	0,9519	0,9533
Jan/99	350,20	19234	174630	6534	56230	0,7583	0,9469	0,9519
Fev/99	451,00	33470	208300	9500	62300	0,7343	0,9620	0,9581
Mar/99	765,65	59637	374579	16543	138200	0,7769	0,9636	0,9382
Abr/99	800,80	55400	500930	14327	264310	0,9517	0,9681	0,8844
Mai/99	921,00	55230	562342	13992	223461	0,9186	0,9694	0,9293
Jun/99	825,60	51230	531055	17634	247900	0,9661	0,9456	0,9061
Jul/99	882,45	49760	552245	20500	200364	0,9345	0,9246	0,9400
Ago/99	799,30	43289	499756	29863	185976	0,9307	0,8231	0,9372
Set/99	802,00	47810	485234	21000	231044	0,9105	0,9156	0,9029
Out/99	931,25	52100	548632	27680	276441	0,8837	0,8831	0,8930
Nov/99	956,00	64975	600230	33200	254795	0,9532	0,8905	0,9205
Dez/99	468,00	23510	298560	9230	132461	0,9427	0,9308	0,9141
Média	572,75	35258,75	313428	13810,4	122161			

APÊNDICE 2

SAFCEE v 1.1

for Microsoft Windows

Manual do Usuário

SUMÁRIO

1 Instalação do SAFCEE v 1.1	149
2 Iniciando o SAFCEE v 1.1	149
3 Módulo Principal	150
4 Módulo Identificação da Empresa	151
5 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Convencional”	153
6 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Azul”	155
7 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Verde”	157
8 Módulo Valores das Tarifas – “Convencional”	159
9 Módulo Valores das Tarifas – “Azul”	160
10 Módulo Valores das Tarifas – “Verde”	161
11 Módulo Resultados – “ Tarifa Convencional”	162
12 Módulo Resultados – “ Tarifa Azul”	165
13 Módulo Resultados – “ Tarifa Verde”	168
14 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional”	168
15 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul”	171
16 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Verde”	175
17 Módulo Consultar Empresa	175
18 Módulo Excluir Empresa	176

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Módulo Principal do SAFCEE v 1.1	150
2 Módulo Identificação da Empresa	152
3 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Convencional”	154
4 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Azul”	156
5 Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Verde”	158
6 Módulo Valores das Tarifas – “Convencional”	159
7 Módulo Valores das Tarifas – “Azul”	160
8 Módulo Valores das Tarifas – “Verde”	161
9 Módulo Resultados – “Tarifa Convencional” – Seção Resultados da Análise	163
10 Módulo Resultados – “Tarifa Convencional” – Seção Parâmetros Elétricos	163
11 Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta	165
12 Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta	166
13 Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Parâmetros Elétricos	167
14 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional” – Seção Consulta	169

15 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional” – Seção Resultados	170
16 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Consulta	172
17 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta	173
18 Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta	174
19 Módulo Consultar Empresa	176
20 Módulo Excluir Empresa	177

1 – INSTALAÇÃO DO SAFCEE v 1.1

Para iniciar a instalação do **SAFCEE v 1.1**, o usuário deve inserir o CD-ROM na unidade de disco **“d:”** (*drive “d:”*) e acionar o arquivo de instalação denominado **Setup.exe**.

Através do menu **Iniciar** e da opção **Executar** no *Microsoft Windows* encontra-se a maneira mais rápida para se iniciar a instalação, digitando-se **d:\setup.exe**.

A troca de CDs, quando existente, é solicitada automaticamente ao usuário e esta é encerrada após a transferência dos arquivos para o diretório **c:\Arquivos de Programas\SAFCEE**.

Os discos de instalação prevêm toda a configuração necessária para o funcionamento do **SAFCEE v 1.1** em ambiente *Microsoft Windows* português.

2 - INICIANDO O SAFCEE v 1.1

A maneira mais usual de se iniciar o **SAFCEE v 1.1** no *Microsoft Windows*, é utilizar-se do menu **“Iniciar” “Programas” “SAFCEE”**, disponibilizando ao usuário uma janela padrão específica que contém o ícone de ativação principal do sistema. Uma outra alternativa que pode minimizar o trabalho do usuário é criar um ícone de atalho na área de trabalho do *Microsoft Windows*, tendo como arquivo alvo **SAFCEE.Exe**, encontrado no diretório **C:\Arquivos de Programas\SAFCEE**.

