



Conselho de Consumidores da Coelce

Projeto Especial

Eficientização Energética Industrial com Foco para a Substituição de Motores Elétricos

Fortaleza, 9 de outubro de 2000

SUMÁRIO

1 – Introdução

2 – Objetivo

2.1 – Diagnósticos energéticos

2.2 – Implementação das ações definidas nos diagnósticos energéticos

3 – Justificativa da sua implantação

4 – Orçamento, cronograma de desembolso de prazo de execução

4.1 – Substituição de motores

4.2 – Diagnósticos energéticos

4.3 – Implementação de ações de impacto financeiro reduzido

4.4 – Composição final dos recursos

5 – Alcance do Projeto

5.1 – Tempo de retorno do investimento para o total do projeto especial

5.2 – Tempo de retorno do investimento relativo à participação financeira dos consumidores

5.3 – Prazo de execução

5.4 – Cronograma de desembolso

6 – Resultados a serem obtidos

7 – Parcerias e contribuições associadas ao projeto

1 – INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no Brasil no ano de 1999 alcançou um total de 290 TWh. A participação do Setor Industrial atingiu a expressiva cifra dos 122 TWh, correspondendo a 42% de toda a energia consumida no mercado de eletricidade, conforme pode ser observado na Figura 1, distribuída por classe de consumo.

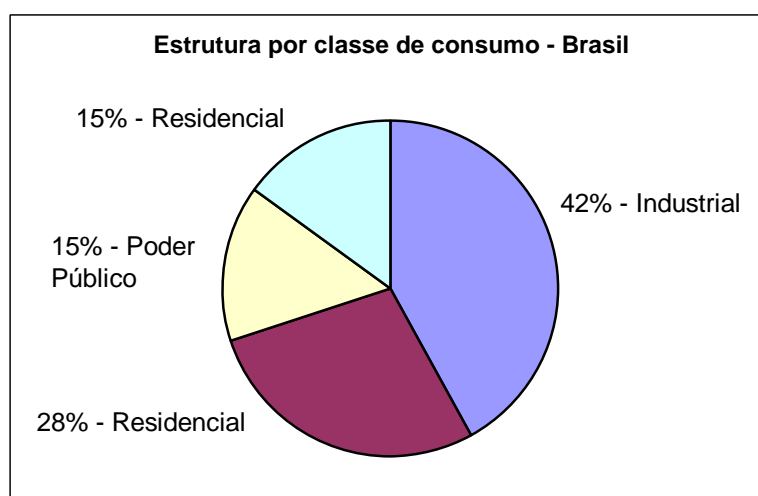


Figura 1

Já no Estado do Ceará o Setor Industrial foi responsável por 28,6% do consumo de energia elétrica, no ano 1999. Isto representou um total de energia consumida durante o referido ano de 1.629 GWh. É de 7.809 o número de consumidores industriais do mercado de energia elétrica da COELCE, representando 0,47% do total de consumidores registrados.

A estrutura de participação da indústria do Ceará no consumo de energia elétrica da COELCE por gênero de atividade pode ser conhecida através da Figura 2.

Observa-se que a área têxtil tem uma participação expressiva no consumo de energia elétrica e é representado por grandes indústrias têxteis e pequenas indústrias de confecção.

