



**XX SNPTEE  
SEMÍNÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

Versão 1.0  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

**GRUPO XIV**

**GRUPO DE ESTUDOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA  
TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO - GET**

**NOVA VISÃO NA ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS NAS INDÚSTRIAS: OTIMIZAÇÃO DE  
SISTEMAS MOTRIZES**

**Carlos Aparecido Ferreira \***

**Fernando Pinto Dias Perrone**

**George Alves Soares**

**Vanda Alves dos Santos Bráulio Romano Motta Humberto Luiz de Oliveira... Marco Aurélio R.G. Moreira**

**CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. - ELETROBRÁS**

**RESUMO**

O objetivo deste informe técnico é apresentar a atuação da Eletrobrás, através do PROCEL INDÚSTRIA, na elaboração de diagnósticos energéticos focados em sistemas motrizes, difundindo a importância de uma visão sistêmica, na tentativa de sensibilizar e alertar os agentes envolvidos com eficiência energética industrial para as vantagens dessa prática em substituição àquela largamente utilizada, ou seja, a simples troca de motor elétrico. Serão apresentadas as vantagens técnicas e econômicas de se utilizar a visão sistêmica através de um caso genérico e os resultados já obtidos pelo PROCEL INDÚSTRIA.

**PALAVRAS-CHAVE**

Consumo de Energia Elétrica, Eficiência Energética na Indústria, Sistemas Motrizes

**1.0 - INTRODUÇÃO**

**1.1 Importância dos sistemas motrizes na indústria brasileira**

O setor industrial é responsável por 46% do consumo de energia elétrica no Brasil (1), conforme apresentado na Figura 1. Sabe-se ainda, que o consumo de energia nos sistemas motrizes corresponde a 62% do total de energia elétrica consumido na indústria (2), conforme pode ser observado na Figura 2. Sendo assim, sistemas motrizes industriais são responsáveis pelo consumo de 28,5% da energia elétrica consumida no Brasil. Esse elevado consumo de energia elétrica em sistemas motrizes industriais, motivou a Eletrobrás a atuar no combate ao desperdício de energia elétrica nesse uso final, conforme será apresentado a seguir.

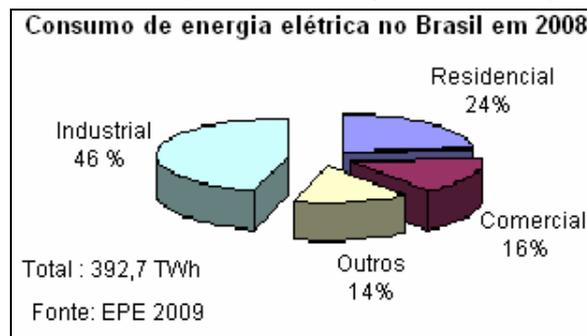


FIGURA 1 – Consumo de energia elétrica no Brasil

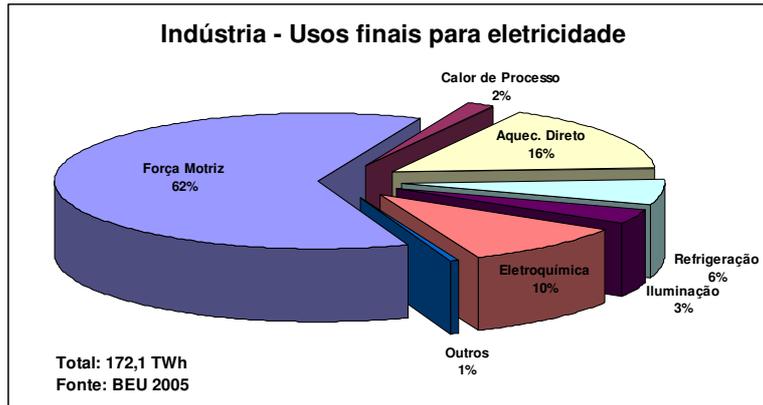


FIGURA 2 – Consumo de energia elétrica no setor industrial brasileiro

### 1.2 PROCEL INDÚSTRIA – Eficiência Energética Industrial

O PROCEL INDÚSTRIA, subprograma do PROCEL/Eletrobrás, foi criado no ano de 2003 e tem como objetivo principal combater o desperdício de energia elétrica nos sistemas motrizes das indústrias brasileiras. Sistemas motrizes compreendem, predominantemente, acionamento eletro-eletrônico, motor elétrico, acoplamento motor-carga, cargas fluidomecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores e correias transportadoras) e instalações (transporte e consumo dos fluidos).

