

DANIELA DE CARVALHO LOPES

SISTEMA COMPUTACIONAL DE ANÁLISES TÉCNICA E ECONÔMICA PARA  
ADEQUAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

DANIELA DE CARVALHO LOPES

SISTEMA COMPUTACIONAL DE ANÁLISES TÉCNICA E ECONÔMICA PARA  
ADEQUAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aprovada em: 13 de agosto de 2002.

---

Prof. Delly Oliveira Filho  
(Conselheiro)

---

Prof. Evandro de Castro Melo  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Marcos de Barros Monteiro

---

Prof. José Márcio Costa

---

Prof. José Helvecio Martins  
(Orientador)

Aos meus pais, José Eustáquio e Ester.

Ao meu noivo, Antonio.

A todos aqueles que contribuíram para a realização deste momento.

“Enquanto estivermos tentando, estaremos felizes, lutando pela definição do indefinido, pela conquista do impossível, pelo limite do ilimitado. Quando o impossível torna-se apenas um desafio, a satisfação está no esforço e não apenas na realização final.”

Gandhi

## **AGRADECIMENTO**

A Deus, por me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais José Eustáquio e Ester, pela motivação e confiança.

Ao Antonio, pela compreensão, pelo carinho e pela ajuda em todos os momentos durante a realização do Curso.

A todos os meus parentes e amigos, pelo apoio.

Ao professor José Helvecio Martins, pela orientação e atenção permanente.

Aos professores Evandro de Castro Melo e Delly Oliveira Filho, pelos ensinamentos e pelas sugestões valiosas.

Ao professor e amigo Paulo Monteiro, pela ajuda e pelos conselhos em todos os momentos do Curso.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela colaboração para que este trabalho fosse realizado.

A todos os meus amigos da área de Energia na Agricultura, pela convivência e pelos ensinamentos em todas as fases do Curso.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

DANIELA DE CARVALHO LOPES, filha de José Eustáquio Vieira Lopes e Ester de Carvalho Lopes, nasceu em Belo Horizonte, MG, em 1<sup>o</sup> de junho de 1977.

Em dezembro de 1996, concluiu o Curso de Informática Industrial na Escola Técnica Federal de Ouro Preto, em Ouro Preto, MG.

Em janeiro de 2001, graduou-se em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Ouro Preto, em Ouro Preto, MG.

Em abril de 2001, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola, na área de Energia na Agricultura, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2002.

# CONTEÚDO

	PÁGINA
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	viii
<b>LISTA DE EQUAÇÕES</b>	ix
<b>RESUMO</b>	x
<b>ABSTRACT</b>	xi
<b>1. Introdução</b>	1
<b>2. Objetivo</b>	7
<b>3. Revisão de Literatura</b>	8
<b>3.1. Motores Elétricos</b>	8
<b>3.2. Motores Assíncronos de Corrente Alternada</b>	9
<b>3.3. Conceitos Relacionados a Motores</b>	14
3.3.1. Triângulo de Potência	14
3.3.2. Fator de Potência	15
3.3.3. Conjugado (torque ou momento binário)	16
<b>3.4. Dados de Placa de Motores de Indução Trifásicos</b>	16
3.4.1. Tensão Nominal	16
3.4.2. Freqüência Nominal	17
3.4.3. Potência Nominal	17
3.4.4. Velocidade Nominal	17

3.4.5. Corrente Nominal	17
3.4.6. Fator de Serviço	17
3.4.7. Graus de Proteção	18
3.4.8. Categorias	18
<b>4. Material e Métodos</b>	<b>19</b>
4.1. Adequação de Força Motriz	19
4.2. Análise Técnica para Adequação de Força Motriz	20
4.2.1. Consumo Anual de Energia	22
4.2.2. Gastos com Consumo de Energia	23
4.2.3. Gastos com Demanda de Potência	24
4.2.4. Custo da Manutenção	25
4.3. Análise Econômica para Adequação de Força Motriz	26
4.3.1. Valor Presente Líquido	28
4.3.2. Relação Benefício Custo	28
4.3.3. Tempo de Retorno do Capital	29
4.3.4. Taxa Interna de Retorno	31
4.3.5. Sequência Indicada para a Realização da Adequação de Força Motriz	32

	PÁGINA
<b>4.4. Desenvolvimento do Sistema Computacional</b>	33
<b>4.4.1. Modelagem das Curvas Características dos Motores</b>	33
<b>4.4.2. Implementação do Sistema Computacional</b>	37
<b>4.4.3. Validação do Sistema Computacional</b>	51
<b>5. Resultados e Discussão</b>	52
<b>5.1. Apresentação do Sistema Computacional</b>	52
<b>5.2. Validação do Sistema Computacional</b>	61
<b>5.3. Adequação de Força Motriz</b>	62
<b>6. Resumo e Conclusões</b>	64
<b>7. Referências Bibliográficas</b>	66
<b>8. Apêndices</b>	68

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
1 -	Tipos de motores elétricos	8
2 -	Tipos de ligações para motores monofásicos	10
3 -	Tipos de ligações para motores trifásicos	11
4 -	Representação do triângulo de potência	15
5 -	Exemplos de curvas de rendimento de motores em função do seu índice de carregamento	34
6 -	Exemplos de curvas de índice de carregamento de motores em função da corrente elétrica	35
7 -	Fluxograma do Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO)	39
8 -	Arquitetura do banco de dados do SETMO	50
9 -	Tela de apresentação do SETMO	52
10 -	Tela de entrada de dados inicial do SETMO	53
11 -	Tela de entrada de dados para os custos com tarifas de energia elétrica do SETMO	54
12 -	Tela para cadastro dos motores no SETMO	55
13 -	Tela que exibe o relatório final do SETMO	57
14 -	Tela que exibe a tabela de preços dos motores	58
15 -	Tela com informações sobre o SETMO	59
16 -	Tela principal do módulo de ajuda do SETMO	59
17 -	Tela vinculada ao módulo gráficos do SETMO que relaciona as possibilidades de troca dos motores existentes e os principais índices técnicos e econômicos avaliados	60
18 -	Tela vinculada ao módulo gráficos do SETMO que exibe a seqüência indicada para a realização da adequação de força motriz	61

## LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO	TÍTULO	PÁGINA
1 -	Velocidade Síncrona	12
2 -	Escorregamento	13
3 -	Fator de potência	15
4 -	Índice de carregamento	20
5 -	Rendimento	21
6 -	Potência adequada	21
7 -	Índice de carregamento real obtido com a adequação de força motriz	22
8 -	Consumo anual de energia	23
9 -	Custo da energia	23
10 -	Custo da demanda	24
11 -	Custo da manutenção	25
12 -	Fluxo de caixa para o ano i	26
13 -	Valor depreciado do motor	27
14 -	Fator de depreciação do motor	27
15 -	Vida útil do motor	27
16 -	Valor Presente Líquido	28
17 -	Relação Benefício-Custo (a)	29
18 -	Relação Benefício-Custo (b)r	29
19 -	Valor anual parcial recuperado	30
20 -	Ano de recuperação do capital	30
21 -	Valor mensal parcial recuperado	30
22 -	Mês de recuperação do capital	30
23 -	Equação baseada no polinômio de Lagrange: termo 1	31
24 -	Equação baseada no polinômio de Lagrange: termo 2	31
25 -	Equação baseada no polinômio de Lagrange: termo 3	32
26 -	Equação baseada no polinômio de Lagrange: termo 4	32
27 -	Taxa Interna de Retorno	32
28 -	Valor Presente Líquido por MJ	32

## RESUMO

LOPES, Daniela de Carvalho, M. S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002. **Sistema computacional de análises técnica e econômica para adequação de força motriz.** Orientador: José Helvécio Martins. Conselheiros: Delly Oliveira Filho e Evandro de Castro Melo.

Neste trabalho, desenvolveu-se um sistema computacional capaz de executar a simulação das características técnicas e econômicas do processo de operação de motores elétricos trifásicos, com base em dados reais e considerando a possibilidade de remanejamento dos motores existentes. O processo de adequação de força motriz envolve uma análise técnica do funcionamento dos motores e uma análise econômica das possíveis opções de troca. A análise técnica se baseia nos valores do rendimento, da corrente elétrica nas três fases do estator e do índice de carregamento do motor. Os índices avaliados tecnicamente são o consumo anual de energia, os gastos com manutenção, os gastos com consumo de energia e os gastos com demanda de potência do motor, considerando um horizonte de planejamento de dez anos. A análise econômica de vida útil avalia, para cada opção de troca, o Valor Presente Líquido, a Relação Benefício-Custo, o Tempo de Retorno de Capital e a Taxa Interna de Retorno. O Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO) foi implementado em linguagem *Object Pascal* utilizando-se a plataforma de programação *Delphi 5.0*.

## ABSTRACT

LOPES, Daniela de Carvalho, M. S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2002. **Computer System of Technical and Economical Analysis for Motor Force Adaptation.** Adviser: José Helvecio Martins. Committee Members: Delly Oliveira Filho and Evandro de Castro Melo.

In this work, a software capable to execute the simulation of technical and economical characteristics of three-phase electric motors operation, based on real data and considering the possibility of use existing motors in order to substitute others was developed. The motor force adaptation's process involves a technical analysis for the motor's operation and an economical analysis for the possible change's options. The technical analysis has bases on the values of the electrical current, efficiency and loads of the motor, evaluating the annual energy consumption and the expenses with maintenance, energy's consumption and power's demand that this motor presents inside of a planning horizon of 10 years. The economic analysis of useful life considers, for each option of analyzed change, the Net Present Value, the Benefit-Costs Ratio, the Capital Return Time and the Internal Rate of Return. The software was called SETMO and it was written in Object Pascal language using the programming platform Delphi 5.0.

## **1. Introdução**

A necessidade de se implementar programas de conservação de energia e utilizar, de forma racional, a energia elétrica é muito importante, visto que o insumo eletricidade vem apresentando taxas de crescimento significativas, bem como aumento relativo nas despesas das diversas classes de consumidores.

Considerando-se os elevados investimentos de que o setor elétrico necessita para atender essa demanda, toda e qualquer ação que resulte na diminuição desses investimentos sem comprometimento da confiabilidade e sem redução da demanda dos serviços a serem realizados, e que contribua para redução nas despesas com energia elétrica por parte dos consumidores deve ser incentivada.

A racionalização da energia elétrica, evitando o desperdício, pode criar perspectivas de se compensar as taxas de crescimento da demanda de energia elétrica a curto, médio e longo prazo.

Atualmente, a conservação de energia elétrica vem sendo bastante incentivada por causa do problema da escassez da energia elétrica no Brasil. O sistema elétrico brasileiro vem operando próximo aos limites de segurança e acredita-se na possibilidade de faltar energia no país nos próximos anos.

O planejamento do setor elétrico moderno engloba objetivos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Isto requer a aplicação de um processo que integre estes objetivos e considere, também, a utilização dos recursos energéticos alternativos, além dos convencionais, e a sua utilização de maneira sustentável, ou seja, uma estrutura que se baseie no modelo do Planejamento Integrado de Recursos (PIR). O PIR abrange o planejamento desde os recursos energéticos até o uso final da energia, combinando opções de tecnologia de oferta de eletricidade e de melhoria de eficiência energética para prover serviços de energia elétrica a menores custos, incluindo a contabilização de custos sociais e ambientais. O PIR oferece opções de Gerenciamento do

Lado da Demanda (GLD) e do Gerenciamento do Lado do Suprimento (GLS) (JANNUZZI e SWISHER, 1997).

Segundo CARVALHO (2001), o acréscimo da eficiência nos usos finais da eletricidade em uma indústria significa a diminuição dos custos, aumentando assim a competitividade dos produtos. Outros fatores que incentivam este procedimento são a redução da probabilidade de falta de energia, que garante o desenvolvimento econômico e o padrão de vida dos consumidores, e a diminuição dos impactos ambientais. Considera-se, também, o fato de que programas de conservação de energia exigem iniciativa, criatividade e mudanças de hábito.

No Brasil, o setor industrial representa, praticamente, metade do consumo de energia elétrica e os motores são responsáveis por, aproximadamente, 49% do consumo deste setor (PROCEL, 1998).

Os motores de indução trifásicos representam 78% das vendas de mercado para o setor industrial, sendo que 2% da capacidade instalada são inferiores a 1 cv, 38% são de 1 a 10 cv, 26% de 10 a 40 cv, 14% entre 40 e 100 cv, 12% de 100 e 300 cv, e 8% com 300 cv (GELLER, 1991). Nos anos 80, uma pesquisa de campo mostrou que cerca de 71% de todos os motores na indústria operam com índices de carregamento abaixo de 75% e 25% com índices de carregamento inferiores a 50%, o que resulta em maiores perdas na eficiência total (HENRIQUES, 1995).

Assim, torna-se evidente a necessidade da adoção de medidas para aumentar a eficiência do processo de operação dos motores, sendo possível gerar uma considerável economia de energia que resultará em benefícios para os usuários e para o país. Os usuários e a sociedade brasileira terão reduzidos os custos de produção, gerando lucros, e para o país a economia diminuirá a demanda de investimentos em geração de energia elétrica.

Na determinação do custo de utilização de um motor deve ser considerado não apenas o investimento inicial, mas, também, os custos de operação durante toda a sua vida útil. Observando-se as curvas típicas de um motor, verifica-se que quanto menor o seu grau de utilização menor será seu

rendimento e fator de potência. Assim, motores mais eficientes (de alto rendimento) fornecem a mesma potência útil que os motores convencionais consumindo menos energia (WEG, 2001; KOHLBACH, 2002).

Análises realizadas anteriormente por PINHEIRO (1989), envolvendo vários programas de conservação de energia, mostraram que a adequação de força motriz apresentou as maiores taxas internas de retorno. Foram analisadas as seguintes opções: (i) utilização e adequação de motores, (ii) utilização e adequação de fornos, (iii) substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes (serviços), (iv) condicionamento de ar, (v) substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes (residencial), (vi) substituição de lâmpadas incandescentes por incandescentes tipo econômica (residencial), (vii) melhoria de eficiência de motores, (viii) melhoria de eficiência de refrigeradores, (ix) substituição de lâmpada incandescente por vapor de mercúrio, (x) condicionamento de ar (residencial), (xi) substituição de lâmpada incandescente por fluorescente compacta (serviços), (xii) utilização de controlador de velocidade variável, (xiii) substituição de lâmpada incandescente por vapor de sódio, e (xiv) substituição de lâmpada incandescente por fluorescente compacta (residencial).

A adequação de força motriz combinada à utilização de motores de alto rendimento é uma prática recente, já que somente em 1990 os fabricantes começaram a produzir motores eficientes. Em 1996, os modelos de alto rendimento representaram, aproximadamente, 1% do total de motores de indução trifásicos vendidos no Brasil (GELLER et al., 1997). Atualmente, este índice ainda se apresenta baixo, principalmente porque, com relação ao mercado, os modelos eficientes fabricados no Brasil têm custos 40% superiores aos do tipo comum (SOARES e TABOSA, 1996). Todavia, os motores eficientes têm custos efetivos inferiores, quando avaliados pelo valor da energia economizada, da ordem de 0,015 a 0,025 US\$ kWh<sup>-1</sup> (SOARES et al., 1996).

CAMPANA (2000) verificou, por meio da análise econômica, um grande potencial de racionalização no uso de energia elétrica na irrigação, substituindo-se motores convencionais por outros de alto rendimento.

TEIXEIRA (2001) realizou a adequação de força motriz em fábricas de ração, comprovando a viabilidade e eficiência desta forma de racionalização de energia. Estes estudos resultaram em um potencial de redução de gastos com energia elétrica de 22,6% e potência demandada de 64,9%.

CEMIG (2002) e WEG (2002) apresentam programas que incentivam a aquisição de motores de alto rendimento. De acordo com WEG (2002), em 1998, a fabricante de motores WEG implantou o programa de substituição de motores, no qual, em caso de troca, a empresa pagou 10% do valor do motor de alto rendimento, fazendo com que ele custe, para o cliente, 90% do valor original. Segundo CEMIG (2002), a Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG, implantou o programa anual de combate ao desperdício de energia elétrica, que consistiu na concessão de um crédito para o cliente que adquirir e instalar um motor trifásico de alto rendimento, para todos os setores de produção industrial e rural. O novo motor poderá ser instalado em substituição a um convencional, quando houver a “queima” de um motor em funcionamento, ou em novas instalações, acompanhado, sempre que possível, da verificação do correto dimensionamento e das condições operacionais do motor. O crédito concedido nesse projeto pode ser de até 20% do preço do motor, sendo contemplados motores com potência nominal de placa de até 200 cv.

No caso de indústrias que utilizem vários motores, a adequação de força motriz, combinada à utilização de motores de alto rendimento, pode tornar-se ainda mais viável, considerando-se que os motores existentes poderão ser vendidos ou reaproveitados. Estes dados reforçam a idéia de que a utilização de motores eficientes, acrescida da manutenção preventiva regular e o uso do nível de tensão apropriado, podem reduzir significativamente o consumo de energia nos motores do setor industrial.

O processo de adequação de força motriz considerando-se vários motores, envolve, para cada um deles, a análise técnica de seu funcionamento e a análise econômica das possibilidades de troca.

A análise técnica se baseia nos valores do rendimento e do índice de carregamento do motor, avaliando o consumo anual de energia e os custos da manutenção, consumo de energia e da demanda de potência, apresentados pelo motor dentro de um determinado horizonte de planejamento.

O rendimento do motor pode ser estimado de três formas:

- (i) Medindo-se a corrente elétrica do estator;
- (ii) Medindo-se o fator de potência;
- (iii) Medindo-se a potência útil.

A maneira mais utilizada para a determinação do rendimento é por meio da medição da corrente elétrica, por ser a mais simples (CAMPANA, 2000). Neste caso, de posse da corrente elétrica do motor trabalhando a plena carga e de seus dados de placa, determina-se o índice de carregamento por meio da curva característica de corrente e, com o índice de carregamento, determina-se o rendimento por meio da curva característica de rendimento (WEG, 2001; KOLHBACH, 2002).

A análise econômica de vida útil, geralmente, considera os seguintes indicadores para análise da viabilidade do investimento:

- (i) Taxa Interna de Retorno (TIR);
- (ii) Valor Presente Líquido (VPL);
- (iii) Relação Benefício-Custo (RBC);
- (iv) Tempo de Retorno de Capital (TRC).

Atualmente, a adequação de força motriz é analisada baseando-se em planilha eletrônica e catálogos eletrônicos de fabricantes de motores. Um sistema computacional que analise técnica e economicamente vários motores, diagnosticando a necessidade da adequação de força motriz para cada um deles e fornecendo a possibilidade de remanejamento dos motores existentes,

nos casos em que isto for possível, permitirá a consultores, estudantes e profissionais da área obter os resultados necessários para a aplicação de programas de conservação de energia de forma rápida e confiável.

## **2. Objetivo**

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver um sistema computacional capaz de simular as características técnicas e econômicas do funcionamento de motores elétricos trifásicos, baseado em dados reais pré determinados, visando a adequação de força motriz, considerando-se a possibilidade de remanejamento dos motores existentes, com base nos seguintes procedimentos:

- i) Análise técnica para adequação de força motriz;
- ii) Análise econômica da adequação de força motriz.

### 3. Revisão de Literatura

#### 3.1. Motores Elétricos

Os motores elétricos são máquinas responsáveis pela transformação de energia elétrica em energia mecânica, disponível em seu eixo para a realização de trabalho, e podem ser divididos em vários tipos, como mostra a Figura 1.

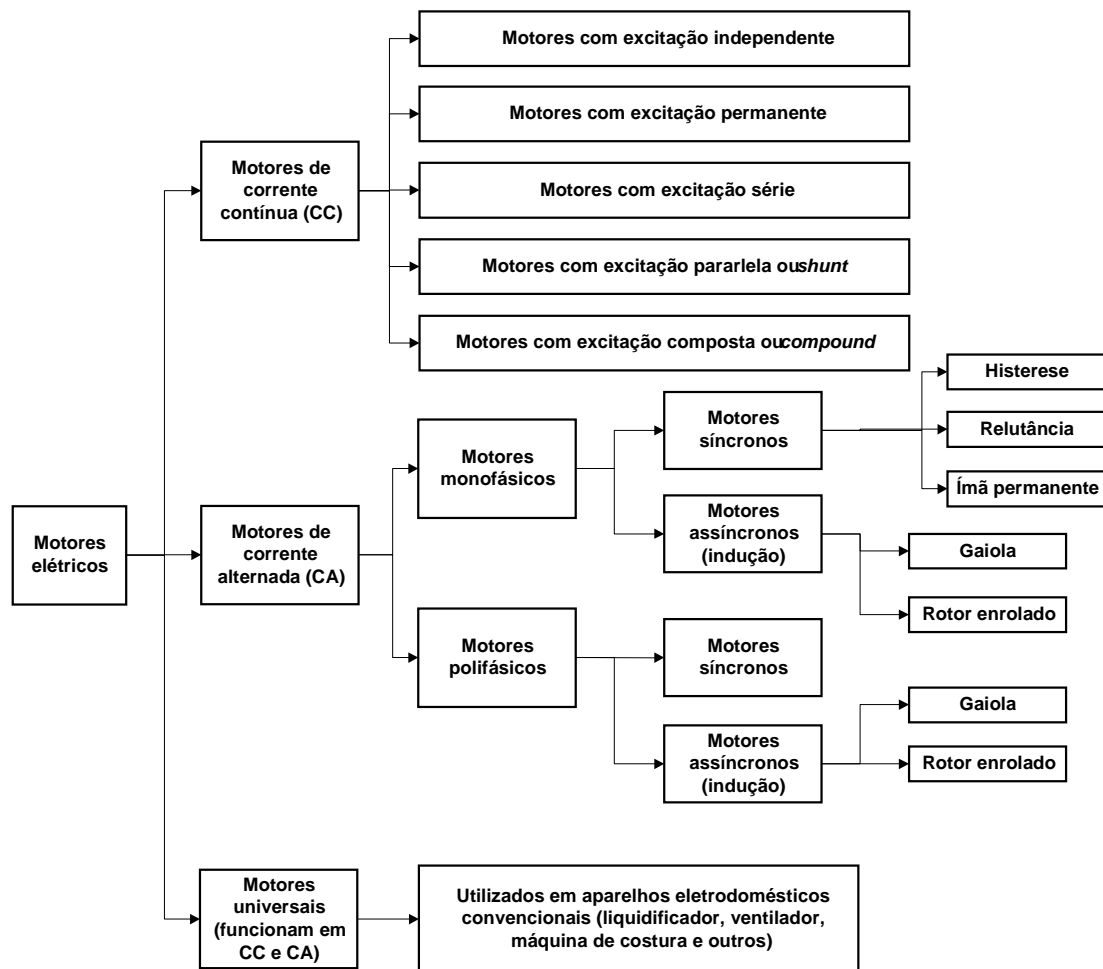


Figura 1 – Tipos de motores elétricos.

Os motores elétricos de corrente contínua não são muito utilizados porque, em geral apresentam custos mais elevados quando comparados com

os motores de corrente alternada. Este tipo de motor é ideal em aplicações em que se exige rigoroso controle de velocidade como, por exemplo, na tração elétrica e nos trens de laminação, porque apresentam versatilidade e precisão de controle, com variação de velocidade acima e abaixo de sua velocidade nominal e elevado conjugado de partida (motor com excitação em série). Motores de corrente contínua são constituídos por dois enrolamentos: um fixo, montado em sua carcaça, e outro móvel, montado em seu eixo. A parte fixa é denominada indutor ou enrolamento de campo, enquanto a móvel é denominada armadura ou induzido. Os motores de corrente alternada são os mais utilizados e também são constituídos por dois enrolamentos. A parte fixa, montada em sua carcaça, é chamada de estator e a parte móvel, montada em seu eixo, é chamada de rotor (WEG,2001).

Os motores síncronos apresentam velocidade de rotação vinculada diretamente à frequência da rede e totalmente independente da carga acionada por ele, ou seja, velocidade constante. Estes motores são utilizados apenas para grandes potências. Nos motores assíncronos ou de indução, para uma dada Frequência, a velocidade varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao eixo. Os motores assíncronos são os mais utilizados (WEG,2001).

### **3.2. Motores Assíncronos de Corrente Alternada**

O estator dos motores elétricos assíncronos de corrente alternada é um circuito magnético estático, constituído por chapas de material ferromagnético empilhadas e isoladas entre si. O estator possui ranhuras abertas onde se localizam bobinas que são alimentadas pela rede de corrente alternada. O rotor é constituído por um núcleo ferromagnético, também laminado, sobre o qual se encontra um enrolamento ou um conjunto de condutores paralelos, nos quais é induzida força eletromotriz devido ao campo criado pela corrente alternada que circula nas bobinas do estator. O rotor é montado sobre um eixo, que por sua vez transmite à carga a energia mecânica disponível. O entreferro (espaço entre o rotor e o estator) é bastante reduzido, de forma a reduzir a corrente quando o motor estiver operando sem carga (a vazio) e, portanto, as perdas,

como também para aumentar o fator de potência quando o motor estiver operando “a vazio” (PROCEL,1998).

Os motores elétricos assíncronos de corrente alternada podem ser monofásicos ou trifásicos.

Nos sistemas monofásicos a tensão alternada é gerada em um único enrolamento, composto, normalmente por duas bobinas idênticas sobrepostas. Estas duas bobinas podem ser ligadas em série ou em paralelo, como indica a Figura 2.

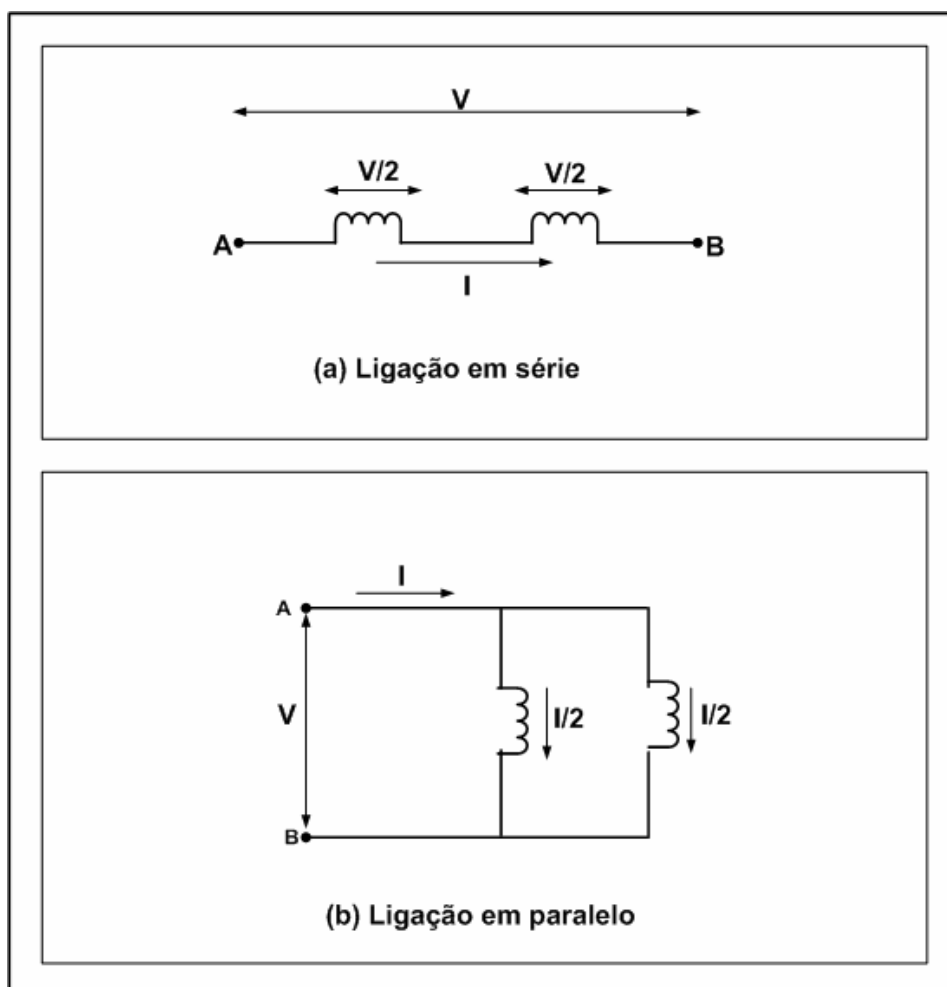


Figura 2 – Tipos de ligações para motores monofásicos

Um sistema trifásico é, na realidade, a associação de três sistemas monofásicos de mesma freqüência e tensões  $V_{AB}$ ,  $V_{BC}$  e  $V_{CA}$ , tal que a

defasagem entre elas seja de  $120^\circ$  no tempo. Neste caso, a ligação pode ser feita em triângulo ou em estrela, como indica a Figura 3.

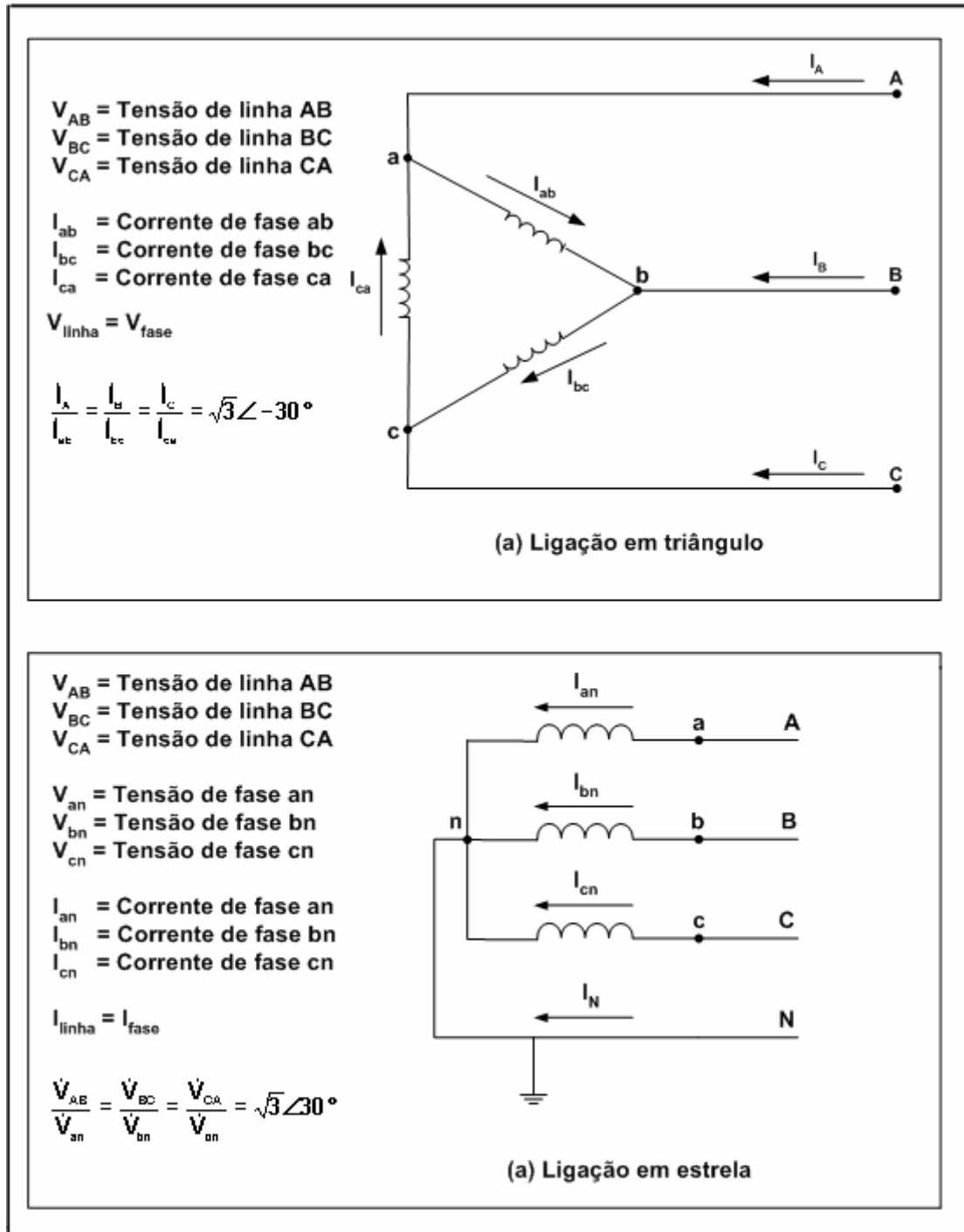


Figura 3 – Tipos de ligações para motores trifásicos: (a) ligação em triângulo e (b) ligação em estrela.

