



**SNPTEE**  
**SEMINÁRIO NACIONAL**  
**DE PRODUÇÃO E**  
**TRANSMISSÃO DE**  
**ENERGIA ELÉTRICA**

GCE-23  
19 a 24 Outubro de 2003  
Uberlândia - Minas Gerais

**GRUPO XIV**  
**GRUPO DE ESTUDO DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - GCE**

**OBRIGATORIEDADE DE RENDIMENTOS NOMINAIS MÍNIMOS DE MOTORES DE INDUÇÃO:**  
**AGORA UMA REALIDADE**

**George Alves Soares\*      Vanda Alves dos Santos      Fernando D. P. Perrone      Rebeca O. Pontes**  
**Marco Aurélio R.G. Morreia      Marina Godoy de Assunção**

**ELETRORÁS/PROCEL**

**RESUMO**

Em 17 de outubro de 2001 foi sancionada pelo Presidente da República a lei no 10.295, que estabelece níveis máximos de consumo específico de energia ou mínimos de eficiência energética de máquinas.

Os esforços do INMETRO e o PROCEL, desde 1992 em eficiência energética em motores elétricos, possibilitaram a escolha destes equipamentos como o primeiro produto a ser regulamentado. Esta regulamentação abrange motores de indução trifásicos de 1 a 250 cv, 2,4,6 and 8 pólos. Ela foi publicada, através do decreto Nº 4.508 de 11 de dezembro de 2002. Este artigo apresenta a regulamentação técnica em motores elétricos e seu processo de elaboração.

**PALAVRAS-CHAVE**

Eficiência energética. Motores de indução trifásicos. Rendimentos mínimos. Lei de eficiência energética.

**1.0 - ANTECEDENTES**

Em 17 de outubro de 2001 foi sancionada a lei Nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e prevê o estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética ou níveis máximos de consumo específico de energia para máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados e comercializados no país.

Para regulamentar a lei foi assinado, em 19 de dezembro, o decreto 4.059 que estabelece os procedimentos e as responsabilidades para o

estabelecimento dos níveis de eficiência energética e máximo de consumo.

O Decreto instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE. Este comitê tem como atribuições, dentre outras, a elaboração das regulamentações específicas para cada tipo de aparelho de consumidor de energia, o estabelecimento do Programa de Metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados por cada equipamento regulamentado e a constituição de Comitês Técnicos para analisar matérias específicas.

Para dar início a elaboração das regulamentações específicas para cada equipamento consumidor de energia, o Comitê Gestor selecionou os motores elétricos de indução trifásicos de 1 a 250 cv, 2,4,6 e 8 pólos, 60 Hz operação, tensão abaixo de 600 V, padrão e alto rendimento, sozinho ou parte de máquina de uso final, fabricados no país ou importados. A escolha deste equipamento se deve ao significativo potencial consumo de energia que representa na matriz energética de consumo – cerca de 30% do consumo total do país e cerca de 50% do consumo do setor industrial.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE, coordenado pelo INMETRO, e o Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL, com o suporte técnico e laboratorial do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL, atuam fortemente na área de eficiência energética de motores elétricos desde 1992, podendo assim afirmar que processo de estabelecimento de rendimentos nominais mínimos para os motores elétricos trifásicos vem sendo realizado ao longo dos últimos dez anos.

\* Avenida Marechal Floriano, 19 - 3º andar - CEP 20080-003 – Rio de Janeiro - RJ - BRASIL  
Tel.: (021) 2514-5025 - Fax: (021) 2514-5553 - E-MAIL: georgesoes@eletrobras.gov.br

## 2.0 - MERCADO BRASILEIRO DE MOTORES

As tabelas 1 e 2 mostram uma comparação internacional do mercado brasileiro de motores. A tabela 1 mostra os tamanhos dos mercados europeus e o brasileiro em termos de volume anual de negócios.

TABELA 1 – MERCADO ANUAL DE MOTORES NOS PRINCIPAIS PAÍSES EUROPEUS E NO BRASIL.