3 - MÓDULO PRINCIPAL

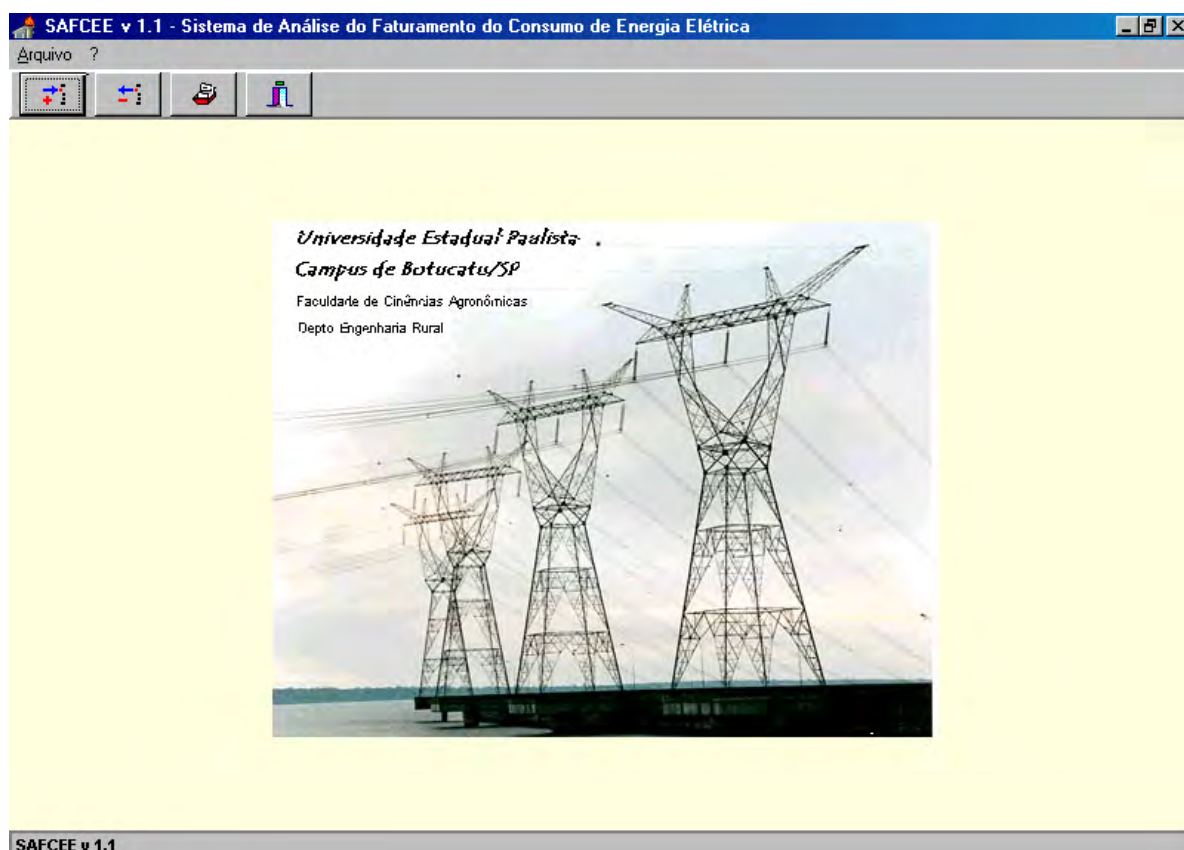


Figura 1: Módulo Principal do SAFCEE v 1.1

Após o início do **SAFCEE v 1.1**, o **Módulo Principal** (Figura 1) é apresentada ao usuário do sistema. Este módulo possui somente os comandos necessários à realização de uma *análise do faturamento de energia elétrica e demanda, consulta de uma empresa já analisada ou a exclusão de uma determinada empresa*. Este módulo é iniciado com uma janela padrão Microsoft Windows maximizada.

O menu **“Arquivo”** e **“?”**, apresentados no menu principal, exhibe ao usuário as opções conforme descrito a seguir:

- **INICIAR ANÁLISE:** Inicia a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa de uma empresa, possibilitando ao usuário inicialmente o *Módulo Identificação da Empresa* descrito no item 4.
- **CONSULTAR:** Inicia o *Módulo Consultar Empresa*, possibilitando ao usuário o acesso a todas as opções descritas no item 17.
- **EXCLUIR:** Inicia o *Módulo Excluir Empresa*, possibilitando ao usuário o acesso a todas as opções descritas no item 18.
- **SAIR:** Encerra a execução do *SAFCEE v 1.1*.
- **?:** Possibilita o acesso ao *Help On-Line* do *SAFCEE v 1.1* ou a visualização da tela *Sobre*, que trás identificação de autores e versão do sistema.

Todas as opções, exceto o conteúdo de *Help* e *Sobre*, podem ser iniciadas através dos ícones da barra de tarefas, contida logo abaixo do menu principal. Cada elemento possui uma mensagem ativada automaticamente quando o usuário move o ponteiro do mouse sobre o mesmo, sendo apresentada em uma barra luminosa próxima a ele e também na barra de *status* no rodapé da tela, ambas ao mesmo tempo.

4 – MÓDULO IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

Ao iniciar a análise, é apresentado ao usuário o *Módulo Identificação da Empresa* (Figura 2), este módulo é responsável pela identificação dos dados da empresa, contém “*botões*” onde o usuário define a operação a ser realizada. O botão **INCLUIR** permite

que o usuário cadastre os dados da empresa. O botão **CANCELAR**, desativa o **Módulo Identificação da Empresa** e retorna ao **Módulo Principal** do sistema.

A imagem mostra a interface gráfica do módulo 'SAFCEE v 1.1 - Identificação da Empresa'. No topo, há uma barra de título com o nome do programa e ícones de minimizar, maximizar e fechar. Abaixo, há uma barra com dois botões: 'Incluir' (com um ícone de seta verde) e 'Cancelar' (com um ícone de X vermelho). O formulário principal é dividido em seções. A seção 'Dados da Empresa' contém campos para 'Nome' (com o texto 'Empresa C'), 'Código' (com o valor '3'), 'Endereço' (com o texto 'Av. Rio Branco - Distrito Industrial'), 'Cidade' (com o texto 'Andradina'), 'UF' (com o texto 'SP') e 'Fone' (com o texto '(0xx22) 666-9999'). Abaixo desses campos, há uma seção 'Início da Análise' com um campo 'Mês / Ano' contendo '01/1997'. À direita, há uma seção 'Tipo de Tarifa' com três opções de rádio: 'Convencional', 'Azul' (selecionada) e 'Verde'. No canto inferior esquerdo, há um botão 'Parâmetros Elétricos' com um ícone de lâmpada amarela.

Figura 2: *Módulo Identificação da Empresa.*

- **NOME:** Este campo permite ao usuário informar uma descrição detalhada da empresa em estudo.
- **CÓDIGO:** Destina-se a registrar um código de identificação para a empresa. Este código é gerado automaticamente pelo sistema.
- **ENDEREÇO:** O usuário pode informar a rua, número, bairro, enfim tudo que se refere a localização da empresa.
- **CIDADE:** Destina-se ao registro da cidade em que está localizada a empresa.
- **UF:** Destina-se ao registro do estado em que se localiza a empresa.
- **FONE:** Destina-se a registrar o telefone da empresa.

- **INÍCIO DA ANÁLISE:** O usuário deve obrigatoriamente especificar o mês e o ano de início da análise. O formato desse campo é livre, permitindo que seja utilizado o formato preferido do usuário, como por exemplo MM/AA ou MM/AAAA.
- **TIPO DE TARIFA – CONVENCIONAL, AZUL OU VERDE:** O usuário deve obrigatoriamente selecionar o tipo de tarifa em que se enquadra a empresa.
- **BOTÃO PARÂMETROS ELÉTRICOS:** Ao ser pressionado, caso o usuário não tenha entrado com a data de início ou não tenha selecionado nenhum tipo de tarifa, o sistema emite um aviso ao usuário informando-lhe que é necessário entrar com a data de início da análise ou informar o tipo de tarifa que se enquadra a empresa. Com a data da análise informada e o tipo de tarifa selecionado, pressionando-se este botão, um dos módulos de cadastrar parâmetros elétricos é ativado, isto é, dependendo do tipo de tarifa (convencional, azul ou verde) um caminho é seguido. Se a empresa enquadrar-se na tarifa convencional, é ativado o *Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Convencional”* descrito no item 5, enquadrando-se na tarifa azul é ativado o *Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Azul”* descrito no item 6, ou enquadrando-se na tarifa verde é ativado o *Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Verde”* descrito no item 7.

