excen

Centro de Excelência em Eficiência Energética

Balanço de Resultados das Ações de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes

Relatório Final

Estudo feito sob encomenda do

Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre

Cu International Copper Association Brazil

Copper Alliance

BALANÇO DE RESULTADOS DAS AÇÕES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS MOTRIZES

Esse estudo encomendado pelo Procobre Brasil e elaborado pelo Centro de Excelência em Eficiência Energética (Excen), busca formatar e compilar os resultados dos principais Programas de Eficiência Energética implementados no Brasil nos últimos anos envolvendo sistemas motrizes. Os resultados apresentados expressam o ponto de vista de seus autores e foram baseados em relatórios públicos, informações e dados fornecidos pelas seguintes instituições: ANEEL, BNDES, CNI, ELETROBRAS/PROCEL e WEG, a quem expressamos nossos agradecimentos.

Profs. Jamil Haddad e Luiz Augusto Horta Nogueira
Centro de Excelência em Eficiência Energética – Excen

Setembro, 2019.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 5

2. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO 6

3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 7

3.1. A eficiência energética no Setor Industrial e o Plano Decenal de Expansão de Energia 7

3.2. Algumas Oportunidades de Eficiência Energética em Motores no Setor Industrial 8

3.3. A Busca pelo Aumento da Produtividade na Indústria 11

4. MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES 14

4.1. Programa de eficiência energética – PEE/aneel 14

4.1.1. Projetos do PEE Desenvolvidos pelas Distribuidoras 15

4.1.2. Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à Substituição de Motores Elétricos 19

4.2. Programa de Aplicação de Recursos do PROCEL 23

4.3. Lei de Eficiência Energética 25

4.4. Programa Brasileiro de Etiquetagem 26

4.5. Apoio a Projetos de Eficiência Energética – BNDES 27

4.6. Ações desenvolvidas pela empresa WEG 30

4.7. Ações desenvolvidas pelas ESCOS 31

4.8. Ações desenvolvidas pelo Procobre 32

5. INFORMAÇÕES E DADOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES 34

5.1. Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à Substituição de Motores Elétricos 34

5.1.1. Projeto implementado pelo Grupo Neoenergia 36

5.1.2. Projeto implementado pelo Grupo CPFL Energia 41

5.1.3. Projeto implementado pela Elektro 45

5.1.4. Projeto implementado pela Cemig 48

5.1.5. Projeto implementado pela Celesc 50

5.1.6. Análise dos Dados 55

5.2. Programa de Eficiência Energética – PEE/ANEEL 73

5.2.1. Análise dos Projetos Anteriores a 2008 73

5.2.2. Análise dos Projetos Posteriores a 2008 74

5.2.3. Setor Saneamento 80

5.3. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL 91

5.4. Lei de Eficiência Energética 97

5.5. Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selo PROCEL 100

6. COMENTÁRIOS SOBRE OS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES 107

6.1. Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à substituição de motores elétricos 107

6.2. Programa de Eficiência Energética – PEE/ANEEL 112

6.3. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL 119

6.4. Lei de Eficiência Energética, Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selo PROCEL 124

6.5. Apoio a Projetos de Eficiência Energética – BNDES 127

7. COMENTÁRIOS GERAIS 129

8. SUGESTÕES DE APRIMORAMENTOS E MELHORIAS PARA ALAVANCAR OS PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS MOTRIZES 135

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 147

1. APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Final do projeto "Balanço de Resultados das Ações de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes" busca formatar e compilar os resultados dos principais Programas de Eficiência Energética envolvendo sistemas motrizes no Brasil. Durante a execução do projeto, foram desenvolvidas as seguintes ações:

- Mapeamento dos principais programas de eficiência energética que implementaram ações envolvendo sistemas motrizes.
- Compilação de dados e informações dos projetos (valores investidos, ganhos energéticos, ganhos ambientais resultantes, entre outros).
- Análise dos resultados energéticos e econômicos além das barreiras encontradas.
- Sugestão de aprimoramentos e melhorias para alavancar esses tipos de projetos.

2. CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

A importância dos sistemas motrizes nos diversos setores socioeconômicos é bastante conhecida, particularmente no setor industrial, onde tais cargas representam parte significativa do consumo de energia elétrica. Considerando esse contexto, os principais programas de Eficiência Energética têm procurado priorizar projetos envolvendo motores elétricos e seus sistemas de acionamentos. Outras ações, como o próprio Programa Brasileiro de Etiquetagem e o estabelecimento de índices mínimos de eficiência de motores elétricos, também têm contribuído para promoção da eficiência energética nesses equipamentos, pressupondo, entre outros aspectos, a adoção de novas tecnologias, a adequação dos padrões de consumo e a conscientização dos responsáveis pelas tomadas de decisão. A análise dos principais programas envolvendo a utilização de sistemas motrizes, suas eventuais deficiências e seus principais resultados, pretende contribuir para seu aprimoramento e difusão das boas práticas.