Cabe registrar, que motores elétricos responsáveis pelo manuseio e processamento de materiais, acionando diversos equipamentos, também são considerados sistemas motrizes. Entretanto, o foco de atuação do PROCEL INDÚSTRIA é nas aplicações para acionamento de cargas fluidomecânicas (utilidades das indústrias) pelos seguintes motivos: a produção industrial não é afetada; há grande facilidade de replicação das ações (independe do ramo industrial); no acionamento para processamento, frequentemente são encontrados sistemas óleo-hidráulicos que utilizam bombas e compressores. Além disso, apesar de estudos desse tipo ainda não terem sido realizados no Brasil, acionamento de sistemas fluidomecânicos são os principais responsáveis, de forma considerável, pelo consumo de energia elétrica nos EUA e na UE (3).

O principal instrumento utilizado pelo PROCEL INDÚSTRIA para atingir seu objetivo é a realização de parcerias com federações de indústria estaduais. Resumidamente, tais parcerias possuem as seguintes atividades (4):

- realização de Estudo Setorial que subsidie a determinação dos ramos de atividade industrial que apresentam maior consumo de energia elétrica em sistemas motrizes;
- treinamento de multiplicadores (professores universitários e consultores autônomos) através do curso "Otimização de Sistemas Motrizes Industriais" com carga horária de 176 horas;
- capacitação de agentes (técnicos e engenheiros) das indústrias pelos multiplicadores através de curso de 40 horas;
- realização de autodiagnósticos pelos agentes, sob orientação dos multiplicadores, implementação das medidas economicamente viáveis e divulgação dos resultados através de *workshop*;
- implementação e divulgação de projetos de demonstração, denominados casos de sucesso;

Com o objetivo de prestar suporte às indústrias e de perenizar as ações desenvolvidas com a federação de indústria, o programa também implanta Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes – LAMOTRIZ em pelo menos uma universidade do estado (5).

### 2.0 DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS NAS INDÚSTRIAS

Segundo acervo do PROCEL INDÚSTRIA e de outras entidades, a maioria dos diagnósticos energéticos realizados nas indústrias brasileiras, apresentam como recomendação principal substituição de vários motores elétricos, acompanhada, algumas vezes, por adequação no sistema de iluminação, correção do fator de potência

e análise tarifária. Tais diagnósticos energéticos apresentam, de uma maneira geral, altos tempos de retorno de investimento, o que desestimula a implementação das ações recomendadas por parte do meio empresarial. Neste Informe Técnico, tais trabalhos serão denominados **Dignósticos Segundo Visão Antiga**. Por outro lado, trabalhos através dos quais o sistema motriz é analisado por inteiro, segundo vem sendo estimulado pelo PROCEL INDÚSTRIA, serão denominados **Dignósticos Segundo Nova Visão (Visão Sistêmica)**.

### 2.1 Diagnósticos segundo visão antiga

Conforme pode ser observado pela Figura 2, sistemas motrizes são os maiores consumidores de energia elétrica na indústria. O grande equívoco cometido na realização de diagnósticos energéticos nas indústrias é supor que sistemas motrizes = motores elétricos, ou seja, que o motor elétrico é o grande consumidor de energia elétrica nas indústrias. Em muitos casos, esse equívoco ocorre devido à carência de profissionais especialistas em sistemas motrizes, ou seja, com conhecimentos de elétrica e de mecânica. Por exemplo, vários especialistas na parte elétrica têm em mente que um sistema motriz é um circuito elétrico com impedâncias longitudinais e transversais tendo um resistor, cuja resistência varia com o carregamento, como sendo a carga. Por outro lado, muitos especialistas na em mecânica não tem conhecimento sobre motores e conceitos elétricos importantes. O PROCEL INDÚSTRIA vem efetuando, nos últimos anos, esforço muito grande junto às federações estaduais de indústria (4) e universidades (5) de forma a se difundir os conceitos eletromecânicos necessários sobre sistemas motrizes.