5 – MÓDULO PARÂMETROS ELÉTRICOS – “TARIFA CONVENCIONAL”

Quando o tipo de tarifa da empresa for a convencional, o sistema ativa o *Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Convencional”* (Figura 3), este módulo permite que o usuário cadastre todos os parâmetros elétricos necessários para efetuar a análise. Estes

parâmetros podem ser cadastrados manualmente ou podem ser importados de um arquivo de dados.

Data	kW	kWh	kVArh	FC	FP
12/1999	179	50800	25600	0,3888	0,893
11/1999	179,2	49600	25600	0,3792	0,8886
10/1999	179,2	47200	24800	0,3608	0,8852
09/1999	163,2	50400	22000	0,423	0,9165
08/1999	168	49200	19600	0,4012	0,929
07/1999	164,8	44400	17600	0,3691	0,9296

Figura 3: Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Convencional”.

- **BOTÃO CADASTRAR:** Se o usuário deseja cadastrar os parâmetros elétricos manualmente, deve pressionar este botão. Ao ser pressionado, os campos *kW* , *kWh* e *kVArh* são ativados.
- *kW* : Campo destinado ao registro da demanda de potência.
- *kWh* : Campo destinado ao registro do consumo ativo de energia elétrica.
- *kVArh* : Campo destinado ao registro do consumo reativo de energia elétrica. Ao se sair desse campo o fator de carga e o fator de potência, do respectivo mês de análise, são calculados e são apresentados junto com os parâmetros elétricos no quadro abaixo.
- **ORIGEM:** Esta pequena caixa de diálogo destina-se à importação dos parâmetros elétricos armazenados em mídia magnética (discos flexíveis) para o sistema, onde são

realizados a análise. Dois botões realizam esta operação. O primeiro deles, o botão **“IMPORTAR”**, disponibiliza ao usuário, ao ser ativado, uma caixa de diálogo para que possa ser escolhido o arquivo em que estão gravados os parâmetros elétricos. Para confirmar a importação, um segundo botão, o **“CONFIRMA IMPORTAÇÃO”** deve ser pressionado, para que a cópia seja realmente efetivada.

- **BOTÃO CANCELAR:** Efetua o cancelamento das operações e retorna ao ***Módulo Identificação da Empresa***.
- **EFETUAR ANÁLISE:** Ao pressionar tal botão, é iniciada a análise da empresa em estudo, para tanto é necessário que o usuário informe os valores das tarifas de energia elétrica, essa operação é realizada através do ***Módulo Valores das Tarifas – “Convencional”***, descrita no item 8. Fornecido os valores das tarifas todos os cálculos para a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda são realizados e os resultados apresentados no ***Módulo Resultados – “Tarifa Convencional”***, descrito no item 11.

6 – MÓDULO PARÂMETROS ELÉTRICOS – “TARIFA AZUL”

Quando o tipo de tarifa da empresa analisada for a azul, o sistema ativa o ***Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Azul”*** (Figura 4), este módulo permite que o usuário cadastre todos os parâmetros elétricos necessários para efetuar a análise. Estes parâmetros podem ser cadastrados manualmente ou podem ser importados de um arquivo de dados.

Data	kWp	kWfp	kWhp	kWhfp	kVArh _p	kVArh _{fp}	FC _p	FC _{fp}	FPP	FP _{fp}
12/1993	1235	3289	70700	1542800	287129	196554	0,8674	0,7064	0,2391	0,992
11/1999	1420	3600	76840	1743500	246690	203000	0,8199	0,7294	0,2974	0,9933
10/1999	1785	4110	87225	1960200	388560	225404	0,7404	0,7183	0,219	0,9935
09/1999	1600	3750	78500	1890300	355773	153986	0,7434	0,7592	0,2155	0,9967
08/1999	1425	3698	69873	1635300	305679	134292	0,7429	0,666	0,2228	0,9966
07/1999	1530	3890	76980	1439900	297068	104393	0,7623	0,5575	0,2508	0,9974

Figura 4: Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Azul”.

- **BOTÃO CADASTRAR:** Se o usuário deseja cadastrar os parâmetros elétricos manualmente deve pressionar este botão. Ao ser pressionado, os campos kW_p , kW_{fp} , kWh_p , kWh_{fp} , $kVArh_p$ e $kVArh_{fp}$ são ativados.
- kW_p : Campo destinado ao registro da demanda de potência no horário de ponta.
- kW_{fp} : Campo destinado ao registro da demanda de potência no horário fora de ponta.
- kWh_p : Campo destinado ao registro do consumo ativo de ponta de energia elétrica.
- kWh_{fp} : Campo destinado ao registro do consumo ativo fora de ponta de energia elétrica.
- $kVArh_p$: Campo destinado ao registro do consumo reativo de ponta de energia elétrica.
- $kVArh_{fp}$: Campo destinado ao registro do consumo reativo fora de ponta de energia elétrica. Ao se sair desse campo o fator de carga e o fator de potência nos horários de

ponta e fora de ponta, do respectivo mês de análise, são calculados e são apresentados junto com os parâmetros elétricos no quadro abaixo.

- **ORIGEM:** Possui a mesma função descrita no item 5, permitindo à importação dos parâmetros elétricos armazenados em mídia magnética.
- **BOTÃO CANCELAR:** Efetua o cancelamento das operações e retorna ao ***Módulo Identificação da Empresa.***
- **EFETUAR ANÁLISE:** Ao pressionar tal botão, é iniciada a análise da empresa em estudo. Para tanto é necessário que o usuário informe os valores das tarifas de energia elétrica, essa operação é realizada através do ***Módulo Valores das Tarifas – “Azul”***, descrita no item 9. Fornecidos os valores das tarifas, todos os cálculos para a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda são realizados e os resultados, apresentados no ***Módulo Resultados – “Tarifa Azul”***, descrito no item 12.

7 – MÓDULO PARÂMETROS ELÉTRICOS – “TARIFA VERDE”

Quando o tipo de tarifa da empresa analisada for a verde, o sistema ativa o ***Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Verde”*** (Figura 5), este módulo permite que o usuário cadastre todos os parâmetros elétricos necessários para efetuar a análise. Estes parâmetros podem ser cadastrados manualmente ou podem ser importados de um arquivo de dados.

Data	kW	kWhp	kWhfp	kVAhp	kVAhfp	FC	FPp	FPfp
12/1999	2996	163030	1767083	51530	634008	0,8825	0,9535	0,9413
11/1999	3018	156640	1879000	55224	715782	0,924	0,9431	0,9345
10/1999	3093	134979	1669454	38958	589088	0,7992	0,9608	0,943
09/1999	3085	163025	1829880	46038	597845	0,8849	0,9624	0,9506
08/1999	3131	160377	1947082	49540	689610	0,922	0,9555	0,9426
07/1999	3173	143711	1585185	52764	590330	0,7464	0,9387	0,937

Figura 5: Módulo Parâmetros Elétricos – “Tarifa Verde”.