País	Mercado (Milhões de Euros)
Alemanha	677
<b>Brasil</b>	<b>370</b>
França	263
Reino Unido	244
Itália	244

A tabela 2 compara o mercado brasileiro com os dos principais países norte-americanos em termos de quantidade anual de motores de indução trifásicos. Percebe-se que embora o PIB dos Estados Unidos seja cerca de dez vezes o brasileiro, o mercado de motores é apenas 50% maior.

TABELA 2. VENDA MÉDIA ANUAL DE MOTORES DE INDUÇÃO TRIFÁSICOS

País	Quantidade anual
EUA	1.600.000
<b>Brasil</b>	<b>1.000.000</b>
Canadá	145.000

Das tabelas acima podemos afirmar que o mercado brasileiro se encontra entre os oito maiores do mundo.

Para elaboração da regulamentação técnica de motores, tornou-se imprescindível entender a estrutura de venda do mercado brasileiro. A figura 1 mostra a distribuição da venda de motores de indução trifásicos por tipo de comprador na fábrica de motores. O termo fab. máquinas nesta figura refere-se a fabricantes de máquinas nas quais os motores são um dos componentes.

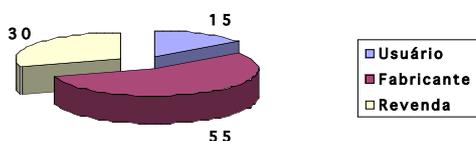


FIGURA 1 VENDAS POR TIPO DE COMPRADOR NA FÁBRICA DE MOTORES.

A figura 2 apresenta a distribuição de venda dos motores de indução trifásicos por tipo de comprador nas vendas de motores.



FIGURA 2 VENDAS POR TIPO DE COMPRADOR NA FÁBRICA DE MOTORES.

Percebe-se assim que cerca de 70 % dos motores são vendidos para fabricantes de outras máquinas, logo uma regulamentação que trata-se apenas dos motores vendidos isoladamente não seria abrangente e teria pouco impacto no mercado.

Os fabricantes de motores oferecem ao mercado diversas linhas de produtos. A figura 3 mostra esta distribuição em termos de venda anual por linha de produtos.

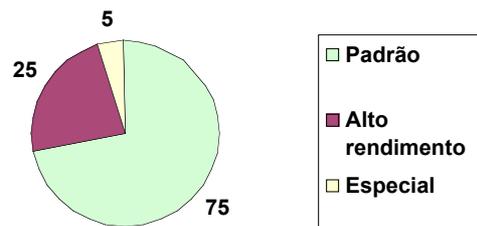


FIGURA 3 VENDA ANUAL POR LINHA DE PRODUTO

A dominância da linha padrão fica evidente, contudo ressalta-se que nos últimos anos, os fabricantes envidaram esforços para aumentar a eficiência deste tipo de motor. O crescimento médio de 3 % de rendimento nos últimos anos comprovam o sucesso destes esforços.

As principais características deste mercado podem ser sintetizadas como:

**Fortes mudanças na normalização:** as normas que regem os ensaios e as especificações destes equipamentos ficaram praticamente inalteradas desde 1983. Nos últimos 6 anos, a comissão 2.1- Máquinas de Indução do COBEI reviu a norma de especificação, incluindo diversos aspectos interessantes à eficiência energética como rendimentos nominais mínimos para motores do tipo padrão e alto rendimento, e a norma de ensaio, tornando-a mais rigorosa e aumentando os requisitos de exatidão da instrumentação para os ensaios de determinação do rendimento. Desenvolveu

ainda normas para terminais e motores monofásicos, entre outras

**Tecnologia bem estabelecida e confiável:** os fabricantes dominam as técnicas de projeto e fabricação, gerando produtos confiáveis e mundialmente reconhecidos.

**Produto pode ser vendido isolado ou como parte de outras máquinas:** esta característica torna a regulamentação mais difícil, na medida que afeta mais de outros 30 tipos de produtos, ressalta-se que para os fabricantes destes produtos, apenas a confiabilidade e baixo preço são importantes no instante da compra, sendo insensíveis aos apelos de economia de energia.