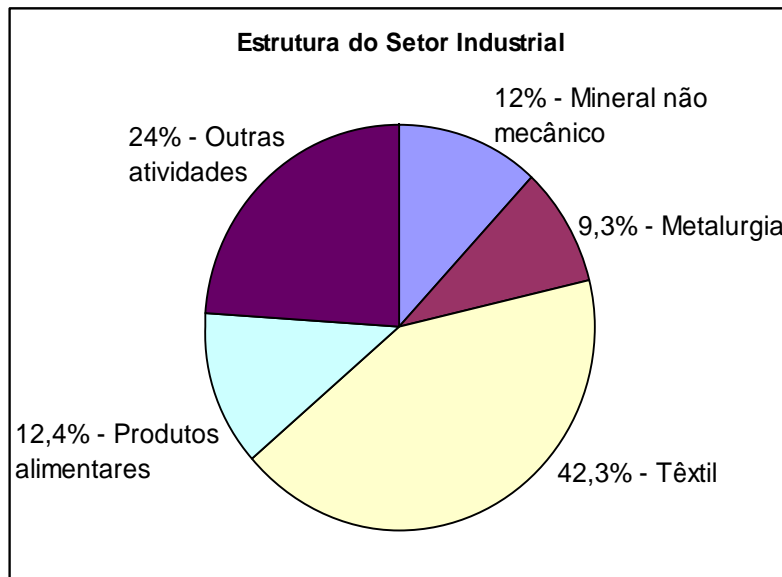


Figura 2

Já a estrutura de participação do número de consumidores industriais por gênero de atividade pode ser conhecida através da Figura 3. Observa-se, em termos numéricos, que há um expressivo número de consumidores da área de produtos alimentares.

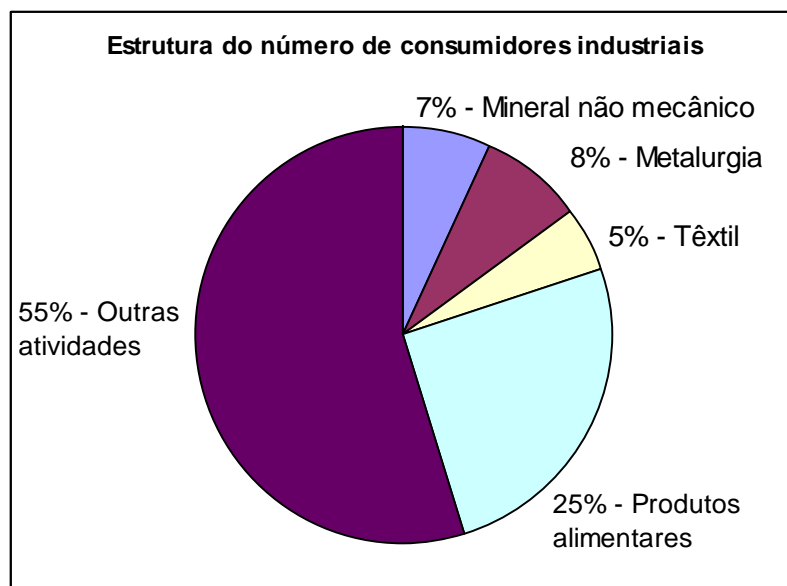


Figura 3

A Figura 4 mostra a participação dos principais gêneros de consumo na matriz de energia elétrica do Setor Industrial nacional, destacando-se a expressiva participação dos motores elétricos com 51% de toda a energia consumida.

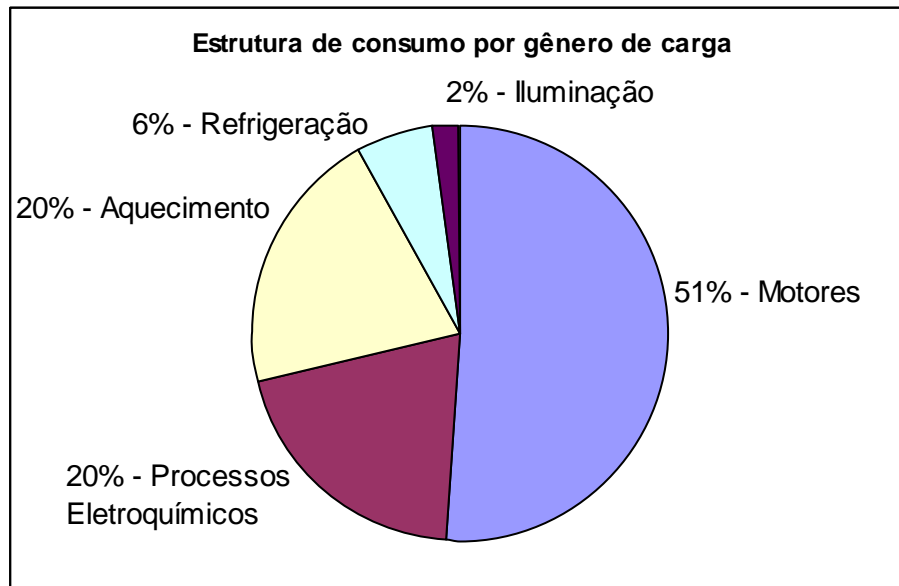


Figura 4

Apesar de sua elevada eficiência, quando comparados com outros equipamentos de produção, existe no mercado motores elétricos fabricados com alto rendimento que superam em eficiência os motores denominados *standard* e de uso generalizado.