3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

3.1. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO SETOR INDUSTRIAL E O PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA

As ações e programas visando a redução dos desperdícios de energia elétrica em motores elétricos exploram as oportunidades em sistemas e equipamentos com esses motores, as cargas acionadas ou seus sistemas de acionamento. São ações que demandam conhecimento dos processos envolvidos e frequentemente estudos e análises, inclusive com levantamento de dados em campo. Dessa forma, para se tornar realidade, dependem de uma decisão dos responsáveis ou gestores dos processos onde esses sistemas estão instalados e, uma vez implementadas, para se manter esse novo patamar ou padrão de consumo, é importante a conscientização dos usuários.

Por outo lado, outras ações, como o Programa Brasileiro de Etiquetagem e o estabelecimento de índices mínimos de eficiência de motores, com suporte da Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295/2001), são implementadas ao nível do mercado de motores, orientando sua aquisição e impedindo a oferta de motores de baixo desempenho energético, sendo assim relativamente independentes da vontade e decisão de profissionais que operam esses motores.

Além das ações práticas de eficiência energética, o Brasil precisa manter os estudos de suporte e planejamento para o setor energético, que vão estabelecer sob o ponto de vista macro, as metas de economia de energia. Um desses estudos produzidos pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é o Plano Decenal de Expansão de Energia 2027, que sinaliza para a sociedade as perspectivas de evolução da demanda e a expansão futura do setor de energia, sob a ótica do Governo no horizonte decenal. Esse trabalho estima que os ganhos de eficiência e a maior racionalidade no uso de energia elétrica permitirá economizar em 2027 cerca de 41 TWh, valor esse equivalente a parte brasileira da Usina Hidroelétrica de Itaipu. Espera-se que no ano

de 2027, o montante estimado de eficiência energética corresponda, aproximadamente, a 5% da demanda elétrica. Esse mesmo Plano Decenal informa que no setor industrial, a eletricidade representa 17% do consumo total de energia no uso final. Outras fontes de energia também relevantes para o setor industrial são o bagaço de cana (27%) e o gás natural (14%). Para os segmentos que foram selecionados pela EPE para a indústria objetivando atingir tais metas de economia de energia para o período 2018-2017, tem-se os seguintes segmentos: ferro-ligas (com uma redução percentual no consumo específico de energia de 11,5%), ferro-gusa e aço (com uma redução percentual no consumo específico de energia de 6,8%), papel e celulose (com uma redução percentual no consumo específico de energia de 6,4%) e cimento (com uma redução percentual no consumo específico de energia de 4,1%).

Também o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE2050), publicado em 2014 pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE/MME), estima que a Eficiência Energética possa contribuir com aproximadamente 18% da demanda de energia total e 17% da demanda de eletricidade. De acordo com essas projeções, as ações de Eficiência Energética contribuirão para reduzir o consumo de energia total e energia elétrica em respectivamente cerca de 118,6 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) e 331 TWh em 2050. Em termos da contribuição setorial aos ganhos de Eficiência Energética, os setores que mais contribuem são o de transportes (44%) e a indústria (41%). Particularmente para o setor industrial, se espera que incrementos em eficiência elétrica permitam atingir mais de 115 TWh em 2050, o que equivale a 7% do total do consumo de energia elétrica projetado para esse ano.

3.2. ALGUMAS OPORTUNIDADES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM MOTORES NO SETOR INDUSTRIAL

Os segmentos industrias vistos anteriormente apresentam características no seu processo produtivo que vão gerar oportunidades específicas de economia de energia. Entre essas pode-se citar os sistemas de bombeamento utilizados com a finalidade de transportar inúmeros tipos de fluidos desde água a produtos químicos. Além do emprego dos motores mais eficientes, pode-se atuar no controle da vazão e pressão, tornando desnecessária a utilização de válvulas de controle, instalando-se um inversor

de frequência. Devido a suas características operativas e desempenho, pequenas reduções na frequência de operação do motor vão gerar grandes reduções do consumo. Observa-se que outros custos também são reduzidos como aqueles referentes a manutenção das válvulas, uma vez que foram retiradas ou deixadas inoperantes.

O processo de controle de velocidade pode ser aplicado em vários equipamentos. Em sistemas de ventilação pode-se obter um melhor controle da vazão do sistema e outras ações como a redução nos gastos com de manutenção e operação de dampers. Quando o sistema de ventilação atua em processos de combustão, pode-se trabalhar com a melhoria da qualidade da queima e com a redução do combustível empregado.

Da mesma forma, o controle de velocidade dos ventiladores de uma Torre de Resfriamento pode proporcionar ganhos efetivos de economia de energia como, por exemplo, nos processos de resfriamento da água nos sistemas de ar condicionado ou nos sistemas industriais.

Outra possibilidade de ganhos energéticos com o controle de velocidade é empregada no gerenciamento de silos e armazenagem de grãos onde a ventilação pode ultrapassar valores pré-determinados permitindo a entrada de umidade e prejudicando a qualidade do material estocado. Assim, a combinação motor eficiente e inversor de frequência vão fornecer a ventilação adequada e manter a qualidade dos grãos.