Em termos práticos, a análise, segundo a visão antiga, consiste, simplesmente, em realizar medição e anotar dados de placa do motor no campo. Posteriormente, é avaliado o carregamento do motor elétrico através da análise de suas curvas e proposta sua substituição por máquina de alto rendimento. Em muitos casos, pode ser proposta substituição por motor elétrico de menor potência, o que favorece, em termos econômicos, a implementação da ação. Em relação a medição realizada no campo, pode ser utilizado o método da potência, o método da corrente ou o método da medição da rotação, considerando-se que a carga acionada é constante (6). Para avaliar o carregamento, a partir das curvas do motor elétrico, existem programas computacionais que, a partir de banco de dados de fabricantes de motor elétrico, facilitam essa etapa da análise.

Os procedimentos apresentados anteriormente são corretos, entretanto, analisar o motor elétrico deve ser parte da análise do sistema motriz, conforme será apresentado a seguir.

### 2.2 Diagnósticos segundo nova visão (visão sistêmica)

Equivocadamente é atribuída aos motores elétricos a expressão grande “consumidor” de energia. Na verdade isso não acontece, pois a energia que seria “consumida” está sendo, na verdade, transferida de forma mecânica para a carga que está sendo acionada. De fato, como qualquer outro conversor de energia, o motor consome uma parcela de energia relativa às suas perdas internas (efeito Joule, histerese, correntes parasitas, perdas mecânicas etc), mas esse valor corresponde a uma quantidade bem reduzida em relação à energia que é convertida da forma elétrica para mecânica, uma vez que os motores elétricos são máquinas de alta eficiência. Assim o maior potencial de economia de energia está a partir da ponta do eixo do motor elétrico.

Nesse sentido, conforme enfatizado na seção 1.2, o PROCEL INDÚSTRIA focaliza suas atividades, atualmente, em sistemas motrizes, que não corresponde somente ao motor elétrico, mas, sim, ao sistema para acionamento fluidomecânico completo: acionamento eletro-eletrônico, motor elétrico, acoplamento motor-carga, cargas fluidomecânicas acionadas (bombas, compressores, ventiladores, exaustores e correias transportadoras) e instalações fluido-mecânicas (transporte e consumo dos fluidos). No *site* do PROCEL são apresentados vários potenciais de eficiência energética em cada elemento do sistema motriz ([www.eletobras.com/procel](http://www.eletobras.com/procel)).

Segundo visão sistêmica, a análise para substituição dos motores elétricos, somente deve ser realizada após a verificação do acoplamento, da carga mecânica e das instalações fluido-mecânicas. Dessa forma, consegue-se reduzir a potência mecânica acionada pelo motor e, conseqüentemente, os tempos de retorno de investimento total e para troca dos motores elétricos ficam mais atrativos, o que estimula a implementação das medidas apontadas.

A Figura 3 mostra a importância de uma análise sistêmica em uma instalação para bombeamento d'água. Analisando-se somente o motor elétrico, que é uma máquina de alta eficiência, tem-se que a perda de energia elétrica é de 9%. Na prática, entretanto, a eficiência do sistema, no máximo chegaria a 93%. Se, além do motor elétrico, a bomba for analisada, a eficiência do sistema cai para 59%, aumentando-se o potencial de economia de energia elétrica. Melhor resultado, entretanto, pode ser obtido se todo o sistema for analisado, incluindo acoplamentos e a instalação fluido-mecânica.



**1º Caso**  
**Motor de 15 kW**  
**Eficiência = 91%**

**2º Caso**  
**Motor e bomba**  
**Eficiência = 59%**

**3º Caso**  
**Visão Sistêmica**  
**Eficiência=13%**

FIGURA 3 – Aumento do potencial de eficiência energética através da visão sistêmica

### 3.0 - RESULTADOS

#### 3.1 Caso genérico

Este caso apresentará, didaticamente, típica melhoria técnica e econômica ao se efetuar análise sistêmica, comparada à situação onde só o motor elétrico é analisado. O sistema motriz analisado consiste num motor elétrico de 100 cv acionando compressor centrífugo, através de acoplamento por correias lisas. O ar comprimido é distribuído ao longo de um galpão industrial, sendo utilizado em instrumentos, equipamentos e em bancadas.

##### 3.1.1 Análise através da visão antiga

De acordo com o item 2.1, o diagnóstico segundo visão antiga, focaliza a análise no motor elétrico, conforme será apresentado a seguir.