- **BOTÃO CADASTRAR:** Se o usuário deseja cadastrar os parâmetros elétricos manualmente, deve pressionar este botão. Ao ser pressionado, os campos kW , kWh_p , kWh_{fp} , $kVAh_p$ e $kVAh_{fp}$ são ativados.
- kW : Campo destinado ao registro da demanda de potência.
- kWh_p : Campo destinado ao registro do consumo ativo de ponta de energia elétrica.
- kWh_{fp} : Campo destinado ao registro do consumo ativo fora de ponta de energia elétrica.
- $kVAh_p$: Campo destinado ao registro do consumo reativo de ponta de energia elétrica.
- $kVAh_{fp}$: Campo destinado ao registro do consumo reativo fora de ponta de energia elétrica. Ao se sair desse campo o fator de carga, o fator de potência no horário de ponta e o fator de potência no horário fora de ponta, do respectivo mês de análise, são calculados e são apresentados junto com os parâmetros elétricos no quadro abaixo.

- **ORIGEM:** Possui a mesma função descrita no item 5, permitindo à importação dos parâmetros elétricos armazenados em mídia magnética.
- **BOTÃO CANCELAR:** Efetua o cancelamento das operações e retorna ao *Módulo Identificação da Empresa*.
- **EFETUAR ANÁLISE:** Ao pressionar tal botão, é iniciada a análise da empresa em estudo, para tanto é necessário que o usuário informe os valores das tarifas de energia elétrica, essa operação é realizada através do *Módulo Valores das Tarifas – “Verde”*, descrita no item 10. Fornecido os valores das tarifas todos os cálculos para a análise do faturamento do consumo de energia elétrica e demanda são realizados e os resultados apresentados no *Módulo Resultados – “Tarifa Verde”*, descrito no item 13.

8 – MÓDULO VALORES DAS TARIFAS – “CONVENCIONAL”

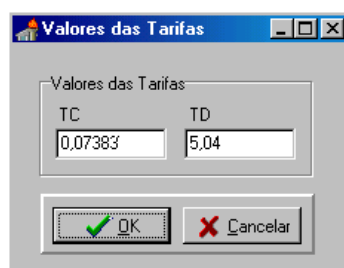


Figura 6: *Módulo Valores das Tarifas – “Convencional”*.

Nesse módulo deve-se informar os valores da tarifa de consumo e da tarifa de demanda, necessários para a realização da análise do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa da empresa em estudo.

- **TC:** Campo destinado à tarifa de consumo de energia elétrica.
- **TD:** Campo destinado à tarifa de demanda de potência.
- **BOTÃO CARCELAR:** Cancela as operações e retorna ao *Módulo Parâmetros Elétricos* – “*Tarifa Convencional*”.
- **BOTÃO OK:** Este botão é ativado somente quando todos os valores forem informados, pressionando-o todos os cálculos são efetuados e os resultados apresentados no *Módulo Resultados* – “*Tarifa Convencional*”, descrito no item 11.

9 – MÓDULO VALORES DAS TARIFAS – “AZUL”

TC Ponta	TC F. Ponta	TD Ponta	TD F. Ponta
0,0809	0,03672	13,33	4,44

OK Cancelar

Figura 7: Módulo Valores das Tarifas - “Azul”.

Nesse módulo deve-se informar os valores, nos horários de ponta e fora de ponta, da tarifa de consumo e da tarifa de demanda, necessários para a realização da análise do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa da empresa em estudo.

- **TC Ponta:** Campo destinado à tarifa de consumo de energia elétrica no horário de ponta.

- **TC F. Ponta:** Campo destinado à tarifa de consumo de energia elétrica no horário fora de ponta.
- **TD Ponta:** Campo destinado à tarifa de demanda de potência no horário de ponta.
- **TD F. Ponta:** Campo destinado à tarifa de demanda de potência no horário fora de ponta.
- **BOTÃO CARCELAR:** Cancela as operações e retorna ao *Módulo Parâmetros Elétricos* – “Tarifa Azul”.
- **BOTÃO OK:** Este botão é ativado somente quando todos os valores forem informados, pressionando-o todos os cálculos são efetuados e os resultados apresentados no *Módulo Resultados* – “Tarifa Azul”, descrito no item 12.

10 – MÓDULO VALORES DAS TARIFAS – “VERDE”



Valores das Tarifas		
TC Ponta	TC F. Ponta	TD
0,38094	0,03672	4,44

OK Cancelar

Figura 8: Módulo Valores das Tarifas – “Verde”.

Nesse módulo deve-se informar os valores da tarifa de consumo, nos horários de ponta e fora de ponta, e da tarifa de demanda, necessários para a realização da análise do consumo de energia elétrica e demanda de potência ativa e reativa da empresa em estudo.

- **TC Ponta:** Campo destinado à tarifa de consumo de energia elétrica no horário de ponta.
- **TC F. Ponta:** Campo destinado à tarifa de consumo de energia elétrica no horário fora de ponta.
- **TD:** Campo destinado à tarifa de demanda de potência.
- **BOTÃO CARCELAR:** Cancela as operações e retorna ao *Módulo Parâmetros Elétricos* – “*Tarifa Verde*”.
- **BOTÃO OK:** Este botão é ativado somente quando todos os valores forem informados, pressionando-o todos os cálculos são efetuados e os resultados apresentados no *Módulo Resultados* – “*Tarifa Verde*”, descrito no item 13.

11 – MÓDULO RESULTADOS – “TARIFA CONVENCIONAL”

Esse módulo destina-se à apresentação de todos os resultados obtidos na análise realizada em uma empresa com sistema de tarifa convencional. Esta apresentação é feita em duas seções, a *Seção Resultados da Análise* e a *Seção Parâmetros Elétricos*.

Na *Seção Resultados da Análise* (Figura 9) são apresentados os valores dos volumes, das áreas, do consumo médio, do menor e do maior fator de carga, do menor e do maior fator de potência e uma caixa de texto informando a situação da empresa em estudo, relativos aos volumes e áreas determinadas pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência. O botão “>>” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a *Seção Parâmetros Elétricos*.