Outro equipamento que pode se beneficiar e proporcionar economia de energia são os compressores operando com motores eficientes e vazão regulada. Tais compressores instalados em sistemas de refrigeração associados ao controle da temperatura de câmaras frigorificas, por exemplo, vão proporcionar uma melhor distribuição térmica nesse ambiente, maior conforto térmico e um menor desgaste mecânico do equipamento. De forma semelhante, os sistemas de ar comprimido com seus respectivos compressores de ar podem apresentar um menor consumo de energia elétrica com maior uniformidade de pressão na rede e redução do desgaste mecânico.

Os motores elétricos são amplamente utilizados devido, entre outras, as suas características de robustez, manutenção simples, acionamento direto e alto Fator de Potência. Por outro lado, quando operam em vazio ou com baixas rotações, apresentam baixa eficiência (maiores perdas) a baixas rotações. De uma forma simplificada, as perdas nos motores elétricos, em relação as perdas totais, são distribuídas da seguinte forma: perdas nos núcleos (15 a 25%), perdas mecânicas (5 a 10%), perdas por efeito Joule no estator (25 a 40%), perdas por efeito Joule no rotor (15 a 25%) e perdas suplementares (10 a 20%).

Os avanços sejam tecnológicos nos projetos e processos de fabricação como nos materiais empregados possibilitaram, ao longo dos anos, reduzir as perdas apresentadas anteriormente. Em complemento a esse esforço, em vários países foram estabelecidas regulamentações limitando as perdas e/ou aumentando o rendimento desses motores elétricos. No Brasil, esse processo compulsório (e não mais voluntário como funciona o PBE) de estabelecimento de índices mínimos de eficiência de motores começou com a Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295/2001). Posteriormente, em 2009 entrou em vigor a portaria nº 553, que estabeleceu níveis mínimos de rendimentos para máquinas e equipamentos. Em complemento à lei, em 2013 foi revisada a Norma NBR 17094-1 que especifica valores mínimos de rendimento para duas classes de produtos: IR2 e IR3. Desta forma, fabricantes de máquinas e consumidores finais devem utilizar produtos que atendam, ao menos, a este nível de rendimento. Em agosto de 2019 entrará em vigor a nova lei, que determina o nível mínimo de rendimento em IR3, além da ampliação da faixa de potência, que passa a incluir os motores de 0,16 a 500 cv, de 2 a 8 polos – válido para todos os motores comercializados, sejam novos ou usados.

Além do IR2 e IR3 exigidos pela lei, a indústria de motores WEG, por exemplo, fornece mais duas linhas que superam os valores de norma: IR4 Super Premium e IR5 Ultra Premium. Assim, tem-se no mercado nacional, os seguintes motores fabricados pela WEG:

- IR1: utilizado apenas para motores exclusos ao escopo da Portaria 553
- IR2: motor que atende ao Índice de Rendimento IR2 da Norma NBR 17094-1:2013 e à Portaria 553.

- IR3 Premium: motor que supera em um nível os rendimentos mínimos exigidos pela legislação vigente.
- IR4 Super Premium: motor que supera em dois níveis os rendimentos mínimos exigidos pela legislação vigente.
- IR5 Ultra Premium: motor que supera em três níveis os rendimentos mínimos exigidos pela legislação vigente.

A figura 1 apresenta os níveis normalizados para os motores elétricos atualmente praticados no Brasil.