Para avaliação do carregamento, foi utilizado o método da potência, tendo sido medido valor igual a 60 kW. Os principais dados de campo anotados foram os seguintes: fabricante, motor padrão, rotação síncrona de 1800 rpm, potência de 100 cv (73,6 kW) e grau de proteção IP 54.

A partir do valor da potência elétrica medida, utilizando-se o programa BD Motor, desenvolvido pelo CEPTEL/Eletróbrás, obteve-se que a potência mecânica (de saída) do motor elétrico vale 55,07 kW (74,82 cv) e que seu carregamento corresponde a 74,82% de sua capacidade nominal, conforme apresentado na Figura 4.

Após verificação das condições de partida do motor elétrico, concluiu-se que o motor elétrico de alto rendimento pode ser de 75 cv, o que faz com que a viabilidade econômica de substituição seja mais atrativa. Ainda assim, o tempo de retorno de investimento é de 47 meses, conforme análise realizada pelo BD Motor apresentada na Figura 5.

Dimensionamento por Potência >>> Motor 637

Potência de Saída 100 cv 73.60 kW

Rendimento (%)	Potência Entrada	Potência Saída
50 % 90.00	40.89 kW	36.80 kW
75 % 92.00	60.00 kW	55.20 kW
100 % 92.50	79.57 kW	73.60 kW

Potência de Entrada Medida >>> 60 kW Executar

Potência de Saída 55.07 kW P. saída/P. nominal 74.82 %

AJUDA Imprimir Comparar Fechar

FIGURA 4 – Obtenção da potência de saída e do carregamento do motor elétrico a partir da medição da potência de entrada medida

Comparação Entre Motores (Uso X Novo)

Motor 637 - Potência (cv) 100 Carga (%) 74.82 Rendimento (%) 92 Perda Rend. (%) 0 Total Horas (Ano) 4320

Motor 2535 - Potência (cv) 75 Carga (%) 99.76 Rendimento (%) 94.2 Preço (R\$) 11691,19 Desconto (%) 0 Total Horas (Ano) 4320

Tarifa média de energia 0,345 (R\$/kWh) Carga Centrífuga  Sim  Não Executar Fechar

Consumo Ativo no Ano (kWh - R\$)

258577,92 kWh	249896,36 kWh
89209,38 R\$	86214,24 R\$

Retorno da diferença do investimento (Payback) - Motor 2535 47 meses

Diferença Invest. : 11691,19 R\$ Economia por Ano : 8681,56 kWh 2995,14 R\$ Imprimir

FIGURA 5 – Análise econômica referente à troca de motores / visão antiga

### 3.1.2 Análise através da visão sistêmica

Antes de ser verificada a possibilidade de substituir o motor elétrico, segundo a visão sistêmica apresentada no item 2.2, as seguintes ações foram efetuadas:

- Regulamentação do uso de ar comprimido de bancadas, uma vez que frequentemente era utilizado desnecessariamente;
- Detecção e eliminação de pontos de vazamento na instalação;
- Redução da pressão do ar comprimido. Provavelmente havia sido elevada devido às perdas (fazendo com que aumentassem mais ainda);

Após implementação das ações acima, que não requereram investimento, foi efetuada nova medição da potência elétrica, tendo sido obtido o valor de 39 kW. Utilizando-se o BD motor, obtêve-se que a potência mecânica vale 35 kW (47,58 cv). Cabe mencionar que a eficiência pode ser melhorada mais ainda substituindo-se as correias planas por correias em V (neste caso a polia também deve ser substituída). Também poderia ser modificada o

local da captação do ar que, atualmente, está com temperatura elevada. Conforme pode ser observado, optou-se por medidas que não necessitaram de investimento.

Com base no levantamento apresentado acima, foi proposta a substituição do motor de 100 cv por motor de 50 cv (tendo sido verificadas as condições de partida), conforme apresentado na FIGURA 6. Conforme pode ser observado, o tempo de retorno de investimento para substituição do motor elétrico foi reduzido de 47 (seção anterior) para 18 meses. Certamente, a possibilidade de se efetuar a troca do motor elétrico quando se analisa o sistema motriz completo é bem maior devido à maior atratividade econômica. Isso mostra que a análise sistêmica acaba estimulando a troca do motor elétrico, neste caso. Há que se mencionar, entretanto, que mesmo sem substituir o motor elétrico de 100 cv, este ainda continua com rendimento elevado (89,7%), apesar da redução considerável do fator de potência, que fica em torno de 0,75 ind. Em situações como essa, pode ser que a indústria opte por não substituir o motor elétrico, entretanto, ela deverá ficar atenta ao fator de potência. Este exemplo mostrou, também, que correção do fator de potência deve ser realizada após verificação do sistema motriz. Frequentemente correção de fator de potência e análise tarifária são as primeiras ações analisadas e propostas, o que não é adequado.