**Produtos com rendimentos internacionais:** os esforços governamentais e dos fabricantes ao longo desta última década tornaram os motores nacionais com rendimentos comparáveis aos norte-americanos e europeus.

**Oligopólio:** três fabricantes detêm 95% do total de vendas, sendo que apenas um é responsável por 75% deste mercado e exporta para mais de 54 países;

**Mercado em mudança:** a partir de 2000, começou a aparecer indícios que o estado de oligopólio pode sofrer alterações nos próximos anos, alguns fabricantes internacionais que haviam se retirados do mercado de motores de indução trifásicos iniciaram processos de joint-venture para voltar a atuar neste segmento.

### 3.0 - REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA DE MOTORES

#### 3.1 Histórico

As primeiras tabelas de rendimentos mínimos foram discutidas e acordadas em 1998 dentro de um acordo voluntário desenvolvido no âmbito do grupo de trabalho de motores – GT-MOT dentro do PBE, e serviram de base para o Selo PROCEL de economia de energia.

Diante da crise no abastecimento de energia elétrica, na qual a perspectiva de cortes no fornecimento mobilizou toda a sociedade no sentido de racionalizar o uso da eletricidade, o Presidente da República criou e instalou, em maio de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica - GCE, presidida pelo Chefe da Casa Civil da Presidência da República. Uma de suas atribuições foi a elaboração do Plano Estratégico Emergencial de Energia Elétrica.

Um dos eixos deste Plano foi a agilização dentro do Congresso Nacional da lei Nº 10.295, durante este processo, o GT-MOT deu início aos trabalhos de discussão dos rendimentos mínimos de motores do tipo padrão e alto rendimento.

Em fevereiro de 2002, a parte técnica foi finalizada restando a discussão governamentais sobre prazos, penalidades e fiscalização.

Em Junho de 2002, O CGIEE instituiu o Comitê Técnico de Motores responsável pelo desenvolvimento dos trabalhos técnicos visando subsidiar as decisões do Comitê.

O Comitê Técnico de Motores foi constituído com representantes das seguintes instituições:

CEPEL;  
ELETROBRÁS/PROCEL – coordenador;  
INMETRO;  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.

Este Comitê formado em sua grande maioria pelas entidades governamentais representadas no GT-MOT ratificou os trabalhos já desenvolvidos e elaborou as primeiras versões oficiais da regulamentação específica. Os resultados foram, então, levados ao Comitê Gestor que aprovou a regulamentação e encaminhou para análise das Consultorias Jurídicas do MME, do MCT e do MDIC.

Após análise das Consultorias Jurídicas dos Ministérios envolvidos, o CGIEE deliberou sobre a chamada da Consulta Pública, amplamente divulgada na imprensa nacional através de publicações oficiais do MME. Esta etapa dos trabalhos foi realizada no período de 02 de setembro a 02 de outubro de 2002 através do endereço eletrônico do MME. Neste período foram recebidas diversas contribuições relativas à regulamentação específica de motores, que foram devidamente analisadas pelo Comitê de Motores e incorporadas quando aprovadas pelo CGIEE.

A etapa seguinte, prevista na Lei 10.295, correspondeu à realização da audiência pública no dia 10 de outubro de 2002. As fases de consulta e de audiência pública são fundamentais para tornar o processo transparente garantindo a participação de todos os interessados. Na audiência pública, os presentes inscritos apresentaram sugestões que foram posteriormente analisadas pelo Comitê de Motores e incorporadas à regulamentação quando aprovadas pelo Comitê Gestor. Encerrada esta etapa, o Comitê de Motores elaborou um relatório, disponibilizado no endereço eletrônico do MME, contendo as respostas a todas as contribuições recebidas durante as etapas de consulta e de audiência pública.

Por fim, teve início a etapa final dos trabalhos que foi a elaboração do Decreto Presidencial que aprova a regulamentação específica e a Exposição de Motivos. Durante esta fase, as Consultorias Jurídicas do MME, MDIC e MCT analisaram novamente a última versão da Regulamentação Específica de Motores. Após esta análise, o Decreto Presidencial foi assinado no dia 11 de Dezembro de 2002 – Decreto Nº 4.508.