Na ligação em triângulo, as tensões de linha são iguais às tensões de fase e as correntes de linha são iguais às correntes de fase multiplicada por  $\sqrt{3}$ . Na ligação em estrela, as correntes de linha são iguais às correntes de fase e as tensões de linha são iguais às tensões de fase multiplicada por  $\sqrt{3}$ .

Os motores elétricos polifásicos de corrente alternada funcionam com base no princípio do campo magnético girante. Quando uma bobina é percorrida por uma corrente elétrica, é criado um campo magnético dirigido conforme o eixo da bobina e de valor proporcional à corrente. Isto ocorre porque, a partir do momento em que os enrolamentos localizados nas ranhuras do estator são submetidos a uma corrente alternada, gera-se um campo magnético no estator e, conseqüentemente, no rotor surge uma força eletromotriz (fem.), induzida devido ao fluxo magnético variável que o atravessa. A fem. induzida dá origem a uma corrente induzida no rotor que tende a opor-se à causa que lhe deu origem, criando, assim, um movimento giratório no rotor. Como só o estator é ligado à rede de alimentação, cada enrolamento monofásico é percorrido por uma corrente que cria um campo magnético pulsante. No caso de motores trifásicos, os enrolamentos estão defasados entre si, no espaço, de  $120^\circ$  e a soma de seus fluxos magnéticos cria um campo magnético resultante cuja direção varia, mas o sentido é sempre oposto ao núcleo. Este campo magnético resultante é chamado de campo magnético girante e faz com que o enrolamento trifásico funcione como se houvesse apenas um único par de pólos girando (WEG,2001). A velocidade de rotação do campo girante é definida como velocidade síncrona e é representada pela equação 1.

$$N_s = 60 \frac{f}{p} \quad (1)$$

em que

- $N_s$  - velocidade síncrona, rpm;
- $f$  - freqüência, Hz;
- $p$  - número de par de pólos;
- 60 - fator de transformação de unidades de tempo.

Por terem somente uma fase de alimentação, os motores monofásicos não possuem um campo girante, mas sim um campo magnético pulsante. Isto impede que tenha conjugado de partida, tendo em conta que no rotor se induzem campos magnéticos alinhados com o campo do estator. Para solucionar o problema de arranque, utilizam-se enrolamentos auxiliares, que são dimensionados e posicionados de forma a criar um campo magnético secundário em quadratura com o campo principal, permitindo a formação do campo girante necessário para a partida (WEG,2001).

Quando o motor gira a uma velocidade diferente da velocidade síncrona, ou seja, diferente da velocidade do campo girante, o enrolamento do rotor "corta" as linhas de força magnética do campo e, pelas leis do eletromagnetismo, circularão nele correntes induzidas. Portanto, à medida que a carga aumenta diminui a rotação do motor. Quando a carga é zero (motor a vazio) o motor girará praticamente com a rotação síncrona (WEG,2001). A diferença entre a velocidade do motor e a velocidade síncrona, ou seja, a diferença entre a velocidade de rotação do motor e a velocidade de rotação do campo girante é chamada de escorregamento e pode ser expressa pela equação 2.

$$s = 100 \left( \frac{n_s - n}{n_s} \right) \quad (2)$$

em que

- s - escorregamento, %;
- $n_s$  - velocidade síncrona, rpm;
- n - velocidade do motor, rpm.

Deve-se observar que a partida de motores assíncronos, sobretudo motores com rotor em curto-circuito, resulta em maiores correntes de partida, incrementadas com elevada percentagem de corrente reativa, que em geral é da ordem de seis a oito vezes a corrente nominal. Isso ocorre porque, estando parado, não há força contra-eletromotriz que se oponha ao fluxo de corrente.

Ao iniciar as primeiras revoluções surge força contra-eletromotriz, o fluxo de corrente diminui e se estabiliza no seu valor nominal. Quando as correntes de partida são elevadas pode ocorrer queda de tensão no sistema de alimentação da rede. Além do fato da queda de tensão da rede ser limitada por legislação, isto pode interferir em outros equipamentos. Para evitar tais danos, é comum o superdimensionamento do sistema de proteção, gerando custos mais altos (PROCEL,1998). Existem diversos métodos para o acionamento de motores elétricos de indução que permitem minimizar a corrente de partida:

- (i). Partida direta: utilizada para motores com potência até 5 cv.
- (ii). Com chave estrela-triângulo: utilizada para motores com potência nominal de até 10 cv, desde que em regime normal funcionem em triângulo.
- (iii). Com chave compensadora: utilizada para motores com potência nominal acima de 10 cv.

### **3.3. Conceitos Básicos Relacionados a Motores Elétricos**

#### **3.3.1. Triângulo de Potência**

Quando se fala de potência elétrica, é necessário ter em mente os conceitos de potência aparente, potência reativa e potência ativa. A potência aparente do motor (S), expressa em Volt-Ampère (VA), é a soma fasorial da potência reativa (Q) e da potência ativa (P). A potência aparente é aquela necessária para que, com determinados valores de tensão e fluxo de corrente, o motor funcione corretamente. O trabalho mecânico e as perdas estão relacionados com a potência ativa, expressa em Watts (W). A potência ativa é a potência efetivamente consumida ou transformada pelo motor. Finalmente, para assegurar a existência dos campos magnéticos, é necessária a potência reativa, expressa em Volt-Ampère reativo (VAr).

A relação entre estas três potências pode ser determinada por meio do triângulo de potência, apresentado na Figura 4.

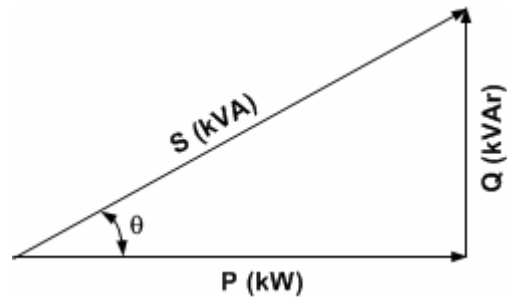


Figura 4 – Representação do triângulo de potência.

### 3.3.2. Fator de Potência

Na Figura 4 pode-se observar também o fator de potência,  $\cos(\theta)$ , que relaciona a potência que o motor realmente precisa para acionar a carga e suprir suas perdas internas (potência ativa), e a potência total solicitada à rede (potência aparente), como mostra a equação 3.

$$\cos(\theta) = \frac{P}{S} \quad (3)$$

em que

- $\cos(\theta)$  - fator de potência;
- P - potência ativa do motor, W;
- S - potência aparente do motor, VA.

Para uma mesma potência ativa, fator de potência baixo implica em corrente maior, aumentando as perdas. A legislação atual exige que as indústrias trabalhem com fator de potência mínimo de 0,92 (PROCEL,1998). Para fator de potência abaixo deste valor, existem penalizações financeiras aos consumidores.

A correção do fator de potência pode ser feita com a instalação de capacitores em paralelo. Observa-se que o fator de potência cresce proporcionalmente ao carregamento do motor.

### **3.3.3. Conjugado (torque ou momento binário)**

O conjugado é a medida do esforço necessário para girar o eixo do motor e acionar a carga. É desenvolvido porque as correntes induzidas no rotor criam seu próprio campo magnético que interage com o campo magnético do estator (campo girante). Isto faz com que o rotor acompanhe a rotação do campo girante (WEG, 2001).

O conjugado nominal é aquele desenvolvido pelo motor quando estiver funcionando com sua potência nominal, sob tensão e frequência nominais (WEG, 2001).

O conjugado de partida ou conjugado com rotor bloqueado é o conjugado mínimo desenvolvido pelo rotor bloqueado para todas as posições angulares do rotor, sob tensão e frequência nominais (WEG, 2001).

O conjugado mínimo é o menor conjugado desenvolvido pelo motor ao acelerar desde a velocidade zero até a velocidade correspondente ao conjugado máximo. O conjugado máximo é o maior conjugado desenvolvido pelo motor, sob tensão e frequência nominais sem queda brusca de velocidade. Na prática deve ser o mais alto possível, pois o motor deve ser capaz de vencer, eventuais picos de carga e o motor não deve parar quando ocorrerem momentaneamente quedas de tensão excessivas (WEG, 2001).

## **3.4. Dados de Placa de Motores de Indução Trifásicos**

### **3.4.1. Tensão Nominal**

É a tensão da rede, em Volt (V), para a qual o motor foi projetado. A tolerância para tensões é de 10%, e se a frequência também variar, a soma das duas variações deve ser menor que 10%. A maioria dos motores é fornecida de modo a poderem funcionar em redes de, pelo menos, duas tensões diferentes, dependendo da sua forma de ligação.

#### **3.4.2. Freqüência nominal**

É a freqüência, em Hertz (Hz), para a qual o motor foi projetado. A tolerância para freqüência é de 5%, e se a tensão também variar, a soma das duas variações deve ser menor que 10%.

#### **3.4.3. Potência Nominal**

É a potência mecânica disponível no eixo do motor, medida em Watts (W) ou em cavalo-vapor (cv), para a qual o motor foi projetado. Se a carga acionada pelo motor tiver potência muito maior que a potência nominal do motor, sua vida útil será diminuída. Por outro lado, se a carga acionada pelo motor tiver potência muito menor que a nominal, a energia elétrica consumida pelo motor será maior gerando custos mais elevados.

#### **3.4.4. Velocidade Nominal**

É a velocidade de rotação do eixo do motor, em rotações por minuto (rpm), quando estiver funcionando à potência nominal, sob tensão e freqüência nominais.

#### **3.4.5. Corrente Nominal**

É a corrente que o motor demanda da rede, em Ampère (A), quando estiver funcionando à potência nominal, sob freqüência e tensão nominais.

#### **3.4.6. Fator de Serviço**

É um multiplicador que, aplicado à potência nominal, indica a carga permissível que pode ser aplicada continuamente ao motor, sob tensão e freqüência nominais e com limite de elevação de temperatura do enrolamento estabelecido. A utilização do fator de serviço implica em vida útil inferior àquela do motor com carga nominal. Entretanto, sua utilização permite atender a esporádicos picos de carga sem que seja necessário superdimensionar o motor.

### **3.4.7. Graus de Proteção**

Os invólucros dos equipamentos elétricos, conforme as características do local em que serão instalados, devem oferecer um determinado grau de proteção que faça com que o motor suporte o lugar. As normas definem estes graus por meio das letras IP, seguidas de dois algarismos que se referem à proteção contra penetração de corpos estranhos sólidos e contato acidental e contra penetração de água no interior do motor, respectivamente.

### **3.4.8. Categorias**

Cada categoria é adequada a um tipo de carga e se caracteriza como:

- i) Tipo N - conjugado de partida e corrente de partida normal e escorregamento baixo, para cargas normais;
- ii) Tipo H - conjugado de partida alto, corrente de partida normal e escorregamento alto, para peneiras, transportadores e similar;
- iii) Tipo D - conjugado de partida mais alto, corrente de partida normal e escorregamento alto, para elevadores, prensas excêntricas e similares.

## **4. Material e Métodos**

### **4.1. Adequação de Força Motriz**

A adequação de força motriz é uma forma de racionalização de energia que tem como objetivo aumentar a eficiência do processo de operação dos motores.

A análise realizada pelo Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO) envolve motores convencionais e de alto rendimento. No caso de um motor convencional as possibilidades de troca avaliadas são:

- i) Troca do motor existente por um motor de alto rendimento com mesma potência nominal;
- ii) Troca do motor existente por um motor convencional com potência adequada à condição de carga;
- iii) Troca do motor existente por um motor de alto rendimento adequado à condição de carga;
- iv) Troca do motor existente por motor cadastrado com potência nominal entre a potência atual e a potência adequada.

No caso de um motor de alto rendimento, as possibilidades de troca avaliadas são:

- i) Troca do motor existente por um motor de alto rendimento adequado à condição de carga;
- ii) Troca do motor existente por motor cadastrado com potência nominal entre a potência atual e a potência adequada.

Os motores envolvidos na troca devem ter o mesmo número de pólos e a mesma tensão de alimentação do motor em funcionamento.

O processo de adequação de força motriz envolve, para cada motor existente e para cada motor envolvido em uma possível troca, uma análise

técnica e uma análise econômica. Portanto, será avaliado se a troca do motor existente trará benefícios para o processo no qual ele está envolvido e se esta troca é viável economicamente para o usuário. A viabilidade das opções de troca analisadas é válida para um período definido como horizonte de planejamento e igual a 10 anos.

## 4.2. Análise Técnica Para Adequação de Força Motriz

O processo da análise técnica se inicia com a determinação do índice de carregamento do motor em função da média das correntes elétricas medidas nas três fases do estator do motor trabalhando a plena carga. O índice de carregamento de um motor está relacionado ao seu grau de utilização e pode ser representado por um polinômio de sexto grau (equação 4) cujos coeficientes variam para cada motor, dependendo do seu tipo, potência nominal, número de pólos e tensão de alimentação. Estes coeficientes foram obtidos por meio da modelagem das curvas características dos motores descrita no capítulo 4.

$$I_C = \sum_{i=0}^6 a_i I^i \quad (4)$$

em que

- $I_C$  - índice de carregamento do motor, %;
- $I$  - média das correntes medidas, A;
- $a_i$  - coeficientes do polinômio ( $i = 0, \dots, 6$ ).

Caso o motor esteja ligado em estrela o valor da corrente elétrica média deverá ser multiplicado por  $\sqrt{3}$  pois, o polinômio foi obtido a partir de curvas de motores com ligação em triângulo.

Um motor, geralmente, está bem dimensionado quando apresenta um valor de índice de carregamento entre 75% e 100%. Esta situação proporciona economia de energia, elevados rendimento e fator de potência.

De posse do valor do índice de carregamento do motor é possível obter o valor do seu rendimento, utilizando-se um polinômio de sexto grau (equação 5) obtido, também, por meio da modelagem das curvas características dos motores elétricos. O rendimento de um motor é a relação entre a potência mecânica desenvolvida em seu eixo e a potência elétrica que ele consome da rede de alimentação, ou seja, é a eficiência com que é feita a transformação de energia elétrica para energia mecânica.

$$\eta_m = \sum_{i=0}^6 b_i I_C^i \quad (5)$$

em que

- $\eta_m$  - rendimento do motor, %;
- $b_i$  - coeficientes do polinômio ( $i = 0, \dots, 6$ );
- $I_C$  - índice de carregamento, %.

A etapa seguinte da análise técnica da adequação de força motriz é a verificação da potência adequada do motor existente por meio da equação 6.

$$P_a = \frac{P_n I_C}{100} \quad (6)$$

em que

- $P_a$  - potência adequada do motor, cv;
- $P_n$  - potência nominal do motor, cv
- $I_C$  - índice de carregamento do motor, %;
- 100 - fator de transformação de porcentagem para decimal

O valor da potência adequada ao motor deverá ser igual ou imediatamente superior ao valor de potência nominal disponível no mercado. Por exemplo, se o resultado obtido por meio da equação 6 for igual a 11 cv, o motor adequado à condição de carga deverá ser de 12,5 cv. Se o resultado for 40 cv o motor adequado deverá ser de 40 cv. A maioria dos valores calculados

é diferente dos valores de potência comerciais, portanto o índice de carregamento real obtido com a adequação de força motriz também será diferente de 100 %. Assim, depois de definida a potência adequada comercial, o índice de carregamento do motor adequado à condição de carga deverá ser calculado por meio da equação 7.

$$I_{Cr} = \frac{P_n I_C}{P_c} \quad (7)$$

em que

- $I_{Cr}$  - índice de carregamento real obtido com a adequação de força motriz, %;
- $P_n$  - potência nominal do motor analisado, cv;
- $I_C$  - índice de carregamento do motor do motor analisado, %;
- $P_c$  - potência comercial do motor adequado à condição de carga, cv.

A equação 7 deverá ser aplicada também aos motores cadastrados, com potências nominais menores que a potência nominal do motor instalado e maior que sua potência adequada, cujas características indiquem a possibilidade de troca.

Os rendimentos dos motores, envolvidos nas possibilidades de troca, devem ser obtidos por meio da equação 5, cujos coeficientes foram armazenados em um banco de dados.

De posse dos índices de carregamento e rendimentos do motor existente e dos motores envolvidos em possibilidades de troca, é possível determinar outros parâmetros que indicarão a viabilidade técnica da adequação de força motriz, descritos a seguir.

#### **4.2.1. Consumo Anual de Energia**

O consumo anual de energia representa a quantidade de energia elétrica consumida (kWh) por ano com a utilização de um motor considerando-se o seu período de funcionamento (horas/ano), seu rendimento (%), sua potência

nominal (cv) e seu índice de carregamento (%). Este parâmetro é a soma dos consumos anuais de energia no horário de ponta e no horário fora de ponta, sendo calculado por meio da equação 8.

$$C_A = 0,736 \left[ \frac{(H_{FP} + H_P) P_n I_C}{\eta_M} \right] \quad (8)$$

em que

- $C_A$  - consumo anual de energia, kWh;
- $H_{FP}$  - período de funcionamento no horário fora da ponta, h/ano;
- $H_P$  - período de funcionamento no horário de ponta, h/ano;
- $P_n$  - potência nominal do motor, cv
- $I_C$  - índice de carregamento do motor, %;
- $\eta_m$  - rendimento do motor, %.
- 0,736 - fator de conversão da potência em cv para kW.

Quanto menor o consumo anual de energia maior será a viabilidade técnica da adequação de força motriz.

#### 4.2.2. Gastos com Consumo de Energia

Os gastos com consumo de energia dependem do consumo anual de energia e dos custos unitários para consumo de energia nos horários de ponta e fora de ponta e nos períodos seco e úmido, como mostra a equação 9.

$$C_E = \frac{7}{12} (C_{AP} C_{PS} + C_{AF} C_{FS}) + \frac{5}{12} (C_{AP} C_{PU} + C_{AF} C_{FU}) \quad (9)$$

em que

- $C_E$  - gastos com consumo de energia, R\$/ano;
- $C_{AP}$  - consumo anual de energia no horário de ponta, kWh;
- $C_{PS}$  - custo unitário para consumo de energia no horário de ponta e período seco, R\$/kWh;

- $C_{AF}$  - consumo anual de energia no horário fora de ponta kWh.
- $C_{FS}$  - custo unitário para consumo de energia no horário fora de ponta e período seco, R\$/kWh;
- $C_{PU}$  - custo unitário para consumo de energia no horário de ponta e período úmido, R\$/kWh;
- $C_{FU}$  - custo unitário para consumo de energia no horário fora de ponta e período úmido, R\$/kWh;
- $\frac{7}{12}$  - o período seco compreende 7 meses do ano;
- $\frac{5}{12}$  - o período úmido compreende 5 meses do ano.

Quando a tarifa considerada é do tipo convencional, ou seja, quando os horários e períodos não são diferenciados para consumo de energia,  $C_{PS}$ ,  $C_{PU}$ ,  $C_{FS}$  e  $C_{FU}$  são iguais.

#### 4.2.3. Gastos com Demanda de Potência

Os gastos com demanda de potência dependem da potência nominal, índice de carregamento e rendimento do motor, além dos custos unitários da demanda nos horários de ponta e fora de ponta, como mostra a equação 10.

$$C_D = 0,736 \left[ \frac{12 (C_{DP} + C_{DF}) P_n I_C}{\eta_m} \right] \quad (10)$$

em que

- $C_D$  - custo da demanda, R\$/ano;
- $P_n$  - potência nominal do motor, cv
- $C_{DP}$  - custo unitário da demanda no horário de ponta, R\$/kW;
- $C_{DF}$  - custo unitário da demanda no horário fora de ponta, R\$/kW;
- $I_C$  - índice de carregamento do motor, %;
- $\eta_m$  - rendimento do motor, %.
- 12 - fator referente ao período de 12 meses;
- 0,736 - fator de conversão de cv para kW.

Quando a tarifa considerada é do tipo convencional ou verde, ou seja, os horários de ponta e fora de ponta não são diferenciados para demanda,  $C_{DP}$  é considerado igual a zero.

#### 4.2.4. Custo da Manutenção

O custo da manutenção fornece o valor pago pela manutenção do motor incluindo reparos e trocas de peças. Este parâmetro varia anualmente, aumentando de forma linear e se baseia em um percentual médio denominado de custo médio da manutenção, sendo calculado por meio da equação 11.

$$(M_p)_i = \left( \frac{2}{100} \right) \left( \frac{V_M C_M}{N} \right) i \quad (11)$$

em que

- $M_p$  - custo da manutenção, R\$/ano;
- $V_M$  - valor do motor, R\$;
- $C_M$  - custo médio da manutenção em relação ao motor novo, %;
- $N$  - horizonte de planejamento, ano;
- $i$  - ano considerado,  $i=(1, \dots, N)$ ;
- 2 - fator de ajuste utilizado na obtenção do custo da manutenção anual, considerando o custo médio como sendo o custo da manutenção na metade do horizonte de planejamento;
- 100 - fator de ajuste utilizado para o valor do  $C_m$  dado em percentagem.

Por causa de suas características construtivas, os motores de alto rendimento apresentam custos de manutenção inferiores quando comparados com os motores convencionais. Por isto, na análise realizada pelo SETMO, o custo médio de manutenção anual para motores de alto rendimento foi considerado como 80% do custo médio fornecido como dado de entrada.

### 4.3. Análise Econômica da Adequação de Força Motriz

A análise econômica se inicia com a construção do fluxo de caixa para os motores existentes e para os motores envolvidos em possibilidades de troca. O fluxo de caixa é a representação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do período equivalente ao horizonte de planejamento. O ano zero representa o investimento inicial no motor e é obtido pela soma do valor do motor e do investimento em equipamentos de comando e proteção (mesmo valor de um motor convencional com potência nominal igual à do motor em questão). Os valores dos anos seguintes são obtidos por meio da equação 12.

$$F_i = -(C_E + C_D) \left(1 + \frac{k}{100}\right)^i - (M_p)_i \quad (12)$$

em que

- $F_i$  - fluxo de caixa do ano  $i$ , R\$;
- $C_E$  - gastos do consumo de energia, R\$/ano;
- $C_D$  - gastos com demanda de potência, R\$/ano;
- $k$  - índice de aumento da energia acima da inflação, %.
- $i$  - ano considerado, ( $i=1, 2, \dots, N$ );
- $M_p$  - custo da manutenção do motor; R\$/ano;
- $V_M$  - valor do motor, R\$;
- 100 - fator de ajuste utilizado para o valor de  $k$  dado em percentagem.

O valor do investimento apresentado na análise realizada pelo sistema computacional para adequação de força motriz considera, algumas vezes a compra de mais de um motor. Isto acontece porque neste trabalho estimou-se que um motor terá vida útil de 10 anos caso funcione 6000 horas por ano. Assim, motores que funcionem mais de 6000 horas por ano deverão ser trocados mais de uma vez dentro do horizonte de planejamento estabelecido. Nestes casos, é necessário considerar uma nova compra do motor acrescentando-se o valor do investimento em um motor novo ao fluxo de caixa do ano em que a compra deverá ser realizada.

Na análise realizada considera-se, ainda, que os motores existentes apresentam preços depreciados obtidos aplicando-se as equações 13, 14 e 15.

A forma de depreciação utilizada pelo SETMO é linear por ser mais simples, rápida e aceita pela receita federal. O preço depreciado para venda dos motores será 10% menor que o seu valor depreciado quando este for mantido ou reaproveitado.

$$V_d = \frac{V_M (F - T_{op} F_d)}{100} \quad (13)$$

$$F_d = \frac{F - V_F}{V_U} \quad (14)$$

$$V_U = \frac{60000}{H_F} \quad (15)$$

em que

- $V_d$  - valor depreciado do motor, R\$;
- $V_M$  - valor do motor, R\$;
- $T_{op}$  - tempo em que o motor está em operação, ano;
- $F_d$  - fator de depreciação do motor;
- $V_F$  - valor do motor ao final de sua vida útil com relação ao valor do motor novo, %;
- $V_U$  - vida útil do motor, ano;
- $F$  - quando o preço é depreciado para venda  $F=90$  e quando o preço é depreciado para reaproveitamento  $F=100$ ;
- $H_F$  - tempo de operação do motor incluindo o horário de ponta e o horário fora de ponta, horas/ano;
- 60000 - fator utilizado para determinação da vida útil do motor, considerando que um motor com vida útil igual a 10 anos, trabalhe 6000 horas por ano.

A análise econômica realizada pelo SETMO é incremental, ou seja, avalia a diferença entre o capital envolvido em dois projetos (CAMARGO,1998). Este tipo de análise é realizado para evitar incoerências entre os resultados dos índices econômicos (Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno). Portanto, a viabilidade de cada opção de troca é analisada por meio do fluxo de

caixa líquido, que é a diferença entre o fluxo de caixa do motor candidato à troca e o fluxo de caixa do motor existente (FRIZZONE e SILVEIRA, 2000). De acordo com esta diferença, é possível determinar os valores referentes aos índices econômicos que determinarão a viabilidade real do investimento, como descrito a seguir.

#### 4.3.1. Valor Presente Líquido

O Valor Presente Líquido (VPL) corresponde à soma algébrica dos valores presentes envolvidos no fluxo de caixa, ou seja, é a soma dos desembolsos e receitas de um investimento, referido ao instante inicial. O VPL pode ser expresso por meio da equação 16.

$$VPL = V_0 + \sum_{i=1}^N \left[ (F_L)_i \left( 1 + \frac{j}{100} \right)^{-i} \right] \quad (16)$$

em que

- VPL - valor presente líquido, R\$;
- $V_0$  - valor do investimento inicial para troca do motor, R\$;
- $i$  - ano considerado;
- $N$  - horizonte de planejamento, ano;
- $(F_L)_i$  - fluxo de caixa líquido do ano  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ), R\$;
- $j$  - taxa de juro anual considerada, %.

No caso de existir a necessidade de um investimento,  $V_0$  será negativo e no caso da troca analisada gerar um lucro inicial,  $V_0$  será positivo. Como a análise econômica realizada neste trabalho é uma análise incremental, o VPL será calculado baseando-se no fluxo de caixa líquido. Isto significa que a troca de um motor em uso por outro será viável caso o VPL seja maior que zero. No caso de duas opções de troca viáveis é considerada melhor aquela que apresentar o maior VPL.

#### 4.3.2. Relação Benefício-Custo

A Relação Benefício-Custo (RBC) é definida como o quociente entre a soma dos benefícios e dos custos, descontados pela taxa de juros adotada.

Quando a opção de troca apresenta a necessidade de investimento e o fluxo de caixa líquido apresenta perdas ao longo do horizonte de planejamento, a RBC não converge. Isto acontece, também, quando a opção de troca gera um lucro inicial e o fluxo de caixa líquido apresenta ganhos ao longo do horizonte de planejamento. Quando a RBC não converge não pode ser considerada como parâmetro na avaliação da opção de troca considerada. Nos casos em que existe a necessidade de investimento, mas o fluxo de caixa apresenta ganhos ao longo do horizonte de planejamento, a RBC pode ser calculada por meio da equação 17 e, nos casos em que a opção gera um lucro inicial e o fluxo de caixa líquido apresenta perdas ao longo do horizonte de planejamento, a RBC pode ser calculada por meio da equação 18.

$$RBC = \left| \frac{VPL - |V_o|}{|V_o|} \right| \quad (17)$$

$$RBC = \left| \frac{V_o}{|VPL| - V_o} \right| \quad (18)$$

em que

RBC - relação benefício-custo;

VPL - valor presente líquido, R\$;

$V_o$  - valor do investimento inicial para troca do motor, R\$.

Quanto maior a Relação Benefício-Custo maior será a viabilidade da troca. A opção de troca será considerada viável caso  $RBC > 1$ .

#### 4.3.3. Tempo de Retorno de Capital

O Tempo de Retorno de Capital (TRC) é o tempo necessário para que o valor investido na troca do motor seja recuperado. No caso de o fluxo líquido avaliado apresentar valores de investimento e benefícios com sinais iguais e positivos ou investimento inicial positivo (em que o sinal positivo representa ganho), conclui-se que o retorno de capital na opção em questão é imediato. Caso contrário, o cálculo do TRC se divide em anos e meses em que o investimento inicial será recuperado. O número de anos para que o

investimento seja recuperado é obtido iterativamente aplicando-se a equação 19, para cada ano dentro do horizonte de planejamento, até que o resultado obtido seja maior que o montante investido no motor. Em seguida, determina-se o ano referente ao retorno do capital por meio da equação 20. O número de meses necessários para que o investimento seja recuperado é obtido por meio das equações 21 e 22.

O investimento será viável caso o valor obtido pela combinação de  $A_r$  (equação 20) e  $M_r$  (equação 22) seja menor que o horizonte de planejamento (10 anos).

$$(V_p)_i = (V_p)_{i-1} + \frac{(F_L)_i}{\left(1 + \frac{j}{100}\right)^i} \quad (19)$$

$$A_r = A_s - 1 \quad (20)$$

$$V_r = \frac{(F_L)_{A_s}}{12 \left(1 + \frac{j}{100}\right)^{A_s}} \quad (21)$$

$$M_r = \frac{|V_o| - (V_p)_{A_r}}{V_r} \quad (22)$$

em que

- $V_p$  - valor anual parcial recuperado, R\$;
- $(F_L)_i$  - fluxo de caixa líquido no ano  $i$ , R\$;
- $i$  - ano considerado, ( $i=0, 1, \dots, N$ );
- $j$  - taxa de juro anual considerada, %;
- $A_r$  - ano de recuperação do capital;
- $A_s$  - ano em que o valor parcial recuperado é maior que o investimento na troca de motores analisada;
- $V_r$  - valor mensal parcial recuperado, R\$;
- $M_r$  - mês de recuperação do capital;
- $V_o$  - valor do investimento inicial para a troca do motor, R\$;
- 12 - fator equivalente aos 12 meses do ano analisado.

#### 4.3.4. Taxa Interna de Retorno

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que torna nulo o VPL, ou seja, a taxa para a qual a soma dos benefícios se torna igual à soma dos custos. Na análise incremental, a TIR é exatamente o valor de juros em que a viabilidade da troca passa a ser inviável. Por isto, para que uma opção de troca seja viável, a TIR deverá ser maior que a taxa de juros considerada na análise. No caso de duas opções viáveis, deve ser considerada melhor aquela que apresentar maior TIR.

Existem casos em que a TIR não converge. Isto acontece quando o VPL é sempre positivo ou sempre negativo, mesmo modificando-se o valor da taxa de juros. Nestes casos, a TIR não pode ser considerada como parâmetro para determinar a viabilidade do investimento.

O SETMO determina o valor da TIR por meio de interpolação inversa. Isto é feito em duas etapas. Inicialmente, determina-se quatro valores de VPL para a opção de troca em questão em função de quatro valores de taxa de juros consecutivos, de maneira que dois deles sejam positivos e dois negativos. Ou seja, o valor de VPL igual a zero estará entre estes pontos. O valor inicial de taxa de juros utilizado para a determinação dos valores de VPL é zero e os valores seguintes são obtidos por incrementos lineares de 0,05.