Considerando todos os motores elétricos em operação tem-se a seguinte distribuição percentual de capacidade instalada mostrada na Figura 5.

Existem no Estado do Ceará cerca de 12.000 mil unidades industriais em atividade. Já em Fortaleza, este número é de aproximadamente 5.600 plantas industriais em operação.

2 – OBJETIVO

O presente Relatório tem por objetivo apresentar um estudo visando a elaboração de Diagnósticos Energéticos e a implementação das ações neles indicadas para atender um determinado número de unidades consumidoras industriais instaladas em Fortaleza.

O Relatório será apreciado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL de conformidade com a Resolução 138 de 10/05/2000. O estudo constará de elementos técnicos capazes de justificar a implementação de ações que conduzam a redução ou eliminação dos desperdícios de energia elétrica nas unidades consumidoras beneficiadas.

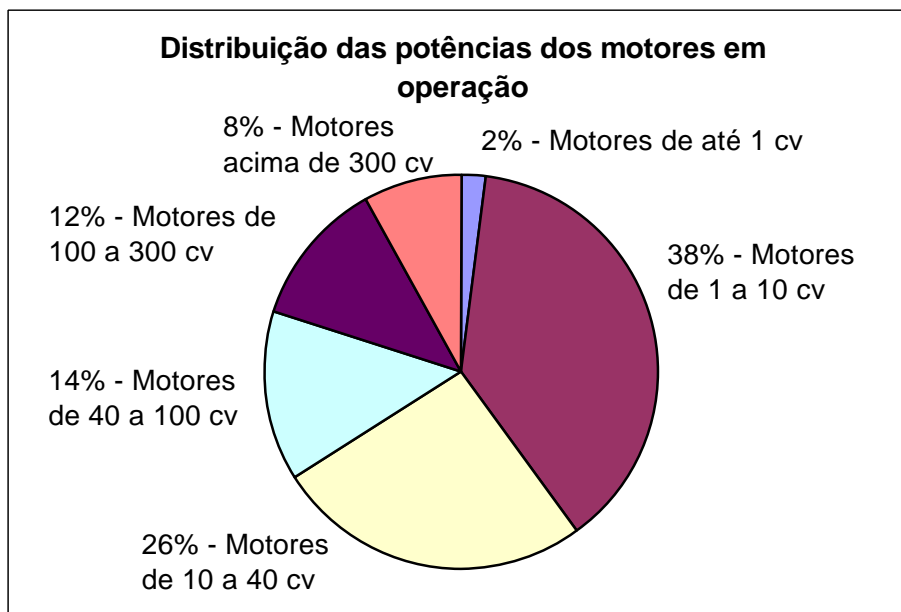


Figura 5

A principal ação que motivou o Programa Especial, e que será identificada e definida nos Diagnósticos Energéticos, foi a substituição de 2.000 motores trifásicos do tipo *standard*, com potências nominais compreendidas entre 1 a 10 cv.

Considerando, em média, que em cada pequena indústria tenham instalados 30 motores elétricos com a especificação anteriormente mencionada pode-se estimar um total de 67 estabelecimentos industriais a serem beneficiados.

O Projeto está dividido em duas diferentes etapas:

2.1- Diagnósticos Energéticos

É de interesse do Setor Industrial do Ceará que o Fundo definido na Resolução 138 destine recursos para a elaboração de 67 Diagnósticos Energéticos nas indústrias a serem selecionadas com o objetivo de determinar o seu potencial

de desperdício de energia elétrica. Neste caso, cada estabelecimento industrial participaria com um percentual de 10% dos recursos aplicados.