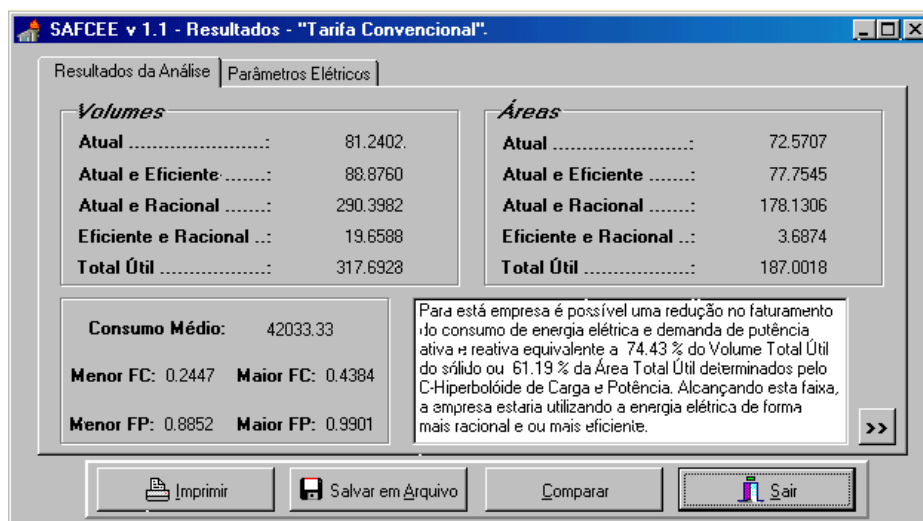


Figura 9: Módulo Resultados – “Tarifa Convencional” – Seção Resultados da Análise.

A **Seção Parâmetros Elétricos** (Figura 10) apresenta ao usuário todos os parâmetros elétricos do período de análise da empresa. O botão “<<” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Resultados da Análise**.



Figura 10: Módulo Resultados – “Tarifa Convencional” – Seção Parâmetros Elétricos.

Além do usuário visualizar todos os resultados em monitor de vídeo, este módulo também permite ao usuário a impressão de um relatório contendo todos os dados sobre a análise, e ainda esses resultados podem ser gravados em um arquivo especificado pelo usuário. São apresentados, tanto em relatório impresso como em arquivos, os dados de identificação da empresa, todos os parâmetros elétricos analisados, os valores dos volumes e das áreas e a condição que a empresa se encontra em relação ao uso racional e/ou eficiente de energia elétrica.

- **BOTÃO IMPRIMIR:** Este botão disponibiliza ao usuário, inicialmente, uma caixa de diálogo para a configuração da impressora a ser utilizada. Tais configurações dependem exclusivamente do tipo de impressora cadastrada no sistema operacional Microsoft Windows. Configurada a impressora, a impressão do relatório é iniciada, utilizando-se a impressora previamente selecionada.
- **BOTÃO SALVAR EM ARQUIVO:** Disponibiliza ao usuário do sistema uma caixa de diálogo onde pode-se selecionar o diretório ou driver cujos os dados serão gravados, o usuário deve, necessariamente digitar o nome do arquivo. Após a confirmação nesta caixa de diálogo, a gravação de todos os dados da análise é realizada no local especificado.
- **BOTÃO SAIR:** Executa a gravação dos dados da análise em disco e retornando ao *Módulo Principal* do sistema.
- **BOTÃO COMPARAR:** Permite que o usuário compare a eficiência e a racionalidade energética entre a empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo sistema. Ao pressionar-se tal botão, é apresentado ao usuário o *Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional”*, descrito no item 14.

12 – MÓDULO RESULTADOS – “TARIFA AZUL”

Esse módulo destina-se à apresentação de todos os resultados obtidos na análise realizada em uma empresa com sistema de tarifa azul. Esta apresentação é feita em três seções, a *Seção Horário de Ponta*, a *Seção Horário Fora de Ponta* e a *Seção Parâmetros Elétricos*.

A *Seção Horário de Ponta* (Figura 11) apresenta os valores dos volumes, das áreas, do consumo médio, do menor e do maior fator de carga, do menor e do maior fator de potência e uma caixa de texto informando a situação da empresa em estudo, relativos aos volumes e áreas determinadas pelo Ap-Hiperbolóide de Carga e Potência, ou seja resultados obtidos no horário de ponta. O botão “>>” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a *Seção Horário Fora de Ponta*.

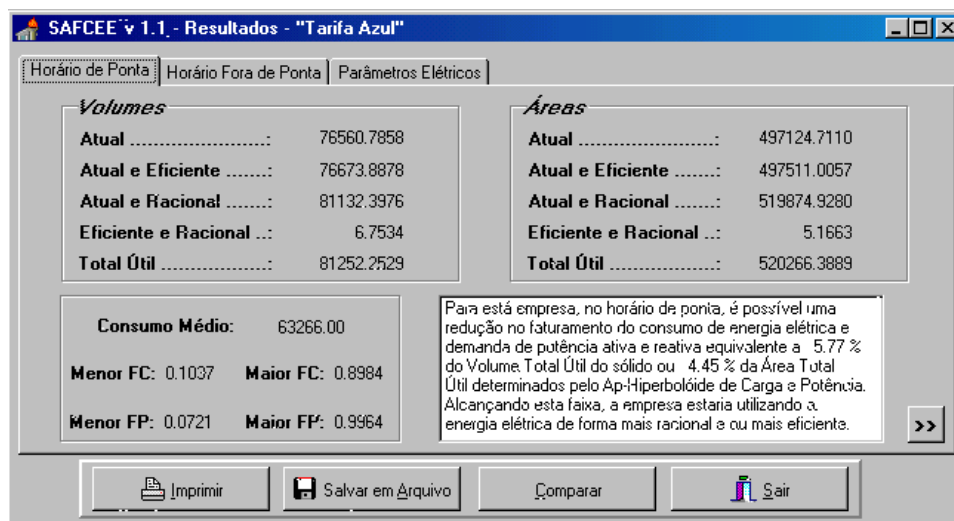


Figura 11: Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta.

A **Seção Horário Fora de Ponta** (Figura 12) apresenta os valores dos volumes, das áreas, do consumo médio, do menor e do maior fator de carga, do menor e do maior fator de potência e uma caixa de texto informando a situação da empresa em estudo, relativos aos volumes e áreas determinadas pelo A_{fp} -Hiperbolóide de Carga e Potência, ou seja, resultados obtidos no horário fora de ponta. O botão “>>” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Parâmetros Elétricos** e o botão “<<” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Horário de Ponta**.