Com os quatro valores determinados é possível gerar um conjunto de pontos  $(X_i, Y_i)$  em que  $i$  varia de 1 a 4,  $X$  representa as taxas de juros e  $Y$  os valores presentes líquidos (2 valores positivos e 2 negativos). O valor da TIR poderá, então, ser obtido utilizando-se equações baseadas nos polinômios de Lagrange (GERALD e WEATLEY, 1984), como mostrado nas equações de 23 a 27.

$$R_1 = X_1 \left[ \frac{-Y_1 Y_2 Y_3}{(Y_1 - Y_2)(Y_1 - Y_3)(Y_1 - Y_4)} \right] \quad (23)$$

$$R_2 = X_2 \left[ \frac{-Y_1 Y_3 Y_4}{(Y_2 - Y_1)(Y_2 - Y_3)(Y_2 - Y_4)} \right] \quad (24)$$

$$R_3 = X_3 \left[ \frac{-Y_2 Y_1 Y_4}{(Y_3 - Y_2)(Y_3 - Y_1)(Y_3 - Y_4)} \right] \quad (25)$$

$$R_4 = X_4 \left[ \frac{-Y_2 Y_1 Y_3}{(Y_4 - Y_2)(Y_4 - Y_1)(Y_4 - Y_3)} \right] \quad (26)$$

$$TIR = 100 (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \quad (27)$$

em que

TIR - taxa interna de retorno, %;

$R_i$  - equações com base nos polinômios de Lagrange, ( $i=1, 2, 3, 4$ );

$X_i$  - taxa de juro considerada para o termo  $R_i$ , ( $i=1, 2, 3, 4$ );

$Y_i$  - VPL considerado para o termo  $R_i$ , ( $i=1, 2, 3, 4$ ).

De acordo com os parâmetros técnicos e econômicos calculados é possível analisar quais opções de troca são viáveis e qual a melhor opção de adequação de força motriz para cada motor.

#### 4.3.5. Seqüência Indicada para a Realização da Adequação de Força Motriz

Depois que todos os motores cadastrados foram analisados, indicou-se a seqüência para realização da adequação de força motriz. Esta seqüência baseia-se em um índice denominado  $VPL_{MJ}$  que indica o valor presente líquido obtido com a melhor opção de troca do motor, considerando a energia mecânica útil disponível em seu eixo em MJ. O índice  $VPL_{MJ}$  é determinado por meio da equação 28.

$$VPL_{MJ} = \left[ \frac{VPL}{(736 P_n)(I_C)(3600 H_F)(N)} \right] (\eta_m) (10^6) \quad (28)$$

em que

$VPL_{MJ}$  - valor presente líquido por mega Joules, R\$/MJ;

VPL - valor presente líquido da melhor opção de troca, R\$;

$\eta_m$  - rendimento obtido com a melhor opção de troca, %.

- $P_n$  - potência nominal do motor, cv  
 $I_c$  - índice de carregamento obtido com a melhor opção de troca, %;  
 $H_F$  - tempo de funcionamento, h/ano;  
 $N$  - horizonte de planejamento, ano;  
 $10^6$  - fator de conversão de MJ para J, J/MJ  
736 - fator de conversão de cv para W, W/cv;  
3600 - fator de conversão para Segundos, s/h;

Os motores com valores maiores de  $VPL_{MJ}$  deverão ser trocados primeiro, gerando-se, assim, uma seqüência que indicará a ordem em que a adequação de força motriz deverá ser realizada.

#### **4.4. Desenvolvimento do Sistema Computacional**

O Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO) foi desenvolvido nas dependências da Área de Energia na Agricultura do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, sendo dividido em três etapas:

- (i) Modelagem das curvas características dos motores;
- (ii) Implementação do sistema;
- (iii) Validação do sistema.

##### **4.4.1. Modelagem das Curvas Características dos Motores**

Os motores elétricos apresentam curvas características de fator de potência, escorregamento, rendimento e corrente elétrica, em função do seu índice de carregamento. A forma destas curvas depende do parâmetro envolvido e, para cada motor, de acordo com sua potência nominal, do tipo, do número de pólos e da tensão de alimentação, existirão curvas características diferentes (WEG, 2001; KOHLBACH, 2002).

A análise técnica da viabilidade da adequação de força motriz se baseia nos valores do índice de carregamento em função da corrente elétrica e do rendimento, em função do índice de carregamento. As Figuras 5 e 6

apresentam exemplos de algumas curvas características que envolvem estes parâmetros.

É possível observar que, quanto menor o grau de utilização de um motor, pior será seu rendimento e que motores mais eficientes (de alto rendimento) fornecem a mesma potência útil no seu eixo que os motores convencionais, consumindo menos energia (Figura 5).

As faixas de valores de corrente elétrica dependem da potência nominal do motor e apresentam um valor mínimo correspondente à corrente a vazio (corrente elétrica do motor funcionando sem acionar qualquer carga) e um valor máximo correspondente à corrente com fator de serviço (Figura 6).

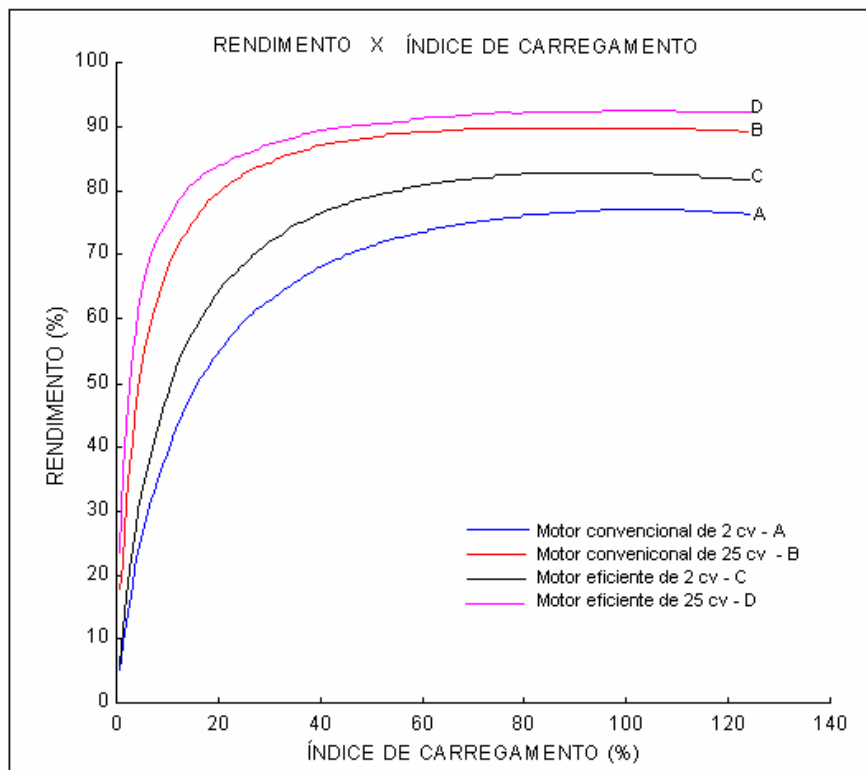


Figura 5 – Exemplos de curvas de rendimento de motores em função do seu índice de carregamento.

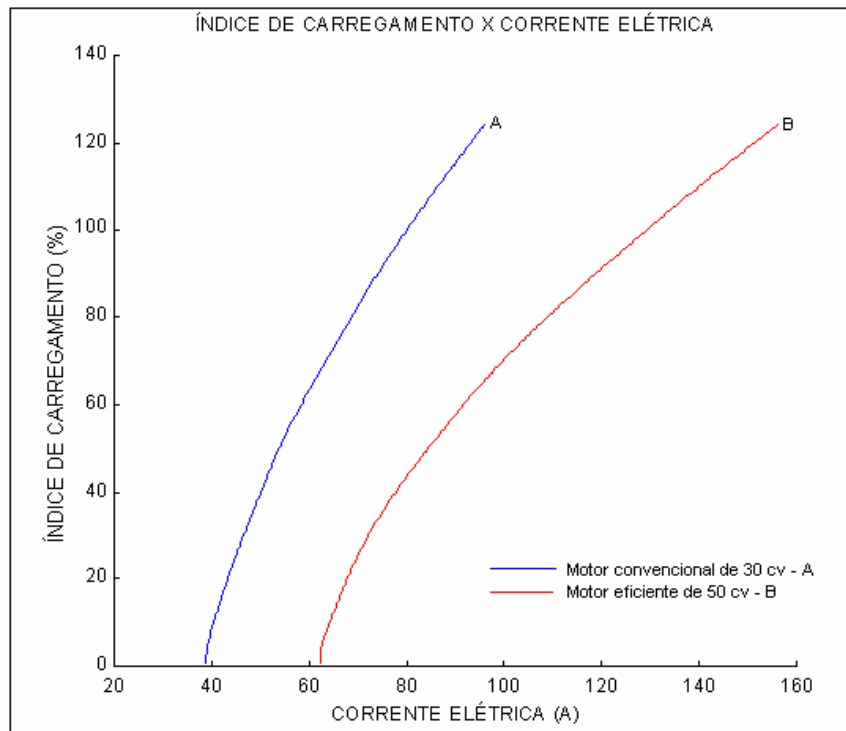


Figura 6 – Exemplos de curvas de índice de carregamento de motores em função da corrente elétrica.

As análises realizadas por meio do SETMO abrangem motores de 2, 4, 6 e 8 pólos; linha comercial de 1 a 100 cv; do tipos convencional e de alto rendimento e tensões de alimentação de 220/380 V e 380/660 V. As curvas características do índice de carregamento em função do rendimento, e da corrente em função do índice de carregamento destes motores foram ajustadas, gerando equações características cujos coeficientes foram armazenados em um banco de dados.

Utilizou-se o programa SACRID, *Software* para Aquisição de Coordenadas Reais de Imagens Digitais, desenvolvido na UFV (SANTOS e RAMOS, 2001) para a digitalização das curvas características dos motores elétricos trifásicos. Por meio deste programa é possível extrair coordenadas reais a partir de imagens digitais, obtidas por meio de um *scanner* ou geradas por outro programa computacional. A primeira etapa do processo de digitalização das curvas características dos motores consistiu na definição da escala, ou seja, a definição de quatro pontos de controle correspondentes aos

valores mínimos e máximos existentes nos eixos cartesianos. Todas as curvas ajustadas apresentaram valores de índice de carregamento variando de 0 a 125% e valores de rendimento variando de 0 a 100%. As faixas de valores de corrente elétrica dependeram das características de cada motor e apresentaram um valor mínimo correspondente à corrente a vazio e um valor máximo correspondente à corrente com fator de serviço. Em seguida, alguns pontos ao longo da curva foram selecionados e efetuou-se uma interpolação com base nestes pontos, gerando-se as suas coordenadas. Foram interpolados 200 pontos utilizando-se o método de interpolação splines cúbicas que melhor se adapta a curvas com oscilações suaves, como as funções polinomiais utilizadas neste trabalho.

As coordenadas obtidas com a digitalização das curvas foram transportadas para uma planilha eletrônica, por meio da qual foram elaborados gráficos de índice de carregamento em função da corrente e do rendimento, em função do índice de carregamento. As curvas apresentadas nestes gráficos foram ajustadas por meio de regressão polinomial, adicionando-se linhas de tendências, ou seja, para cada curva o ajuste foi calculado por mínimos quadrados, utilizando-se polinômios de sexto grau. As curvas de índice de carregamento foram ajustadas por meio de um único polinômio e cada uma das curvas de rendimento foi dividida em duas partes e ajustada a um polinômio diferente. Este procedimento foi utilizado porque a maioria das curvas de rendimento dos motores apresentava formas muito acentuadas, que não permitiam um ajuste de qualidade por meio de uma única linha de tendência. As curvas foram divididas no ponto em que o índice de carregamento é igual a 17%. Antes deste ponto, pequenas variações no índice de carregamento implicam em grandes variações no rendimento do motor. Para valores de índice de carregamento superiores a 17%, as variações de rendimento são menores, tendendo à estabilização.

Os coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas foram armazenados em um banco de dados, utilizado pelo SETMO nos cálculos do índice de carregamento e rendimento dos motores analisados, e são apresentados nos quadros A1 a A60, no apêndice A.

#### 4.4.2. Implementação do Sistema Computacional

O SETMO foi escrito em linguagem *Object Pascal* utilizando-se a plataforma de programação *Delphi*.

O *Object Pascal* se baseia na programação orientada a objetos que é uma metodologia que enfatiza os dados manipulados. Neste tipo de programação os procedimentos, funções e toda a montagem do programa dependem de estruturas chamadas classes. As classes armazenam objetos que possuem características (chamadas atributos) semelhantes. Pode-se dizer que as classes, os objetos e seus atributos são abstrações do mundo real e por meio deles é possível criar relações de forma hierárquica. Por exemplo, uma classe de motor engloba vários objetos, cada um deles possuindo atributos como tipo, potência nominal, número de pólos e outros. As vantagens da utilização da programação orientada a objetos envolvem a reutilização de código existente de forma fácil e flexível, diminuição do tempo de desenvolvimento com conseqüente redução dos custos e minimização da quantidade de procedimentos de verificação e validação.

Os requisitos mínimos para a instalação do SETMO são um computador 586 ou superior e resolução de tela de 800 x 600 ou 1024 x 768 *pixels*. Nos computadores que já possuem algum aplicativo da *Borland* instalado serão necessários 5Mb de memória *RAM* disponível porque, nestes casos, a estrutura de banco de dados já estará instalada. Nos computadores que não possuem aplicativos da *Borland* instalados serão necessários 16Mb de memória *RAM* disponível.

A estrutura lógica do sistema para adequação de força motriz é apresentada no fluxograma mostrado na Figura 7.

O SETMO foi estruturado, fisicamente, em dez módulos:

- (i) Apresentação;
- (ii) Entrada de dados para análise econômica;
- (iii) Tarifas para consumo de energia e demanda de potência;

- (iv) Cadastro dos motores e realização das análises técnica e econômica;
- (v) Relatório final;
- (vi) Tabela de preços dos motores;
- (vii) Informações sobre o SETMO;
- (viii) Tópicos de ajuda;
- (ix) Componentes não visuais;
- (x) Gráficos.

### **Apresentação**

Este módulo contém a tela de apresentação do SETMO sendo gerenciado por um componente temporizador não visual (*Timer*). Este componente é ativado no momento em que o SETMO é iniciado e desativado depois de um intervalo de tempo determinado no código do sistema computacional. A tela de apresentação está vinculada ao temporizador e é desativada junto com ele. Quando isto acontece, a tela de entrada de dados inicial é ativada, permitindo que o usuário inicie a operação do sistema.

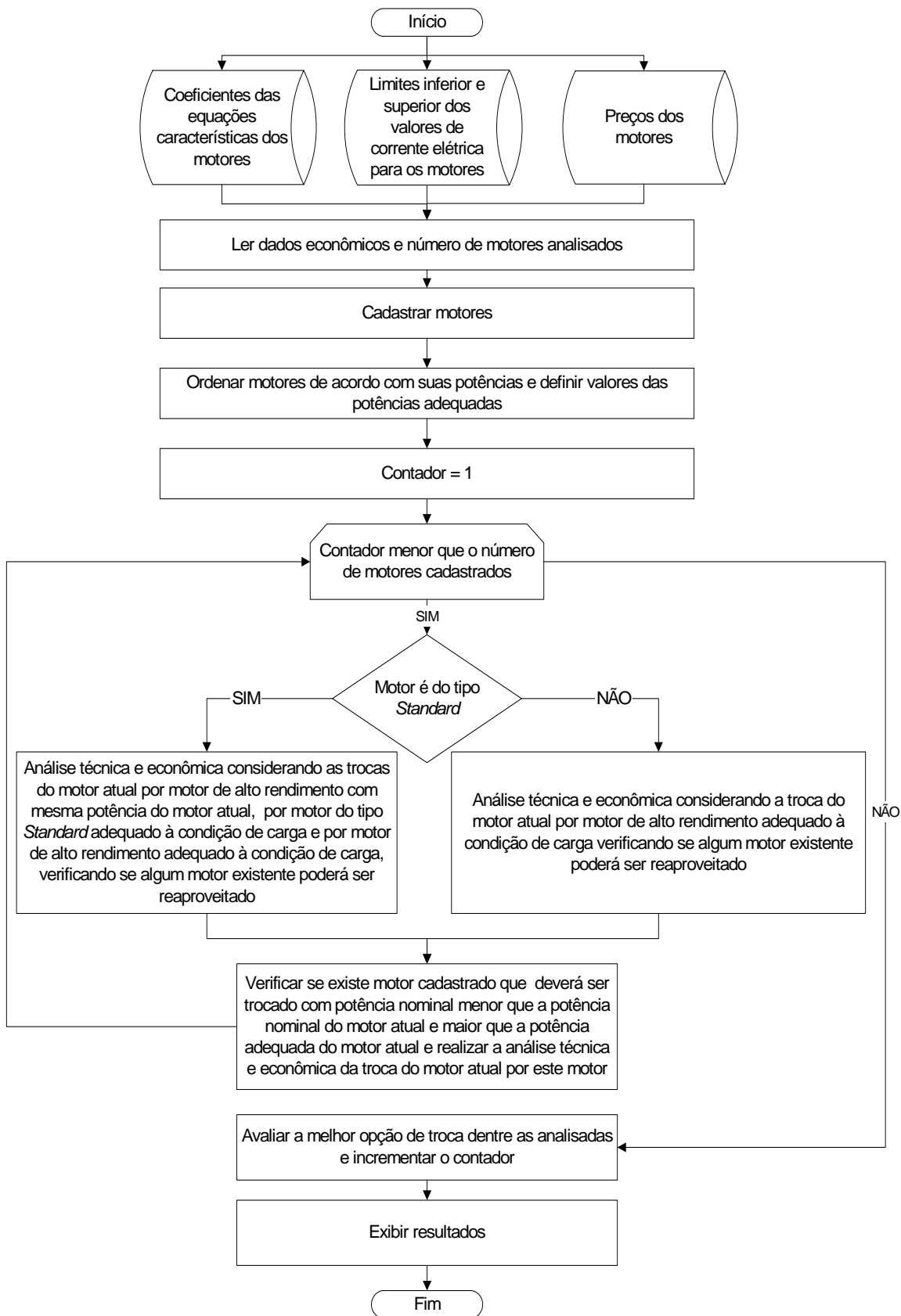


Figura 7 – Fluxograma do Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO).

## **Entrada de dados para análise econômica**

Este módulo contém a tela de entrada de dados inicial do sistema para adequação de força motriz. Por meio dele, o usuário informa ao sistema quantos motores serão analisados e os parâmetros necessários para a análise econômica da viabilidade da adequação de força motriz. Quando a tela é ativada, já existem alguns valores atribuídos a estes parâmetros, servindo como base caso o usuário tenha alguma dúvida no momento do fornecimento destes dados. Depois que os parâmetros de entrada para a análise econômica são fornecidos, eles são testados pelo SETMO para verificar se estão dentro das faixas recomendáveis e dentro dos limites determinados. Caso o usuário forneça algum valor fora da faixa recomendável, será exibida uma mensagem informando a faixa recomendável, e a próxima tela será exibida. Caso algum dado fornecido esteja fora dos limites permitidos, será exibida uma mensagem informando os limites permitidos e a tela seguinte não será apresentada.

Os parâmetros necessários à análise econômica da viabilidade da adequação de força motriz são discutidos a seguir.

### **a) Taxa de juros (% ao ano)**

O juro, custo de oportunidades ou taxa de desconto, é a remuneração que o tomador de um empréstimo deve pagar ao proprietário do capital emprestado ou a compensação pelo fato de que o dono do capital deixou de dispor desse dinheiro. Na adequação de força motriz, a taxa de juros está associada à produtividade do capital, ou seja, ao lucro que o capital proporciona a quem o possui. O SETMO considera juros simples nos cálculos dos índices econômicos avaliados.

**b) Valor do motor ao final de sua vida útil com relação ao motor novo (%)**

Percentual do valor do motor ao final de sua vida útil com relação ao preço de um motor novo. Este parâmetro é utilizado na determinação da depreciação do motor.

**c) Aumento da energia acima da inflação (% ao ano)**

Percentual do aumento da energia acima da inflação ao ano utilizado na construção dos fluxos de caixa.

**d) Custo médio da manutenção em relação ao valor do motor novo (%)**

Percentual do custo da manutenção com relação ao preço do motor novo referente à metade do horizonte de planejamento. Este parâmetro é utilizado na determinação do custo total da manutenção.

**e) Desconto na aquisição de motor de alto rendimento (%)**

Percentual com relação ao valor do motor de alto rendimento utilizado por algumas empresas como incentivo à compra de motores eficientes.

Outra informação que deve ser fornecida neste módulo é o tipo de tarifa que será considerada nos cálculos efetuados pelo SETMO. A tarifa cobrada deverá ser binômica, pois o SETMO abrange as classes de consumidores industriais. As tarifas binômicas podem ser do tipo convencional, horo-sazonal azul ou horo-sazonal verde. Na tarifa convencional são estipulados preços para demanda de potência e consumo de energia sem vínculos com os horários do dia e períodos do ano. Na tarifa azul são cobrados valores para o consumo no horário de ponta no período seco, consumo no horário de ponta no período úmido, consumo no horário fora de ponta no período seco, consumo no horário fora de ponta no período úmido, demanda no horário de ponta e demanda no horário fora de ponta. Na tarifa verde são cobrados valores para demanda, consumo no

horário de ponta no período seco, consumo no horário de ponta no período úmido, consumo no horário fora de ponta no período seco, consumo no horário fora de ponta no período úmido.

O período úmido compreende os meses de dezembro a abril e o período seco compreende os meses de maio a novembro. O horário de ponta compreende o período entre 18:00 horas e 21:00 horas (fora do horário de verão) e o período entre 19:00 horas e 22:00 horas (durante o horário de verão). O horário fora de ponta compreende os demais períodos do dia e finais de semana.

O *menu* apresentado pela tela de entrada de dados para análise econômica oferece as opções de sair do SETMO (Sair), visualizar tabela de preços dos motores (Preços dos motores), visualizar tela com informações sobre o SETMO (Ajuda/Sobre) e acessar o módulo de ajuda (Ajuda/Tópicos da Ajuda).

### **Tarifas para consumo de energia e demanda de potência**

Este módulo apresenta uma segunda tela de entrada de dados em que o usuário fornecerá os valores dos custos unitários para consumo de energia ( $\text{R\$ kWh}^{-1}$ ) e demanda de potência ( $\text{R\$ kW}^{-1}$ ). Estes valores dependerão do tipo de tarifa considerado e da classe tarifária na qual se enquadra o consumidor. De acordo com a classe de consumidor selecionada, as tarifas, para consumo e demanda, são exibidas a partir de um banco de dados interno ao programa, podendo ser alteradas pelo usuário.

A classe tarifária na qual se enquadra o consumidor depende da tensão de fornecimento. Para os grupos industriais, existem 6 possibilidades de enquadramento tarifário:

- (i) A1: 230 kV ou mais;
- (ii) A2: 88 a 138 kV;
- (iii) A3: 69 kV;

- (iv) A3a: 20 a 44 kV;
- (v) A4: 2,3 a 13,8 kV;
- (vi) AS: 2,3 a 13,8 kV (subterrâneo).

A tarifa convencional pode ser aplicada aos consumidores que se enquadram nas classes A2, A3, A3a, A4 e AS. As classes que se enquadram na tarifa azul são A1, A2, A3, A3a, A4 e AS. A tarifa verde é destinada aos consumidores enquadrados nas classes A3a, A4 e AS.

As tarifas armazenadas no banco de dados do SETMO se baseiam nos valores aplicados pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), resolução nº 176 de 04 de abril de 2002 e consideram a incidência de ICMS (CEMIG, 2002).

O *menu* apresentado neste módulo exibe as mesmas opções do *menu* exibido na tela inicial.

### **Cadastro dos Motores e Realização das Análises Técnica e Econômica**

Este módulo apresenta uma segunda tela de entrada de dados em que o usuário terá condições de cadastrar os motores que deverão ser analisados. Para que o motor seja cadastrado, as suas características deverão ser informadas e o botão Cadastrar deverá ser pressionado. Este botão é desativado quando o número de motores cadastrados se torna igual ao número de motores que serão analisados. Este número de motores foi informado na tela inicial (módulo Entrada de dados para análise econômica). Quando todos os motores são cadastrados, o botão Analisar é ativado, permitindo o início do processo de análise da viabilidade técnica e econômica da adequação de força motriz. Outra opção é cadastrar os motores utilizando um arquivo texto. Cada linha deste arquivo deverá conter as informações de um motor e estes dados devem estar separados por espaços e serem fornecidos utilizando-se a mesma nomenclatura apresentada na tela.

Os parâmetros fornecidos no momento em que o motor é cadastrado são utilizados na análise técnica e são discutidos a seguir.

#### **a) Tipo do motor**

O motor existente poderá ser um motor convencional do tipo *Standard* ou um motor eficiente do tipo Alto Rendimento.

#### **b) Número de pólos do motor**

O motor existente poderá ter 2, 4, 6 ou 8 pólos. As possibilidades de troca incluirão motores com a mesma polaridade do atual.

#### **c) Potência nominal do motor**

É a potência para a qual o motor foi projetado. É dado de placa do motor e um dado de entrada muito importante, pois caso o motor existente não esteja adequado à condição de carga significa que a carga acionada por ele tem potência muito maior ou menor que a sua potência nominal. No primeiro caso, a vida útil do motor será menor e no segundo caso a energia elétrica consumida pelo motor poderá ser maior, gerando custos mais elevados para o usuário. O SETMO avalia motores com potências nominais na faixa de 1 a 100 cv.

#### **d) Tensão de alimentação do motor**

É a tensão da rede para qual o motor foi projetado. Também é um dado de placa do motor. A maioria dos motores é fornecida de modo a poderem funcionar em redes de, pelo menos, duas tensões diferentes, dependendo da sua forma de ligação. O SETMO analisa motores com tensões de alimentação de 220/380 V e 380/660 V.

#### **e) Tipo de ligação do motor**

No caso da tensão de alimentação ser de 220/380 V a ligação estrela corresponde à tensão de 380 V e a ligação triângulo à tensão de 220 V. No caso da tensão de alimentação ser de 380/660 V a ligação estrela corresponde à tensão de 660 V e a ligação triângulo à tensão de 380 V.

#### **f) Corrente elétrica do motor**

O valor da corrente elétrica deverá ser medido nas três fases do estator do motor funcionando a plena carga por meio de um amperímetro alicate. Com a média destes valores será possível determinar o índice de carregamento e o rendimento do motor existente e iniciar a análise técnica.

#### **g) Tempo que o motor está em operação**

Este parâmetro corresponde ao período de tempo de utilização do motor analisado desde a sua aquisição até o momento da tomada de dados. O tempo de vida do motor, fornecido em anos, é necessário na determinação da sua depreciação e na comparação dos investimentos analisados.

#### **h) Tempo de operação do motor no horário de ponta**

Refere à quantidade de horas que o motor trabalha por ano (período de funcionamento) no horário de ponta e é necessário para vários cálculos relacionados à análise técnica da adequação de força motriz.

#### **i) Tempo de operação do motor no horário fora de ponta**

Refere à quantidade de horas que o motor trabalha por ano (período de funcionamento) no horário fora de ponta e é necessário para vários cálculos relacionados à análise técnica da adequação de força motriz.

#### **j) Identificação do motor**

O motor existente poderá ser identificado por meio de código ou de acordo com sua aplicação (por exemplo, moinho ou elevador). É necessário identificar os motores analisados para facilitar o entendimento do relatório final em que serão sugeridas as melhores opções de troca dos motores, incluindo quais deles deverão ser remanejados ou vendidos e quais deverão ser comprados.

O *menu* apresentado neste módulo oferece as mesmas opções do *menu* exibido na tela inicial e a opção de cadastro dos motores utilizando-se arquivo texto.

### **Relatório Final**

O relatório exibido é dividido em duas áreas:

- (i) Apresentação dos resultados obtidos;
- (ii) Sugestões para a adequação de força motriz.

A exibição dos resultados obtidos se inicia com um cabeçalho contendo o título do relatório, a data de consulta e os parâmetros econômicos considerados. Em seguida, apresentam-se os resultados dos cálculos efetuados pelo SETMO para os motores cadastrados com suas respectivas possibilidades de troca, incluindo os índices técnicos e econômicos.

As sugestões para a adequação de força motriz incluem, para cada motor analisado, a melhor opção de troca e as trocas inviáveis indicando se algum dos motores cadastrados poderá ser utilizado no lugar do atual ou se um motor novo deverá ser comprado. No final do relatório, é exibido o VPL total obtido com o processo de adequação de força motriz recomendado, e são sugeridos os preços de venda para os motores que não deverão ser mantidos ou remanejados.

Os relatórios contendo os resultados encontrados e as sugestões poderão ser impressos ou gravados em arquivo texto (.doc) e os gráficos com os principais índices analisados poderão ser acessados por meio deste módulo.

O *menu* apresentado neste módulo oferece as mesmas opções do *menu* exibido na tela inicial e a opção de localizar os motores cadastrados no relatório exibido.

## **Tabela de Preços dos Motores**

A tela vinculada a este módulo consiste, basicamente, de uma tabela que exhibe os preços de motores, armazenados no banco de dados do SETMO. Com base nestes valores, o SETMO realiza a análise da viabilidade da adequação de força motriz, sendo que o usuário poderá alterá-los.

O *menu* exibido nesta tela apresenta as possibilidades de sair do SETMO (Sair), voltar à tela anterior (Voltar), reconstituir a tabela original caso o usuário deseje desfazer possíveis alterações nos preços, exibir tela com informações sobre o SETMO (Ajuda/Sobre) e acessar o módulo de ajuda (Ajuda/Tópicos da Ajuda).

## **Informações Sobre o SETMO**

A tela vinculada a este módulo exhibe informações sobre o SETMO, como a sua versão, a equipe de desenvolvimento e outras informações adicionais.

## **Tópicos da Ajuda**

Este módulo é um arquivo de extensão *.hlp*, vinculado ao SETMO. O arquivo Ajuda.hlp foi compilado utilizando-se o *Microsoft Help Workshop*, que é um programa especializado na criação de arquivos padrão de ajuda para o *Windows*. As informações contidas no Ajuda.hlp foram editadas em um arquivo texto (*.rtf*) e formatadas de maneira que fosse possível para o compilador do *Help Workshop* ler o arquivo e gerar um módulo de ajuda padrão do *Windows*.

## **Componentes não Visuais**

Os componentes são objetos que realizam uma função de programação específica e podem ser visuais ou não visuais.

Os componentes visuais são aqueles que podem ser utilizados na *interface* com o usuário, ou seja, na montagem das telas do SETMO. Os

botões, caixas de texto, rótulos e controles de edição são exemplos deste tipo de componentes.

Os componentes não visuais não podem ser vistos pelo usuário durante a execução do SETMO. Estes componentes trabalham internamente para realizar tarefas específicas. Os componentes não visuais utilizados no SETMO são descritos a seguir.

#### **a) Temporizador (*Timer*)**

Um temporizador é configurado para ser disparado em um determinado intervalo de tempo especificado em milissegundo. Quando o temporizador é disparado, o código em *Object Pascal* associado a ele é executado, e quando o intervalo de tempo especificado termina ambos, o temporizador e o código associado a ele, são desativados.

O temporizador foi utilizado na ativação da tela de apresentação com o objetivo de limitar o seu tempo de exibição.

#### **b) Componentes do banco de dados**

O banco de dados existente no SETMO é composto por três tipos de componentes:

- (i) A base de dados (*database*);
- (ii) Tabelas de dados (*tables*);
- (iii) Componentes de acesso aos dados (*datasources*).

Todos os dados armazenados no banco de dados, mesmo que distribuídos em tabelas diferentes, são gerenciados e controlados pela base de dados (*database*).

Por meio das tabelas de dados (*tables*) é possível o acesso rápido e simples ao conteúdo armazenado na base de dados. A principal característica deste tipo de componente, utilizada no SETMO, é a filtragem. As tabelas de dados já possuem procedimentos próprios para localização de um conjunto de

dados específicos, como a localização do preço de um motor específico, por exemplo. No banco de dados do SETMO, utilizaram-se quatro tabelas:

- (i) Uma tabela de preços;
- (ii) Uma tabela contendo os limites, inferior e superior, de corrente elétrica;
- (iii) Uma tabela contendo os coeficientes das equações características dos motores;
- (iv) Uma tabela contendo os valores das tarifas de energia elétrica.

Foram utilizados quatro componentes de acesso aos dados (*datasources*), cada um relacionado a uma tabela. Este tipo de componente atua como um intermediário entre os componentes não visuais (base de dados e tabelas de dados) e os componentes visuais (tabelas de exibição dos dados). Por meio dos seus procedimentos internos, os dados armazenados na tabela de dados vinculada a ele podem ser apresentados em tabelas de exibição de dados, como acontece no módulo tabela de preços dos motores.

A Figura 8 mostra a arquitetura dos componentes do banco de dados do SETMO.