Os Diagnósticos Energéticos compreenderão os seguintes serviços:

- Motores elétricos

Identificar os motores elétricos ineficientes ou que operam com baixa eficiência.

- Iluminação.

Identificar e contabilizar as lâmpadas ineficientes, propondo a sua substituição com base em critérios econômicos.

- Climatização.

Verificar as perdas nos aparelhos de janela com a finalidade de identificar desperdícios nesse segmento.

- Aquecimento.

Verificar os desperdícios de energia nos sistemas de aquecimento, caso haja.

- Consumo de água.

É importante verificar se há vazamentos de água. O desperdício de água resulta em dois custos adicionais: água desperdiçada e energia elétrica adicional para bombeamento.

- Fator de potência.

Identificar se o estabelecimento industrial paga por excesso de energia reativa indutiva.

- Adequação tarifária

Há necessidade de estudar alternativas para determinar qual a melhor grupo tarifário para o estabelecimento industrial, com a finalidade de reduzir a fatura mensal de energia elétrica.

- Redimensionamento de circuitos elétricos.

Verificar as condições das instalações elétricas no sentido de identificar perdas por deficiência de isolação ou mal dimensionamento dos condutores elétricos.

- Câmaras frigoríficas.

Verificar as condições operacionais nas unidades frigoríficas, caso haja.

2.2 - Implementação das ações definidas nos Diagnósticos Energéticos

Os Diagnósticos Energéticos deverão destacar o potencial real de desperdício com o uso de motores elétricos ineficientes em cada estabelecimento industrial, tendo por objetivo fundamental a substituição dos mesmos por motores de alto rendimento no consumo de energia elétrica, implicando na redução das despesas operacionais de cada unidade consumidora.

Tendo em vista os elevados recursos a serem empregados nesta etapa, sugere-se que 70% dos investimentos sejam financiados por um Agente Financiador, em condições a serem estudadas. Complementarmente, o Fundo definido na Resolução 138 participaria com 20% dos recursos necessários e as indústrias a serem beneficiadas com o Programa Especial teriam uma participação individual de 10% do montante.

Para isto, somos de opinião que a ANEEL celebre um Convênio, ou outro instrumento legal eqüivalente, com o Agente Financiador definindo as cláusulas contratuais e o repasse dos recursos a serem aportados com a substituição dos motores elétricos.

Os resultados dos Diagnósticos Energéticos deverão revelar, entre outras, várias ações de pouco impacto financeiro, mas que, se trabalhadas convenientemente, produzirão resultados altamente satisfatórios para a redução dos custos operacionais das unidades consumidoras. Os recursos para a implementação dessas ações seriam cobertos predominantemente pelo Fundo administrado pela ANEEL, porém com participação dos interessados.

No Item 4 estão definidos claramente as responsabilidades financeiras de cada agente participante do Programa Especial.

A seleção das indústrias a serem beneficiadas no Programa Especial obedecerá prioritariamente os critérios que definem e caracterizam as pequenas indústrias do Estado do Ceará.

3 – JUSTIFICATIVA DE SUA IMPLANTAÇÃO

Uma das aplicações mais comuns da eletricidade industrial é a produção de energia mecânica através do uso de motores elétricos aplicados nas mais diversas atividades produtivas.

Os motores elétricos são responsáveis pelo consumo de 51% de toda a energia empregada na atividade industrial no Brasil e que correspondeu a 63 TWh no ano de 1999. Também, com base nas vendas realizadas pela indústria brasileira, os motores de indução trifásicos são responsáveis por 75% dos motores em operação nos diferentes segmentos das classes de consumo.

No Brasil são fabricados motores convencionais e motores de alto rendimento. O maior fabricante brasileiro de motores elétricos é a WEG, suprindo mais da metade do mercado nacional e exportando uma parcela expressiva de sua produção, notadamente para o Mercosul.

Os preços médios dos motores de alto rendimento comercializados no mercado brasileiro variam entre 30 a 40% superiores aos motores de fabricação convencional. No entanto, os motores mais eficientes têm uma excelente relação custo-benefício apesar da expressiva diferença de preço.