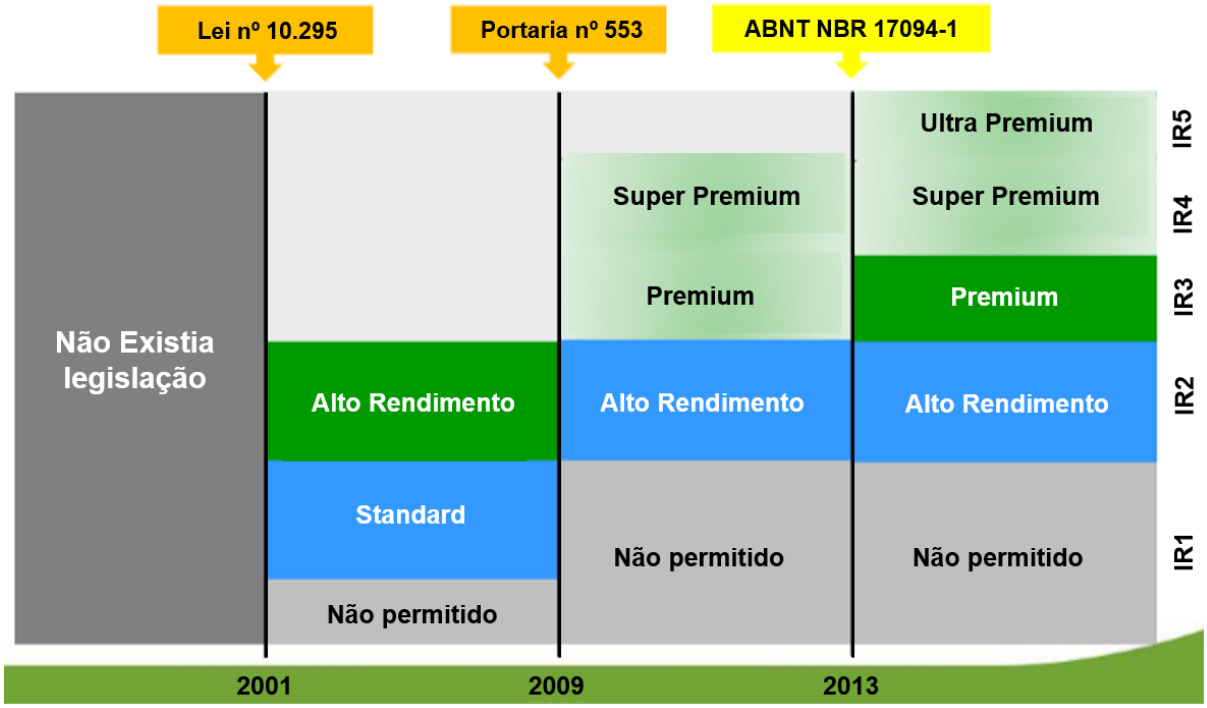

Figura 1 - Níveis normalizados para o Brasil (Fonte: WEG)

3.3. A BUSCA PELO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA

Quanto maior for a produtividade da indústria, provavelmente maior será seu faturamento. Para as empresas, independentemente do seu porte e tamanho da produção, a busca pelo aumento da produtividade é fundamental para melhorar seus resultados e manter a competitividade. Naturalmente que essa meta depende de vários fatores além da melhoria dos equipamentos e processos eficientes, como

também da gestão e envolvimento dos funcionários. Alcançar a melhoria em todas essas áreas de atuação envolve analisar as práticas atuais e implementar ajustes e melhorias nesses processos e sistemas. Num cenário econômico difícil pelo qual atravessa atualmente a economia brasileira, a busca do aumento da produtividade pode ajudar as empresas, mas se torna também de difícil implementação face às demais dificuldades e decisões que devem ser tomadas pelos dirigentes e executivos. Segundo o IBGE, o PIB brasileiro apresentou um crescimento de 1,12% em 2018. Depois de dois anos em queda (2015 e 2016), houve um pequeno aumento pelo segundo ano consecutivo. O PIB do Brasil fechou 2018 em R$ 6,8 trilhões em valores correntes, e o PIB per capita ficou em R$ 32.747,00. A Tabela 1 e a Figura 2, apresenta a variação percentual do PIB nacional dos últimos 15 anos.

Tabela 1 - Variação percentual do PIB nacional (Fonte: IBGE)

Ano	Variação Percentual do PIB do Brasil
2003	1,14
2004	5,76
2005	3,20
2006	3,96
2007	6,07
2008	5,09
2009	-0,13
2010	7,53
2011	3,97
2012	1,92
2013	3,00
2014	0,50
2015	-3,55
2016	-3,31
2017	1,06
2018	1,12

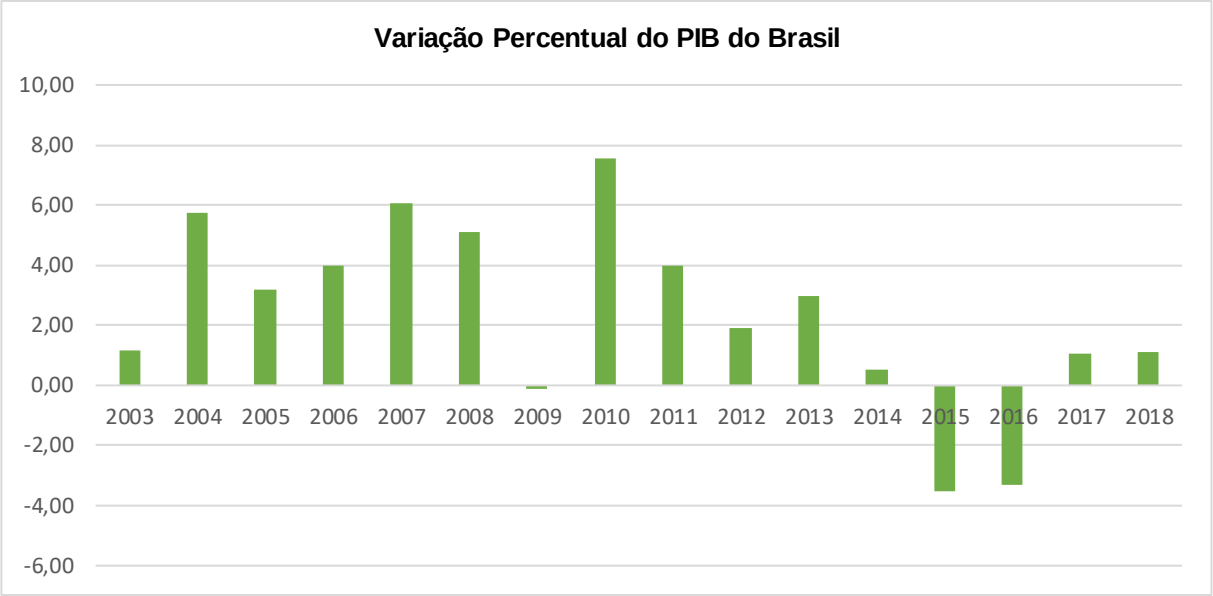

Figura 2 - Variação percentual do PIB nacional (Fonte: IBGE)