#### 3.2 Diretrizes da regulamentação

A regulamentação baseou-se em alguns pilares que são descritos a seguir:

**Grande abrangência:** sob esta ótica, incluiu-se motores componentes de outras máquinas, todos graus de proteção, excetuando-se os a prova a explosão, construções vertical, horizontal, com pés e

flanges, qualquer regime de trabalho desde que contínua e faixa de tensão de 600 V.

**Legislação americana:** Esta legislação foi valiosa fonte de aprendizado, a lei americana que deveria ter entrado em vigor em 1997 levou dois anos para ser regulamentada. Este processo de regulamentação, que se encontra bem documentado, permitiu que pudéssemos evitar algumas dificuldades que certamente surgiriam também no Brasil.

**Garantir os ganhos obtidos:** os ganhos de rendimentos já citados anteriormente foram alcançados em bases voluntárias, a lei garantiu que não houvesse retrocesso.

**Valores de rendimentos em consonância com a realidade nacional:** embora os valores de rendimentos estejam em nível internacional, a quem advogassem manter uma única tabela, a dos motores de alto rendimento. A análise do mercado nos leva a perceber que mais 70% dos motores são vendidos a fabricantes de outras máquinas, a adoção de uma tabela única elevaria abruptamente os custos dos motores em cerca de 25%, impactando muito negativamente no mercado como um todo.

### 3.3 Comparação internacional da regulamentação

A Europa e Estados Unidos tiveram abordagens diferentes, os Estados Unidos estabeleceram uma lei que tinha uma tabela única não distinguindo motores padrão e alto rendimento. A Europa implantou uma abordagem voluntária tímida acordando que num prazo de 5 anos, 50% da produção teria rendimentos nominais acima dos valores equivalentes aos da linha do motor padrão.

Antes de procedermos a comparação com a brasileira, torna-se importante fazer algumas diferenças entre os produtos. Os motores do Brasil e da Europa têm dimensões iguais pois seguem a norma de dimensões da IEC – International Electrical Committee, os motores americanos são geralmente maiores pois seguem a normalização NEMA – National Electrical Manufacturer Association., principalmente nas menores potências.

Os motores brasileiros e americanos são produzidos para frequência de 60 Hz e os europeus para 50 Hz. As normas de ensaio de determinação dos rendimentos são mais rigorosas no Brasil e Estados Unidos, sendo ainda semelhantes o que possibilitam a comparação direta dos valores.

A tabela 3 sintetiza a comparação entre a lei americana – EPACT '92, o acordo europeu – CEMEP e a regulamentação brasileira.

TABELA 3- COMPARAÇÃO ENTRE AS REGULAMENTAÇÕES EUROPÉIA, BRASILEIRA E AMERICANA

	EPACT 92	CEMEP	Brasileira
□			
Faixa de potência	1 – 200 Hp	1 - 90 kW	1 – 250 Hp
Tensão	Até 600 V	400 V	Até 600 V
Tipo de construção	Horizontal e com pés, 2,4 and 6 pólos, uso geral, motores abertos e fechados	Horizontal e com pés, 2,4 and 6 pólos, regime S1	Horizontal, vertical, com pés e flange, 2, 4, 6 e 8 pólos
Método de ensaio	IEEE –112 – method B	Inicialmente IEC 34-2 , mas está sendo harmonizado	Semelhante ao norte americano
Região de eficiência	01	03	02
Regulação	Lei de 1992 para iniciar em outubro de 1997	Voluntário, 50% da produção estará acima da região inferior em 5 anos	Lei com plano de metas para quatro anos

Percebe-se que a regulamentação brasileira se mostra inovadora quando prever na lei um mecanismo de evolução dos rendimentos através dos planos de metas e é a mais abrangente cobrindo cerca de 80 % do mercado.

### 3.4 Valores mínimos de rendimentos nominais

Duas tabelas foram negociadas com os fabricantes uma para motores padrão e outro para alto rendimento.