A Tabela 1 permite demonstrar o grau de economia de eletricidade resultante da aplicação de motores elétricos de alto rendimento e o seu respectivo custo no mercado brasileiro.

Eficiência, economia de eletricidade e custos de motores de uso eficiente de energia vendidos no Brasil						
Potência do motor (cv)	Taxa de Eficiência		Economia de energia com motor eficiente (%)	Custo de Motores de alto rendimento (US\$)	Custo inicial adicional com motor eficiente	
	Motor comum	Motor eficiente			(US\$)	(%)
1	0,68	0,750	9,3	154	44	40
2	0,72	0,827	12,9	209	61	41
5	0,76	0,860	11,6	362	134	59
10	0,84	0,880	4,5	609	174	40
20	0,87	0,903	3,7	933	215	30
50	0,90	0,924	2,6	2.260	452	25
100	0,91	0,936	2,8	5.459	2.048	60
200	0,91	0,945	3,7	11.492	4.441	63

Tabela 1

A título de informação a Tabela 2 mostra o custo de energia economizada relativa a um motor de alto rendimento de 10 cv, operando para diferentes horas durante o ano. Tomando o caso de 4.000 horas de operação, obtém-se uma economia de US\$ 0,014/kWh ou R\$ 750,00 (setecentos e cinquenta reais).

Custo-efetividade de um motor eficiente de 10 cv		
Uso (hs/ano)	Economia de eletricidade (kWh/ano)	CSEe (US\$/kWh)
1.000	402	0,057
2.000	804	0,028
3.000	1.206	0,019
4.000	1.607	0,014
5.000	2.010	0,012
6.000	2.411	0,009
7.000	2.814	0,008
8.000	3.214	0,007

Tabela 2

Deve-se registrar que os motores da categoria *standard* de menor potência nominal são aqueles que apresentam menor rendimento, conforme mostrado na Tabela 1. Isto é fácil também constatar através de qualquer catálogo de fabricantes nacionais e estrangeiros. Para exemplificar, tomou-se o motor da categoria *standard* de 2 cv/380 V/IV pólos com ventilador externo de fabricação WEG e de uso muito comum no meio industrial. Seu rendimento é de 76% operando a plena carga. O mesmo tipo de motor tomado agora na potência nominal de 10 cv e operando nas mesmas condições anteriores apresenta um rendimento de 90%. Isto corresponde a uma diferença de 18,4% o que é bastante expressivo.

Devido a estas constatações e considerando que 38% dos motores em operação estão compreendidos entre 1 a 10 cv foi definido um Programa Especial para substituição de 2.000 motores trifásicos do tipo *standard* com potências nominais de 1 a 10 cv.

É possível eleger como motor representativo do conjunto de motores de 1 a 10 cv a serem substituídos aquele com potência igual a 3 cv/380 V/IV pólos. A par-

tir desta premissa, pode-se determinar a potência total dos motores a serem substituídos, ou seja: $2.000 \times 3 = 6.000$ cv, valor equivalente a 4.416 kW.

A economia financeira resultante para um tempo de operação de 2.260 horas anuais [365 dias do ano – (55 dias de domingo + ½ dia dos dias de sábado) x 8 horas diárias] será de:

$$E_{econ} = P_a \times N_h \times C_a \times \left(\frac{100}{\eta_{ar}} - \frac{100}{\eta_{st}} \right)$$

P_a - potência total dos motores, em kW.

N_h - número de horas de operação anual.

C_a - custo médio da energia em R\$/kWh.

η_{st} - rendimento nominal do motor *standard*.

η_{ar} - rendimento nominal do motor de alto rendimento.

$$E_{econ} = 4.416 \text{ kW} \times 2.260 \text{ horas} \times 0,210 \text{ R\$/kWh} \times \left(\frac{100}{79} - \frac{100}{85} \right) = \text{R\$}187.267,00/\text{ano}.$$

4 – ORÇAMENTO, CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO E PRAZO DE EXECUÇÃO

4.1 – Substituição dos motores

O motor de 3 cv/380 V/IV pólos custa no fabricante e posto em Fortaleza o valor de R\$ 382,00 (trezentos e trinta e dois reais). Para um total de 2.000 motores e considerando o custo da substituição ao valor de R\$ 55,00 (cinquenta e cinco reais) por unidade, incluindo-se aí as possíveis adaptações, pode-se obter a soma de recursos necessários no valor de R\$ 874.000,00 (oitocentos e setenta e quatro mil reais).