Apesar dessa pequena melhora nos dois últimos anos, o PIB do 1º Trimestre de 2019 caiu 0,2% em relação ao 4º Trimestre de 2018, representando a primeira queda nos últimos oito trimestres. Segundo a CNI, a produtividade do trabalho na indústria de transformação – medida como o volume produzido dividido pelas horas trabalhadas – se manteve praticamente estável, com uma queda de 0,1% no 1º trimestre de 2019 em comparação com o 4º trimestre de 2018. Nos últimos dez anos, os setores que apresentaram maior crescimento anual médio da produtividade foram "Coque, derivados de petróleo e biocombustíveis", "Bebidas". Na outra ponta, os setores com maior queda média anual da produtividade foram "Produtos farmacêuticos" e "Couro e Calçados".

Existem várias metodologias para aumentar a produtividade na indústria como Kanban, Kaizen, Lean, Seis Sigma, Manutenção Produtiva Total, e 5S. A eficiência energética associada a gestão de energia pode contribuir nessa busca de melhoria.

4. MAPEAMENTO DOS PRINCIPAIS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES

Entre os principais Programas de Eficiência Energética que implementaram ações envolvendo sistemas motrizes como o diagnóstico e substituição de sistemas motrizes ineficientes, avaliação do desempenho de grupos moto-bombas, instalação de sistemas de controle de velocidade em ventiladores e bombas, tem-se:

- Programa de Eficiência Energética – PEE/ANEEL
- Programa de Aplicação de Recursos do PROCEL - PAR PROCEL
- Lei da Eficiência Energética e o PBE
- Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética – BNDES
- Ações desenvolvidas pela empresa WEG
- Ações desenvolvidas pelas ESCOs
- Ações desenvolvidas pelo Procobre

4.1. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – PEE/ANEEL

Desde o início do programa de privatização das empresas concessionárias de distribuição de eletricidade desenvolvido a partir de 1995, o Governo Federal buscava uma forma de garantir que o setor privado investisse em eficiência energética. Os primeiros contratos de concessão traziam cláusulas específicas onde a concessionária deveria, anualmente, apresentar "planos de ações visando ao incremento da eficiência no uso e na oferta de energia elétrica, no qual deve constar, obrigatoriamente, ações voltadas para a orientação do uso racional de energia elétrica por seus consumidores e plano de utilização integrada de recursos na oferta".

Com a criação da ANEEL houve o aprimoramento dessa intenção, com a adoção de cláusula no contrato de concessão, obrigando o investimento em eficiência energética

pelas concessionárias, que passaram a sujeitar-se a sanções e penalidades na eventualidade de seu não cumprimento. Dessa forma, iniciou-se em 1998 a apresentação por parte das empresas dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, caracterizando um primeiro esboço de um programa de eficiência energética para as concessionárias.

A regulamentação da obrigatoriedade de investimentos em programas de eficiência energética ocorreu somente em 2000, com a instituição da Lei nº 9.991, que dispôs sobre a "realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica", que atribuiu à ANEEL a responsabilidade pela condução do Programa de Eficiência Energética, PEE.

No âmbito do PEE tem-se essencialmente dois tipos de ações envolvendo eficiência energética em sistemas motrizes: os projetos desenvolvidos pelas distribuidoras conforme a regulamentação da ANEEL e os projetos prioritários nos quais essa agência reguladora estimula a apresentação de propostas de projetos em temas relevantes, nos termos da Resolução Normativa n° 556, de 2/7/2013, como o Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à substituição de motores elétricos, apresentado adiante.

4.1.1. Projetos do PEE Desenvolvidos pelas Distribuidoras

Em relação aos projetos desenvolvidos pelas distribuidoras tem-se 2 períodos de análise: antes e após 2008, quando a Resolução Normativa ANEEL nº 300 de 12/02/2008, regulamentou de forma mais clara os procedimentos a serem adotados na implementação da Lei nº 9.991/2000 e estabeleceu:

Art. 2º O formato e a metodologia de apresentação dos projetos de eficiência energética, bem como das avaliações técnico econômicas inicial e final, devem observar as orientações contidas no Manual Para Elaboração do Programa de Eficiência Energética, conforme Anexo desta Resolução.

Esse Manual ressalta que *"Todos os projetos deverão ser acompanhados de um plano de medição e verificação, estabelecido pela empresa previamente. Nele deverão constar qual ou quais das quatro metodologias disponíveis no PIMVP (opções A ou B ou C ou D) foi ou será escolhida. Esta escolha deverá ser justificada, além de suas possíveis implicações, como: avaliação das incertezas associadas ao método escolhido e o impacto do custo dessas ações para o projeto. Os custos relacionados com as ações de M&V deverão ser previstos na elaboração do projeto".*

As empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil devem, por força de cláusula específica no contrato de concessão, aplicar anualmente recursos em ações que promovam o combate ao desperdício de energia elétrica. Considerando os ciclos adotados nos contratos de concessão, tal cláusula estipulava, para o Ciclo 1998/1999, que no mínimo 1% da Receita Anual (RA) auferida no ano anterior deveria ser aplicada em projetos que buscassem o incremento da eficiência no uso e na oferta de energia elétrica no país (Resolução ANEEL nº 242, de 24 de julho de 1998). Segundo esta Resolução, os Programas e Relatórios Finais apresentados pelas concessionárias deverão ter seus resultados previstos e realizados, comparados e analisados.