**Comparação Entre Motores (Uso X Novo)**

Motor 637 - WEG	Motor 2531 - WEG
Potência (cv): 100	Potência (cv): 50
Carga (%): 47,58	Carga (%): 95,17
Rendimento (%): 89	Rendimento (%): 93,2
Perda Rend. (%): 0	Preço (R\$): 6408,79
Total Horas (Ano): 4320	Desconto (%): 0
	Total Horas (Ano): 4320

Tarifa média de energia: 0,345 (R\$/kWh) | Carga Centrífuga:  Sim  Não

Consumo Ativo no Ano (kWh - R\$)

Motor 637 - WEG	Motor 2531 - WEG
169979,28 kWh	157842,02 kWh
58642,85 R\$	54455,50 R\$

Retorno da diferença do investimento (Payback) - Motor 2531: 18 meses

Diferença Invest. : 6408,79 R\$ | Economia por Ano : 12137,26 kWh 4187,36 R\$

FIGURA 6 – Análise econômica referente à troca de motores / visão sistêmica

### 3.2 Resultados totais do PROCEL INDÚSTRIA

A Eletrobrás através do PROCEL INDÚSTRIA vem trabalhando nos últimos anos de forma a estimular a realização de diagnósticos energéticos focados em sistemas motrizes, conforme apresentado na seção 1.2. A principal ação do PROCEL INDÚSTRIA é a realização de convênios com federações estaduais de indústria. Até o momento foram firmados convênios com 12 federações. Foram capacitados 170 multiplicadores que treinaram 2.700 agentes de 597 indústrias. A Tabela 1 apresenta os resultados resumidos relativos aos autodiagnósticos elaborados pelos agentes das indústrias. Os autodiagnósticos aprovados referem-se a trabalhos focados em sistemas motrizes, análogos ao caso genérico apresentado no item 3.1.2. Deve-se ressaltar que não há resultados referentes aos trabalhos com a FIEA e com a FIERGS devido ao fato de as ações desenvolvidas com essas federações serem mais recentes.

TABELA 1 – Resultados / autodiagnósticos (fevereiro de 2009)

Federação	Recebidos	Aprovados pela Eletrobrás	Economia Esperada (kWh)	Tempo de Retorno de Investimento Médio (Meses)
FIEC	13	10	5.359.197,13	17
FIEMT	12	0	0	0
FIEPE	6	3	258.984,92	26
FIEAM	1	0	0	0

FIEMG	3	0	0	0
FIESP	43	26	11.187.816,92	18
FIEMS	6	0	0	0
FIEB	5	1	357.264	11
FIEPA	0	0	0	0
IEL/SC	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>40</b>	<b>17.163.262,97</b>	<b>19</b>

#### 4.0 - CONCLUSÃO

Através de caso genérico apresentado, verifica-se que diagnósticos energéticos focados em sistemas motrizes são mais consistentes tecnicamente e apresentam maior viabilidade econômica para implementação das medidas pelas indústrias. Pôde-se verificar, também, que a análise sistêmica acaba tornando mais viável a substituição dos motores elétricos e que possíveis correções de fator de potência devem ser realizadas ao final da análise.

Apesar do estímulo que a Eletrobrás, através do PROCEL INDÚSTRIA, vem realizando no sentido de sensibilizar e alertar os agentes envolvidos com eficiência energética industrial sobre a vantagem técnica e econômica de se realizar diagnósticos energéticos focados em sistemas motrizes, grande dificuldade vem sendo observada na mudança da concepção de alguns profissionais, haja vista a dificuldade observada na realização dos diagnósticos e posterior aprovação, conforme apresentado na Tabela 1.