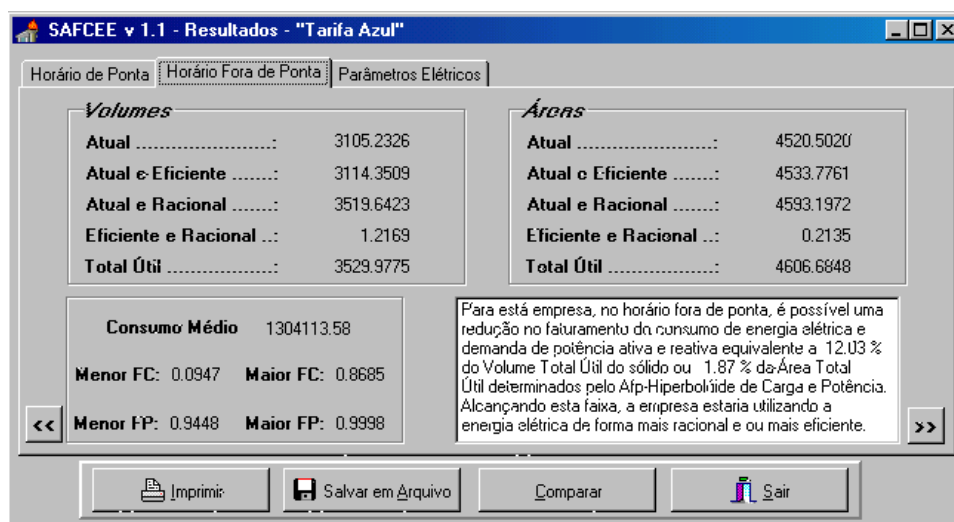


Figura 12: Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta.

A **Seção Parâmetros Elétricos** (Figura 13) apresenta ao usuário todos os parâmetros elétricos do período de análise da empresa. O botão “<<” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Horário Fora de Ponta**.

Data	kWp	kWfp	kWhp	kWhfp	kVAhfp	kVAhfp	FCp	FCfp	FPp	FPfp
03/1999	1783	3890	90600	1743500	386755	145004	0,7699	0,675	0,2281	0,9966
04/1999	1840	4100	82300	1699800	417546	134290	0,6777	0,6244	0,1934	0,9969
05/1999	1825	3950	95670	1796200	456800	199455	0,7943	0,6848	0,205	0,9939
06/1999	1698	3859	78900	1595200	374500	189488	0,704	0,6225	0,2062	0,993
07/1999	1530	3890	76900	1439900	297068	104393	0,7623	0,5575	0,2508	0,9974
08/1999	1425	3698	69873	1635300	305673	134292	0,7429	0,666	0,2228	0,9966
09/1999	1600	3750	78500	1890300	355773	153986	0,7434	0,7592	0,2155	0,9967
10/1999	1785	4110	87225	1960200	388560	225404	0,7404	0,7183	0,219	0,9935
11/1999	1420	3600	76840	1743500	246690	203000	0,8199	0,7294	0,2974	0,9933
12/1999	1235	3289	70700	1542800	287129	196554	0,8674	0,7064	0,2391	0,992

Figura 13: Módulo Resultados – “Tarifa Azul” – Seção Parâmetros Elétricos.

Além do usuário visualizar todos os resultados em monitor de vídeo, este módulo também permite ao usuário a impressão de um relatório contendo todos os dados sobre a análise, e ainda esses resultados podem ser gravados em um arquivo especificado pelo usuário. São apresentados, tanto em relatório impresso como em arquivos, os dados de identificação da empresa, todos os parâmetros elétricos analisados, os valores dos volumes e das áreas e a condição que a empresa se encontra em relação ao uso racional e/ou eficiente de energia elétrica, no horário de ponta e no horário fora de ponta.

- **BOTÃO IMPRIMIR:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo a impressão do relatório.
- **BOTÃO SALVAR EM ARQUIVO:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo salvar o relatório em arquivo.

- **BOTÃO SAIR:** Executa a gravação dos dados da análise em disco e retornando ao *Módulo Principal* do sistema.
- **BOTÃO COMPARAR:** Permite que o usuário compare a eficiência e a racionalidade energética entre a empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo sistema. Ao pressionar-se tal botão, é apresentado ao usuário o *Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul”*, descrito no item 15.

13 – MÓDULO RESULTADOS – “TARIFA VERDE”

Esse módulo destina-se à apresentação de todos os resultados obtidos na análise realizada em uma empresa com sistema de tarifa verde. Apresenta as mesmas seções e botões do *Módulo Resultados – “Tarifa Azul”*, descritas no item 12, executando-se as mesmas funções. Ao pressionar-se o botão **COMPARAR**, é apresentado ao usuário o *Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Verde”*, descrito no item 16.

14 – MÓDULO COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIA E RACIONALIDADE – “TARIFA CONVENCIONAL”

Este módulo destina-se a efetuar a comparação de eficiência e racionalidade energética entre a empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo

sistema que apresente a sistema de tarifa convencional. Esse módulo contém duas seções, a *Seção Consulta* e a *Seção Resultados*.

Na *Seção Consulta* (Figura 14) o usuário deve escolher a empresa com qual deseja fazer a comparação, para isso basta digitar o código da empresa no campo “Código”, que a busca é feita automaticamente ou aciona-se uma das empresas apresentadas na tabela, onde a barra de rolagem pode ser utilizada como auxílio. Escolhida a empresa o botão *Confirma Comparação* deve ser ativado para realizar-se a comparação.

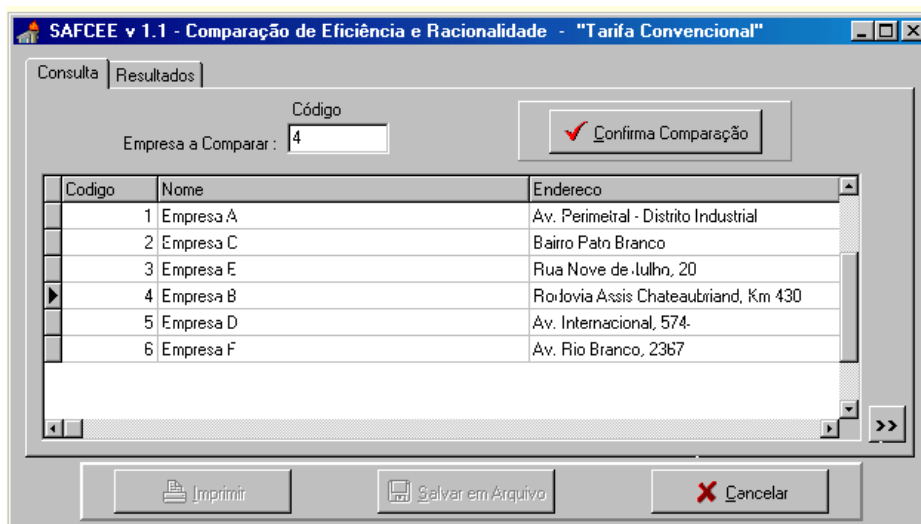


Figura 14: Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional” – Seção Consulta.