Período de análise antes de 2008

A proposta é utilizar as informações e dados disponibilizados pela ANEEL para verificar a participação e os resultados dos projetos que envolveram os sistemas motrizes. Muitas das informações não estão mais disponibilizadas e geralmente apresentam uma confiabilidade limitada, uma vez que até esse período, como visto, as orientações para o emprego do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP) (EVO, 2012), não eram compulsórias e pouco aplicadas pelas distribuidoras.

Para o primeiro ciclo (1998/1999) foi elaborado um relatório com uma síntese do conjunto dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica apresentados, naquela ocasião, por 17 empresas distribuidoras, e aprovados pela ANEEL.

Este Ciclo toma o ano de 1998 como ano base para cálculo da Receita Anual (RA) e 1999 como o ano de início de execução dos projetos. As 17 empresas pertencentes a esse ciclo são: AES-SUL Distribuidora Gaúcha de Energia S/A, BANDEIRANTE Empresa Bandeirante de Energia S/A, CELPA Centrais Elétricas do Pará S/A, CEMAT Centrais Elétricas Matogrossense S/A, CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais, CERJ Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro, COELBA Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia, COELCE Companhia Energética do Ceará, COSERN Companhia Energética do Rio Grande do Norte, CPFL Companhia Paulista de Força e Luz, ELEKTRO Eletricidade e Serviços S/A, ELETROPAULO Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo, ENERGIPE Empresa Energética de Sergipe S/A, ENERSUL Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A, ESCELSA Espírito Santo Centrais Elétricas, LIGHT Serviços de Eletricidade S/A e a RGE Rio Grande Energia S/A. Todos os dados disponíveis relativos aos projetos com sistemas motrizes serão empregados nesse período de avaliação do PEE.

Assim, por exemplo, de acordo com os dados da Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade, SRC/ANEEL, foram investidos em torno de R$ 1,20 bilhões entre 1998 a 2003, que podem ter resultado numa economia de aproximadamente 3.335 GWh conforme mostrado na tabela seguinte, discriminando por tipo de projeto e permitindo constatar que os resultados mais expressivos foram estimados para a iluminação pública e os setores residencial e industrial.

Tabela 2 - Energia economizada das tipologias dos projetos do PEE de 1998 a 2003

Tipos de Projeto	Energia Economizada (MWh/ano)	Demanda Evitada (MW)
Comércio e Serviço	77.172	14
Aquecimento Solar	5.400	3
Educação	0	0
Iluminação Pública	877.724	197
Industrial	270.615	43
Poderes Públicos	75.500	14
Residencial	718.594	220
Rural	6.121	2
Serviços Públicos	20.204	16
Gestão Energética Municipal,	0	0
Perdas/Fator de Carga	1.284.157	433
Total	3.335.487	942

Período de análise pós 2008

Ao contrário dos projetos propostos e implementados pelas distribuidoras antes de 2008, os projetos pós 2008 apresentam, geralmente, dados e informações mais consistentes devido a obrigatoriedade do emprego do PIMVP. Nesse sentido, as análises para esse período de projetos realizados, espera-se a obtenção de resultados mais consistentes.

Segundo dados disponibilizados pela ANEEL, até março de 2016, foram registrados pelas distribuidoras 1.704 projetos no âmbito do PEE, com uma previsão de gerar uma economia aproximada de 4.628 GWh/ano e uma demanda retirada de ponta, também aproximada, de 1.388 MW. Dentre os projetos previstos, os maiores investimentos são destinados a projetos voltados para população de baixa renda (58,82%), conforme pode ser observado na Tabela 3, seguido dos investimentos no setor residencial (11,75%) e no setor público (9,85%). Por outro lado, os investimentos nos projetos de eficiência energética no setor industrial representam 2,12% do total previsto de recursos, ou seja, R$ 107,38 milhões.

Uma outra amostra disponibilizada pela Aneel (atualizada até maio de 2018), tem-se uma relação de 1026 projetos do PEE onde 42 são da tipologia industrial. Nesses projetos do setor industrial foram investidos, aproximadamente, R$ 83 milhões, gerando uma economia de energia anual de 125.830,24 MWh.