Considerando o preço de um motor *standard* de 3 cv/IVpólos/ 380 V no valor de R\$ 246,00 (duzentos e quarenta e seis reais) e que cada motor *standard* é recomprado pelo fabricante ao preço de 10% do preço de um motor novo, o valor a ser deduzido do total será de $2.000 \times 246,00 \times 0,10 = \text{R\$} 49.200,00$ (quarenta e nove mil e duzentos reais).

Desta forma, o total de recursos necessários para a substituição de 2.000 motores é de $(\text{R\$} 874.000,00 - \text{R\$} 49.200,00) = \text{R\$} 824.800,00$ (oitocentos e vinte e quatro mil e oitocentos reais).

Considerando a participação financeira de 10% de cada interessado, acrescida da participação financeira do Fundo, no valor de 20%, a distribuição dos recursos para a substituição dos motores seria de:

- Participação do Agente Financiador.....R\$ 577.360,00
- Participação financeira dos consumidores.....R\$ 82.480,00
- Participação financeira do Fundo..... R\$ 164.960,00
- Subtotal.....R\$ 824.800,00

3.2 – Diagnósticos energéticos

Para a elaboração dos 67 Diagnósticos energéticos, ao preço de R\$ 4.500,00 por unidade industrial, tem-se um total de R\$ 301.500,00 (trezentos e um mil e quinhentos reais). Considerando a participação financeira de 10% dos interessados e de 90% do Fundo administrado pela ANEEL os valores dos recursos empregados seriam assim distribuídos:

- Participação financeira do Fundo.....R\$ 271.350,00
- Participação financeira dos consumidores.....R\$ 30.150,00
- Subtotal.....R\$ 301.500,00

4.3 – Implementação de ações de impacto financeiro reduzido

Essas ações estão relacionadas a mudanças de procedimentos operacionais e pequenas intervenções no sistema elétrico das unidades industriais e que tenham como consequência a redução de consumo de energia elétrica.

De forma geral, essas ações podem ser assim definidas:

- Mudanças nas rotinas operacionais.
- Treinamento de mão de obra operacional.
- Substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas.
- Recuperação de isolamento térmica de dutos de refrigeração.

- Ajustes e/ou substituição dos termostatos dos aparelhos de ar condicionado.
- Identificação de vazamentos de água.

Para calcular os custos de implementação dessas ações considerou-se que a área construída média de cada unidade industrial beneficiada é de 4.000 m², estimando-se um custo médio de execução dessas ações de R\$ 1,80/m², valor este obtido a partir de alguns projetos similares, obtendo-se finalmente um total de R\$ 7.200,00 (sete mil e duzentos reais) por estabelecimento beneficiado. Neste caso, o total dos recursos necessários seria de R\$ 482.400,00 (quatrocentos e oitenta e dois mil e quatrocentos reais).

Os recursos para a execução dessas ações seriam custeadas pelo Fundo administrado pela ANEEL no montante de 90%, tendo como contrapartida do interessado o valor de 10%, ou seja:

- Participação financeira do Fundo.....R\$ 434.160,00
- Participação financeira dos consumidores.....R\$ 48.240,00
- Subtotal.....R\$ 482.400,00

4.4 – Composição final dos recursos

A composição final dos custos do Projeto Especial e a distribuição de responsabilidade dos recursos a serem empregados são:

- Participação do Agente Financiador.....R\$ 557.360,00
- Participação financeira dos consumidores.....R\$ 160.870,00
- Participação financeira do Fundo.....R\$ 870.470,00
- Total do Programa Especial.....R\$ 1.588.700,00**
(hum milhão, quinhentos e oitenta e oito mil e setecentos reais)

5 – ALCANCE DO PROJETO

O Programa Especial atenderá a 67 estabelecimentos industriais que empregam, em média, 40 trabalhadores, em sua grande maioria, de categorias mais

humildes, tais como operadores de torno mecânico, funileiros, pintores, operadores de máquinas diversas, etc., totalizando cerca de 2.680 empregados.