O banco de dados do SETMO é local, ou seja, os dados armazenados por ele são acessados apenas pelo sistema de adequação de força motriz.



Figura 8 – Arquitetura do banco de dados do SETMO.

### c) Caixas de diálogos comuns *Abrir, Salvar e Imprimir*

As caixas de diálogo comuns são caixas padrão do *Windows*, com funções já implementadas e que são vinculadas ao SETMO com um objetivo específico. Elas são consideradas componentes não visuais, porque se tornam visíveis apenas quando são chamadas a partir de um procedimento, geralmente ativado por um componente visual (um botão, por exemplo). O SETMO utiliza caixas de diálogo comuns para salvar e imprimir o conteúdo do relatório final e para abrir um arquivo texto contendo os dados dos motores que serão cadastrados.

## Gráficos

Existem duas telas vinculadas a este módulo. A primeira tela exibe, para cada motor cadastrado, cinco gráficos comparando as opções de troca analisadas e índices técnicos e econômicos (VPL, rendimento, índice de carregamento, consumo anual de energia e gastos com demanda, energia e manutenção). Os gráficos podem ser impressos ou gravados em arquivos no formato *.bmp*. A segunda tela exibe um gráfico que relaciona os valores de  $VPL_{MJ}$  da melhor opção de troca dos motores cadastrados, gerando uma seqüência para a realização da adequação de força motriz que é sugerida ao usuário. Esta seqüência recomenda que a realização da adequação de força motriz seja iniciada pelos motores que gerem maiores valores de  $VPL_{MJ}$ . Este critério permite avaliar quais as trocas de motores sugeridas que podem gerar maiores lucros para o usuário, considerando a mesma energia mecânica disponível no eixo.

### 4.4.3. Validação do Sistema Computacional

A validação é o processo de avaliação de um sistema computacional e é executada com o objetivo de garantir que os resultados gerados sejam satisfatórios. Cada função disponível para o usuário (por meio de menus e botões) em cada módulo foi verificada confirmando seu funcionamento correto. Os dados de entrada utilizados nas simulações foram obtidos de catálogos de fabricantes de motores e auditorias energéticas realizadas em indústrias da região. Vários casos foram simulados no SETMO, abrangendo diversas situações.

Os resultados gerados no relatório final foram avaliados, realizando-se uma análise paralela por meio de planilha eletrônica, a partir dos mesmos dados de entrada fornecidos ao SETMO. Uma versão teste do sistema foi disponibilizada a um grupo de usuários que também realizaram simulações no SETMO e apresentaram suas sugestões e críticas. Estes dados foram analisados e incorporados ao sistema gerando a sua versão final.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Apresentação do Sistema Computacional

As principais telas do sistema computacional desenvolvido neste trabalho (SETMO) são apresentadas nas Figuras de 9 a 17.

A Figura 9 representa a tela de apresentação do sistema computacional, exibida quando o mesmo é iniciado.

Como se pode observar na Figura 9, esta tela apresenta o nome do sistema computacional, sua versão, nome da universidade, área e departamento onde o sistema foi desenvolvido. A tela de abertura é gerenciada por um temporizador sendo desativada assim que todos os dados necessários para a execução do SETMO são carregados. É um requisito importante que identifica e diferencia o sistema computacional.



Figura 9 – Tela de apresentação do SETMO.

A Figura 10 apresenta a tela de entrada de dados inicial do SETMO que permite ao usuário informar o número de motores que deverão ser cadastrados e os parâmetros necessários para a realização da análise econômica.

Todos os dados apresentados nesta tela possuem um valor padrão que poderá ser modificado pelo usuário. A existência dos valores padrão facilita a utilização do SETMO por usuários que não têm experiência com análises econômicas e, por isso, podem não conhecer os índices necessários para a sua execução. Caso o usuário forneça algum valor fora da faixa recomendável, será exibida uma mensagem informando a faixa recomendável, e a próxima tela será exibida. Caso algum dado fornecido esteja fora dos limites permitidos, será exibida uma mensagem informando os limites permitidos e a tela seguinte não será apresentada.

SETMO - Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz

Sair Preços dos Motores Ajuda

Quantos motores serão analisados? 38

Dados para a Análise Econômica

Horizonte de planejamento: 10 anos

Taxa de juros ..... 12 % ao ano

Valor do motor ao final de sua vida útil ..... 20 % do motor novo

Aumento da energia acima da inflação ..... 2 % ao ano

Custo médio da manutenção ..... 2 % do preço do motor novo

Desconto na aquisição de motor de Alto Rendimento ..... 0 % do valor do motor

Tipo de Tarifa

Azul  Verde  Convencional Binômica

Avançar

OBS.: Os preços dos motores e os dados de entrada apresentados como padrão neste programa foram atualizados em abril de 2002 e poderão ser modificados de acordo com a situação a ser considerada.

Figura 10 – Tela de entrada de dados inicial do SETMO.

A Figura 11 mostra a tela em que são exibidos os custos unitários para consumo de energia e demanda de potência que serão considerados nos

cálculos efetuados pelo SETMO. Os parâmetros apresentados nesta tela exibem valores armazenados em um banco de dados interno ao sistema computacional, mas que podem ser alterados pelo usuário. Dependendo do tipo de tarifa e da classe na qual se enquadra o consumidor, os custos unitários para consumo de energia e demanda de potência são automaticamente modificados se adequando às condições determinadas pelo usuário. No exemplo mostrado na Figura 11, estão selecionados o tipo de tarifa azul e a classe de consumidor A1. No caso de o usuário selecionar, por exemplo, o tipo de tarifa verde na tela inicial, apenas as classes de consumidores A3a, A4 e AS estarão disponíveis na tela relacionada às tarifas. Neste caso, o valor de tarifa para demanda de potência será único, incluindo os horários de ponta e fora de ponta e os valores exibidos também serão diferentes, dependendo da classe de consumidor selecionada. Na tela exibida na Figura 11, caso outra classe de consumidor seja selecionada, os valores associados aos valores das tarifas serão modificados automaticamente, também se adequando à nova condição estabelecida pelo usuário.

The screenshot shows the 'SETMO - Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz' window. It features a menu bar with 'Sair', 'Preços dos Motores', and 'Ajuda'. The main area is divided into two sections: 'Classe do Consumidor [Tensão de Alimentação]' and 'Valores das tarifas'.

**Classe do Consumidor [Tensão de Alimentação]:**

- A1 (Superior ou igual a 230 kV)
- A2 (88 a 138 kV)
- A3 (69 kV)
- A3a (30 a 44 kV)
- A4 (2,3 a 25 kV)
- AS (2,3 a 25 kV - subterrâneo)

**Valores das tarifas:**

Consumo no horário de ponta e período seco .....	0,075720	R\$/ kWh
Consumo no horário de ponta e período úmido .....	0,066230	R\$/ kWh
Consumo no horário fora de ponta e período seco .....	0,053580	R\$/ kWh
Consumo no horário fora de ponta e período úmido .....	0,045520	R\$/ kWh
Demanda no horário de ponta .....	13,300000	R\$/ kW
Demanda no horário fora de ponta .....	2,790000	R\$/ kW

At the bottom, there are 'Voltar' and 'Avançar' buttons. A footer note states: 'Tarifas relativas à CEMIG, resolução nº 176 de 04/04/2002, não considerando a incidência de ICMS.'

Figura 11 – Tela de entrada de dados para os custos com tarifas de energia elétrica do SETMO.

A Figura 12 exibe a tela para o cadastro dos motores, que pode ser realizado diretamente na tela informando-se os dados necessários para cada motor, ou utilizando-se um arquivo texto por meio de opção disponível no *menu*.

SETMO - Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz

Sair Preços dos Motores Obter dados de arquivo texto Ajuda

**DADOS DO MOTOR 1**

Tipo de motor

Standard

AltoRendimento

Número de pólos

2

4

6

8

Potência (cv)

1  5  15  50

1.5  6  20  60

2  7.5  25  75

3  10  30  100

4  12.5  40

Tipo de ligação

Triângulo

Estrela

Tensão de alimentação (V)

220/380

380/660

Corrente (A)

Fase A:

Fase B:

Fase C:

Operação do motor no horário de ponta:  horas/ano

Operação do motor no horário fora de ponta:  horas/ano

Tempo que o motor está em operação:  anos

Identificação do motor (código ou aplicação):

Figura 12 – Tela para o cadastro dos motores no SETMO.

Pode-se observar a Figura 12 que, com exceção dos parâmetros identificação do motor, corrente elétrica, tempo que o motor está em funcionamento e tempo de operação do motor que são dados não padronizados, todos os outros parâmetros estão contidos em caixas de seleção que contém as possíveis entradas de dados. Este formato de *interface* também foi desenvolvido com o objetivo de ajudar o usuário do SETMO, evitando que ele forneça dados incorretos, gerando erros.

Os valores de corrente são limitados de acordo com o valor da potência do motor, o número de pólos, tipo de ligação e tensão de alimentação. Assim, como na tela anterior, caso o usuário forneça valores fora destes limites será exibida uma mensagem e o cadastro só terá seqüência quando os dados

estiverem corretos. No caso de o usuário fornecer os dados por meio de arquivo texto, os parâmetros também serão avaliados e a análise só será efetuada se todos os dados de entrada estiverem corretos. Caso isto não aconteça, o usuário será informado.

As mensagens são bastante utilizadas, em todas as telas do SETMO, com o objetivo de fazer com que o usuário se sinta seguro ao utilizar o sistema e compreenda a seqüência seguida na realização da adequação de força motriz.

A Figura 13 exibe a tela com o relatório final da adequação de força motriz. Por meio desta tela é possível acessar o módulo Gráfico, gravar e imprimir o relatório exibido. O Apêndice B apresenta um exemplo de relatório final gerado pelo SETMO.

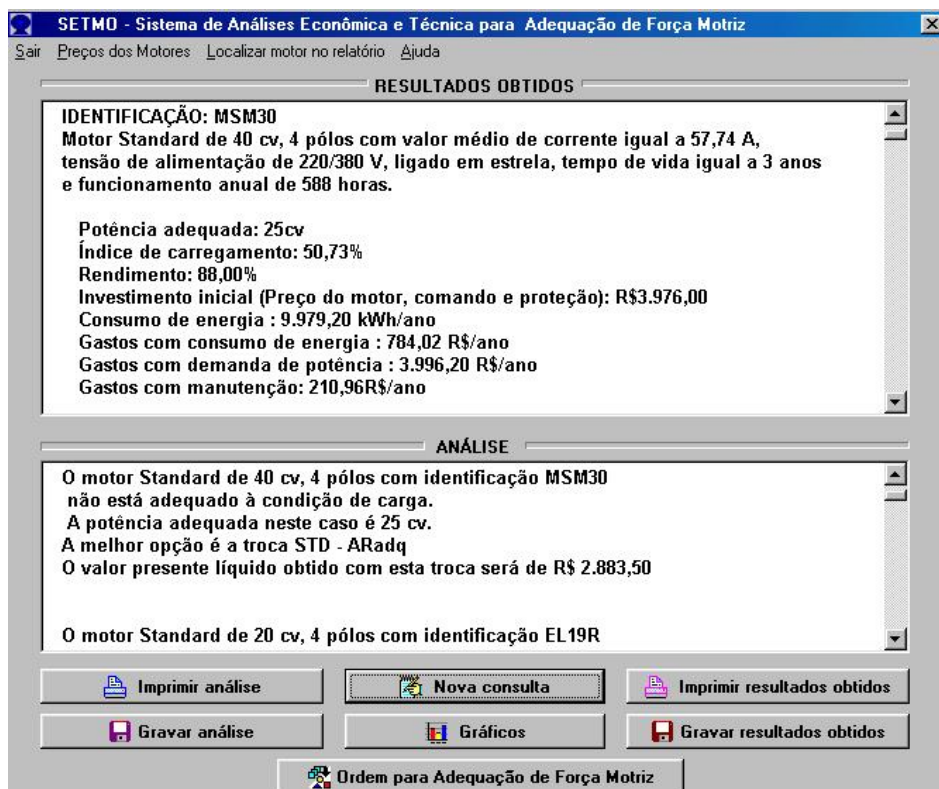


Figura 13 – Tela que exibe o relatório final do SETMO.

A divisão do relatório em duas áreas, tanto em nível de apresentação como para gravar e imprimir, permite separar as sugestões sobre as melhores opções de troca, que incluem as conseqüências destas escolhas e os resultados parciais obtidos com os cálculos efetuados. Assim, o usuário poderá verificar os detalhes do processo da adequação de força motriz que incluem os índices avaliados técnica e economicamente para cada motor cadastrado e, em uma área reservada, avaliar as sugestões que o sistema apresenta, filtrando os dados que deseja imprimir e gravar.

Para facilitar a leitura do relatório, é possível, também, localizar um motor específico utilizando uma das opções do menu. Os módulos gráficos acessados por meio desta tela são uma forma visual de exibir os dados existentes no relatório e ajudam o usuário a compreender melhor o que está sendo apresentado como solução do processo de adequação de força motriz.

A Figura 14 exibe a tela com a tabela de preços dos motores que é utilizada pelo SETMO na realização dos cálculos necessários nas análises. Os valores exibidos nesta tela poderão ser alterados caso o usuário esteja trabalhando com preços diferentes dos exibidos. Caso isto aconteça, a tabela original poderá ser reconstituída por meio de uma opção disponível no menu.

Os dados exibidos são os preços reais sem o desconto indicado na tela para entrada de dados inicial do SETMO. Para os usuários mais experientes, a apresentação destes dados e a possibilidade de modificá-los pode gerar resultados mais precisos, já que o usuário poderá atualizar os preços de acordo com as suas necessidades. Para os usuários iniciantes, a existência dos preços dos motores em um banco de dados facilita a entrada de dados para a execução do SETMO.

Tipo	Polos	Potencia	Preço
AR	2	1	183,36
AR	2	1,5	207,15
AR	2	2	230,84
AR	2	3	274,34
AR	2	4	369,44
AR	2	5	433,24
AR	2	6	520,55
AR	2	7,5	584,2
AR	2	10	720,64
AR	2	12,5	869,75
AR	2	15	952,22
AR	2	20	1131,57
AR	2	25	1586,35
AR	2	30	1692,81
AR	2	40	2546,66
AR	2	50	2754,26
AR	2	60	4762,56
AR	2	75	5136,8
AR	2	100	6728,35
AR	4	1	197,85

Figura 14 – Tela de exibição da tabela de preços dos motores.

A Figura 15 apresenta a tela com informações sobre o SETMO. Esta tela apresenta informações mais detalhadas como, por exemplo, a equipe de desenvolvimento do sistema. Assim, dúvidas, críticas e sugestões podem ser enviadas aos membros da equipe e o sistema poderá ser atualizado e melhorado.

A Figura 16 exibe a tela principal do módulo de ajuda do SETMO, que é um requisito fundamental. É por meio dele que o usuário poderá esclarecer possíveis dúvidas sobre o processo de execução da adequação de força motriz, sobre os termos existentes nas telas do SETMO e sobre a sua utilização. O módulo de ajuda apresenta um índice com os principais termos abordados e pode, também, ser utilizado por meio da tela de conteúdo (Figura 16) baseada em hipertextos. Os hipertextos também são utilizados nas outras telas deste módulo que exibem explicações sobre o sistema, ajudando o usuário a realizar associações entre os dados envolvidos na adequação de força motriz.



Figura 15 – Tela com informações sobre o SETMO.

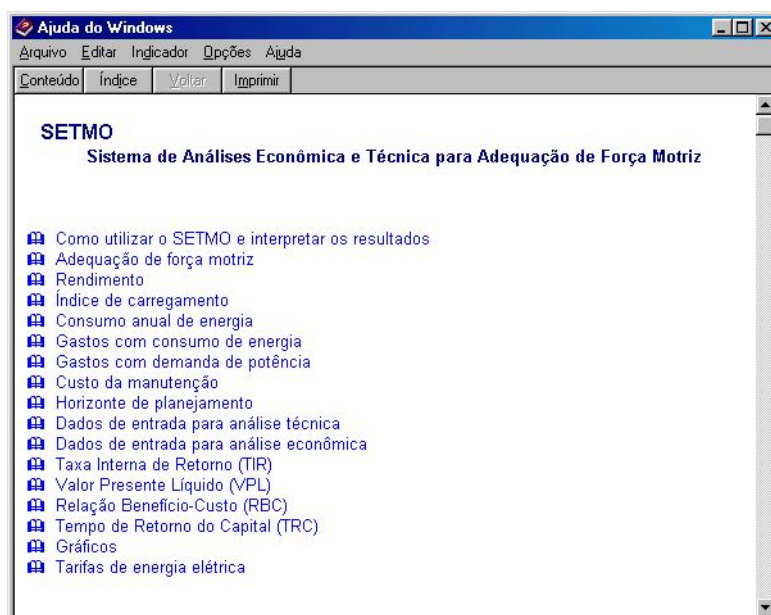


Figura 16 – Tela principal do módulo de ajuda do SETMO.

A Figura 17 exibe a primeira tela vinculada ao módulo Gráficos, em que são exibidos os gráficos que comparam as opções de troca de cada motor com índices técnicos e econômicos.

Como foi discutido anteriormente, por meio deste módulo o usuário poderá entender, com mais facilidade, os principais resultados analisados no processo de adequação de força motriz que geraram as sugestões exibidas no relatório escrito. Para facilitar ainda mais o entendimento deste módulo, a parte do relatório que contém a sugestão relacionada ao motor que está sendo apresentado é exibida ao lado dos gráficos.

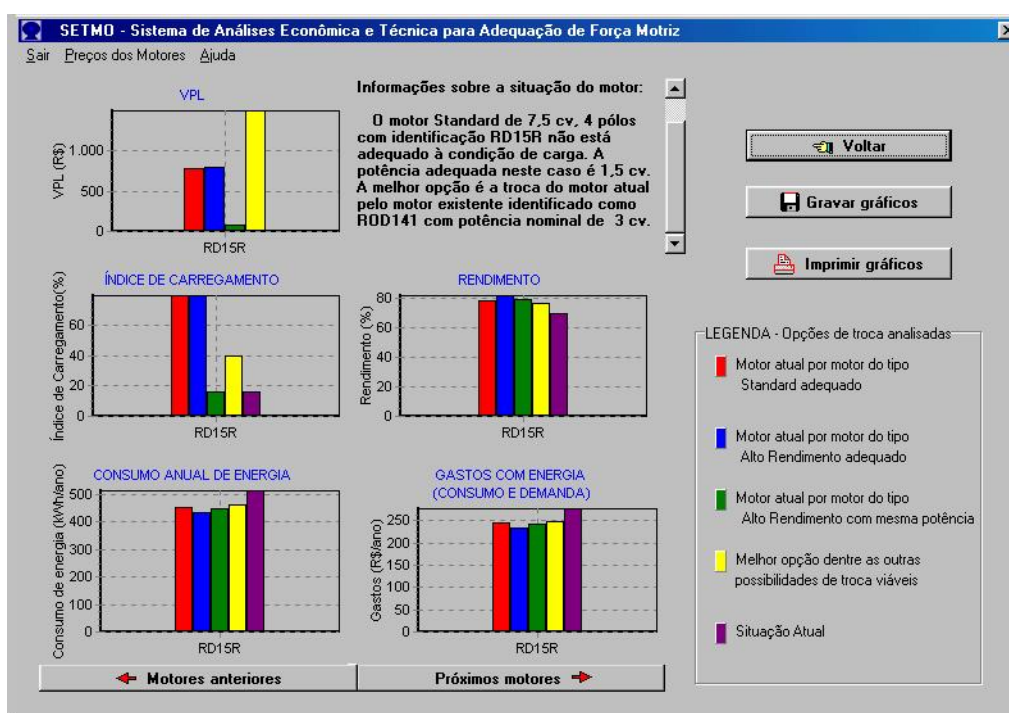


Figura 17 – Tela vinculada ao módulo Gráficos do SETMO que exibe gráficos dos motores comparando as opções de troca com índices técnicos e econômicos.

A Figura 18 apresenta a segunda tela vinculada ao módulo Gráficos que exibe a seqüência indicada para a realização da adequação de força motriz de acordo com o índice  $VPL_{MJ}$ . A apresentação gráfica deste item ajuda na análise do resultado, porque os valores apresentados pelo índice  $VPL_{MJ}$  são,

geralmente, muitos baixos, tornando-se difícil para o usuário do sistema perceber, em um relatório escrito, os ganhos reais que podem ser obtidos realizando-se a adequação de força motriz na ordem apresentada.

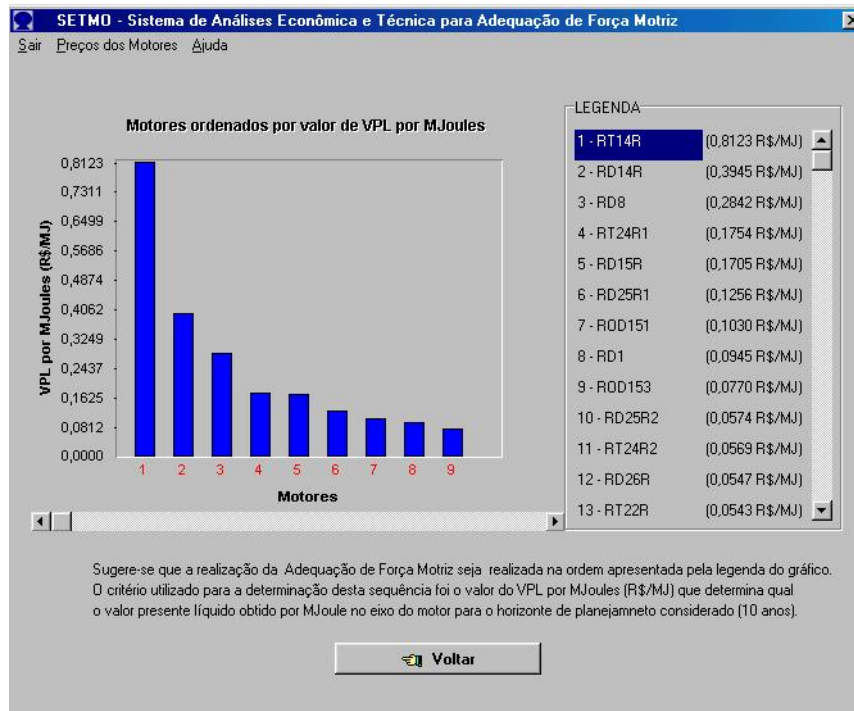


Figura 18 – Tela vinculada ao módulo Gráficos do SETMO que exibe a seqüência indicada para a realização da adequação de força motriz de acordo com o  $VPL_{MJ}$ .

## 5.2. Validação do Sistema Computacional

Os conjuntos de dados utilizados nas análises realizadas pelo SETMO, no período de validação, foram comparados com análises realizadas por meio de planilhas eletrônicas verificando-se os seguintes resultados:

- Os valores de VPL individual, obtidos pelo SETMO para os vários motores analisados, apresentaram erro máximo de R\$ 0,70;
- Os valores de VPL total, obtidos por meio da soma dos valores de VPL individuais obtidos pelo SETMO, apresentaram erro máximo de R\$ 1,78;

- c) O erro máximo apresentado para valores de TIR, obtidos pelo SETMO, foi de 1,46%;
- d) Os valores de consumo de energia, obtidos pelo SETMO, apresentaram erro máximo de 3 kWh/ano, e os valores de custo de energia, manutenção e demanda, apresentaram erros inferiores a R\$ 0,05;
- e) Os valores de RBC e TRC, obtidos pelo SETMO, não apresentaram diferenças, quando comparados aos resultados obtidos utilizando-se a planilha eletrônica.

O SETMO efetua os cálculos de gastos com demanda de potência considerando a coincidência de horários de funcionamento dos motores envolvidos na análise. É possível que alguns dos motores não tenham a coincidência de horário de funcionamento. Neste caso se fazem necessários mais estudos. Considerando a simultaneidade de cargas, um estudo mais detalhado, realizado com base nos horários de funcionamento diários de cada motor, é capaz de gerar relatórios mais precisos com relação aos gastos com demanda de potência. Neste caso, será possível avaliar a variação da demanda total de potência sem superdimensionamento para situações em que mais de um motor é analisado.

Finalmente, a determinação da variação das demandas de ponta e fora de ponta auxiliará na escolha otimizada das demandas de contrato de ponta e fora de ponta, tanto para período seco quanto para período úmido.

Desta forma, o SETMO foi considerado validado, testado e pronto para ser utilizado nas análises técnica e econômica da adequação de força motriz.

### **5.3. Adequação de Força Motriz**

Nos conjuntos de dados obtidos em auditorias energéticas, todos os motores em funcionamento eram do tipo convencional. Os resultados obtidos indicaram que 7,9% dos motores estavam operando abaixo da potência adequada (com índices de carregamento superiores a 100,0 %), 15,8% dos motores estavam adequados à condição de carga e 76,3% estavam operando

acima da potência adequada (com índices de carregamento inferiores a 75,0 %). Observou-se ainda que, dentre os motores com potência nominal acima da potência adequada, 79,3% estavam operando com índice e carregamento abaixo de 50%.

Considerando os motores que estavam adequados à condição de carga, as análises indicaram que 33,3% deveriam ser mantidos e 66,7% deveriam ser trocados por motores de alto rendimento.

Para o conjunto de motores com potência nominal abaixo da potência adequada à condição de carga, foi indicada a troca por motores de alto rendimento, com potência nominal igual à atual, em 66,7% dos casos e o reaproveitamento de motores do tipo convencional/ adequados em 33,3% dos casos. Quando este tipo de situação é identificado, sugere-se que seja diminuída a carga e repita os testes. Motores que trabalham com índice de carregamento superior a 100% têm vida útil menor, devido ao desgaste ocasionado pelo excesso de carga, e é aconselhável que estas condições ocorram apenas para atender picos de carga.

Para o conjunto de motores com potência nominal acima da potência adequada, foi indicada a troca por motores de alto rendimento adequados em 37,9% dos casos, a troca por motores convencionais novos em 10,3%, a troca por motores convencionais existentes em 3,4% dos casos, e o reaproveitamento de motores existentes com valores de potência nominal entre o valor da potência atual e o valor da potência adequada em 48,3% dos casos.

## 6. Resumo e Conclusões

Atualmente a necessidade de se implantar programas de conservação de energia tem se tornado maior, gerando aumento nos custos dos consumidores e, conseqüentemente, a necessidade de novos investimentos no setor elétrico por parte do governo. Dentre as diversas maneiras de racionalização do uso de energia, a adequação de força motriz, método que possibilita aumentar a eficiência no processo de operação dos motores, se destaca por apresentar altas taxas internas de retorno e gerar grandes potenciais de redução de gastos com energia elétrica, principalmente nas indústrias, que representam, aproximadamente, metade do consumo de eletricidade do Brasil.

Assim, desenvolveu-se um Sistema de Análises Econômica e Técnica para Adequação de Força Motriz (SETMO), com o objetivo de possibilitar a realização da adequação de força motriz rapidamente e de forma eficiente.

A metodologia empregada consiste em simular as características técnicas e econômicas do funcionamento de motores elétricos, baseando-se em dados reais e considerando a possibilidade de utilizar motores existentes no processo de adequação. A análise técnica avalia o consumo anual de energia e os custos com energia elétrica, demanda de potência e manutenção dos motores, baseando-se nos dados de placa, tempo de operação e corrente nominal. A análise econômica avalia o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, a Relação Benefício-Custo e o Tempo de Retorno do Capital das opções de troca, baseando-se nos índices técnicos, taxa de juros, investimento necessário e outros índices econômicos.

O sistema computacional desenvolvido possui dez módulos que incluem um banco de dados contendo os coeficientes das equações necessárias para a determinação do índice de carregamento e rendimento dos motores, telas de ajuda, telas para entrada de dados e telas para saída de dados.

Com base nos resultados obtidos com a aplicação do SETMO, pôde-se concluir que este sistema é capaz de determinar de maneira satisfatória a viabilidade da adequação de força motriz, considerando o remanejamento de motores existentes. A sua utilização permitirá a realização deste tipo de análise de forma mais rápida e simples, recomendando-se sua utilização como forma de apoio aos profissionais envolvidos nesta área.

Ressalta-se que o fato de o SETMO simular as características técnicas e econômicas dos motores elétricos, com maior rapidez e simplicidade, é um estímulo para a realização de investimentos nesta área, tanto para os profissionais ligados à área de conservação de energia quanto para seus clientes.

Dentro dos conceitos relacionados ao planejamento integrado de recursos (PIR), utilizando a energia elétrica de maneira racional, os consumidores estarão contribuindo para a diminuição de demanda de novos investimentos em geração de energia elétrica com conseqüente redução de impactos ambientais, para o desenvolvimento econômico com conseqüente melhoria do padrão de vida da sociedade e para a redução da probabilidade de falta de energia elétrica no futuro.

Na grande maioria das situações, os motores de alto rendimento apresentam maiores rendimentos, menores consumos de energia elétrica, menores gastos com energia e demanda e custos de manutenção competitivos com os motores convencionais. Mas, o alto investimento necessário para a aquisição de motores de alto rendimento é o fator que, em algumas situações, torna a opção de troca de motores convencionais por motores de alto rendimento menos atrativa economicamente ou inviável dentro de um horizonte de planejamento de 10 anos. Os programas de incentivo à aquisição de motores eficientes, que possibilitam a compra deste tipo de motor a um custo inferior ao do mercado, se apresentam como ponto de partida para que, no futuro seja possível adquirir motores eficientes a custos mais acessíveis.

## 7. Referências Bibliográficas

- CAMARGO, I. M. T. **Noções básicas de engenharia econômica: aplicações no setor elétrico**. Brasília: FINATEC, 1998. 141p.
- CAMPANA, S.; OLIVEIRA FILHO, D.; SOARES, A. A.; et al. **Racionalização do uso de energia elétrica em sistemas de irrigação tipo pivô central e aspersão convencional**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER, 3, 2000, Campinas. Anais... [s.l. : s.n.]
- CARVALHO, J. C. G. **Energia: Uso Racional**. Sistema Fiep – Federação das Indústrias do Estado do Paraná, 2001. 10p. Disponível via URL: [www.fiepr.com.br](http://www.fiepr.com.br). Consulta realizada em janeiro de 2002.
- CEMIG. **Companhia Energética de Minas Gerais**. Disponível via URL: [www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br). Consulta realizada em fevereiro de 2002.
- FRIZZONE J. A.; SILVEIRA, S. de F. R. **Avaliação e custos de projetos de irrigação**. In: SEMINÁRIO ENERGIA NA AGRICULTURA - CEMIG, 1, 2000, Uberaba. Anais... s.n. v1, pg. 1-87.
- GELLER, H. S. **Efficient electricity use: a development strategy for Brazil**. American Council for an Energy, Washington, 1991. 30p.
- GELLER, H. S.; JANNUZZI, G. M.; SCHAEFFER, R. et al. **The efficient use of electricity in Brazil: Progress and opportunities**. American Council for an Energy, Efficient Economy, Washington, 1997. 30p.
- GERALD, C. F.; WEATLEY, P. O. **Applied Numerical Analysis**. California: Addison-Wesley Publishing Company, 1984. 579p.
- HENRIQUES, M. **Uso de energia na indústria energo-intensiva brasileira: indicadores de eficiência e potencial de economia de energia**. Dissertação (Mestrado). COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.
- JANNUZZI, G. M.; SWISHER, J. **Planejamento integrado dos recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas: Editora Autores Associados, 1992. 246p.
- KOHLBACH. **Catálogo eletrônico de produtos**. Caxias do Sul. Disponível via URL: <http://www.kohlbach.com.br>. Consulta realizada em: maio de 2002.
- PINHEIRO, S. F. **Conservação de energia elétrica: recurso energético planejado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 1, 1989, Anais... s.n. v3, pg. 95-108.
- PROCEL. **Programa de combate ao desperdício de energia elétrica – motor de alto rendimento**. Guia técnico. Rio de Janeiro: 1998, v.1. 18p.
- SANTOS, W. L.; RAMOS, M. M. **SACRID – Software para aquisição de coordenadas reais de imagens digitais**. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Disponível via URL: <http://www.ufv.br>. Consulta realizada em 2001.