Tabela 3 - Relação das tipologias dos projetos registrados no PEE de 2008 a junho/2016

Tipologia	Número Projetos	Investimento (%)	Economia de Energia (GWh/ano)	RDP (MW)	Investimento Total (1.000.000 R$)
Aquecimento Solar	41	1.48	23.7	15.59	74.77
Baixa Renda	463	58.82	2,512.12	944.66	2,980.04
Co-geração	7	2.79	146.19	16.5	141.2
Comércio e Serviços	235	3.19	229.31	36.05	161.36
Educacional	91	4.65	6.05	1.82	235.36
Gestão Energética Municipal	14	0.19	0	0	9.63
Iluminação Pública	4	0.16	5.59	1.17	7.92
Industrial	65	2.12	174.39	12.21	107.38
Pelo Lado da Oferta	1	0.11	0.48	0.32	5.56
Poder Público	429	9.85	507.98	84.27	499.02
Projeto Piloto	25	1.4	75.3	21.09	70.91
Residencial	130	11.75	774.41	222.81	595.46
Rural	58	0.5	33.03	16.61	25.35
Serviços Públicos	141	3	140.13	15.59	152.03

4.1.2. Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à Substituição de Motores Elétricos

Em 27 de outubro de 2015, por meio da publicação de Aviso no Diário Oficial da União, a ANEEL tornou pública a Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº. 002/2015, voltado para a substituição de motores elétricos. O cronograma de execução desse projeto, considerando a data inicial de 27 de outubro de 2015, quando a ANEEL tornou pública a Chamada desse Projeto Prioritário, está apresentado a seguir.

- Demonstração de interesse das distribuidoras em investir no projeto: +30 dias
- Divulgação das Empresas interessadas em financiar o projeto: +5 dias
- Envio de proposta de projeto à ANEEL: +180 dias
- Divulgação do resultado da avaliação inicial da proposta: +60 dias
- Carregamento de arquivo XML da proposta no Duto da Aneel: +10 dias
- Limite para início da execução do projeto: +60 dias
- Término de execução do projeto: +12 meses (prorrogáveis por igual período)

Atendendo esse cronograma, 9 empresas distribuidoras apresentaram propostas de projeto. Posteriormente, as concessionárias realizaram uma apresentação presencial dos projetos na Agência para posterior avaliação inicial por parte da ANEEL. Em 29 de julho de 2016, a SPE emitiu os pareceres de avaliação inicial das propostas submetidas pelas empresas.

O resultado final da avaliação dos projetos dessa Chamada foram: 8 propostas aprovadas e 1 reprovada, conforme apresentado na Tabela 4.

Para a mensuração dos ganhos de energia conservada de maneira simples e eficiente, foi adotada uma planilha do PEE Prioritário, disponibilizada no site da ANEEL e das distribuidoras de energia. Essa planilha, preenchida pela indústria onde motores substituídos, foi empregada para a seleção dos projetos de substituição de motores, aos quais corresponderiam bônus cobertos pelo PEE/ANEEL. Os dados preenchidos na planilha podem a qualquer momento ser objeto de verificação por parte das distribuidoras e/ou fiscalização da ANEEL.

Os dados de rendimento dos motores antigos e dos motores novos constavam dessa tabela, não sendo necessário seu preenchimento e foram assumidos da seguinte forma:

- Motores antigos por ano de fabricação, motores novos classificados segundo as categorias IE2 e IE3 da norma IEC 60034-2-1:2014,
- Número de horas anuais de utilização assumido pela escolha de turnos,

- Para cada rebobinamento indicado tem-se uma redução de 2 pontos no rendimento.

Tabela 4 - Resultado da avaliação das propostas da Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº 002/2015

Distribuidora	Resultado	Valor Proposto (R$)
Grupo CPFL	Aprovado	13.000.000,00
ELEKTRO	Aprovado	1.346.244,54
CEMIG	Aprovado	6.326.752,00
CELESC	Aprovado	40.026.845,72
COCEL	Aprovado	10.035.600,10
Grupo NEOENERGIA	Aprovado	8.000.000,00
ELETROPAULO	Aprovado	1.500.000,00
CELG	Reprovado	
DME	Aprovado (*)	
Total		80.235.442,36

Observação: A proposta aprovada da DME Distribuição, teve posteriormente sua execução cancelada por desistência da própria empresa.

Conforme a proposta do projeto, o bônus somente é concedido pela distribuidora de energia após a conclusão do processo substituição do motor antigo. A indústria para ter direito ao bônus deve apresentar para a distribuidora os seguintes documentos:

- Cópia na NF referente a aquisição do motor novo.
- Cópia da NF de remessa do motor antigo para descarte.
- Declaração da empresa que realizou o descarte.

Ressalta-se que no corpo das notas fiscais deve ser mencionado o programa estratégico.

A 32ª Reunião Pública Ordinária da Diretoria da ANEEL de 2017 aprovou a prorrogação, por doze meses, do prazo limite para finalização dos projetos referentes à Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº 002/2015. Assim, o novo prazo divulgado passou a ser 6 de outubro de 2018 e a Aneel entende ser pertinente não conceder nova prorrogação de prazo, visando a finalização das ações executadas

relativas à respectiva Chamada de Projeto Prioritário e aferição dos resultados obtidos.

Essa decisão da ANEEL reflete a revisão dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE, Versão revisada e aprovada pela Resolução Normativa nº 830, de 23/10/2018. Esta nova versão prevê, em caráter permanente, a possibilidade de execução de projetos com bônus para compra de equipamentos eficientes.