- **BOTÃO CONFIRMA COMPARAÇÃO:** Se pressionado, verifica se a empresa escolhida para comparação se enquadra na tarifa convencional, se não enquadrar fornece mensagem para o usuário e cancela operação, enquadrando-se, todos os cálculos referente a comparação são realizados e os resultados são mostrados na *Seção Resultados*.

- **BOTÃO “>>”:** Permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Resultados**.

A **Seção Resultados** (Figura 15) apresenta os resultados da comparação entre as empresas, mostrando os valores dos volumes compostos, das áreas compostas e duas caixas de texto informando a situação da eficiência e da racionalidade energética entre as empresas. O botão “<<” permite ao usuário, se pressionado, retornar a **Seção Consulta**.

Volumes Compostos		Áreas Compostas	
Atual Eficiente	0.1497	Atual Eficiente	0.1118
Total Útil Eficiente...	7.7855	Total Útil Eficiente ..	5.2953
Atual Racional	237.4770	Atual Racional	178.3900
Total Útil Racional ...	911.6381	Total Útil Racional ...	618.3481

A empresa Empresa A, está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa Empresa B, em 1.92 % do Volume Composto Total Útil Eficiente e 1.92 % da Área Composta Total Útil Eficiente determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência

A empresa Empresa B está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa Empresa A, em 26.05 % do Volume Composto Total Útil Racional e 28.85 % da Área Composta Total Útil Racional determinados pelo C-Hiperbolóide de Carga e Potência

<< Imprimir Salvar em Arquivo Cancelar

Figura 15: Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Convencional” – Seção Resultados.

Além do usuário visualizar todos os resultados em monitor de vídeo, este módulo também permite ao usuário a impressão de um relatório contendo todos os dados sobre a análise, e ainda esses resultados podem ser gravados em um arquivo especificado pelo usuário. São apresentados, tanto em relatório impresso como em arquivos, os dados de

identificação das empresas, os valores dos volumes compostos e das áreas compostas e a condição entre as empresas referente a eficiência e a racionalidade energética.

- **BOTÃO IMPRIMIR:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo a impressão do relatório.
- **BOTÃO SALVAR EM ARQUIVO:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo salvar o relatório em arquivo.
- **BOTÃO CANCELAR:** Cancela a operação e retorna ao *Módulo Resultados – “Tarifa Convencional”*.

15 – MÓDULO COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIA E RACIONALIDADE – “TARIFA AZUL”

Este módulo destina-se a efetuar a comparação de eficiência e racionalidade energética entre a empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo sistema que apresente a sistema de tarifa azul. Esse módulo contém três seções, a *Seção Consulta*, a *Seção Horário de Ponta* e a *Seção Horário Fora de Ponta*.

Na *Seção Consulta* (Figura 16), o usuário deve escolher a empresa com qual deseja fazer a comparação. Para isso basta digitar o código da empresa no campo “*Código*”, que a busca é feita automaticamente ou acionar-se uma das empresas apresentadas na tabela, onde a barra de rolagem pode ser utilizada como auxílio. Escolhida a empresa o botão *Confirma Comparação* deve ser ativado para realizar-se a comparação.



Figura 16: Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Consulta.

- **BOTÃO CONFIRMA COMPARAÇÃO:** Se pressionado, verifica se a empresa escolhida para comparação se enquadra na tarifa azul, se não enquadrar fornece mensagem para o usuário e cancela operação, enquadrando-se, todos os cálculos referente a comparação são realizados e os resultados são mostrados nas **Seções Horário de Ponta e Horário Fora de Ponta**.
- **BOTÃO “>>”:** Permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Horário de Ponta**.

A **Seção Horário de Ponta** (Figura 17) apresenta os resultados da comparação entre as empresas no horário de ponta, mostrando os valores dos volumes compostos, das áreas compostas e duas caixas de texto informando a situação da eficiência e da racionalidade energética entre as empresas. O botão “<<” permite ao usuário, se

pressionado, retornar a **Seção Consulta** e o botão “>>” permite ao usuário, se pressionado, visualizar a **Seção Horário Fora de Ponta**.

SAFCEE v 1.1 - Comparação de Eficiência e Racionalidade - "Tarifa Azul"

Consulta | **Horário de Ponta** | Horário Fora de Ponta

Volumes Compostos		Áreas Compostas	
Atual Eficiente	826.0739	Atual Eficiente	2843.40411
Total Útil Eficiente...	939.1729	Total Útil Eficiente ..	3232.6986
Atual Racional	220.3290	Atual Racional	262.9831
Total Útil Racional ...	396.0584	Total Útil Racional ...	466.3128

A empresa Empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa Empresa D, em 87.96 % do Volume Composto Total Útil Eficiente e 87.96 % da Área Composta Total Útil Eficiente determinados pelo Ap-Hiperbolóide de Carga e Potência

A empresa Empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa Empresa C, em 55.63 % do Volume Composto Total Útil Racional e 56.40 % da Área Composta Total Útil Racional determinados pelo Ap-Hiperbolóide de Carga e Potência

<< Imprimir Salvar em Arquivo Cancelar >>

Figura 17: Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Horário de Ponta.

A **Seção Horário Fora de Ponta** (Figura 18) apresenta os resultados da comparação entre as empresas no horário fora de ponta, mostrando os valores dos volumes compostos, das áreas compostas e duas caixas de texto informando a situação da eficiência e da racionalidade energética entre as empresas. O botão “<<” permite ao usuário, se pressionado, retornar a **Seção Horário de Ponta**.

Volumes Compostos		Áreas Compostas	
Atual Eficiente	1323.9596	Atual Eficiente	1927.3796
Total Útil Eficiente...	1333.0779	Total Útil Eficiente ..	1940.6537
Atual Racional	285.6841	Atual Racional	196.7149
Total Útil Racional ...	652.1424	Total Útil Racional ...	444.3932

A empresa Empresa C está utilizando a energia elétrica de forma mais eficiente que a empresa Empresa D, em 99.32 % do Volume Composto Total Útil Eficiente e 99.32 % da Área Composta Total Útil Eficiente determinados pelo Atp-Hiperbolóide de Carga e Potência

A empresa Empresa D está utilizando a energia elétrica de forma mais racional que a empresa Empresa C, em 43.81 % do Volume Composto Total Útil Racional e 44.27 % da Área Composta Total Útil Racional determinados pelo Atp-Hiperbolóide de Carga e Potência

Imprimir Salvar em Arquivo Cancelar

Figura 18: Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul” – Seção Horário Fora de Ponta.