- SOARES, J. A. e TABOSA, R. P. **Motores elétricos: uma análise comparativa de mercado e eficiência.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 7, 1996, Rio de Janeiro. Anais... pg. 2019-2028.
- SOARES, J. A. e HERSZTBERG, I. e AROUCA, M. C. **Avaliação econômica da utilização de motores elétricos industriais de indução de alto rendimento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 7, 1996, Rio de Janeiro. Anais... pg. 2059-2073.
- TEIXEIRA, C. A. **Racionalização do uso de energia elétrica em unidades armazenadoras.** Viçosa, MG: UFV, Impr.Univ., 2000. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- WEG. **Catálogo eletrônico de produtos.** Disponível via URL: <http://www.weg.com.br>. Jaraguá do Sul, RGS. Consulta realizada em: abril de 2001
- WEG. **Crise Energética incrementa venda de motor econômico.** Disponível via URL: <http://www.weg.com.br/noticias>. Consulta realizada em: fevereiro de 2002.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A

QUADRO 1A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência (cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	8,552412419114	149,902862402797	-1086,662102276860	4173,110308112110	-8970,970635611400	10313,718974051600	-4957,162365379300
1,5	0,276812016353	-5,696420361225	47,341475709910	-202,247443740610	461,223962123747	-479,179757552943	155,404596637677
2	-0,079949606143	2,361762230918	-28,617409967202	182,362896605659	-648,104094785813	1252,752422220780	-1017,262191471500
3	-0,034861821635	1,655010988676	-32,379972346751	334,252624820900	-1921,553966733490	5855,523084444200	-7375,152971402330
4	-0,002470519034	0,134460140493	-2,985797861785	34,610368217046	-221,190103081849	751,623252107006	-1030,105412585990
5	-0,000964151671	0,066021335331	-1,859145476704	27,602603526462	-228,757921365244	1019,735328379090	-1902,531897430850
6	-0,000185564927	0,013859163435	-0,423258711791	6,773029018097	-60,151035603595	290,736220264795	-567,757654813419
7,5	0,000000222082	-0,000006505349	-0,000610919310	0,039868564528	-0,986664700960	17,247608924453	-65,472453332366
10	-0,000001010085	0,000135001237	-0,007389221085	0,212587161281	-3,436664153376	34,945558326465	-133,238696030614
12,5	-0,000000109928	0,000020734945	-0,001518860358	0,057381826824	-1,243430822087	18,964694409660	-96,363585540101
15	-0,000000323639	0,000060737389	-0,004647395083	0,185790925946	-4,120997021873	51,679446544473	-252,330026161437
20	-0,000000043874	0,000011870903	-0,001298931715	0,073730313556	-2,309934604010	41,046546718508	-298,307063323024
25	-0,000000010656	0,000003179680	-0,000389700295	0,025325990967	-0,936655933033	20,833801851310	-174,651226368554
30	-0,000000001757	0,000000633602	-0,000093963836	0,007411999737	-0,335146546974	9,914147469163	-99,221683223653
40	-0,000000000047	0,000000023679	-0,000005516817	0,000769848246	-0,066665954402	4,360687764206	-73,241390109066
50	-0,000000000267	0,000000146968	-0,000033096517	0,003919653195	-0,261282783095	10,478723997966	-161,616786054435
60	0,000000000020	-0,000000011088	0,000002247854	-0,000186639163	0,001244935536	1,480681687570	-35,787156477655
75	-0,000000000003	0,000000002140	-0,000000732099	0,000129830285	-0,013472276046	1,472432481801	-32,719815974435
100	-0,000000000006	0,000000006477	-0,000002830622	0,000642178189	-0,080674728859	5,909261577396	-164,680715333316

QUADRO 2A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência (cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-418,42124737427	4109,70911217326	-16662,15889156280	35715,38911778140	-42751,41688391490	27244,73916163410	-7233,88401051752
1,5	-11,46794790751	137,65797573333	-671,74972866246	1705,40457250382	-2390,02139969811	1839,63359747185	-608,34911473355
2	-1,57265432354	28,23662360770	-208,25679927265	808,92540814290	-1753,80174383062	2067,13627134940	-1017,14168650287
3	-0,95166978817	26,31291556029	-300,00161764599	1805,83301301322	-6057,66126567015	10776,64850057360	-7928,74771958616
4	-0,07236043891	2,28811780835	-29,41956571002	196,73684290302	-722,71176658398	1405,53263187458	-1102,06187406041
5	-0,03902625924	1,57203089898	-26,03397582374	226,93826243659	-1099,72765637822	2834,04897533641	-3023,39112353238
6	-0,00593554777	0,25230535132	-4,38721527585	40,00973389548	-202,71417478727	557,81106452380	-622,08904077790
7,5	-0,00046296557	0,02422619100	-0,51049191094	5,54867529863	-33,19335869480	116,76238161307	-162,99532311069
10	-0,00011482025	0,00783183429	-0,21644755334	3,11098614232	-24,81642082795	114,86069759933	-215,23220709203
12,5	-0,00002844264	0,00233134747	-0,07824102852	1,38649266985	-13,88661236768	82,41069526388	-193,08480487579
15	-0,00001116603	0,00110442942	-0,04469797969	0,95501625089	-11,54196219324	81,58241657130	-227,65721410697
20	-0,00000066860	0,00009504287	-0,00558172620	0,17563390496	-3,20536473332	37,52130003596	-180,77327074645
25	-0,00000054804	0,00009675008	-0,00696148865	0,26131823831	-5,42317511981	62,66584076087	-279,32856902307
30	0,00000002424	-0,00000339134	0,00013575288	0,00157965298	-0,26482565833	9,70032719814	-69,64275680249
40	-0,00000002655	0,00000716298	-0,00077866218	0,04366143555	-1,34311496045	23,96459168175	-162,71817358832
50	-0,00000001111	0,00000356738	-0,00046533790	0,03166202004	-1,19703556882	25,92726884925	-220,32682202030
60	-0,00000000119	0,00000044149	-0,00006562715	0,00501470156	-0,21318798609	6,40247793493	-61,60987621468
75	0,00000000011	-0,00000005350	0,00001035597	-0,00097947262	0,04283570795	0,52983343082	-15,82987707054
100	-0,00000000007	0,00000004898	-0,00001345075	0,00194628002	-0,15846538167	7,81032488466	-137,37501049818

QUADRO 3A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-41,06617247220	839,44369441709	-7117,33018123496	32046,09883558160	-80853,10279466600	108511,75799519200	-60577,31322153440
1,5	-5,29912311345	146,39732852913	-1674,93651676235	10160,49618877600	-34480,51846045960	62125,80183241900	-46433,25385186070
2	0,10482337309	-3,11785961949	37,65388037716	-234,93242116051	789,09476190734	-1294,54985496285	755,90762421583
3	-0,05177527392	2,35759188364	-44,28076281525	439,18610983298	-2427,55461322474	7113,64088599257	-8621,16549583629
4	-0,00408056689	0,24348966535	-5,99741739577	78,05174811756	-566,53969945478	2190,72836205059	-3510,61010673599
5	0,00003449576	-0,00337505476	0,12693159579	-2,37392965811	23,00397921671	-94,78789703631	102,43549710469
6	-0,00071586812	0,05975853577	-2,05012211749	36,99882596234	-370,78313035792	1968,19485840069	-4311,58324197158
7,5	-0,00006236705	0,00666385404	-0,29334042675	6,81852683387	-88,58222238130	620,42375993341	-1825,41150409392
10	-0,00000613879	0,00083717274	-0,04681184080	1,37582813950	-22,52666316884	201,19346755454	-744,36165193005
12,5	-0,00000573638	0,00092919318	-0,06161445789	2,14088740015	-41,16419102392	419,77613587442	-1741,22883905270
15	-0,00000121566	0,00021939623	-0,01615338722	0,62157088495	-13,23342687907	151,94452610591	-708,05869609938
20	-0,00000075122	0,00018911329	-0,01947470728	1,04956424212	-31,23138895925	489,54766382977	-3135,99136147968
25	-0,00000008532	0,00002643948	-0,00335373560	0,22294025837	-8,20563998665	161,00565576792	-1290,85037898236
30	-0,00000001311	0,00000471550	-0,00069297884	0,05334692983	-2,28082162230	53,35417583518	-502,98373718014
40	-0,00000000381	0,00000186256	-0,00037359109	0,03937600347	-2,30898035157	73,10353945915	-954,07559061821
50	-0,00000000062	0,00000037604	-0,00009369810	0,01224164028	-0,88770375987	35,04529171942	-559,62617506346
60	-0,00000000018	0,00000011220	-0,00002886956	0,00387195015	-0,28926484588	12,64060605705	-233,14048355955
75	-0,00000000001	0,00000000492	-0,00000186112	0,00038769114	-0,04802450624	4,00173611229	-112,69204022941
100	-0,00000000002	0,00000002358	-0,00001090867	0,00264142468	-0,35431206776	25,61451484810	-751,85907099737

QUADRO 4A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-417,2289045453	5117,1874393151	-26060,2498310826	70564,2025006987	-107229,9024409060	86895,4166982611	-29374,8476807223
1,5	-133,9829158559	2137,4172176742	-14118,9948631851	49436,4623230294	-96794,4237796081	100570,3837593700	-43317,3947244179
2	-0,9100880611	15,5304432277	-109,0724184034	407,2436125383	-871,9102565938	1095,4123609054	-630,1202931882
3	-1,7437492228	44,8791543688	-476,2471800858	2667,6836288582	-8324,1571029575	13761,2716101751	-9405,6715782853
4	-0,0371652252	1,3125575631	-19,2466319139	150,4111825834	-663,8602757151	1598,8360317203	-1622,7974746348
5	-0,0073597113	0,3066339453	-5,2738611664	48,1073886798	-247,6413992935	710,4233179120	-888,8812995853
6	-0,0412689061	1,9334408733	-37,2217704427	376,8036972397	-2116,0924754310	6271,8036551847	-7654,8929408537
7,5	-0,0018425108	0,1116668482	-2,7884148066	36,7748884556	-271,1580838019	1078,4436699400	-1802,1596941388
10	-0,0001010560	0,0084898902	-0,2913303346	5,2335450180	-52,1698090108	284,0251417165	-634,4969620199
12,5	-0,0001579385	0,0149154679	-0,5770983782	11,7090840192	-131,5310265852	783,1610086039	-1898,1771219447
15	-0,0000362119	0,0038139211	-0,1638983101	3,6811302988	-45,7232785985	304,8635349815	-825,3792022282
20	-0,0000147528	0,0021676871	-0,1303929834	4,1092562115	-71,6155695516	659,9279584406	-2489,8131389236
25	-0,0000031321	0,0005463094	-0,0389364543	1,4508253202	-29,8381580273	325,4506879883	-1446,8938517737
30	-0,0000005262	0,0001057524	-0,0086721706	0,3718453828	-8,8300057563	113,7028501386	-592,7311301618
40	-0,0000000803	0,0000231483	-0,0027336999	0,1694770460	-5,8377862318	108,7209680182	-831,0269380823
50	-0,0000000257	0,0000087273	-0,0012118558	0,0881025473	-3,5470487831	77,1001126043	-679,4749383905
60	-0,0000000088	0,0000026932	-0,0003386938	0,0228100558	-0,8946007123	22,5583101997	-254,9259732657
75	-0,0000000010	0,0000004693	-0,0000919566	0,0093692376	-0,5285709267	17,0665494240	-215,3658250831
100	-0,0000000007	0,0000004392	-0,0001147947	0,0156960243	-1,1875348296	48,2714485191	-796,5801439360

QUADRO 5A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-156,2918984070	3557,1605871557	-33632,8992684101	169100,6174381260	-476873,1233158410	715309,9111262280	-445943,0616253920
1,5	-4,6871082704	140,2244647137	-1739,6360302104	11456,3084074155	-42245,9943179528	82763,9992935766	-67305,6322544651
2	-1,3540770830	53,1847171349	-866,0865319913	7485,1982880390	-36217,4698143230	93078,4726887539	-99311,9498948455
3	0,0716030433	-3,7422267478	80,9613679443	-927,6478475500	5931,3128136023	-20011,4439158904	27743,7596194322
4	-0,0053099036	0,3668385417	-10,4693226863	157,9993831715	-1330,6309953809	5947,4643449891	-11019,7520326523
5	-0,0028229911	0,2204396337	-7,0915851647	120,2937820857	-1135,1501076536	5663,5232310788	-11660,4160561992
6	-0,0003246886	0,0356252566	-1,6144599639	38,6837760505	-517,1184984830	3666,3123651681	-10753,6039988028
7,5	-0,0002778133	0,0338533896	-1,7048980879	45,4234854633	-675,4773453399	5324,9652418156	-17373,1346031116
10	-0,0000658835	0,0105780217	-0,7021902312	24,6675594384	-483,7178248769	5026,0239657124	-21596,3701546395
12,5	-0,0000034496	0,0006366857	-0,0482831053	1,9268306928	-42,7740586967	507,0371100341	-2500,7334548734
15	-0,0000045179	0,0009830069	-0,0882547402	4,1858301564	-110,6835979119	1551,8279606523	-8993,5692972046
20	-0,0000013917	0,0003936326	-0,0457937837	2,8037427341	-95,2735190988	1706,4054252457	-12563,2379557211
25	-0,0000000390	0,0000119276	-0,0014921209	0,0979579923	-3,5815614778	71,8583494202	-595,7505328763
30	-0,0000001102	0,0000429247	-0,0068570518	0,5749339580	-26,6837225922	651,8297299766	-6521,7113530405
40	-0,0000000053	0,0000026216	-0,0005287170	0,0557366450	-3,2429454889	100,2266477027	-1258,6804015906
50	-0,0000000012	0,0000007814	-0,0002104696	0,0296822221	-2,3151524604	95,9431903173	-1629,5214561507
60	-0,0000000001	0,0000000896	-0,0000282303	0,0047080784	-0,4412248087	23,1120851430	-503,1710482951
75	-0,0000000001	0,0000000914	-0,0000342049	0,0067035135	-0,7276457396	42,3652809909	-1010,8952233512
100	0,0000000000	0,0000000215	-0,0000116807	0,0033113293	-0,5167294910	42,5982156776	-1419,9465346539

QUADRO 6A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-5298,908870041	68652,720384243	-369643,195404416	1058719,887181430	-1701368,358067280	1454692,883781920	-517056,184201554
1,5	-86,215817848	1495,389551166	-10757,509605752	41084,575377345	-87872,908754711	99879,820707738	-47133,782949516
2	-54,311067641	1239,499666285	-11722,256607418	58801,660337079	-165022,625811439	245761,936749850	-151785,674901453
3	0,669224872	-20,166595154	252,270032155	-1675,067720769	6211,067344423	-12102,427429286	9596,366503051
4	-0,280304629	10,741806372	-169,909594679	1419,962373721	-6615,340683363	16323,774370450	-16669,245349660
5	-0,088593259	3,990893040	-74,060409230	724,545243338	-3941,889168737	11330,688778312	-13432,277987820
6	-0,016030309	1,001397302	-25,823188868	351,856622233	-2672,533430566	10746,718061028	-17860,896883738
7,5	-0,003725018	0,261537850	-7,608702459	117,439083678	-1015,042365960	4673,870583237	-8940,427725329
10	-0,001334682	0,123199112	-4,697211449	94,698193696	-1065,132189292	6348,912829305	-15650,608437820
12,5	-0,000156322	0,015917170	-0,666411854	14,694357797	-180,360129936	1180,153007272	-3215,735415448
15	-0,000103417	0,013211244	-0,696660726	19,411448099	-301,551138166	2483,557272669	-8448,361789788
20	-0,000031921	0,005134719	-0,339659188	11,823674002	-228,464472757	2328,843254792	-9765,558293702
25	-0,000000140	0,000031918	-0,002924560	0,139695535	-3,717342986	56,172853990	-332,855535562
30	-0,000002040	0,000459485	-0,042477194	2,062179009	-55,468016981	787,208394161	-4579,803571297
40	-0,000000138	0,000039468	-0,004597048	0,279829696	-9,401806321	167,887686335	-1218,475993324
50	-0,000000022	0,000008550	-0,001355834	0,112718682	-5,196960154	128,234009538	-1303,176978023
60	-0,000000005	0,000002265	-0,000387665	0,034855041	-1,750940328	48,745691929	-570,935802366
75	-0,000000002	0,000000818	-0,000179553	0,020757912	-1,341379001	47,474881786	-691,525632248
100	-0,000000001	0,000000658	-0,000183277	0,026612843	-2,125683815	89,512605587	-1522,522287523

QUADRO 7A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-1073,729978036	27398,939354296	-290815,213262949	1643451,004950580	-5215316,822037000	8812005,917696580	-6193558,970812810
1,5	9,291537954	-370,208706422	6127,875020958	-53927,877783711	266059,461224326	-697460,767023366	758603,024597691
2	-0,283783724	12,748982689	-236,546443299	2319,227653961	-12672,498751663	36636,344105702	-43873,341482296
3	0,011476074	-0,639473223	14,655349102	-177,230263675	1196,438095083	-4266,011094916	6229,926268554
4	-0,009331176	0,878733127	-34,333698699	712,715488415	-8294,071550759	51342,518489622	-132145,978149996
5	-0,006242563	0,611406298	-24,825514152	534,920027827	-6451,755315398	41317,843843046	-109786,086310114
6	-0,000582494	0,064645587	-2,981020955	73,153113473	-1008,761197469	7436,730291998	-22978,406073953
7,5	-0,001033203	0,145110596	-8,463555847	262,411747704	-4562,132411969	42183,577324370	-162106,544306796
10	-0,000252657	0,046011621	-3,481769887	140,133402772	-3163,986523372	38006,115640167	-189765,212349549
12,5	-0,000001308	0,000240395	-0,018272684	0,737366908	-16,759502553	209,208605178	-1104,870732148
15	-0,000008522	0,001879158	-0,170971246	8,215251211	-219,917506439	3114,414645700	-18216,836767023
20	-0,000000054	0,000015655	-0,001868499	0,118017546	-4,188421716	82,442428766	-680,370437393
25	-0,000000023	0,000007970	-0,001133637	0,085110622	-3,578494444	82,702227791	-804,466895643
30	-0,000000006	0,000002564	-0,000466349	0,045238790	-2,487059509	76,072731438	-995,699437370
40	-0,000000001	0,000000731	-0,000171014	0,021245283	-1,487659964	57,475304096	-940,913215981
50	-0,000000001	0,000000355	-0,000097370	0,014090494	-1,140273602	50,573166097	-956,873947747
60	0,000000000	0,000000039	-0,000014236	0,002711924	-0,290149667	17,625396202	-446,490055771
75	0,000000000	0,000000115	-0,000043396	0,008572169	-0,936928377	54,607808217	-1304,504901931
100	0,000000000	0,000000019	-0,000009569	0,002478830	-0,354628102	27,195249861	-848,720945725

QUADRO 8A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores convencionais, com 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-20850,79940379	-20850,79940379	-20850,7994037866	-20850,7994037866	-12094583,75102150	12015918,00873720	-4966348,69171146
1,5	196,8133530784	-4620,65751640	45072,7043806606	-233789,26389573	679925,0143623200	-1050835,27993669	673940,8878207650
2	0,4553967830	-15,8255081161	215,6959711973	-1504,5976804799	5712,8322631200	-11175,0315061520	8768,5935492123
3	-0,1643975730	6,1704201629	-94,7263494112	759,2885495866	-3344,0124361601	7698,7085900632	-7290,2129618979
4	-0,0338625785	2,2194817296	-58,5590126007	804,4857148698	-6110,2516628135	24460,0698667968	-40434,6490239142
5	-0,0323196055	1,8712118954	-44,9991212174	575,6080647872	-4133,7785355089	15835,1093142057	-25289,1190592955
6	-0,0118773565	0,7509136613	-19,7102484819	275,2916801770	-2162,7292291783	9111,1113989293	-16169,1533907080
7,5	-0,0125891407	1,0201614046	-34,3520797479	615,3889183108	-6187,6507458788	33138,1928034086	-73888,2576433650
10	-0,0043439203	0,4583815090	-20,1076017606	469,3771888256	-6150,0574860178	42900,4384624738	-124475,4913322620
12,5	-0,0000349034	0,0036079637	-0,1541873550	3,5007097254	-44,9115698200	319,4555313574	-971,8046546945
15	-0,0001661728	0,0208218163	-1,0765038537	29,3948444226	-447,2781630206	3604,5981524154	-12009,1317905271
20	-0,0000004117	0,0000813803	-0,0064997294	0,2707736208	-6,3013142329	83,0785930778	-450,0810301844
25	-0,0000001884	0,0000409649	-0,0036826183	0,1761143291	-4,7833968904	74,4073442718	-485,5420477026
30	0,0000000304	-0,0000045917	0,0001100717	0,0174391968	-1,4096039485	44,1324149699	-487,4687002608
40	-0,0000000301	0,0000101326	-0,0014078457	0,1035806583	-4,2837216062	97,5263870336	-937,8715255356
50	-0,0000000110	0,0000044824	-0,0007484489	0,0658419042	-3,2344117761	86,7531145896	-983,1822380754
60	-0,0000000016	0,0000007689	-0,0001533822	0,0163425398	-0,9881950922	33,9450703238	-487,1364344950
75	-0,0000000035	0,0000018728	-0,0004108668	0,0471418411	-2,9890213546	100,8038767861	-1390,3593356259
100	-0,0000000005	0,0000003431	-0,0000966908	0,0142172977	-1,1533841143	50,0707699911	-884,7116483744

QUADRO 9A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V.

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	10,74507934810	-161,45263423269	989,63508551261	-3156,64692533339	5493,06525469183	-4843,42385655571	1662,99757438496
1,5	-0,66294257800	15,68325358290	-152,39171202522	779,82454197064	-2224,02418813527	3403,72009179833	-2171,82819118266
2	-0,22349518428	6,44120761527	-76,22881925953	474,34447183103	-1639,02278984486	3013,35449840913	-2289,58308389831
3	-0,00345540215	0,13855512032	-2,26007192627	19,27789413092	-91,94197998119	252,40480117458	-274,97411934319
4	-0,00037063506	0,01442115763	-0,20119765813	1,07559150617	-0,49613964154	3,20463149901	-14,15403692813
5	-0,00018118901	0,01181104186	-0,31375913000	4,35806530756	-33,70930806120	148,46417380195	-257,68083487596
6	0,00009510786	-0,00636011775	0,16944674732	-2,26197666371	15,22686850271	-34,10537437704	-9,62768488335
7,5	-0,00005603929	0,00529151717	-0,20371915608	4,09519949578	-45,53723899505	275,23016118886	-698,23111170734
10	0,00000128265	-0,00014156340	0,00609351174	-0,13184304222	1,56447070377	-5,18085068784	-1,77486568865
12,5	-0,00000113331	0,00016643807	-0,01002073703	0,31813742972	-5,68399642328	59,17762592053	-251,76789714696
15	-0,00000000153	0,00000629127	-0,00093731734	0,05592909845	-1,66882383534	28,38078287205	-170,22212718275
20	-0,00000001716	0,00000397526	-0,00038634470	0,02049792992	-0,64559710605	14,13875603517	-109,46208712861
25	-0,00000000459	0,00000135044	-0,00016230736	0,01032083377	-0,37908738052	9,84303630786	-84,34869207987
30	-0,00000000121	0,00000039805	-0,00005517148	0,00422892129	-0,19339324909	6,56158584112	-62,86608112273
40	-0,00000000005	0,00000004403	-0,00001178502	0,00149704068	-0,10349096769	5,09738690924	-71,81869186121
50	0,00000000003	-0,00000001219	0,00000212553	-0,00011600548	-0,00876362466	2,28265547563	-51,30880818036
60	0,00000000001	-0,00000000489	0,00000036150	0,00005081374	-0,00997803662	1,47193054425	-29,11763907718
75	0,00000000000	-0,00000000257	0,00000054892	-0,00003722341	-0,00315381991	1,24400607096	-30,28390834787
100	0,00000000000	-0,00000000009	-0,00000004923	0,00003515082	-0,00853321961	1,43890680220	-46,43818776420

QUADRO 10A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	34,24101319164	-253,52712075291	701,15944365965	-819,62076791465	157,61732192261	538,84885281284	-328,77039552425
1,5	-80,08463799022	984,95501563513	-4995,37831413525	13378,50849626550	-19981,14822114750	15877,63467479500	-5244,57162818194
2	-8,70431482198	142,47754315250	-957,29331330818	3380,25991986622	-6623,01704573603	6883,83104514147	-2953,95032090390
3	-0,34500674149	7,31376943268	-63,03615731548	282,96305708971	-701,55883971455	947,84097215611	-521,49615581780
4	-0,00622894111	0,12896918188	-0,86097030026	0,93402953972	10,29312416908	-8,88656417473	-7,88766346900
5	-0,00199228104	0,07123786309	-1,05558222367	8,45892063337	-40,06746702991	124,54177764557	-145,58138590023
6	-0,00141231496	0,06367481029	-1,16763150278	11,19796339367	-60,15528343441	189,88898930966	-241,64661915748
7,5	-0,00045293803	0,02687372221	-0,65421888774	8,37923230052	-60,04697110608	243,49789350038	-413,75877514699
10	0,00002630937	-0,00154204429	0,03547470620	-0,42193029223	2,96710459582	-3,89238539380	-7,37715399724
12,5	-0,00003638516	0,00295225579	-0,09739927863	1,68355900342	-16,36194673044	94,25419905951	-226,67568808628
15	-0,00000606499	0,00064951712	-0,02854869503	0,66135304233	-8,61096200997	66,56021398123	-203,14130612619
20	0,00000094387	-0,00010816511	0,00479498520	-0,09995852816	0,83908581568	5,70534499658	-60,20023092824
25	-0,00000042213	0,00006671747	-0,00424894018	0,13991086237	-2,55305753200	28,61418779349	-120,45390913548
30	-0,00000005542	0,00001048134	-0,00080641180	0,03289946931	-0,77478481074	13,02731926047	-67,81135623342
40	-0,00000000803	0,00000199381	-0,00020321336	0,01112178920	-0,36213259785	9,08919932933	-71,46566610322
50	-0,00000000271	0,00000083407	-0,00010423352	0,00688069475	-0,26408703349	7,64047527067	-72,40390985024
60	-0,00000000100	0,00000031922	-0,00004006209	0,00257505818	-0,09300109070	3,44817238803	-33,19970189161
75	0,00000000022	-0,00000008485	0,00001261754	-0,00088845693	0,02533132671	1,26617242045	-21,39306524339
100	-0,00000000014	0,00000008214	-0,00001909734	0,00228113666	-0,14984003650	6,14993787229	-87,88320609970

QUADRO 11A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	0,76044638542	-11,41117778785	69,18544575014	-218,03888472460	377,25720862596	-287,65645782767	51,46320058762
1,5	-2,82603693102	75,29293245666	-829,04468130549	4828,24711875732	-15688,01745985750	27004,34229101660	-19222,13437127070
2	-0,13668808546	4,66328666925	-66,01520995062	497,02977628569	-2104,94105441173	4802,25173446965	-4622,09734115538
3	-0,28037511869	13,12963301647	-254,36721989577	2609,39258353723	-14949,70117994990	45381,34174836990	-57029,18661929580
4	-0,04122971358	2,52327471955	-63,81119210488	853,52307238328	-6369,81596067267	25172,15470312030	-41161,96240567630
5	-0,00006799148	0,00532196127	-0,17368588719	3,06121765451	-31,34678602319	190,83822958059	-507,83269864560
6	-0,00103671562	0,08541177465	-2,89476235285	51,66141575615	-512,41812064377	2691,06435277044	-5835,11225617243
7,5	-0,00006071608	0,00664206454	-0,30003828802	7,17345484906	-96,03757767827	692,81400561908	-2092,55088881949
10	-0,00003427972	0,00457937587	-0,25088845407	7,21467206709	-114,93082349214	967,93116762599	-3347,69044317615
12,5	-0,00005895076	0,00992612651	-0,69012879182	25,35666377799	-519,29558654272	5626,55276564908	-25187,78766933000
15	-0,00001727906	0,00331326032	-0,26152643007	10,87530417337	-251,32324587304	3065,81936034852	-15417,14774661170
20	-0,00000022587	0,00005611371	-0,00571084543	0,30505810065	-9,05118631542	144,74252531455	-950,91145361790
25	-0,00000004934	0,00001472412	-0,00179751757	0,11502410441	-4,08616125102	78,96317216160	-621,03071257502
30	-0,00000000934	0,00000330739	-0,00047737384	0,03603564591	-1,51184156121	35,46125398422	-329,78635316469
40	-0,00000000729	0,00000338469	-0,00064233281	0,06379149066	-3,50418799636	102,73903917066	-1237,19088431417
50	-0,00000000609	0,00000303391	-0,00061694553	0,06544442224	-3,81977836562	117,65465942576	-1468,98748365625
60	-0,00000000014	0,00000009124	-0,00002488531	0,00356876841	-0,28761498485	13,41260808788	-249,25969739227
75	-0,00000000003	0,00000002791	-0,00000955107	0,00170887998	-0,17041884601	9,78795258094	-217,65762623715
100	-0,00000000001	0,00000000718	-0,00000335259	0,00082017188	-0,11174337323	8,62756191144	-258,28204261548

QUADRO 12A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-25,4525466599	240,4520397142	-919,9826948717	1811,3694599173	-1927,0827430340	1135,3139781110	-298,7537990139
1,5	-100,7677822532	1522,2316032207	-9501,9696932028	31372,9943732763	-57805,4857343924	56436,0524104565	-22799,8927986310
2	1,2600617383	-23,1079443630	170,3793654281	-636,1752832334	1222,5375352218	-985,2662413490	101,7393317434
3	-1,7485302613	50,0037553638	-592,6364618800	3726,0382677608	-13111,0127445245	24525,6649912930	-19048,3925578669
4	-1,1417604231	40,6018845027	-596,6587466218	4637,7317013183	-20112,3818196539	46178,1185021407	-43863,6500145026
5	-0,0007875829	0,0543584950	-1,3546401611	16,7236945450	-112,0457120211	414,3511080538	-637,0449493766
6	-0,0386354551	1,7961477967	-34,3468788352	345,8160602459	-1934,8042549735	5726,8148572191	-6997,8034951699
7,5	-0,0021890349	0,1386125871	-3,6196950898	49,9471250601	-385,0717726945	1590,9799571475	-2748,0840196779
10	-0,0008731779	0,0675644073	-2,1434373932	35,6794650377	-328,9062391009	1602,9749987958	-3207,8775997339
12,5	-0,0011209348	0,1098949923	-4,4512360218	95,3478944164	-1139,4799784110	7214,7836555176	-18896,8775683347
15	-0,0003265753	0,0366080009	-1,6912922273	41,2199096181	-559,1062055017	4010,9189886789	-11877,8669770233
20	-0,0000063623	0,0009049082	-0,0527233952	1,6123921604	-27,3944789832	250,9417178244	-945,4521119072
25	-0,0000015275	0,0002557758	-0,0175152106	0,6290740838	-12,5655454582	136,9819624600	-609,9547733754
30	-0,0000009192	0,0001679789	-0,0125518787	0,4913793875	-10,6742878491	126,1805911079	-606,4392144752
40	-0,0000001097	0,0000309561	-0,0035735493	0,2159838546	-7,2265505913	129,7945658202	-953,4902036319
50	-0,0000000135	0,0000045709	-0,0006340699	0,0461364000	-1,8701635216	42,2431582188	-385,2951005268
60	-0,0000000034	0,0000013292	-0,0002157694	0,0184541530	-0,8857306849	24,3453241804	-263,5240188833
75	-0,0000000004	0,0000002043	-0,0000450020	0,0051672011	-0,3310609858	12,5301014268	-175,5819360958
100	-0,0000000003	0,0000001943	-0,0000493299	0,0065566757	-0,4838545243	19,8475067996	-321,1386734535