O Programa Especial apresenta tempos de retorno bastante atrativos para o investimentos realizados.

5.1 – Tempo de retorno do investimento total do Projeto Especial

O tempo de retorno do investimento total para uma taxa de juro anual de 18% seria de:

$$N = \frac{\log\left(\frac{I_v}{E_c} \times i + 1\right)}{\log(1+i)} = \frac{\log\left(\frac{1.588.700,00}{187.267,00} \times \frac{18}{100} + 1\right)}{\log\left(1 + \frac{18}{100}\right)} = 5,6 \text{ anos}$$

I_v - investimento realizado, em R\$;

E_v - economia obtida com o investimento realizado, em R\$.

i - taxa de juro de mercado acrescidos de encargos, em %.

5.2 – Tempo de retorno do investimento relativo à participação dos consumidores

O tempo de retorno do investimento relativo somente à participação dos consumidores (empréstimo do Agente Financiador + participação financeira dos consumidores) para uma taxa de juro anual de 18% seria de:

$$N = \frac{\log\left(\frac{I_v}{E_c} \times i + 1\right)}{\log(1+i)} = \frac{\log\left(\frac{718.230,00}{18.267,00} \times \frac{18}{100} + 1\right)}{\log\left(1 + \frac{18}{100}\right)} = 3,1 \text{ anos}$$

5.3 – Prazo de execução

O prazo de execução para a substituição dos 2.000 motores está apresentado de forma aproximada na Figura 6.

5.4 – Cronograma de desembolso

O cronograma de desembolso definido na Figura 1 refere-se somente aos aportes de recursos a serem repassados pelo Fundo administrado pela ANEEL. Considera-se que a participação dos consumidores e a liberação dos recursos financiados pelo BNDES tenham os desembolsos realizados na mesma proporção dos desembolsos proporcionados pelo Fundo.

PRAZO DE EXECUÇÃO DO PROJETO													
Etapas	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Elaboração dos diagnósticos energéticos	█												
Licitação pública para aquisição dos motores						█							
Compra e recepção dos motores								█					
Substituição dos motores									█				
Teste e comissionamento										█			
Implementação das demais ações				█									

Figura 6

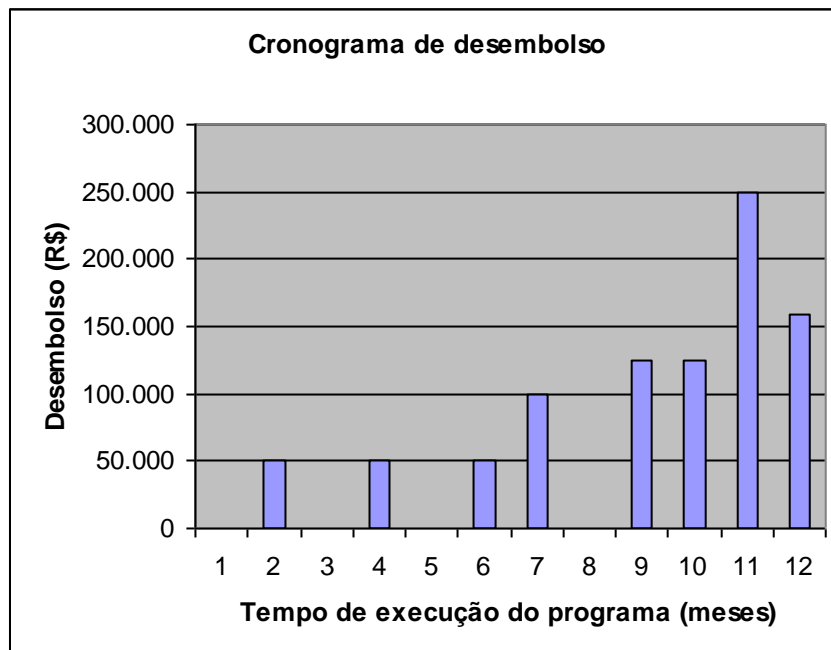


Figura 7

6 – RESULTADOS A SEREM OBTIDOS

É expressiva a quantidade de energia que seria economizada no sistema elétrico com a aplicação do Programa Especial. A redução de energia elétrica ao ano alcançaria o valor de aproximadamente 899.641 kWh, ou seja:

$$E_{energ} = 4.416 \text{ kW} \times 2.260 \text{ horas} \times \left(\frac{100}{79} - \frac{100}{85} \right) = 891.749 \text{ kWh/ano}$$