Além do usuário visualizar todos os resultados em monitor de vídeo, este módulo também permite ao usuário a impressão de um relatório contendo todos os dados sobre a análise, e ainda esses resultados podem ser gravados em um arquivo especificado pelo usuário. São apresentados, tanto em relatório impresso como em arquivos, os dados de identificação das empresas, os valores dos volumes compostos e das áreas compostas e a condição entre as empresas referente a eficiência e a racionalidade energética no horário de ponta e no horário fora de ponta.

- **BOTÃO IMPRIMIR:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo a impressão do relatório.
- **BOTÃO SALVAR EM ARQUIVO:** Possui a mesma função descrita no item 11, permitindo salvar o relatório em arquivo.

- **BOTÃO CANCELAR:** Cancela a operação e retorna ao *Módulo Resultados – “Tarifa Azul”*.

16 – MÓDULO COMPARAÇÃO DE EFICIÊNCIA E RACIONALIDADE – “TARIFA VERDE”

Este módulo destina-se a efetuar a comparação de eficiência e racionalidade energética entre a empresa em estudo com uma outra empresa já analisada pelo sistema que apresente a sistema de tarifa verde. Esse módulo apresenta as mesmas seções e botões do *Módulo Comparação de Eficiência e Racionalidade – “Tarifa Azul”*, descritas no item 15, executando-se as mesmas funções.

17 – MÓDULO CONSULTAR EMPRESA

Este módulo (Figura 19) permite ao usuário consultar uma determinada empresa já analisada pelo sistema. Para isso basta digitar o código da empresa no campo *“Código”*, que a busca é feita automaticamente ou acionar-se uma das empresas apresentadas na tabela, onde a barra de rolagem pode ser utilizada como auxílio. Escolhida a empresa o botão *Confirma Consulta* deve ser ativado para realizar-se a consulta.

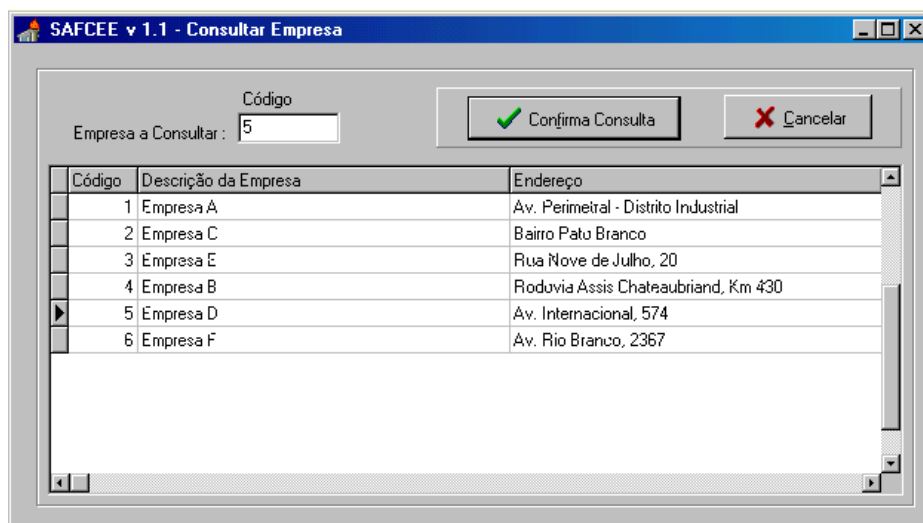


Figura 19: Módulo Consultar Empresa.

- **BOTÃO CONFIRMA CONSULTA:** Se pressionado, verifica em qual das tarifas enquadra-se a empresa, apresentando, em seguida, todos os dados da análise da empresa, arquivados em arquivos, no respectivo ***Módulo Resultados***, descritos nos itens 11, 12 e 13, conforme o tipo de tarifa em que se enquadra a empresa. O usuário poderá realizar qualquer uma das opções existente no módulo resultados, ou seja, imprimir relatório, gravar em arquivo e efetuar a comparação com uma outra empresa.
- **CANCELAR:** Cancela a operação e retorna ao ***Módulo Principal*** do sistema.

18 – MÓDULO EXCLUIR EMPRESA

Este módulo (Figura 20) permite ao usuário excluir dos arquivos uma determinada empresa já analisada pelo sistema. Para realizar a busca da empresa basta digitar

o código da empresa no campo “**Código**”, que a busca é realizada automaticamente ou acionar-se uma das empresas apresentadas na tabela. Escolhida a empresa o botão **Confirma Exclusão** deve ser ativado para realizar-se a exclusão.

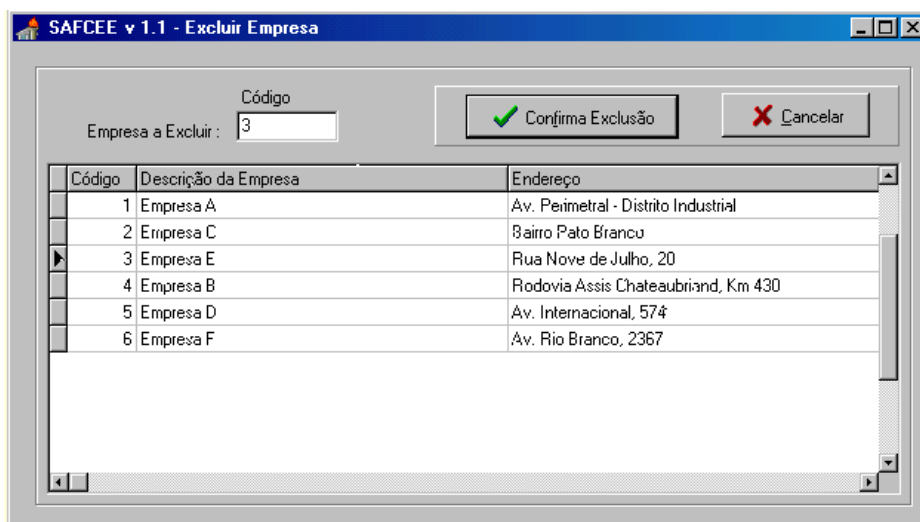


Figura 20: Módulo *Excluir Empresa*.

- **BOTÃO CONFIRMA EXCLUSÃO:** Se pressionado, pede ao usuário uma nova confirmação, confirmada novamente, a exclusão da empresa selecionada é realizada.
- **CANCELAR:** Cancela a operação e retorna ao **Módulo Principal** do sistema.