QUADRO 13A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-20,8572384561	433,1751575369	-3711,6630687996	16781,1179371948	-42202,9575362626	56050,5120975167	-30794,2767015357
1,5	-10,1781193807	290,8746253562	-3440,5028334080	21557,4547495393	-75469,3967355739	140015,2803242660	-107559,9606158130
2	0,1619868442	-6,1988278050	97,9127264837	-816,0748248080	3775,9967883381	-9130,7595899890	8947,1360790899
3	-0,4888403156	26,2912330619	-587,1348974859	6969,4936069173	-46386,6468100950	164184,2062257220	-241493,8836561750
4	-0,0017140058	0,1088412816	-2,8564942398	39,7473858067	-310,7967113872	1317,2172506916	-2367,7266783937
5	-0,0009872932	0,0720866458	-2,1684306500	34,4257137375	-304,9691802657	1445,3810759491	-2857,2482621884
6	0,0000131883	-0,0012271624	0,0465690726	-0,9211693020	9,7865019141	-41,3629811246	19,1090276470
7,5	-0,0000692586	0,0076864652	-0,3531695954	8,6132626182	-118,0128613732	873,0250117545	-2723,0189928241
10	-0,0000201157	0,0030335703	-0,1888404297	6,2161344298	-114,3550920389	1123,9381696911	-4615,7341640009
12,5	-0,0000014124	0,0002558521	-0,0191907917	0,7648309173	-17,1842025648	212,3798356633	-1111,5373228622
15	-0,0000007013	0,0001449713	-0,0123590991	0,5574811809	-14,1118753274	195,2384802194	-1139,3538712402
20	-0,0000001306	0,0000352031	-0,0039052480	0,2285651040	-7,4796159850	133,3864276711	-995,0805970879
25	-0,0000000304	0,0000087959	-0,0010419484	0,0650203794	-2,2802495521	45,4304168721	-376,4288410979
30	-0,0000000089	0,0000033622	-0,0005161149	0,0414803895	-1,8538903665	45,9751475071	-472,1178479424
40	-0,0000000015	0,0000007007	-0,0001317684	0,0130049091	-0,7177132348	22,6109028374	-287,3223361599
50	-0,0000000007	0,0000004411	-0,0001061416	0,0133515521	-0,9317425074	35,6363582196	-564,6083779802
60	-0,0000000002	0,0000001755	-0,0000518977	0,0080513355	-0,6944335302	32,7558711659	-641,0850326046
75	-0,0000000001	0,0000000777	-0,0000296052	0,0059245549	-0,6587246301	39,4215249534	-964,9099593109
100	0,0000000000	0,0000000103	-0,0000047334	0,0011390273	-0,1527290647	11,4382323750	-342,0620522968

QUADRO 14A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	41,3731343150	-510,2234946550	2716,1283913158	-7992,8917361767	13592,2364171269	-12361,4519911312	4588,0553813610
1,5	-172,9546959400	2890,6604360013	-19994,0985717759	73256,5546913317	-149969,6095765350	162742,0506855470	-73149,5102696582
2	0,3408217418	-7,1955063551	63,5891372595	-297,8157996205	755,6332326211	-870,5759288737	248,5973040731
3	-18,9875316395	596,9610589565	-7790,1108447961	54009,6340549031	-209831,1132056900	433194,7699677130	-371315,5980884870
4	-0,0577932492	2,1084985154	-31,7539079660	253,0473474673	-1129,6336250912	2717,0476099204	-2755,1819901547
5	-0,0105683242	0,4690185443	-8,5973797380	83,4546705617	-454,3898456637	1341,1516374026	-1661,5565964356
6	-0,0004711057	0,0235194566	-0,4637336758	4,5493197307	-23,3788713143	77,1365285990	-142,5824937015
7,5	-0,0023865414	0,1532835615	-4,0715061432	57,3109533792	-452,0082721133	1913,5754298563	-3395,6714295478
10	-0,0004896869	0,0425638515	-1,5287890332	29,0643820778	-309,1006553004	1758,9954778931	-4187,7976011206
12,5	-0,0000587813	0,0058514844	-0,2412824067	5,2883167080	-65,3367021360	442,4900387503	-1271,8885838823
15	-0,0000281949	0,0032850174	-0,1577756084	4,0040927722	-56,8605368219	437,5020560178	-1413,9668673805
20	-0,0000076001	0,0011367725	-0,0697805290	2,2518932251	-40,4144236272	389,1534341790	-1559,8091922911
25	-0,0000008172	0,0001401101	-0,0098352378	0,3627720250	-7,4773550484	86,3559763153	-411,1321736463
30	-0,0000002684	0,0000565499	-0,0048818925	0,2216499157	-5,6274779272	79,7608765623	-470,7707396468
40	-0,0000000287	0,0000077740	-0,0008638162	0,0506341715	-1,6714059071	32,1303369551	-245,8379949156
50	-0,0000000003	0,0000003115	-0,0000760591	0,0085523895	-0,5094580585	17,6003595749	-224,1298134008
60	-0,0000000081	0,0000033241	-0,0005547201	0,0484710083	-2,3505051905	62,1061565425	-681,9714612499
75	-0,0000000033	0,0000017114	-0,0003608897	0,0399340708	-2,4506306058	80,5745499786	-1083,4785123433
100	-0,0000000003	0,0000002034	-0,0000543147	0,0075551066	-0,5803855996	24,4107705330	-410,4110507159

QUADRO 15A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	349,5150576718	-8237,5599536196	80415,3438619977	-415913,529176281	1201000,7695074400	-1833764,808308300	1154918,136969140
1,5	-0,3789826919	10,7997549138	-107,7336735375	327,3506658813	1398,5680637914	-11284,9088058095	20029,9280515608
2	0,2780162041	-12,4983602655	233,0022254367	-2304,5852050705	12742,3963463350	-37253,7893175926	44852,6192659689
3	-0,0732059790	4,6614239659	-123,4035950028	1739,1372957476	-13768,7606784628	58125,6557341355	-102344,9435527190
4	0,0006947015	-0,0437311361	0,9352465329	-4,5908300160	-108,6457002500	1650,5232122265	-6769,8418858418
5	-0,0017852389	0,1648149158	-6,3121883795	128,4551221037	-1466,7245215321	8935,3703091202	-22737,0540373197
6	-0,0057940331	0,6505799156	-30,3111620961	750,1070819662	-10400,3107586977	76631,0381059465	-234504,0784408710
7,5	-0,0007804437	0,1080204530	-6,2041675491	189,2874721002	-3236,2098761893	29415,6893764689	-111119,6993364170
10	-0,0002509727	0,0462802217	-3,5415973535	143,9776202454	-3280,1374851961	39725,0251364826	-199896,0967931320
12,5	-0,0000052327	0,0009530803	-0,0714857343	2,8266920996	-62,2289357096	729,0264570196	-3540,1251350459
15	-0,0000023394	0,0005006785	-0,0441463611	2,0540235167	-53,2847490390	736,5044182462	-4236,4904576649
20	-0,0000002106	0,0000585469	-0,0067055205	0,4053173417	-13,6720171285	247,4249059929	-1857,6426149984
25	-0,0000000861	0,0000294159	-0,0041328669	0,3058897352	-12,6076790845	277,4005177102	-2533,0291292622
30	-0,0000000521	0,0000228306	-0,0041224576	0,3928079103	-20,8521643138	587,5649270428	-6866,1505877308
40	-0,0000000044	0,0000025188	-0,0005937294	0,0737651052	-5,1050884924	188,4851860990	-2889,0675860584
50	-0,0000000016	0,0000010744	-0,0003024733	0,0449701349	-3,7325043313	165,6545556837	-3064,1888578160
60	-0,000000000262	0,000000204030	-0,0000653400	0,0110198407	-1,0367500587	52,8402932739	-1123,5030828361
75	0,000000000005	-0,000000003293	0,0000009178	-0,0001366715	0,0122575957	0,0709802256	-12,6060194015
100	-0,000000000001	0,000000000828	-0,0000003437	0,0000688785	-0,0069515903	0,8790251637	-32,4059468715

QUADRO 16A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do índice de carregamento em função da corrente elétrica para motores eficientes, com 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$a_6$	$a_5$	$a_4$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
1	-3938,673893571	57683,5213155476	-351797,518290838	1143592,567277790	-2089840,902646920	2035788,0340649600	-825963,8992273650
1,5	19,5078501403	-475,1098971412	4829,3089438991	-26187,5293534446	79755,1303075531	-128991,0407879240	86287,5235837091
2	6,9850989021	-178,5400710829	1895,5636555672	-10694,7329551386	33781,3958457400	-56487,4512551382	38928,5740860111
3	-0,1124128364	5,3360128934	-101,7313719500	1008,0927804457	-5519,4477068497	15961,7683955148	-19139,7907203662
4	-0,1435792456	7,1652796019	-149,5180655879	1670,7021273720	-10550,5652403011	35759,5128417481	-50882,8884174342
5	-0,0750776206	4,0094866036	-88,6396599779	1038,6607100617	-6808,5616996144	23718,7678725441	-34361,8318225188
6	-0,1291622050	8,3427983045	-223,8188758588	3192,5138405541	-25539,1501107448	108683,6292447810	-192290,9335176560
7,5	-0,0233730371	1,8309124345	-59,5079328952	1027,4497838382	-9943,2431558311	51183,2323086971	-109576,1470733840
10	-0,0071946619	0,7638230170	-33,6603954740	788,2162171908	-10346,0429813848	72204,6622785443	-209407,1066773230
12,5	-0,0001837564	0,0187651096	-0,7890299855	17,4916957831	-215,9297093959	1418,1689661759	-3862,7847920660
15	-0,0000689762	0,0084563586	-0,4271078589	11,3825642638	-169,1067986309	1337,8692907311	-4400,9527578893
20	-0,0000083233	0,0013091116	-0,0844412842	2,8603865869	-53,7889651289	538,9957125176	-2236,6319487965
25	-0,0000016006	0,0003236250	-0,0269503341	1,1837578921	-28,9854640411	379,9629897433	-2066,0146004222
30	-0,0000010595	0,0002741212	-0,0292498075	1,6478456620	-51,7412711426	863,0327860481	-5971,0427144733
40	-0,0000000848	0,0000285117	-0,0039452749	0,2879163561	-11,7154217117	255,1994552294	-2311,3996792555
50	-0,0000000511	0,0000201191	-0,0032629860	0,2789758086	-13,2822166935	336,7091154055	-3543,0240693688
60	-0,0000000142	0,0000058314	-0,0009806365	0,0868065465	-4,2801011730	113,7747499814	-1257,7112249661
75	0,0000000001	-0,0000000254	0,0000040533	-0,0003582110	0,0206766536	0,4787495218	-15,6258769975
100	0,00000000016	-0,0000000068	0,0000011208	-0,0000961685	0,0060865948	0,0360255476	10,8112500467

QUADRO 17A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000612	0,000000262109	-0,000044705708	0,003893032101	-0,186899628318	5,074847806345	4,137543360821
1,5	-0,000000000792	0,000000337776	-0,000057198128	0,004917922181	-0,230048078193	5,897969181200	5,576539006398
3	-0,000000000652	0,000000279376	-0,000047626529	0,004135372711	-0,196915670964	5,299942414128	4,090450244430

QUADRO 18A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000618	0,000000265083	-0,000045280110	0,003947709861	-0,189627719626	5,146467050853	3,226469835749
1,5	-0,000000000767	0,000000329236	-0,000056125600	0,004863443706	-0,229587273489	5,944970112867	4,523568881426

QUADRO 19A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,000026118336	0,001503966229	-0,033887993677	0,382518024150	-2,465147156495	12,947956543384	0,067881180065
4	-0,000026960161	0,001466220623	-0,031145758172	0,334900456401	-2,154125919124	12,308180843637	0,530525629275
5	-0,000024805078	0,001433462838	-0,032825972972	0,383636218797	-2,587038645283	13,617268216021	0,203786187045
6	-0,000016674593	0,000891452133	-0,019381265759	0,236219321058	-2,019994793245	14,603504828471	0,531692499751
7,5	-0,000032119725	0,001821222816	-0,041097874880	0,480844775609	-3,356911456443	17,632700196372	0,756565787331
10	-0,000007317696	0,000481353490	-0,012731310327	0,176354852986	-1,496863342923	10,867633712985	-0,145836244349
12,5	0,000005791877	-0,000228412616	0,001717220643	0,044954194723	-1,067461549717	11,384067491138	-0,212490192222
15	-0,000060104773	0,003222652804	-0,066725806659	0,679824700563	-3,814297053066	16,261313464836	0,445238677575
20	0,000007553907	-0,000272430774	0,001137744018	0,070532537147	-1,310552912321	12,171690939585	0,512465016621
25	-0,000019141059	0,001123456106	-0,026682709820	0,338175759218	-2,658905937367	15,977734229494	0,503978746653
30	-0,000014301237	0,000863289862	-0,021596865746	0,297091575897	-2,585745640029	16,619283172187	0,543971079554
40	-0,000038059268	0,002095575370	-0,045944701379	0,523376610880	-3,541941249943	17,801357482596	0,659888885532
50	-0,000018155155	0,001041490869	-0,024212305688	0,305221768705	-2,470053546406	15,669597253120	-0,402908330574
60	-0,000018875662	0,001087398487	-0,025466853529	0,321242365104	-2,548013387701	15,654894401716	0,565015697044
75	-0,000043437905	0,002266247660	-0,046140553986	0,482235114313	-3,113946585662	16,646908331535	1,735418231913
100	-0,000020423221	0,001277699986	-0,032489132714	0,437833929449	-3,514305273799	19,465541049290	1,000700562004

QUADRO 20A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,00000000164	0,00000076980	-0,000014850982	0,001527261015	-0,091301217640	3,175345571758	28,392414149211
4	-0,00000000058	0,000000034119	-0,000008118473	0,001013836917	-0,072177134461	2,896333270218	30,104518012146
5	-0,00000000089	0,000000044237	-0,000009197380	0,001037122072	-0,069088041636	2,699556723004	33,903430347141
6	-0,00000000015	0,000000012134	-0,000003631844	0,000540177176	-0,044227041611	1,963515053528	47,784087473609
7,5	-0,00000000130	0,000000065167	-0,000013301195	0,001423910100	-0,086193135245	2,912128715316	40,680400359477
10	-0,00000000206	0,000000098546	-0,000019191243	0,001968783549	-0,115386423669	3,918992314744	20,425724938828
12,5	-0,00000000149	0,000000069119	-0,000013229315	0,001361316253	-0,082461348868	2,967264569013	32,326319665201
15	-0,00000000060	0,000000031829	-0,000007150598	0,000872894159	-0,061880177352	2,497116759409	39,360154729687
20	-0,00000000108	0,000000055572	-0,000011739202	0,001314434794	-0,084310199151	3,108460065537	31,392809763506
25	-0,00000000161	0,000000076323	-0,000014860839	0,001534643014	-0,090675343029	3,063970813555	37,841883487473
30	-0,00000000151	0,000000069638	-0,000013135718	0,001318645907	-0,076960032993	2,635026349151	44,583913941745
40	-0,00000000113	0,000000054926	-0,000011052860	0,001189067094	-0,073992986856	2,660335335849	42,480261494944
50	-0,00000000003	0,000000005460	-0,000002175478	0,000384434288	-0,035862274158	1,810248788129	48,420400562537
60	0,00000000005	0,000000004631	-0,000002535174	0,000465320181	-0,042042773267	1,996721193481	46,705353943971
75	-0,00000000267	0,000000123042	-0,000022850380	0,002194571430	-0,117407710217	3,553268355808	35,216198814721
100	-0,00000000057	0,000000031621	-0,000007193514	0,000861092686	-0,058436539701	2,237928372684	50,423191375480

QUADRO 21A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,000025759167	0,001376983095	-0,028900012049	0,311123255830	-2,044839028444	12,019595111814	0,431102492006
3	0,000007363162	-0,000457915708	0,010899665820	-0,117910491823	0,373833830929	4,959107046431	2,041129197969
4	-0,000063476130	0,003619785640	-0,080548830475	0,887421363101	-5,216064395047	19,734983951446	-5,171188790135
5	-0,000025676819	0,001538425846	-0,036765175942	0,454563205318	-3,283124016940	17,208639551323	-6,883295074372
6	-0,000000509174	-0,000007474669	-0,000450243259	0,050640367314	-1,191048553324	13,225060908397	0,754237094575
7,5	-0,000055817835	0,003424294741	-0,082958922104	1,013914343598	-6,769578308386	27,559285972976	-8,297563908478
10	-0,000009880192	0,000594327139	-0,014191946768	0,172200042836	-1,260428463128	9,208058102500	2,969205709712
12,5	-0,000046823296	0,002413658002	-0,046631425042	0,422426105160	-2,051983711096	10,348132846530	3,628352531326
15	-0,000004731558	0,000433951044	-0,014388654127	0,233278116468	-2,157070046965	14,391467695033	-0,442220931242
20	-0,000029739349	0,001757638984	-0,041057634020	0,487087816300	-3,282623539713	16,185752876044	-2,544950683996
25	-0,000031383667	0,001766410829	-0,039406911005	0,448194849804	-2,945119329647	14,980810332419	4,092026596445
30	-0,000006405325	0,000412535746	-0,011083703503	0,170097247214	-1,785185183214	14,483398929873	0,861963068786
40	-0,000024079681	0,001345867849	-0,030028691809	0,351043656831	-2,542206031778	15,074084993167	2,204987671596
50	-0,000037417861	0,002098285830	-0,045755177639	0,499977030525	-3,164120012830	16,096082857965	-0,452161155737
60	0,000000054541	0,000050108987	-0,004083171729	0,117379817150	-1,667610199614	14,291925894411	0,426642202729
75	-0,000028621477	0,001630998155	-0,036286415976	0,406754349112	-2,679554124974	14,581141007191	4,063053114888
100	-0,000038837176	0,002208077184	-0,050110109127	0,592740339389	-4,152622424081	20,605507142526	-0,023079704158

QUADRO 22A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,000000000044	0,000000026653	-0,000006530436	0,000839241930	-0,061709272818	2,561235512983	32,967622689711
3	-0,000000000065	0,000000037144	-0,000008585196	0,001044025726	-0,073014395764	2,995205584408	18,807604253281
4	-0,000000000207	0,000000093601	-0,000017305029	0,001698702798	-0,097232409209	3,295329856405	28,162066991193
5	-0,000000000078	0,000000042703	-0,000009558914	0,001127818669	-0,075755947806	2,886731894642	32,264066958827
6	-0,000000000105	0,000000047292	-0,000009026977	0,000960495412	-0,062168086488	2,375135132334	43,725026760336
7,5	-0,000000000082	0,000000042871	-0,000009127478	0,001029074795	-0,066669273497	2,441300440166	45,112602817673
10	-0,000000000217	0,000000101775	-0,000019499411	0,001973947238	-0,114660017834	3,888591252091	20,492716745668
12,5	-0,000000000095	0,000000046578	-0,000009459434	0,001039703683	-0,067904415619	2,644567211057	34,909998376593
15	-0,000000000043	0,000000030890	-0,000008199257	0,001074058843	-0,076199405060	2,933677581745	34,693751412635
20	-0,000000000074	0,000000038623	-0,000008389801	0,000985498456	-0,067531930292	2,689395667950	35,388123216422
25	-0,000000000191	0,000000090275	-0,000017258621	0,001725946054	-0,098036761093	3,198504633379	36,850564461605
30	-0,000000000192	0,000000088512	-0,000016669171	0,001656292024	-0,094001514767	3,054777501931	40,716238944158
40	-0,000000000145	0,000000069308	-0,000013519026	0,001399224255	-0,083528161127	2,888453643629	40,312935115941
50	-0,000000000233	0,000000109624	-0,000020890601	0,002072892583	-0,115487685310	3,645418888750	32,566754690752
60	-0,000000000167	0,000000078034	-0,000014993619	0,001536306268	-0,091020808675	3,122854514070	36,750563831523
75	-0,000000000092	0,000000049358	-0,000010690380	0,001201306693	-0,075887815057	2,733794749464	41,036886387187
100	-0,000000000129	0,000000061451	-0,000011924304	0,001220111727	-0,071917704779	2,473785668031	48,886881677059

QUADRO 23A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000541	0,000000233252	-0,000040173956	0,003557164101	-0,175901731583	5,020867319496	2,535407090607
1,5	-0,000000000683	0,000000294253	-0,000050417323	0,004399662761	-0,210126142613	5,580212096114	3,696041626238
2	-0,000000000762	0,000000328383	-0,000056227015	0,004897297715	-0,232606301041	6,061087374307	4,243596494225
3	-0,000000001033	0,000000437206	-0,000073160138	0,006169578380	-0,278703995716	6,686612569413	7,078280369941

QUADRO 24A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000522	0,000000226709	-0,000039338554	0,003503585834	-0,173676907220	4,951547226204	3,320929295774
1,5	-0,000000000720	0,000000307200	-0,000052059477	0,004487890878	-0,211560303437	5,551899184623	4,531067015552
2	-0,000000000799	0,000000341270	-0,000057902438	0,004994016936	-0,234765383446	6,061812739831	4,564586243007

QUADRO 25A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,000007147623	0,000404775180	-0,009995340734	0,149209630773	-1,570906805356	12,958315584593	0,487862479263
5	-0,000001366005	0,000157324561	-0,006024383430	0,116083347242	-1,393995998889	12,488391084171	1,567390320432
6	-0,000028158685	0,001655822775	-0,038769978878	0,469353391624	-3,350652102802	17,662387578271	-1,516865990230
7,5	-0,000004725950	0,000377445412	-0,011799578557	0,193440984401	-1,953344005143	14,570827848698	0,489756281098
10	-0,000021810233	0,001210692183	-0,027332550438	0,337099965664	-2,703316371893	16,886512773884	0,063515586376
12,5	-0,000002670056	0,000332462546	-0,013333523920	0,256577217528	-2,759628561447	18,667774371154	0,598074109888
15	-0,000032925165	0,001885724265	-0,043410117863	0,529598633973	-3,951995200327	21,159365356591	-0,174507933844
20	-0,000002743455	0,000321292677	-0,012761799329	0,245972070193	-2,654436955667	18,167712780577	-0,353654834285
25	-0,000014724127	0,000842174448	-0,020658800408	0,297383242900	-2,859043216273	19,174437050104	0,432678626132
30	-0,000008413811	0,000679741879	-0,021387650051	0,345826440461	-3,247348051449	19,999576598427	0,176478166307
40	-0,000054491828	0,002914977154	-0,061592630597	0,671987238288	-4,361407510120	20,736028920980	1,331938643616
50	-0,000026088041	0,001573993834	-0,038758555376	0,510824870650	-4,060349952130	21,968109207882	-0,054882346979
60	-0,000032048858	0,001993857271	-0,049522278418	0,635024540454	-4,675953406206	22,734791239321	0,031925361149
75	-0,000020156588	0,001375663877	-0,037853165158	0,543650988769	-4,501203680358	23,693543042549	0,213014264781
100	-0,000030534973	0,001828127712	-0,045165102128	0,604395211638	-4,871069307338	25,447943771746	0,089133909058

QUADRO 26A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,000000000095	0,000000048045	-0,000009998869	0,001112841570	-0,071842458922	2,658893242460	38,256108777305
5	-0,000000000051	0,000000026922	-0,000006114707	0,000761874583	-0,055790694736	2,319452899955	42,322902014961
6	-0,000000000089	0,000000045023	-0,000009392842	0,001049888781	-0,068144546913	2,530636694301	42,494366324495
7,5	-0,000000000020	0,000000016609	-0,000004850942	0,000690820387	-0,053488501599	2,241511229035	45,076961052360
10	-0,000000000093	0,000000045802	-0,000009364118	0,001031411840	-0,066104645054	2,425259128170	46,068773851001
12,5	-0,000000000095	0,000000045238	-0,000008952433	0,000957504891	-0,060082209719	2,161886789641	51,778628387642
15	-0,000000000099	0,000000048822	-0,000009877718	0,001060919490	-0,065307948356	2,257724999333	52,715657635406
20	-0,000000000200	0,000000093063	-0,000017619409	0,001751911226	-0,098689033062	3,131918893010	41,825372733970
25	0,000000000009	0,000000001052	-0,000001632251	0,000359528798	-0,034984781685	1,668963951151	56,416463675444
30	-0,000000000069	0,000000036601	-0,000007925153	0,000904055993	-0,058816354716	2,156661839280	53,108606161175
40	-0,000000000070	0,000000039448	-0,000008907508	0,001037580208	-0,067419470605	2,438954400493	49,254068290711
50	-0,000000000184	0,000000084884	-0,000015934320	0,001567186753	-0,087243718136	2,746722114765	49,889275025858
60	-0,000000000133	0,000000060407	-0,000011306889	0,001131981314	-0,065947495267	2,252815390743	52,841550607921
75	-0,000000000090	0,000000045990	-0,000009624020	0,001056163311	-0,065429686178	2,283334242573	54,097089115679
100	0,000000000057	-0,000000019103	0,000001829639	0,000041473017	-0,018075458386	1,155573242395	66,615911534848

QUADRO 27A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
3	-0,000021105481	0,001166850307	-0,025456223565	0,288282003916	-2,039475581432	12,665227358879	0,337104915424
4	0,000001964037	-0,000038103823	-0,001578155320	0,069193099854	-1,187108296260	12,267475488194	0,400249046579
5	-0,000002759881	0,000186003942	-0,005846648602	0,112316716871	-1,434774324348	13,051843949376	0,276735873241
6	-0,000013848708	0,000730743572	-0,016231293928	0,212799717025	-1,990091561175	14,778422324451	0,370564290029
7,5	-0,000015719590	0,000979525313	-0,024225239003	0,312324391820	-2,471469924714	15,402439066322	0,090716500866
10	-0,000004205187	0,000365266223	-0,012398851161	0,219732293129	-2,307805731539	16,351940638310	0,447718981892
12,5	-0,000011925871	0,000842894012	-0,023643114782	0,349182933071	-3,116985909268	19,226538210959	-0,264915838222
15	-0,000035472464	0,002137600784	-0,051790831903	0,654362048072	-4,799104686400	23,253754937412	0,073474020232
20	-0,000025821176	0,001470081472	-0,033448467903	0,402158612688	-3,021148032226	17,665836181382	0,654592709392
25	-0,000044882975	0,002561051483	-0,057815862501	0,671006994808	-4,543672225574	21,651367242694	0,290983342800
30	-0,000045950274	0,002614429587	-0,059328141212	0,696516408375	-4,749896271918	22,246173431786	0,416190286443
40	-0,000028638972	0,001661123169	-0,039078435914	0,487881895707	-3,671476634376	19,725140180384	0,382862288186
50	-0,000044712707	0,002586584951	-0,059756458884	0,714831259695	-4,958759605563	23,251685557658	0,400702382625
60	-0,000032725147	0,001981800244	-0,048564478134	0,627541768245	-4,779353484004	24,159081073359	-4,238300119991
75	-0,000036218396	0,002100021759	-0,049407038483	0,617561264789	-4,617308793611	23,333506577951	0,620932256585
100	-0,000066880220	0,003795935468	-0,085540029693	0,989077177985	-6,512269311447	27,730329899114	0,621620530792

QUADRO 28A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
3	-0,00000000115	0,000000054124	-0,000010599806	0,001126771109	-0,071275286241	2,668892032842	34,695671020567
4	-0,00000000082	0,000000042421	-0,000009020598	0,001024556461	-0,067577863182	2,560430794723	39,103961691047
5	-0,00000000115	0,000000058043	-0,000011945538	0,001301585328	-0,081412827007	2,901037656192	37,385209584537
6	-0,00000000125	0,000000059646	-0,000011725581	0,001231904871	-0,075341044923	2,667425291877	41,417993988062
7,5	-0,00000000132	0,000000065964	-0,000013411940	0,001432016565	-0,086916270874	2,980293003668	38,869552578517
10	-0,00000000134	0,000000064261	-0,000012617342	0,001316088246	-0,079004075149	2,713723504236	43,487028741323
12,5	0,00000000013	-0,00000000267	-0,000001370007	0,000322598196	-0,032101955473	1,551460370645	57,034914421094
15	-0,00000000112	0,000000054098	-0,000010663906	0,001105775806	-0,065621834879	2,212097519377	53,516367924796
20	-0,00000000193	0,000000086751	-0,000015889077	0,001536351348	-0,085288054351	2,733868899602	46,331792863281
25	-0,00000000090	0,000000046720	-0,000009895075	0,001098638938	-0,068805602237	2,403163068785	50,672694216496
30	-0,00000000078	0,000000040569	-0,000008635619	0,000975701485	-0,063039038420	2,286769877065	51,669400376850
40	-0,00000000106	0,000000051950	-0,000010471418	0,001124768720	-0,069694512039	2,472560867722	49,032105228583
50	-0,00000000184	0,000000086548	-0,000016472876	0,001634225679	-0,091152339209	2,853204080730	48,885931826483
60	-0,00000000036	0,000000022700	-0,000005646719	0,000723571073	-0,051612462377	2,039604856981	53,749175712918
75	-0,00000000219	0,000000098504	-0,000017871266	0,001689070849	-0,089965914750	2,728732254749	51,169389137935
100	-0,00000000034	0,000000021678	-0,000005402739	0,000685198000	-0,047666661284	1,798849064313	61,724265187692

QUADRO 29A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000498	0,00000213416	-0,000036527256	0,003207931039	-0,157294165842	4,529795317899	2,267157893297
1,5	-0,00000000674	0,00000289997	-0,000049608526	0,004315145961	-0,205207859237	5,428035810605	4,455117070751
2	-0,00000000734	0,00000315175	-0,000053757273	0,004659715961	-0,220101905328	5,737198416809	4,462638994205
3	-0,00000000598	0,00000260184	-0,000045346059	0,004070837907	-0,203753672621	5,734156392887	3,307694925616

QUADRO 30A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000462	0,00000201153	-0,000034977547	0,003117626295	-0,154769880533	4,494680127429	2,418476643312
1,5	-0,00000000716	0,00000306461	-0,000052015776	0,004477003556	-0,209978679756	5,466799263718	4,594708835985
2	-0,00000000727	0,00000311616	-0,000053112322	0,004605581969	-0,217879105804	5,692256462642	4,794725344785
3	-0,00000000615	0,00000266170	-0,000046077632	0,004109583745	-0,204506756812	5,730093822270	3,581709547941

QUADRO 31A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,000032160980	0,001829875749	-0,040952813240	0,466430226457	-3,101163798000	15,910503804268	0,007045009282
5	-0,000018976239	0,001036511357	-0,022594671815	0,264202814475	-2,056042045498	13,940607422027	0,483160653776
6	-0,000003188541	0,000284723843	-0,009924353863	0,180519945338	-1,944825488800	14,256352066235	0,459185556548
7,5	-0,000010875136	0,000653645251	-0,016726931540	0,240728380759	-2,210469866785	15,058916569662	0,298470636452
10	-0,000029571773	0,001649057050	-0,036424162902	0,418065213227	-2,934016051498	16,355018761821	0,265099691562
12,5	-0,000029007058	0,001646718707	-0,037184643844	0,439217635141	-3,181375832149	17,727406843984	0,431712132091
15	-0,000023280112	0,001422833804	-0,035085449588	0,455964857803	-3,548239671921	19,481915920286	0,395035777195
20	-0,000024501759	0,001470407347	-0,035990264592	0,472950882066	-3,785418454170	20,917903029698	0,579496187702
25	-0,000053240846	0,003064462353	-0,070039652140	0,822574868507	-5,545784412597	24,893266405291	-0,039500071402
30	-0,000039648038	0,002226523418	-0,050467944230	0,604728021770	-4,347508485397	21,865513465878	0,451413166187
40	-0,000049326930	0,002876806314	-0,066990178892	0,806294361998	-5,581930634600	25,403116284925	0,491238323158
50	-0,000037680463	0,002199087956	-0,051763606755	0,641693899239	-4,717863514788	23,439213334516	0,712613560720
60	-0,000069549281	0,003919364110	-0,087049448636	0,980259272693	-6,200838302174	25,727308843209	1,481267499036
75	-0,000056589907	0,003288805287	-0,076173240527	0,911249742152	-6,257456095739	27,653602708900	0,701797561328
100	-0,000056864445	0,003399519273	-0,081147081950	0,996230849274	-6,893246842417	29,505075520463	0,711450699937