Associada a essa energia existe um ganho adicional para o sistema elétrico supridor com a redução de demanda cujo valor seria de 4.416 kW, inclusive no momento de ponta de carga do sistema, aliviando a rede de energia elétrica e possibilitando a ligação de novos consumidores sem acréscimo de investimentos.

7 – PARCERIAS E CONTRIBUIÇÕES ASSOCIADAS AO PROJETO

O Projeto Especial prevê o financiamento de um agente de mercado, ou simplesmente, Agente Financiador, que poderia ser selecionado entre o Banco do Nordeste do Brasil – BNB, que normalmente tem disponível uma linha de crédito para financiamento ao Setor Industrial, ou ainda o SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio à Micro, Pequena e Média Empresa, que de forma idêntica ao BNB também disponibiliza recursos para as pequenas e médias empresas. A seleção do Agente Financiador deverá ser uma decisão baseado no custo oportunidade do dinheiro oferecido pelos referidos Agentes.

Como já foi explicitado, o Agente Financiador deverá participar com uma linha de crédito no valor de R\$ 557.360,00 (quinhentos e cinquenta e sete mil e trezentos e sessenta reais).

As indústrias que participarão do Programa Especial deverão ser selecionadas com base nos seguintes critérios:

- Tenham potência instalada de demanda não superior a 200 kW.
- Dentre os selecionados no Item anterior, a classificação será definida para os 67 estabelecimentos industriais com menor média de faturamento nos últimos 12 meses à data de assinatura do contrato.

Com a aplicação do Programa Especial os consumidores industriais de pequeno porte seriam beneficiados com a redução dos seus custos operacionais no montante de R\$ 187.267,00 (cento e oitenta e sete mil e duzentos e sessenta e sete reais) ao ano, conforme demonstrado no Item 3 do presente Relatório.

A implementação do Programa Especial na pequena indústria tem como consequência imediata uma maior competitividade desses estabelecimentos e maiores possibilidades de crescimento efetivo de seus negócios. Além disso, o Fundo administrado pela ANEEL, em estreita parceria com a iniciativa privada, estaria dando a sua contribuição ao Setor Elétrico nacional na busca de melhor eficiência no uso de energia, com o objetivo de reduzir os investimentos necessários ao incremento da geração e da transmissão de energia elétrica no País.

8 – EQUIPE DE COORDENAÇÃO

O Projeto Especial deverá ser dirigido por um Grupo Coordenador composto pelos seguintes membros:

- Representante da ANEEL.
- Representante da COELCE.
- Representante do Agente Financiador.
- Representante do CONCELCE.
- Representante da FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará.

O Grupo Coordenador terá as seguintes tarefas básicas:

- Estabelecimento de critérios complementares para a seleção das entidades industriais que participarão do Programa Especial.
- Seleção das entidades industriais que participarão do Programa Especial.
- Seleção do(s) Agente(s) Financiador(es), com base em critérios econômicos.
- Seleção das empresas de Consultoria, de Projeto e de Montagem, através de concorrência pública para execução do Programa Especial.
- Coordenação dos desembolsos dos recursos das diversas fontes em função do andamento do Programa Especial.
- Acompanhamento do cumprimento das metas estabelecidas no projeto específico de cada estabelecimento industrial beneficiado.

A Coordenação do Grupo Coordenador deverá ser exercida pelo Representante da CONCELCE, sendo secretariado pelo Representante da ANEEL que também deverá exercer a Coordenação na ausência do titular.

Eng. João Mamede Filho
CREA: 2289-D
Presidente da CPE