As tabelas 4 e 5 apresentam estes valores.

TABELA 4 – VALORES DE RENDIMENTOS NOMINAIS MÍNIMOS PARA MOTORES PADRÃO

cv	Pólos			
	2	4	6	8
1,0	77,0	78,0	73,0	66,0
1,5	78,5	79,0	75,0	73,5
2,0	81,0	81,5	77,0	77,0
3,0	81,5	83,0	78,5	78,0
4,0	82,5	83,0	81,0	79,0

Continuação da tabela 4

cv	Pólos			
	2	4	6	8
5,0	84,5	85,0	83,5	80,0
6,0	85,0	85,5	84,0	82,0
7,5	86,0	87,0	85,0	84,0
10	87,5	87,5	86,0	85,0
12,5	87,5	87,5	87,5	86,0
15	87,5	88,5	89,0	87,5
20	88,5	89,5	89,5	88,5
25	89,5	90,5	90,2	88,5
30	89,5	91,0	91,0	90,2
40	90,2	91,7	91,7	90,2
50	91,5	92,4	91,7	91,0
60	91,7	93,0	91,7	91,0
75	92,4	93,0	92,1	91,5
100	93,0	93,2	93,0	92,0
125	93,0	93,2	93,0	92,5
150	93,0	93,5	94,1	92,5
175	93,5	94,1	94,1	
200	94,1	94,5	94,1	
250	94,1	94,5		

TABELA 5 – VALORES DE RENDIMENTOS NOMINAIS MÍNIMOS PARA MOTORES DE ALTO RENDIMENTO

cv	Pólos			
	2	4	6	8
1,0	80,0	80,5	80,0	70,0
1,5	82,5	81,5	77,0	77,0
2,0	83,5	84,0	83,0	82,5
3,0	85,0	85,0	83,0	84,0
4,0	85,0	86,0	85,0	84,5
5,0	87,5	87,5	87,5	85,5
6,0	88,0	88,5	87,5	85,5
7,5	88,5	89,5	88,0	85,5
10	89,5	89,5	88,5	88,5
12,5	89,5	90,0	88,5	88,5
15	90,2	91,0	90,2	88,5
20	90,2	91,0	90,2	89,5
25	91,0	92,4	91,7	89,5
30	91,0	92,4	91,7	91,0
40	91,7	93,0	93,0	91,0
50	92,4	93,0	93,0	91,7
60	93,0	93,6	93,6	91,7
75	93,0	94,1	93,6	93,0
100	93,6	94,5	94,1	93,0
125	94,5	94,5	94,1	93,6
150	94,5	95,0	95,0	93,6
175	94,7	95,0	95,0	
200	95,0	95,0	95,0	
250	95,4	95,0		

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Esta regulamentação específica se notabiliza por assegurar que toda evolução dos rendimentos alcançada, na última década, na qual saímos de um patamar tecnológico, reconhecidamente ineficiente, para um nível de eficiência semelhante aos dos países

desenvolvidos, realizando diversas ações como Selo Procel/Inmetro de Desempenho Energético e o sistema de etiquetagem. O rendimento médio de motores no mercado aumenta, na medida que os motores nacionais que não são ganhadores do Selo Procel/Inmetro serão eliminados, motores ineficientes não serão importados e as máquinas de uso final passaram a utilizar, na sua maioria, motores de maior rendimento. Destacam-se, ainda, o alto grau de abrangência desta regulamentação, sendo superior as norte-americanas e o aspecto inovador de regulamentar um dispositivo que prever o contínuo aperfeiçoamento dos rendimentos.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Relatório Final da Regulamentação de motores – Comitê Técnico de Motores, Brasília, dezembro,2002;

#### 6.0 - AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos ao grupo técnico de motores do PBE que possibilitaram esta vitória e aos membros do Comitê Técnico de Motores pelo profissionalismo e competência que nominalmente são: Gustavo Kuster, Leonardo Rocha, Marina G. Assumpção, Reinaldo Shindo, Reynaldo S. Costa e Vanda A. dos Santos