QUADRO 32A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,000000000093	0,000000045376	-0,000009249262	0,001023691594	-0,066870491934	2,531358238908	39,626241970281
5	-0,000000000098	0,000000048686	-0,000010024502	0,001110065943	-0,071757412412	2,655887626569	39,192240934226
6	-0,000000000018	0,000000012589	-0,000003575029	0,000520876363	-0,042678893038	1,972975580188	42,546626456444
7,5	-0,000000000102	0,000000051507	-0,000010669734	0,001172540127	-0,074180548828	2,682279898591	40,206834471591
10	-0,000000000123	0,000000059201	-0,000011681753	0,001225199297	-0,074452676719	2,624505715197	42,178318055373
12,5	-0,000000000099	0,000000049179	-0,000010007000	0,001082581970	-0,067586331005	2,422139806172	46,740156141463
15	-0,000000000116	0,000000057275	-0,000011583069	0,001234101919	-0,074853795192	2,561328987632	47,392907528269
20	-0,000000000045	0,000000027802	-0,000006692378	0,000822076417	-0,055989513422	2,093329419975	53,725361996565
25	-0,000000000121	0,000000056155	-0,000010743420	0,001096508422	-0,064643417166	2,172050818551	55,814177613079
30	-0,000000000138	0,000000068414	-0,000013733708	0,001439892300	-0,084746171860	2,772852107685	48,411049695236
40	-0,000000000129	0,000000063295	-0,000012553547	0,001299330587	-0,075536117706	2,439613577362	54,995338510005
50	-0,000000000103	0,000000052067	-0,000010739424	0,001158971297	-0,070389123916	2,384855082061	53,463814898293
60	-0,000000000067	0,000000035293	-0,000007624783	0,000868065989	-0,056125780937	2,035397000655	57,529191560030
75	-0,000000000045	0,000000025518	-0,000005790949	0,000684127486	-0,045449694908	1,686150420748	63,401274913928
100	-0,000000000162	0,000000074897	-0,000014079109	0,001382116024	-0,076312909738	2,355702617231	58,443677928494

QUADRO 33A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,000003058036	0,000298790936	-0,010641313161	0,189978422936	-1,976690282821	14,323175309204	0,198690989547
5	-0,000027740550	0,001519316809	-0,032818127911	0,367667442327	-2,556633917151	14,887713553066	0,289692268926
6	-0,000003396428	0,000228247815	-0,007029719480	0,131222019957	-1,603591716570	13,474659178870	0,376896468407
7,5	0,000003206628	-0,000048168626	-0,003350238215	0,119141004332	-1,687316419258	14,247976988725	0,307037555880
10	-0,000031012274	0,001760756295	-0,039695603422	0,462570696349	-3,211318921064	16,990487077295	0,282205833116
12,5	-0,000021934578	0,001211419759	-0,027027529475	0,324404702700	-2,501236191061	15,500834652820	4,145754041335
15	-0,000035602812	0,001943067134	-0,042415361213	0,490938392232	-3,538736482847	19,238014844976	0,487288371935
20	-0,000023498560	0,001451560326	-0,036797730365	0,499024651016	-4,032630208427	21,711946797984	0,660500725737
25	-0,000042327286	0,002498039867	-0,058900826943	0,720060531299	-5,106618001386	24,122788907893	0,329309380903
30	-0,000031719072	0,001900892237	-0,045887191484	0,581019386939	-4,339585688243	22,074360692648	0,404721491370
40	-0,000019370643	0,001267173941	-0,034055486291	0,490165906402	-4,193767118702	23,273051295412	0,760640793302
50	-0,000045713973	0,002625127338	-0,060287379733	0,721863935158	-5,080615352432	24,163660564389	0,493300386683
60	-0,000048684729	0,002775916578	-0,063411814310	0,755963537026	-5,280219742081	24,714723330079	0,609095765305
75	-0,000038373195	0,002347074179	-0,057834990418	0,744587022162	-5,552240636867	26,521338973675	0,708908457983
100	-0,000067366295	0,003878718277	-0,089147484161	1,054603664050	-7,054453256066	29,605502595514	-0,217240675046

QUADRO 34A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
4	-0,00000000171	0,000000081719	-0,000015893670	0,001627666909	-0,095144104600	3,163903714001	34,349209751101
5	-0,00000000134	0,000000064364	-0,000012794559	0,001361641859	-0,084060375995	2,958267405352	36,419103979322
6	-0,00000000150	0,000000070653	-0,000013598259	0,001381487770	-0,080979465815	2,799603311226	35,798839154854
7,5	-0,00000000034	0,000000023858	-0,000006309606	0,000838606658	-0,061389934074	2,455245800181	41,826114745493
10	-0,00000000159	0,000000076895	-0,000015203791	0,001577605915	-0,092873557686	3,094481916277	37,859641063948
12,5	-0,00000000104	0,000000051270	-0,000010391947	0,001118529227	-0,069308038374	2,459415131205	46,489399283367
15	-0,00000000131	0,000000064191	-0,000012817238	0,001347119086	-0,080366591993	2,694049115856	46,374166002509
20	-0,00000000097	0,000000046912	-0,000009401758	0,001011187942	-0,062982298476	2,228882400483	52,808690156176
25	-0,00000000104	0,000000047860	-0,000009179064	0,000950293453	-0,057622342126	2,011894876846	57,031168951706
30	-0,00000000045	0,000000026534	-0,000006348274	0,000789112591	-0,054909564599	2,107785414036	54,040415094813
40	-0,00000000159	0,000000073864	-0,000013987893	0,001391023454	-0,078227536362	2,465233872011	55,045235527411
50	-0,00000000002	0,000000004897	-0,000002079828	0,000366544629	-0,032664113628	1,506892247305	61,257406823016
60	-0,00000000019	0,000000016239	-0,000004627589	0,000632748589	-0,046319104069	1,824768787854	59,388822962169
75	-0,00000000172	0,000000079380	-0,000014868065	0,001455026821	-0,080095298149	2,461100232326	56,724595275432
100	-0,00000000118	0,000000056454	-0,000011075945	0,001147311979	-0,067100400764	2,185548833938	59,534394397728

QUADRO 35A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000345	0,000000149884	-0,000026126870	0,002370585241	-0,123846774009	3,973558535755	1,577525826482
1,5	-0,000000000388	0,000000168506	-0,000029290619	0,002631298454	-0,133884789570	4,105823957094	1,400882994606
2	-0,000000000574	0,000000246150	-0,000042151782	0,003697836813	-0,179699960934	4,995219638852	3,801692558
3	-0,000000000630	0,000000270805	-0,000046440476	0,004078568463	-0,197918738880	5,433022789670	3,097836783
4	-0,000000000728	0,000000312087	-0,000053180569	0,004613193956	-0,218963080109	5,790112347835	3,002758397

QUADRO 36A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000291	-0,000000000291	-0,000000000291	-0,000000000291	-0,115966906932	3,854653345386	2,207484795819
1,5	-0,000000000396	0,000000171154	-0,000029628839	0,002651950448	-0,134504920608	4,111794597782	1,402818785571
2	-0,000000000538	0,000000233274	-0,000040415349	0,003588575744	-0,176547473465	4,961707897432	3,863713926344
3	-0,000000000625	0,000000269052	-0,000046218647	0,004064841856	-0,197412717360	5,419276970386	3,251092402210
4	-0,000000000659	0,000000284438	-0,000048861023	0,004285290775	-0,206489083002	5,569005452083	4,327788888130

QUADRO 37A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
5	0,000023630929	-0,001135765092	0,018643705188	-0,093951294326	-0,595683709657	10,652422815392	-0,205429757
6	0,000002744384	-0,000030552562	-0,003112516710	0,098939356162	-1,333335979919	11,933106533118	-0,23884685
7,5	-0,000015333248	0,000774649880	-0,015569036880	0,173302342555	-1,440022299805	11,850044094445	0,064612109
10	-0,000026649177	0,001520989299	-0,033995105537	0,384942457408	-2,571653850210	14,281848979814	0,304924324
12,5	0,000012112088	-0,000503639136	0,004828553177	0,068662985252	-1,828692496442	16,830235425001	-0,386231179
15	-0,000019620078	0,001223013692	-0,030795301598	0,410767819541	-3,315682723038	19,056101172066	-0,312689152
20	-0,000021281229	0,001352330917	-0,034886283191	0,477029248	-3,891156951	21,476213026444	0,104951161
25	-0,000038254238	0,002180139640	-0,049647811912	0,590928748180	-4,213281296	21,513425032139	0,100193891
30	-0,000033802004	0,001936108445	-0,044194672497	0,524309656396	-3,706659023	19,231546320048	-0,165585567
40	-0,000053309742	0,003060324304	-0,069826729062	0,816549169605	-5,426565385	23,867902961615	0,555041017
50	-0,000016134922	0,001031526886	-0,027669930471	0,407098426251	-3,637630444	21,44514659	0,090473202
60	-0,000041845964	0,002559948773	-0,062766580285	0,796247985407	-5,755229687570	26,283359259507	-0,406898088
75	-0,000040694351	0,002520880379	-0,062889035702	0,819681608743	-6,15845332	28,936500864629	-0,208895347
100	-0,000083934929	0,004964000918	-0,116701169634	1,395943857185	-9,163023186749	35,121721084557	0,541762863069

QUADRO 38A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
5	-0,000000000073	0,000000042401	-0,000009802591	0,001169497130	-0,078748782364	3,004470873750	28,36723796
6	0,000000000085	0,000000046136	-0,000010301863	0,001219301216	-0,082407043580	3,140883340362	31,51708572
7,5	-0,000000000110	0,000000056098	-0,000011819182	0,001324756977	-0,085366066512	3,156270658076	32,16835237
10	-0,000000000136	0,000000067524	-0,000013783354	0,001491825715	-0,092321019522	3,249165407164	33,7761763
12,5	-0,000000000062	0,000000033826	-0,000007532051	0,000882183619	-0,058926865783	2,225290329026	50,55163957
15	-0,000000000166	0,000000074926	-0,000013893477	0,001376503096	-0,079427774063	2,662282266117	46,60205232
20	-0,000000000099	0,000000050351	-0,000010456298	0,001139737394	-0,070333825769	2,422236689610	51,48659785
25	-0,000000000036	0,000000023586	-0,000005980784	0,000765229768	-0,053944384	2,070246638267	54,72820464
30	-0,000000000177	0,000000084593	-0,000016504726	0,001690165833	-0,097416363	3,163014340123	41,42946323
40	0,000000000162	0,000000077124	-0,000014955767	0,001526037923	-0,088254058	2,860374949384	47,35319317
50	-0,000000000174	0,000000080372	-0,000015068230	0,001479266484	-0,08236773	2,601556925909	51,54730521
60	-0,000000000090	0,000000044896	-0,000009149864	0,000982272667	-0,060063378	2,101385465659	55,5111194
75	-0,000000000107	0,000000051484	-0,000010127330	0,001047720249	-0,061310991	1,982331082718	63,46463336
100	-0,000000000096	0,000000045716	-0,000008907757	0,000915977761	-0,053743699539	1,776394230936	65,379015113006

QUADRO 39A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 0% e 17%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
5	-0,000020376679	0,001220596206	-0,028996353386	0,351080705926	-2,443517953370	13,129454571792	0,151208121360
6	-0,000042571162	0,002312576635	-0,048788079214	0,513508686306	-3,072187621096	14,677940611769	0,017131477901
7,5	-0,000021908911	0,001271975293	-0,029229052769	0,345494313380	-2,440234850439	14,024699335515	0,064402804082
10	-0,000035838689	0,001977145694	-0,042685343944	0,465438966032	-2,949140509951	15,065926864405	0,421888130603
12,5	-0,000017171605	0,001116515737	-0,029529244462	0,413367387275	-3,437638345629	19,537893425399	0,220170086564
15	-0,000029820591	0,001781785834	-0,042880199579	0,540609789651	-4,009798242760	20,482637589251	0,473866017702
20	-0,000040044825	0,002364201123	-0,055846903352	0,685631153859	-4,896095114693	23,346847830868	0,628629977554
25	-0,000057404705	0,003249977769	-0,072803236748	0,833495737711	-5,435847801829	23,698377506683	1,538062858613
30	-0,000017311864	0,001100325573	-0,028355780574	0,388266309485	-3,211527093678	18,736653747853	-0,010168441982
40	-0,000045112630	0,002533192653	-0,056367741680	0,648511396718	-4,422664970569	21,625703216465	0,778196457684
50	-0,000060017443	0,003422816030	-0,077316735551	0,892524412842	-5,846492712230	25,173129057070	0,500544372947
60	-0,000068160941	0,003898749987	-0,088267591185	1,019219770127	-6,620415646986	27,317308566693	0,565405803061
75	-0,000053222835	0,003147323640	-0,074843596740	0,927041989480	-6,592169762923	29,369890824493	1,160125541653
100	-0,000061067418	0,003680077619	-0,088605397021	1,095891408687	-7,586555221362	31,739303124454	1,198421066765

QUADRO 40A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores convencionais com índice de carregamento entre 18% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
5	-0,00000000104	0,000000053511	-0,000011323759	0,001271862510	-0,082517904041	3,084298084379	27,729201637259
6	-0,00000000084	0,000000046114	-0,000010283691	0,001211148287	-0,081507130546	3,107964805204	31,771414653456
7,5	-0,00000000130	0,000000065561	-0,000013479995	0,001464219996	-0,091047900807	3,251848516133	31,819853226889
10	-0,00000000042	0,000000026896	-0,000006843766	0,000896936450	-0,065806082740	2,680095743417	38,174117273572
12,5	-0,00000000123	0,000000058470	-0,000011446248	0,001201755749	-0,073452727210	2,581163526163	46,927775627727
15	-0,00000000137	0,000000064741	-0,000012558793	0,001292730193	-0,076409975576	2,582693507974	47,908733744235
20	-0,00000000094	0,000000046104	-0,000009312767	0,001004644941	-0,062694158036	2,226082837253	53,332527863281
25	-0,00000000114	0,000000054414	-0,000010730585	0,001126363039	-0,068026179723	2,333411570021	52,810284676917
30	-0,00000000056	0,000000029878	-0,000006638203	0,000795298472	-0,055221764695	2,184527190319	49,858970399994
40	-0,00000000110	0,000000054323	-0,000011102565	0,001204760755	-0,074417323233	2,569025227088	49,760156708066
50	-0,00000000180	0,000000082133	-0,000015178599	0,001471140642	-0,081146677280	2,554953943346	52,193378430913
60	0,000000000000	0,000000005557	-0,000002369606	0,000396806283	-0,033568863189	1,509327951440	60,591457311131
75	-0,00000000055	0,000000027883	-0,000005877332	0,000666738060	-0,043674955205	1,589515882222	66,666175864537
100	-0,00000000126	0,000000058387	-0,000011042225	0,001100709647	-0,062344638833	1,978406624461	63,623625268129

QUADRO 41A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000015814577	0,000866321713	-0,019174559613	0,231027153530	-1,831944487954	12,222318218682	0,637123290594
1,5	-0,000003021294	0,000280314491	-0,010065085592	0,185832335220	-2,004776383950	14,709386382599	0,770484514284
2	-0,000036674880	0,002147162177	-0,049683451508	0,584869844325	-3,900578744367	18,011552383245	1,705208462978
3	-0,000009403882	0,000628143025	-0,016792343484	0,237856492661	-2,095626454169	14,334961038326	-3,076585425955
4	-0,000056271976	0,003274906439	-0,075127049168	0,868556897173	-5,521891500944	22,603037608101	-4,669232973071
5	-0,000005422901	0,000355791665	-0,010669990655	0,190203838386	-2,177294752444	16,751347363873	2,541773435518
6	0,000059534251	-0,003126782960	0,059011767579	-0,429165737456	-0,125397090230	17,564857273899	-9,023464156656
7,5	-0,000023976655	0,001529751592	-0,039858931331	0,550550242161	-4,446146591187	22,990797611227	0,094001020003
10	-0,000002503390	0,000130467483	-0,002813703612	0,042475712424	-0,676148146298	9,581757931700	1,867903802379
12,5	-0,000036599669	0,002035505071	-0,044564601345	0,496147757220	-3,198068145265	15,707646052773	1,581642817632
15	-0,000030060014	0,001804435132	-0,043589427887	0,553974449400	-4,174584972551	21,555205018612	-4,423807415166
20	-0,000020920592	0,001162357762	-0,026825468162	0,350003243983	-3,010137893782	18,965070046318	-3,555812105530
25	-0,000011449636	0,000762501244	-0,021181424673	0,323041816616	-3,035311538188	19,353102488050	0,271808684950
30	-0,000035464534	0,002087294513	-0,048825697051	0,591750730338	-4,253094041426	21,816472626732	0,524212287323
40	-0,000124104233	0,007060133736	-0,157432463594	1,756190631827	-10,567841047043	37,521563201265	-13,297665124720
50	-0,000061288310	0,003459527335	-0,077339057824	0,885165458105	-5,781898175948	25,312330853127	-4,660961239558
60	-0,000005393431	0,000230371062	-0,004622507544	0,080980312239	-1,256043346453	13,202669524311	5,067768956897
75	-0,000118951481	0,006715239931	-0,147722563511	1,608148550526	-9,317553616231	32,407861532195	-6,186284260230
100	-0,000079685226	0,004437619918	-0,096679042821	1,057300341250	-6,442382527802	26,027549201493	1,733509835477

QUADRO 42A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000106	0,000000051055	-0,000010124726	0,001076859719	-0,067461711538	2,532391827960	32,990136593262
1,5	-0,00000000087	0,000000045406	-0,000009833930	0,001136625856	-0,075607165999	2,846114575567	37,647890277698
2	-0,00000000020	0,000000014469	-0,000003989874	0,000562117238	-0,044481973568	1,968588740442	44,832811404908
3	0,00000000010	0,000000002565	-0,000002263685	0,000461999284	-0,044547106348	2,211870138722	39,566363626583
4	-0,00000000084	0,000000042553	-0,000008952034	0,001004921079	-0,065503824830	2,509684630027	40,456213103827
5	-0,000000000154	0,000000074260	-0,000014679408	0,001532766992	-0,090817895286	2,972428518106	45,265471133794
6	0,00000000030	-0,000000008741	0,000000346617	0,000129621133	-0,019585632096	1,217319030026	55,558183887489
7,5	-0,00000000066	0,000000032704	-0,000006762779	0,000757448079	-0,049520150439	1,880309710629	54,196532871282
10	-0,000000000121	0,000000061572	-0,000012880748	0,001435309297	-0,092030214698	3,371030057694	31,077616509746
12,5	-0,00000000032	0,000000018289	-0,000004426349	0,000581708504	-0,044793040612	2,047490668585	42,784054330887
15	-0,000000000170	0,000000080154	-0,000015408884	0,001566419636	-0,091264195680	3,049124554275	41,401250511913
20	-0,00000000012	0,000000010389	-0,000003262836	0,000504616146	-0,042653440433	1,961869461629	50,619513197939
25	-0,000000000142	0,000000066792	-0,000013004393	0,001349169992	-0,080331732041	2,716117718468	48,004528380501
30	-0,000000000183	0,000000085878	-0,000016335142	0,001620133656	-0,090222258360	2,806483590876	51,086461968556
40	-0,00000000084	0,000000041456	-0,000008492275	0,000930008341	-0,058930784755	2,147792352326	55,291225485041
50	-0,000000000217	0,000000100762	-0,000019023708	0,001881237168	-0,104628874971	3,248832886182	44,094522776121
60	-0,00000000046	0,000000026330	-0,000006189864	0,000771483031	-0,054993198990	2,215425594784	50,546113419720
75	-0,00000000048	0,000000026729	-0,000006071138	0,000731417028	-0,050477565646	1,968544065861	57,273986269037
100	-0,000000000135	0,000000066690	-0,000013273256	0,001371019479	-0,079191209951	2,548961558117	54,702881539521

QUADRO 43A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	0,000010305822	-0,000601803411	0,012502858381	-0,092669617136	-0,316567081840	10,014840507781	-1,280906151060
1,5	-0,000026755797	0,001522020396	-0,034386443060	0,402795554716	-2,830095049157	15,580973546737	-0,444273929766
2	0,000023033185	-0,001101060532	0,018121430088	-0,092450941237	-0,633301025322	11,507110097709	3,383357021884
3	-0,000035589860	0,001930877461	-0,040182597632	0,410086571027	-2,396340415557	12,677994459545	1,414577164031
4	-0,000040699088	0,002307312521	-0,051829510504	0,595273360943	-3,915532502443	18,286273946713	-0,792878093078
5	-0,000008640133	0,000574315864	-0,016890349635	0,285301401116	-2,993199770043	20,457876319703	-4,669037172354
6	-0,000035377839	0,002292965564	-0,059893606585	0,810127581951	-6,143073214839	27,816652965981	-6,525171643678
7,5	-0,000032265597	0,001811904875	-0,041147595889	0,503418657872	-3,851543561273	20,996270373231	0,644586827618
10	-0,000011305467	0,000737243155	-0,018464599395	0,235006754394	-1,853777393021	12,813309396604	-0,507945489454
12,5	-0,000043628110	0,002561084021	-0,059014678951	0,681295999434	-4,319545353101	18,483367740350	-0,482634973720
15	-0,000050083788	0,002586202962	-0,050793541096	0,485697966773	-2,703513035828	14,217850468590	4,755422748292
20	0,000042961289	-0,002308696645	0,046411292262	-0,409753009188	1,027812602941	8,835491869111	4,314176373803
25	-0,000033345649	0,001987214771	-0,047135179334	0,575996058048	-4,091963965872	20,488392506497	0,850657353556
30	0,000036928553	-0,001874483095	0,033747833295	-0,216272480674	-0,611496584883	15,816674106245	1,508083882687
40	0,000055659157	-0,002848089819	0,053104342424	-0,402706828180	0,323834439834	13,209308426668	4,423444589080
50	-0,000023045582	0,001374908229	-0,033446605250	0,436741982802	-3,492163220894	19,823194843910	0,893924838558
60	-0,000050637015	0,003008615776	-0,070189728150	0,822539544674	-5,328937497098	22,863220663224	-1,609469944729
75	-0,000062088692	0,003570964548	-0,081027298096	0,930133898656	-5,946688119627	24,859255162927	0,367283513321
100	0,000034236025	-0,001680661971	0,028068514767	-0,131989750063	-1,264308400754	18,233872185845	0,187866822119

QUADRO 44A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 2 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000115	0,00000057848	-0,000011802183	0,001264562676	-0,077776055641	2,801021728903	30,304841185624
1,5	-0,00000000096	0,00000049307	-0,000010433418	0,001180823885	-0,077274179713	2,883519586788	37,272258599917
2	-0,00000000091	0,00000043980	-0,000008813870	0,000955569762	-0,061213745455	2,317581951640	42,008776341292
3	-0,00000000101	0,00000052007	-0,000010989399	0,001233015537	-0,080046567545	3,006779075889	32,886976791851
4	-0,00000000046	0,00000024909	-0,000005676852	0,000704739386	-0,051430108854	2,197603348926	42,875922695497
5	-0,00000000068	0,00000035196	-0,000007658966	0,000898212347	-0,060787339725	2,283170114695	51,073908083769
6	0,00000000034	-0,00000006996	-0,00000588689	0,000275074239	-0,029752477288	1,541031715990	51,848871254922
7,5	-0,00000000065	0,00000034427	-0,000007399223	0,000836077590	-0,053721031037	1,971479825236	53,606345513412
10	-0,00000000119	0,00000062083	-0,000013264679	0,001498947989	-0,096527964470	3,510458074094	29,512102556638
12,5	-0,00000000140	0,00000062134	-0,000011480711	0,001149062439	-0,068394327583	2,513205772325	39,584484491884
15	-0,00000000090	0,00000048831	-0,000010687452	0,001218301731	-0,078255610069	2,825193653792	42,564138758160
20	-0,00000000182	0,00000085750	-0,000016469008	0,001665907730	-0,096131786932	3,166737027930	40,432646917850
25	-0,00000000068	0,00000035800	-0,000007764350	0,000899405696	-0,059884401733	2,256187011565	51,921146358815
30	-0,00000000096	0,00000049937	-0,000010505281	0,001155029859	-0,071305470249	2,438651917578	53,762686702161
40	-0,00000000203	0,00000094727	-0,000017862196	0,001754859124	-0,096822701373	2,994191961085	48,116886638045
50	-0,00000000092	0,00000047547	-0,000010021601	0,001114037627	-0,070466020461	2,516589159597	49,742936764664
60	-0,00000000021	0,00000017367	-0,000005016984	0,000703131682	-0,053255162017	2,196641687982	50,649296033465
75	-0,00000000034	0,00000021136	-0,000005258799	0,000681964340	-0,049660082591	1,996111944936	56,559196301386
100	-0,00000000137	0,00000065829	-0,000012933751	0,001335799046	-0,077910497498	2,542806257474	54,203880170003

QUADRO 45A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$
1	-0,000023428172	0,001333755322	-0,030459181520	0,364107701654	-2,604208008642	14,205544373585	0,091310544184
1,5	0,000001308993	0,000029978826	-0,004258244617	0,116060030781	-1,514718229185	12,170961407348	-0,210055125842
2	0,000011794138	-0,000575186984	0,009364852757	-0,032831227281	-0,756012204824	11,566751551534	-0,156448782612
3	-0,000006318334	0,000562528523	-0,018607416613	0,304364099029	-2,760903975579	15,961857643562	-0,106627096306
4	-0,000008820912	0,000665033450	-0,020076770296	0,319459801397	-3,001316791608	18,363066615273	-0,530411328323
5	-0,000014962932	0,000863121637	-0,020195345444	0,255777595019	-2,104250386194	14,397494215691	-0,309337302557
6	-0,000045750367	0,002578849533	-0,057800471216	0,673440781998	-4,668763242499	22,745264286386	0,277745953072
7,5	-0,000042828088	0,002562628762	-0,061558453680	0,768102919750	-5,519193358447	25,684843652815	0,589660728895
10	-0,000035734771	0,002175479413	-0,053555180017	0,691883464719	-5,203846837673	25,311780668841	0,686244090558
12,5	-0,000031889148	0,001897802416	-0,045462385798	0,573887585657	-4,343660485771	22,774819739018	0,947201605599
15	-0,000018822524	0,001273852731	-0,035363737622	0,524372496159	-4,581887782655	25,182988353268	-0,313611410376
20	-0,000086429118	0,004927175609	-0,111052051019	1,271055905641	-8,065720019545	31,243520890317	1,037290602437
25	-0,000095783987	0,005489809803	-0,124605885563	1,434384009811	-9,059339782953	33,769004249062	2,006087476840
30	-0,000081599872	0,004775531375	-0,110909322696	1,310563186005	-8,542284199758	33,097936566274	1,290111681051
40	-0,000072390980	0,004165722848	-0,095359467323	1,120201691169	-7,424884847831	30,611189937607	1,054504241254
50	-0,000117340606	0,006690987940	-0,150457234724	1,705681657077	-10,508416727013	37,510849104773	0,833801622676
60	-0,000066011601	0,003837901967	-0,089165413297	1,069358241423	-7,276869764046	30,737589949319	1,483007071609
75	-0,000082889869	0,004801788462	-0,111044867550	1,321179384285	-8,813392657849	35,112426870158	0,820619058047
100	-0,000114997229	0,006692724466	-0,154538639357	1,810837060124	-11,552543759302	41,596444411964	1,154691531048

QUADRO 46A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	0,00000000011	0,00000003755	-0,00002751191	0,000515662919	-0,046076186834	2,175055840048	36,720615109274
1,5	-0,00000000014	0,00000012016	-0,000003489801	0,000483351430	-0,037698231531	1,842892943143	35,125263079385
2	-0,00000000046	0,00000026981	-0,000006408451	0,000806515167	-0,058320443425	2,390374087408	39,615538106792
3	-0,00000000079	0,00000038781	-0,000007796461	0,000823993819	-0,050694928953	2,040849313642	37,105234138699
4	-0,00000000075	0,00000037315	-0,000007616849	0,000822861206	-0,051605924585	1,991952189727	45,725002407089
5	-0,00000000146	0,00000072736	-0,000014742574	0,001574516685	-0,095833779124	3,289605073349	35,917231271960
6	-0,00000000112	0,00000054712	-0,000010956591	0,001153529474	-0,068876550919	2,327656649615	52,379988107281
7,5	-0,00000000169	0,00000078737	-0,000014931721	0,001483934677	-0,083319045295	2,599001786684	53,560354303891
10	-0,00000000121	0,00000059452	-0,000011895169	0,001246332372	-0,073428062253	2,384982693818	55,508293032525
12,5	-0,00000000074	0,00000035371	-0,000007035665	0,000764364662	-0,049226275176	1,833218468054	60,548694379179
15	-0,00000000067	0,00000035543	-0,000007662214	0,000867645540	-0,055465698101	1,976725108789	59,509240309721
20	-0,00000000109	0,00000053889	-0,000010757244	0,001118540870	-0,065422563353	2,145848889555	59,161403102962
25	-0,00000000084	0,00000040533	-0,000007975553	0,000827468524	-0,049046623244	1,678972638916	64,179759187462
30	-0,00000000024	0,00000016851	-0,000004451250	0,000581711866	-0,041312185190	1,590737670016	64,980127719668
40	-0,00000000050	0,00000026748	-0,000005898844	0,000691567827	-0,046122826494	1,710826687679	64,276629318963
50	-0,00000000161	0,00000073427	-0,000013622202	0,001320869945	-0,072090499119	2,195426140629	62,564740091468
60	-0,00000000059	0,00000030574	-0,000006511258	0,000729670672	-0,046409873327	1,653873345902	66,562736377348
75	-0,00000000149	0,00000066547	-0,000012011027	0,001133268965	-0,060673099781	1,854385764340	66,755911053476
100	-0,00000000102	0,00000048716	-0,000009461135	0,000957758959	-0,054239259548	1,701665942363	70,078213836246

QUADRO 47A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	0,000005827879	-0,000273357195	0,003631211159	0,016559859410	-0,907794947442	11,032316058486	-0,021203936207
1,5	-0,000048239792	0,002687018047	-0,058549385125	0,639400963026	-3,877687094871	16,197321716263	0,171791225032
2	-0,000028173559	0,001595376747	-0,035943956784	0,418220918007	-2,876180229665	15,245620715599	0,344095194951
3	-0,000051173608	0,002909402806	-0,065006527866	0,730485945843	-4,528020737307	18,413181058081	0,432184419014
4	-0,000046269693	0,002668313038	-0,061352240157	0,726613127820	-4,898973695916	21,494029278457	0,677102622035
5	-0,000010123651	0,000742207776	-0,021358541620	0,315203116513	-2,704391012314	16,390641107483	-0,430927767314
6	-0,000059722404	0,003431236794	-0,078516478660	0,923475468659	-6,156311650270	26,184123422677	0,745413101504
7,5	-0,000031267468	0,001885063611	-0,046498190548	0,613368671386	-4,816117859151	24,659508456880	0,681703913872
10	-0,000057726154	0,003406133564	-0,080225574863	0,971594682448	-6,634024252308	28,245036165256	0,818472109900
12,5	-0,000046677073	0,002675248713	-0,061325550596	0,733389251330	-5,164091865592	24,617456147664	0,636930305726
15	-0,000077294438	0,004429459736	-0,100743296549	1,170121298369	-7,596319623338	30,344843853803	1,057138840671
20	-0,000082501841	0,004774987564	-0,109182956661	1,265919470184	-8,115231369327	31,574041060257	0,663250749056
25	-0,000095281813	0,005547477946	-0,128028689945	1,496221259449	-9,510056817342	34,867177914550	2,027707344342
30	-0,000087244924	0,005082900273	-0,117900548431	1,395156677192	-9,086244721167	34,548505456668	1,142447159645
40	-0,000060630775	0,003571731940	-0,084056079245	1,018627510325	-6,971934100080	29,624256803774	1,270063920156
50	-0,000106510652	0,006095128864	-0,137941885782	1,580664486009	-9,907139284778	36,307048154345	1,312009038016
60	-0,000065200962	0,003754845705	-0,086443268541	1,030678040091	-7,035985393511	30,253507741593	1,063001140304
75	-0,000108724206	0,006228118448	-0,141159216209	1,621513410828	-10,202862985058	37,394910480049	1,424897985497
100	-0,000134835592	0,007695785890	-0,173548236156	1,976413444399	-12,191518297107	42,322356274676	1,858806284381