#### 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Resenha mensal do mercado de energia elétrica, Ano II, Número 16, Janeiro de 2009, Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Rio de Janeiro, 2009.
- (2) Balanço de Energia Útil / 2005, Ministério de Minas e Energia / Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, Brasília, DF, 2005.
- (3) FILHO, GUILHERME, Conservação de energia em sistemas fluidomecânicos, XVIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Eletricidade – SNPTEE, Curitiba – Paraná, Brasil, 2005.
- (4) SANTOS, VANDA *et alii*, Otimização de sistemas motrizes industriais, XVIII Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Eletricidade – SNPTEE, Curitiba – Paraná, Brasil, 2005.
- (5) CARLOS, FERREIRA *et alii*, Laboratório de Otimização de Sistemas Motrizes, XIX Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Eletricidade – SNPTEE, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2007.
- (6) LOCATELLI, EGOMAR, Motor Elétrico / Guia Avançado, PROCEL INDÚSTRIA, Apostila do Curso de Otimização de Sistemas Motrizes. Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2004.

#### 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Carlos Aparecido Ferreira

Nascido em Oliveira Fortes, MG, em 31/03/1978

Doutorando em Engenharia Elétrica: PUC-Rio

Mestrado (2003) e Graduação (2002) em Engenharia Elétrica: UFJF

Pós-Graduação em Engenharia Econômica (2006): UERJ

Empresa: Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, desde 2003

Engenheiro da Divisão de Eficiência Energética da Indústria e Comércio

Fernando Pinto Dias Perrone

Nascido em Porto Alegre, RS, em 23 de janeiro de 1955;

Pós-Graduação em Engenharia de Aplicações Elétricas (1981), Administração Pública para Desenvolvimento de Executivos (1987) e MBA Executivo em Energia Elétrica (2002) e Graduação em Engenharia Elétrica (1978), PUC-RJ;

Empresa: Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, desde 1977

Gerente do Departamento de Projetos de Eficiência Energética.

George Alves Soares

Nascido em Fortaleza, CE, em 21 de Julho de 1962

Doutorado(1998): UFRJ, Mestrado(1988): PUC-RJ, Graduação em Engenharia Elétrica(1985)- UFCE  
MBA Executivo pela Coppead em 2003 e de Políticas Públicas em 2006  
Empresas: PUC-RJ, de 1986 a 1987  
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, de 1987 a 2002  
Universidade Veiga de Almeida, de 1999 a 2004  
Centrais Elétricas Brasileiras, desde 2002  
Assistente da Diretoria de Tecnologia da Eletrobrás

#### Vanda Alves dos Santos

Nascida em 10 de outubro de 1953 no Estado do Rio de Janeiro.  
Pós-Graduação: MBA em Economia e Gestão de Energia na COPPEAD – UFRJ (2005); Graduação: (1981) em Engenharia Elétrica: PUC/Petrópolis e Universidade Veiga de Almeida/Rio de Janeiro  
Empresas: Araujo Abreu Engenharia, de 1981 a 1984  
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS, desde 1984  
Gerente da Divisão de Gestão de Eficiência Energética

#### Bráulio Romano Motta

Nascido em Juiz de Fora, MG, em 20 de dezembro de 1958.  
Graduação (1983) em Engenharia Elétrica: USU-Rio de Janeiro  
Empresas: Internacional de Engenharia S.A. - IESA, de 1979-1991  
Fundação Estadual Norte Fluminense - FENORTE, em 2002  
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS, desde 2003  
Engenheiro da Divisão de Eficiência Energética da Indústria e Comércio

#### Humberto Luiz de Oliveira

Nascido em Monte Carmelo, MG, em 22 de março de 1956;  
Pós-Graduação (2003) em Gerência de Negócios: FGV e Graduação (1982) em Engenharia Mecânica: PUC-MG  
Empresas: Furnas Centrais Elétricas S.A. - FURNAS, de 1985 a 1997  
ELETROBRÁS Termonuclear S.A. – ELETRONUCLEAR, de 1997 a 2005  
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, desde 2005  
Engenheiro da Divisão de Eficiência Energética da Indústria e Comércio

#### Marco Aurélio Ribeiro G Moreira

Nascido em 24/01/1969;  
Mestrado em Ciências em Planejamento Energético (2006): Instituição: COPPE/UFRJ  
Pós-Graduação: MBA Executivo (2004): Instituição: COPPEAD/UFRJ  
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A., de 1997 até 1998  
Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, desde 1998  
Gerente da Divisão de Eficiência Energética na Indústria e Comércio