QUADRO 48A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 4 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,000000000095	0,000000047286	-0,000009734194	0,001069239351	-0,068674830103	2,625820805234	33,205393361708
1,5	-0,000000000076	0,000000037791	-0,000007720759	0,000829665904	-0,052351184292	2,136833025425	33,101067401064
2	-0,000000000113	0,000000056230	-0,000011552491	0,001263853484	-0,079699416392	2,876325229629	35,568475246208
3	-0,000000000147	0,000000065555	-0,000011835672	0,001114709673	-0,060680771191	2,177721553224	36,631483596223
4	-0,000000000146	0,000000065696	-0,000011969590	0,001145649234	-0,063421643849	2,182721714451	44,768500215002
5	-0,000000000152	0,000000073639	-0,000014696686	0,001557909329	-0,094837651377	3,267357857453	36,160440271840
6	-0,000000000140	0,000000066146	-0,000012726662	0,001281222784	-0,072964774659	2,363523965529	52,766979288831
7,5	-0,000000000019	0,000000014031	-0,000003856403	0,000531854632	-0,040307516348	1,639245024973	61,719117464138
10	-0,000000000120	0,000000059344	-0,000011868230	0,001234418327	-0,071842823037	2,308986556318	56,657499182495
12,5	-0,000000000143	0,000000066924	-0,000012789019	0,001291526769	-0,0744440997744	2,418677771084	55,463970377721
15	-0,000000000112	0,000000053166	-0,000010417413	0,001083873717	-0,064371347428	2,153053776511	58,381256064625
20	-0,000000000063	0,000000032458	-0,000006862047	0,000763737089	-0,048521430162	1,748651416426	62,835952205624
25	-0,000000000100	0,000000048135	-0,000009415422	0,000965256696	-0,055996698480	1,851070438315	62,675559801903
30	-0,000000000122	0,000000056838	-0,000010787239	0,001073351049	-0,060500191300	1,946081853757	61,900548662407
40	-0,000000000110	0,000000053811	-0,000010726863	0,001122320235	-0,066197655769	2,168769128618	60,248569569952
50	-0,000000000128	0,000000058607	-0,000010936995	0,001070322532	-0,059412785257	1,867130846271	65,895601321596
60	-0,000000000104	0,000000050422	-0,000009975423	0,001035865290	-0,060768372863	1,989695675282	63,560313873496
75	-0,000000000088	0,000000041459	-0,000007998176	0,000816572833	-0,047811847677	1,603642725051	68,573988973723
100	-0,000000000080	0,000000037143	-0,000007089589	0,000722118494	-0,042441539643	1,425520876741	72,193089084171

QUADRO 49A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$
1	-0,000000000706	0,000000302424	-0,000051445908	0,004450628727	-0,210368104637	5,531527138759	4,236830757496

QUADRO 50A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$
1	-0,000000000700	0,000000300905	-0,000051358992	0,004457397992	-0,211343539690	5,572939346883	3,501865575739

QUADRO 51A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	$b_6$	$b_5$	$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$
1,5	-0,000028259756	0,001594871325	-0,035595458220	0,407163231197	-2,723300987106	13,852370833889	0,271304097177
2	-0,000021445132	0,001294563023	-0,031215983334	0,389917286545	-2,850403795718	14,956417331836	0,324209159842
3	-0,000019319350	0,001117137303	-0,025606181750	0,301927412271	-2,107309321806	11,783340978324	0,205919643449
4	-0,000032213967	0,001893419414	-0,045084053125	0,568674947403	-4,254419090818	21,161008529976	0,663483158961
5	-0,000055839170	0,003180443217	-0,071867906933	0,831977198983	-5,466986016811	23,377166033015	0,860741582604
6	-0,000060620253	0,003482257672	-0,079302327477	0,921890896430	-6,016911659616	24,926358121634	0,675592859072
7,5	-0,000069156948	0,003915256615	-0,087969587386	1,011251601420	-6,531365655027	26,377034918652	0,800169408304
10	-0,000079948802	0,004520328048	-0,100943592032	1,142377483264	-7,152097774107	27,598961218443	0,923447119619
12,5	-0,000070623238	0,003994248917	-0,089963454406	1,044078775404	-6,887292845115	28,437927101185	0,985303757087
15	-0,000066511498	0,003932428006	-0,092937579211	1,130195784122	-7,698070431678	31,465382056500	-0,222784085423
20	-0,000095225218	0,005589733559	-0,130567398898	1,552079632623	-10,062031352267	36,974517547797	1,485444635821
25	-0,000099808547	0,005713255861	-0,130111568688	1,515198567777	-9,769194501505	36,656739906427	2,043251849245
30	-0,000098320614	0,005606604208	-0,126349221309	1,438972655902	-8,892292293885	31,362204415385	1,779083595295
40	-0,000126502797	0,007212367405	-0,162638246350	1,855766959746	-11,517624453970	40,505859811784	1,924655045690
50	-0,000106089715	0,006168011943	-0,142273103077	1,666876975511	-10,663142048590	38,815956333508	1,196631980401
60	-0,000129438439	0,007382150550	-0,166236008514	1,889328784619	-11,633399466378	40,440965934459	1,749889437858
75	-0,000145887338	0,008370387626	-0,189612991004	2,161866757509	-13,215429226959	44,230395321924	2,171375668172
100	-0,000138886941	0,007977532271	-0,181396397181	2,085313424438	-12,937970976338	44,178142069341	2,401480937322

QUADRO 52A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1,5	-0,000000000083	0,000000042031	-0,000008656440	0,000940863166	-0,059915258137	2,372022573382	32,099264510691
2	-0,000000000094	0,000000046851	-0,000009535197	0,001020881334	-0,063065001065	2,385928572298	33,313018574158
3	-0,000000000090	0,000000043845	-0,000008760518	0,000932932783	-0,059009389896	2,406495242225	28,690877709707
4	-0,000000000111	0,000000054124	-0,000010708179	0,001107450355	-0,065035579036	2,237107601759	46,710525525481
5	-0,000000000118	0,000000055527	-0,000010558241	0,001052997480	-0,060503476313	2,080558291587	49,883829482227
6	-0,000000000092	0,000000044499	-0,000008848378	0,000932998339	-0,056881079009	2,053446881666	50,713859928906
7,5	-0,000000000115	0,000000053759	-0,000010225180	0,001024503442	-0,059265072894	2,053420158262	51,600779702814
10	-0,000000000113	0,000000054157	-0,000010510847	0,001063291025	-0,061095127016	2,067411534114	52,418936934055
12,5	-0,000000000099	0,000000045987	-0,000008792960	0,000893403661	-0,052459754754	1,828982303074	57,848694145681
15	-0,000000000052	0,000000026188	-0,000005476867	0,000609674926	-0,039379875744	1,508033509897	62,244682487177
20	-0,000000000065	0,000000033350	-0,000006928234	0,000752333350	-0,046101747287	1,611083120234	64,370945570724
25	-0,000000000138	0,000000063183	-0,000011686948	0,001122900263	-0,060345616923	1,831781461497	65,055695155426
30	-0,000000000048	0,000000023955	-0,000004675791	0,000451161277	-0,026772087100	1,315643784737	54,049897012426
40	-0,000000000086	0,000000040758	-0,000007871684	0,000798179485	-0,045873049689	1,514933071332	68,658160242030
50	-0,000000000044	0,000000023081	-0,000004918085	0,000550332629	-0,035104597312	1,296830975443	69,897941927543
60	-0,000000000035	0,000000018271	-0,000003906829	0,000444747017	-0,029314845355	1,143823257090	71,441148298517
75	-0,000000000113	0,000000051801	-0,000009626730	0,000929976109	-0,050466674180	1,582353767787	68,513338911895
100	-0,000000000042	0,000000020402	-0,000004119268	0,000446335040	-0,028290060046	1,081266662196	73,401600638711

QUADRO 53A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1,5	0,000009783461	-0,000394317310	0,003859560893	0,039394594773	-1,121252504726	11,236976199255	-0,232979855929
2	-0,000025358197	0,001489083569	-0,034714895366	0,415348071487	-2,884025967331	14,695034745598	-0,130347517073
3	-0,000029840256	0,001631655618	-0,035071912685	0,383209478595	-2,429988863003	12,184998077704	0,931413523037
4	-0,000072590471	0,004069354095	-0,089909985081	1,005627701715	-6,253989528226	24,668528053887	0,698517443154
5	-0,000046885929	0,002739329710	-0,063737780452	0,761487260787	-5,161684440934	22,728425334569	0,927529943938
6	-0,000045127582	0,002688358502	-0,064367406720	0,798898874050	-5,624952048530	24,746401556336	0,658402590820
7,5	-0,000066949311	0,003715899284	-0,081224548367	0,903359476434	-5,713111824804	24,038386139710	0,632769978310
10	-0,000070616464	0,004040305903	-0,091688613514	1,061054495491	-6,840992609452	27,173292867517	1,540038395074
12,5	-0,000086438243	0,004923357661	-0,110930117107	1,268557054258	-8,011078069012	30,540049831535	1,011432268025
15	-0,000107948293	0,006108561522	-0,136158016674	1,529106091470	-9,352951283546	33,608624011175	1,287458875370
20	-0,000117504228	0,006640361160	-0,148138714216	1,670354080986	-10,275401801635	36,585096939132	1,778449490279
25	-0,000093271905	0,005386814120	-0,124061125669	1,465124769276	-9,604182047138	36,631819056316	1,456595609516
30	-0,000122915769	0,006947917547	-0,154487177893	1,721202100277	-10,236053298385	33,725802149605	2,594942448021
40	-0,000132032946	0,007573794401	-0,171471339710	1,955133539515	-12,019461092005	41,427356875211	1,422426744220
50	-0,000144074764	0,008083321856	-0,178265086742	1,972016660457	-11,743360652785	39,626886150528	2,990191862837
60	-0,000128274726	0,007330594030	-0,165685238798	1,892984596913	-11,715241134013	40,726782225548	1,691071690281
75	-0,000161751936	0,009069027796	-0,200157135652	2,219710285272	-13,235256444765	43,783449032232	2,411761141424
100	-0,000179908461	0,010124542011	-0,223912158961	2,477588954163	-14,588065177103	46,614281953496	2,385346322477

QUADRO 54A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 6 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1,5	-0,00000000162	0,00000078364	-0,000015334540	0,001558371955	-0,089764606674	3,075307929157	25,837241109806
2	-0,00000000027	0,00000016932	-0,000004299427	0,000567786416	-0,042986062669	1,963359496331	36,542846481301
3	-0,00000000128	0,000000061428	-0,000012045866	0,001241912643	-0,074316300939	2,781522866990	25,201050380337
4	-0,00000000045	0,000000025100	-0,000005651490	0,000665188712	-0,045036344323	1,809695860868	50,054213272011
5	-0,00000000126	0,000000059760	-0,000011499709	0,001162068152	-0,067203561282	2,279815575684	47,638482796820
6	-0,00000000076	0,000000037121	-0,000007476156	0,000802342137	-0,050122778984	1,873081791513	52,542676554903
7,5	-0,00000000047	0,000000025606	-0,000005621377	0,000646839136	-0,042847973301	1,692108783722	54,514388756731
10	-0,00000000076	0,000000037530	-0,000007519908	0,000794054158	-0,048503446704	1,783982332255	54,910389180323
12,5	-0,00000000098	0,000000044394	-0,000008273944	0,000824930570	-0,048237792826	1,710611431684	59,046962674130
15	-0,00000000119	0,000000057287	-0,000011098564	0,001114177116	-0,062669632507	2,019633027940	58,243619974871
20	-0,00000000030	0,000000017316	-0,000004040421	0,000488546529	-0,033294168709	1,300940214782	67,206782154938
25	-0,00000000073	0,000000034882	-0,000006854025	0,000711256543	-0,042153769230	1,440576545831	68,247587279364
30	-0,00000000024	0,000000014508	-0,000003274108	0,000357637092	-0,024057671119	1,286929013897	54,143949765503
40	-0,00000000089	0,000000041761	-0,000008037903	0,000819013323	-0,047563414117	1,580412930865	67,982347336061
50	-0,00000000078	0,000000036087	-0,000006800962	0,000677911703	-0,039095166521	1,345375452370	69,699558482157
60	-0,00000000068	0,000000032892	-0,000006458758	0,000665744501	-0,039232455846	1,363253392647	69,435175578193
75	-0,00000000122	0,000000054540	-0,000009856528	0,000928531544	-0,049448712338	1,538843570491	69,140080643425
100	-0,00000000077	0,000000036165	-0,000006974868	0,000714447482	-0,041899767640	1,426149516303	70,089334548355

QUADRO 55A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000453	0,00000196060	-0,000033974928	0,003035745612	-0,152589210390	4,521576803814	3,211386802153
1,5	-0,00000000522	0,00000226237	-0,000039138520	0,003475174956	-0,171646371657	4,880493925270	2,539129650895

QUADRO 56A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
1	-0,00000000476	0,00000205400	-0,000035400734	0,003137956888	-0,156057983448	4,572250825935	2,928826807022
1,5	-0,00000000535	0,00000230882	-0,000039776554	0,003516747942	-0,172921735714	4,896376381541	2,392696468035

QUADRO 57A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	0,000003579063	-0,000024830350	-0,004557914038	0,127517827323	-1,488476122940	11,438244524379	-0,228087383826
3	-0,000006703799	0,000423722463	-0,010938194504	0,154436212880	-1,440442013030	11,399269224023	-0,229091575429
4	-0,000002736449	0,000258109105	-0,008652431073	0,143624777775	-1,426164771809	11,294332601062	-0,289361206235
5	-0,000018350585	0,001090176856	-0,026654183987	0,353190673414	-2,866768275151	16,380795079121	0,437922972612
6	-0,000050531634	0,002780368366	-0,060039549656	0,657966721702	-4,161354924387	19,274361212571	0,638179946925
7,5	-0,000002787527	0,000283421587	-0,011412940535	0,233680564760	-2,650905276955	18,205531977745	1,245684124666
10	-0,000042732545	0,002434548667	-0,055264011333	0,649193696642	-4,451988048167	21,285344049291	0,760417533849
12,5	-0,000083126042	0,004780185492	-0,109036432428	1,267192409567	-8,160723510360	31,493915853509	1,224353838872
15	-0,000096828106	0,005577461382	-0,126961109987	1,460443315181	-9,156286111837	33,516128151652	1,132419978295
20	-0,000085076032	0,005017659166	-0,117571756821	1,401980145205	-9,180561653271	34,865763523076	0,598808430014
25	-0,000000000055	0,000000028077	-0,000005814368	0,000632060478	-0,039176997928	1,409322339988	67,287505898930
30	-0,000084137589	0,004885766322	-0,112455665345	1,314479170793	-8,446199066968	32,129676109785	2,022064317412
40	-0,000118827044	0,006777040687	-0,152637103332	1,734772969463	-10,692702887788	37,720039665006	1,467339863715
50	-0,000082516319	0,004716910384	-0,107385054940	1,254094507208	-8,191170524005	31,996614915247	6,745008681121
60	-0,000138688513	0,007913839588	-0,178272151908	2,023325282320	-12,357224767385	41,783589152701	2,170976661755
75	-0,000155655716	0,008954964781	-0,203190386381	2,315278266854	-14,082694481207	46,449364740565	2,279950766639
100	-0,000202329656	0,011443521449	-0,254485392744	2,827951806139	-16,607515506615	51,644562008036	2,576819485145

QUADRO 58A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 220/380 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,00000000159	0,000000075713	-0,000014774396	0,001535753140	-0,093124292470	3,328846746375	24,696903996075
3	-0,00000000116	0,000000057738	-0,000011864519	0,001306613515	-0,083924616131	3,139606675157	27,692401147374
4	-0,00000000136	0,000000065589	-0,000012981492	0,001371471486	-0,084678562279	3,083958336692	29,076543931775
5	-0,00000000054	0,000000028321	-0,000006183346	0,000721089395	-0,049220617489	2,040960932387	41,252034334964
6	-0,00000000117	0,000000058837	-0,000012093039	0,001305362979	-0,079973252022	2,777558650381	43,027344061309
7,5	-0,00000000020	0,000000012531	-0,000003198131	0,000429612281	-0,033434322227	1,501868348554	58,124208179366
10	-0,00000000130	0,000000062030	-0,000012137027	0,001258651587	-0,074836488792	2,544333700377	48,784968932384
12,5	-0,00000000091	0,000000043403	-0,000008512738	0,000886729204	-0,053045490427	1,841770606168	59,143578386202
15	-0,00000000074	0,000000036024	-0,000007209053	0,000766300831	-0,046909909829	1,681325697381	61,112886113652
20	-0,00000000065	0,000000033202	-0,000006930668	0,000755412426	-0,046326729317	1,620893771473	62,734156805706
25	0,00000000092	-0,000000040367	0,000006984375	-0,000593131825	0,023816295430	-0,231069072748	84,105765526010
30	-0,00000000102	0,000000050976	-0,000010279424	0,001071848184	-0,062272789420	2,051895656739	58,706724683421
40	-0,00000000088	0,000000041651	-0,000008068843	0,000826591081	-0,048408950863	1,640614060020	65,383839158700
50	-0,00000000091	0,000000045112	-0,000008960046	0,000919818456	-0,052684536881	1,714064415035	65,349553433746
60	-0,00000000081	0,000000038048	-0,000007273163	0,000729703249	-0,041765907836	1,413408883757	67,974141687682
75	-0,00000000076	0,000000035051	-0,000006568432	0,000648315151	-0,036650125929	1,214912923391	73,190926519961
100	-0,00000000070	0,000000032798	-0,000006222256	0,000616606321	-0,034721382408	1,140031148811	75,371538441237

QUADRO 59A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 0% e 17%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,000019481143	0,001134262978	-0,025778777041	0,293383480818	-1,936329215534	11,234821017275	0,188503827209
3	-0,000023997681	0,001365676665	-0,030671483171	0,351578525891	-2,365743783305	12,983672684516	-0,096687746076
4	-0,000028843613	0,001594459192	-0,034669151819	0,384583333127	-2,525365889309	13,631371358947	0,526610529238
5	-0,000043344391	0,002397383037	-0,052316815466	0,582746924819	-3,739988279758	17,198843675489	1,169415796778
6	-0,000038920192	0,002109592904	-0,045396930991	0,508550100884	-3,443118668191	17,802690184932	1,514075890495
7,5	-0,000036095867	0,002022653831	-0,045114910537	0,524103020719	-3,659831740384	18,995157526353	0,832376234888
10	-0,000056471985	0,003123840576	-0,068310042508	0,764842680316	-4,935691761546	22,091180610526	0,776539683725
12,5	-0,000088453347	0,005087296756	-0,115544428834	1,327822382148	-8,381541961544	31,625241038989	1,111172145645
15	-0,000105711510	0,005861838011	-0,128009748299	1,412312323319	-8,570581667099	31,340478461840	3,270951895144
20	-0,000099582175	0,005758405859	-0,132187178239	1,541917699240	-9,835293870394	36,053614128000	0,993297441570
25	-0,000121212521	0,006882340871	-0,154428685585	1,752139747354	-10,812365822536	38,111244580286	1,447242995430
30	-0,000085462035	0,004956566343	-0,114066462643	1,335177855584	-8,604187741756	32,772994269925	1,065401921998
40	-0,000083294904	0,004942897881	-0,117022880201	1,416484815962	-9,438084206140	36,223984608598	0,795058948687
50	-0,000137878294	0,007823901724	-0,174654826176	1,955141066894	-11,744103912120	39,647502227092	2,270960918107
60	-0,000138960492	0,007873273628	-0,176144512637	1,987866500203	-12,112885491664	41,174190403621	2,206000266234
75	-0,000178390976	0,010037569517	-0,221993744862	2,457791419556	-14,500518140964	46,562757029712	2,651873693463
100	-0,000173726	0,009893142544	-0,222084387876	2,503628107193	-15,060403589598	48,778615878736	3,154081207998

QUADRO 60A – Coeficientes dos polinômios de sexto grau obtidos com a modelagem das curvas características e utilizados na determinação do rendimento em função do índice de carregamento para motores eficientes com índice de carregamento entre 18% e 125%, 8 pólos e tensão de alimentação de 380/660 V

Potência(cv)	b <sub>6</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>0</sub>
2	-0,00000000100	0,00000050651	-0,000010668783	0,001207751463	-0,080062783785	3,099417488097	25,735067729125
3	-0,00000000140	0,00000068019	-0,000013591140	0,001444386492	-0,088813196491	3,184358051577	28,277924350345
4	-0,00000000222	0,000000103074	-0,000019467419	0,001931773423	-0,109415976442	3,575792022249	27,319422625950
5	-0,00000000080	0,00000039718	-0,000008124229	0,000887282451	-0,056616095952	2,199637354631	39,970179469689
6	-0,00000000127	0,00000061549	-0,000012202446	0,001278142163	-0,076774344760	2,654869241627	44,608389645392
7,5	-0,00000000069	0,00000035895	-0,000007706650	0,000881911872	-0,058304877141	2,214403822311	49,707022433402
10	-0,00000000126	0,00000060710	-0,000012032188	0,001267323637	-0,076357204938	2,608837640502	48,084779224603
12,5	-0,00000000057	0,00000030651	-0,000006641883	0,000750370215	-0,047840969931	1,742680374066	59,819334497447
15	-0,00000000054	0,00000026528	-0,000005432269	0,000595618297	-0,038131446570	1,456782012999	63,259374504589
20	-0,00000000020	0,00000015602	-0,000004185774	0,000540435083	-0,037478595190	1,437944598804	64,358874228335
25	0,00000000004	0,00000003006	-0,000001628035	0,000286718819	-0,024775005026	1,136993617699	68,945483332044
30	-0,00000000099	0,00000048147	-0,000009550098	0,000993607082	-0,058455760397	1,974040482276	59,213564464720
40	-0,00000000081	0,00000038098	-0,000007320238	0,000745768153	-0,043722776049	1,502748067968	66,945393486180
50	-0,00000000052	0,00000028200	-0,000006153104	0,000691431895	-0,043275715304	1,532941221106	66,498688595301
60	-0,00000000080	0,00000036444	-0,000006832850	0,000676914675	-0,038794861877	1,340014282593	68,643680129797
75	-0,00000000125	0,00000056117	-0,000010143102	0,000948008118	-0,049511065578	1,476512369098	71,310827410286
100	-0,00000000079	0,00000037633	-0,000007212694	0,000718003220	-0,040132041438	1,280669061285	74,006662182353

## Apêndice B

Exemplo de relatório final gerado pelo sistema computacional SETMO.

### RESULTADOS OBTIDOS

#### ADEQUAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ

Considerando o remanejamento dos motores existentes

Consulta realizada em 26/08/02

OBS.:Os testes abrangem motores de 1 a 100 cv.

Os cálculos para demanda de potência efetuados neste trabalho consideram a coincidência de horários de funcionamento dos motores envolvidos na análise. É possível que alguns dos motores não tenham a coincidência de horários de funcionamento, neste caso se fazem necessários mais estudos. Um estudo mais detalhado, considerando a simultaneidade de cargas, realizado com base nos horários de funcionamento diários de cada motor, é capaz de gerar relatórios mais precisos com relação aos gastos com demanda de potência.

Neste caso será possível avaliar a variação da demanda total de potência sem superdimensionamento para situações em que mais de um motor é analisado.

Considerações:

Taxa de juros ..... 12 %aa  
Tarifa considerada ..... Azul  
Classe do consumidor ..... A4 (2,3 a 25 kV)  
Aumento da energia acima da inflação .... 2 %aa  
Média do custo de manutenção ..... 2 % do motor novo  
Horizonte de Planejamento ..... 10 anos

Como investimentos considera-se o preço do motor e o valor dos equipamentos de comando e proteção para o mesmo.

Resultados encontrados:

---

IDENTIFICAÇÃO: Motor3

Motor Standard de 12,5 cv, 2 pólos com valor médio de corrente igual a 21,03 A, tensão de alimentação de 220/380 V, ligado em triângulo, tempo de vida igual a 2 anos e funcionamento anual de 1080 horas.

Potência adequada: 10cv

Índice de carregamento: 64,95%

Rendimento: 83,46%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$1.126,00

Consumo de energia : 7.732,80 kWh/ano

Gastos com consumo de energia : 719,16 R\$/ano

Gastos com demanda de potência : 3.247,10 R\$/ano

Gastos com manutenção: 60,08R\$/ano

Opções de troca:

#Motor3 de 12,5 cv por motor de Alto Rendimento de 12,5 cv (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 64,95%

Rendimento: 86,16%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$ 1.391,60

Consumo de energia: 7.490,10 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 696,59 R\$/ano

Gastos com demanda: 3.145,20 R\$/ano

Manutenção: R\$72,10

VPL: R\$ 493,65    TIR: Não converge    RBC: 2,86    TRC: 2 anos e 2 meses

#Motor3 de 12,5 cv por motor Standard de 10 cv adequado à condição de carga ( Motor2) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 81,19%

Rendimento: 86,43%

Lucro inicial: R\$ 175,05

Consumo de energia: 7.466,50 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 694,39 R\$/ano

Gastos com demanda: 3.135,30 R\$/ano

Manutenção: R\$53,13

VPL: R\$ 2.154,40    TIR: Não converge    RBC: Não converge    TRC: Retorno Imediato

#Motor3 de 12,5 cv por motor de Alto Rendimento de 10 cv adequado à condição de carga (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 81,19%

Rendimento: 89,16%

Investimento inicial (preço do motor, comando e proteção): R\$ 1.182,10

Consumo de energia: 7.238,40 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 673,18 R\$/ano

Gastos com demanda: 3.039,50 R\$/ano

Manutenção: R\$59,74

VPL: R\$ 1.515,56    TIR: Não converge    RBC: 27,99    TRC: 0 anos e 3 meses

---

IDENTIFICAÇÃO: Motor2

Motor Standard de 10 cv, 2 pólos com valor médio de corrente igual a 15,00 A, tensão de alimentação de 220/380 V, ligado em triângulo, tempo de vida igual a 2 anos e funcionamento anual de 2888 horas.

Potência adequada: 6cv

Índice de carregamento: 52,11%

Rendimento: 82,14%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$943,46

Consumo de energia : 13.485,00 kWh/ano

Gastos com consumo de energia : 1.308,20 R\$/ano

Gastos com demanda de potência : 2.117,60 R\$/ano

Gastos com manutenção: 53,13R\$/ano

Opções de troca:

#Motor2 de 10 cv por motor de Alto Rendimento de 10 cv (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 52,11%

Rendimento: 86,20%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$ 1.182,10

Consumo de energia: 12.850,00 kWh/ano  
Gastos com consumo de energia: 1.246,60 R\$/ano  
Gastos com demanda: 2.017,90 R\$/ano  
Manutenção: R\$59,74

VPL: R\$ 754,40    TIR: Não converge    RBC: 4,16    TRC: 1 anos e 4 meses

#Motor2 de 10 cv por motor Standard de 6 cv adequado à condição de carga (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 86,85%  
Rendimento: 85,47%  
Investimento inicial (preço do motor, comando e proteção): R\$ 748,02  
Consumo de energia: 12.959,00 kWh/ano  
Gastos com consumo de energia: 1.257,10 R\$/ano  
Gastos com demanda: 2.035,00 R\$/ano  
Manutenção: R\$38,75

VPL: R\$ 1.038,13    TIR: Não converge    RBC: Não converge    TRC: Retorno Imediato

#Motor2 de 10 cv por motor de Alto Rendimento de 6 cv adequado à condição de carga (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 86,85%  
Rendimento: 87,87%  
Investimento inicial (preço do motor, comando e proteção): R\$ 857,16  
Consumo de energia: 12.605,00 kWh/ano  
Gastos com consumo de energia: 1.222,90 R\$/ano  
Gastos com demanda: 1.979,50 R\$/ano  
Manutenção: R\$43,15

VPL: R\$ 1.480,95    TIR: Não converge    RBC: Não converge    TRC: Retorno Imediato

Outras possibilidades viáveis:

#Motor2 (10 cv) por Motor1 (7,5 cv) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 69,48%  
Rendimento: 85,43%  
Lucro inicial: R\$ 200,61  
Consumo de energia: 12.965,00 kWh/ano  
Gastos com consumo de energia: 1.257,70 R\$/ano  
Gastos com demanda: 2.035,90 R\$/ano  
Manutenção: R\$40,09

VPL: R\$ 1.976,33    TIR: Não converge    RBC: Não converge    TRC: Retorno Imediato

---

IDENTIFICAÇÃO: Motor1

Motor Standard de 7,5 cv, 2 pólos com valor médio de corrente igual a 8,23 A, tensão de alimentação de 220/380 V, ligado em triângulo, tempo de vida igual a 2 anos e funcionamento anual de 2300 horas.

Potência adequada: 3cv  
Índice de carregamento: 28,92%  
Rendimento: 79,19%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$726,18  
Consumo de energia : 4.636,10 kWh/ano  
Gastos com consumo de energia : 448,01 R\$/ano  
Gastos com demanda de potência : 914,14 R\$/ano  
Gastos com manutenção: 40,09R\$/ano

Opções de troca:

#Motor1 de 7,5 cv por motor de Alto Rendimento de 7,5 cv (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 28,92%

Rendimento: 81,37%

Investimento inicial (Preço do motor, comando e proteção): R\$ 932,41

Consumo de energia: 4.511,70 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 435,99 R\$/ano

Gastos com demanda: 889,62 R\$/ano

Manutenção: R\$48,43

VPL: R\$ 11,82    TIR: Não converge    RBC: 1,06    TRC: 9 anos e 1 meses

#Motor1 de 7,5 cv por motor Standard de 3 cv

adequado à condição de carga (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 72,29%

Rendimento: 78,26%

Investimento inicial (preço do motor, comando e proteção): R\$ 430,64

Consumo de energia: 4.691,10 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 453,33 R\$/ano

Gastos com demanda: 924,99 R\$/ano

Manutenção: R\$22,31

VPL: R\$ 213,18    TIR: Não converge    RBC: 3,59    TRC: Retorno Imediato

#Motor1 de 7,5 cv por motor de Alto Rendimento de 3 cv

adequado à condição de carga (motor novo) obtendo-se:

Índice de Carregamento: 72,29%

Rendimento: 85,87%

Investimento inicial (preço do motor, comando e proteção): R\$ 468,13

Consumo de energia: 4.275,30 kWh/ano

Gastos com consumo de energia: 413,15 R\$/ano

Gastos com demanda: 843,01 R\$/ano

Manutenção: R\$22,74

VPL: R\$ 932,21    TIR: Não converge    RBC: Não converge    TRC: Retorno Imediato

## ANÁLISE

Algumas situações podem apresentar grandes diferenças entre a potência do motor atual e a potência adequada. Nestes casos, se o motor analisado necessitar partir sob carga ou realizar grande número de partidas em pequenos intervalos de tempo, é aconselhável verificar o seu dimensionamento considerando estas restrições e refazer os testes.

Com base nos cálculos realizados e dados de entrada fornecidos, recomenda-se as seguintes ações:

O motor Standard de 12,5 cv, 2 pólos com identificação Motor3 não está adequado à condição de carga. A potência adequada neste caso é 10 cv.

A melhor opção é a troca STD – STDadq. Neste caso, o motor Standard existente de 10 cv,

2 pólos, identificado como Motor2 deverá ser reaproveitado.

O valor presente líquido obtido com esta troca será de R\$ 2.154,40

O motor Standard de 10 cv, 2 pólos com identificação Motor2 não está adequado à condição de carga. A potência adequada neste caso é 6 cv.

A melhor opção é a troca do motor atual pelo motor existente identificado como Motor1 com potência nominal de 7,5 cv.

O valor presente líquido obtido com esta troca será de R\$ 1.976,33

O motor Standard de 7,5 cv, 2 pólos com identificação Motor1 não está adequado à condição de carga. A potência adequada neste caso é 3 cv.

A melhor opção é a troca STD - ARadq

O valor presente líquido obtido com esta troca será de R\$ 932,21

O valor presente líquido total obtido caso estas recomendações sejam seguidas será igual a R\$ 5.062,94

Os valores apresentados a seguir foram calculados em função do tempo de vida dos motores e de um fator de depreciação linear que depende do valor do motor ao final de sua vida útil, fornecido como dado de entrada.

# O motor Motor3 poderá ser vendido por R\$ 507,11.