O módulo 4 do PROPEE, página 41, ressalta que *"O Bônus para equipamentos eficientes consiste em uma ação voltada à troca de equipamentos energeticamente ineficientes por outros mais eficientes, em que o recurso do PEE paga uma parte do custo do equipamento. O restante desse custo será pago pelo consumidor beneficiado. Esta modalidade de ação tem por objetivo aumentar os resultados e impactos dos projetos de eficiência energética, por meio da compra incentivada de equipamentos mais eficientes, compartilhando custos com o consumidor final e ampliando o escopo de atuação do PEE".*

Ainda, *"Uma vez definidas todas as condições do projeto, inclusive os bônus a serem pagos por equipamento, a distribuidora deverá lançar o projeto, indicando os valores a serem pagos e os procedimentos para recebimento".*

Dessa forma, as distribuidoras poderão realizar projetos na modalidade em questão a qualquer tempo, sem a necessidade de avaliação inicial por parte da ANEEL, uma vez que poderão utilizar a expertise logística e de infraestrutura adquiridas e os recursos alocados para tal.

Durante a implementação do projeto, as empresas Eletropaulo e Grupo Neoenergia solicitaram formalmente à ANEEL prorrogação de prazo para conclusão dos projetos. A prorrogação foi concedida ao Grupo Neoenergia por meio do Ofício n° 0195/2017-SPE/ANEEL.

Ocorreram atrasos de algumas distribuidoras na execução dos projetos em decorrência da grande dificuldade em relação à adesão por parte do mercado, sendo

que em alguns casos foi reaberto o período de inscrição para a seleção de empresas interessadas em realizar a troca de motores.

4.2. PROGRAMA DE APLICAÇÃO DE RECURSOS DO PROCEL

Atualmente, as atividades do PROCEL são baseadas no Plano de Aplicação de Recursos do PROCEL (PAR PROCEL), elaborado e aprovado anualmente, conforme previsto na Lei nº 13.280/2016. No passado recente, o PROCEL era estruturado por áreas de atuação sendo que aquelas envolvendo os sistemas motrizes estavam alocadas nos seguintes subprogramas: PROCEL Sanear (Eficiência Energética no Saneamento Ambiental), PROCEL Indústria (Eficiência Energética Industrial), PROCEL Edifica (Eficiência Energética em Edificações) e o Selo PROCEL (Eficiência Energética em Equipamentos).

A Lei nº 13.280, de 3 de maio de 2016, alterou a Lei 9.991, de 24 de julho de 2000, com o objetivo de disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética. A alteração normativa garante o montante de 0,1% da Receita Operacional Líquida das distribuidoras de energia elétrica para o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. Essa mesma lei estabeleceu que o repasse dos recursos ao PROCEL e sua utilização estão condicionados à apresentação e aprovação do Plano de Aplicação de Recursos Anual e da prestação de contas do ano anterior. O Grupo Coordenador de Conservação de Energia (GCCE) é o responsável pela elaboração do Plano e de relatório com prestação de contas, enquanto que o Comitê Gestor de Eficiência Energética (CGEE) é responsável pela avaliação e aprovação tanto do Plano quanto da prestação de contas.

O primeiro PAR relativo ao ano de 2017 contou com um orçamento de R$ 107.767.000,00 conforme informado pela gerência do PROCEL, em 7 de junho de 2018. Os projetos do PAR/2017 relacionados de alguma forma com os sistemas motrizes e/ou motores elétricos são:

- Implementação de projetos-piloto em dois grandes segmentos do setor industrial (investimento total previsto de R$ 7.000.000,00).

- Estruturação do setor industrial por meio de indicadores, redes laboratoriais, estudos e normatização (investimento total previsto de R$ 1.600.000,00).
- Implementação do Programa Aliança Estratégica para Eficiência Energética (A3E) (investimento total previsto de R$ 8.800.000,00).
- Integrar o PROCEL no Programa Brasil Mais Produtivo com Foco em Eficiência Energética (investimento total previsto de R$ 9.200.000,00).

O segundo PAR relativo ao ano de 2018 prevê um orçamento total de aproximadamente de R$ 189.000.000,00 e os projetos previstos para o setor industrial estão relacionados a seguir.

- Estudos sobre Sistemas Motrizes no Brasil (investimento total previsto de R$ 1.000.000,00).
- Avaliação da infraestrutura e condições operativas dos Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes – Lamotriz, visando à implementação e elaboração de um plano de negócios para a Rede Lamotriz (investimento total previsto de R$ 700.000,00).
- Programa Aliança 2.0 (investimento total previsto de R$ 10.000.000,00).
- Impacto das Técnicas de Reparo de Motores Elétricos sobre seus Rendimentos (investimento total previsto de R$ 820.000,00).
- Programa de Eficiência Energética em sistemas de ar comprimido nas Médias e Grandes Indústrias e de instalações industriais de Micro e Pequenas Empresas (investimento total previsto de R$ 6.508.800,00).
- Desenvolvimento de Metodologia e Realização de Diagnóstico Energético em Sistemas Térmicos e Motrizes Associados (investimento total previsto de R$ 1.500.000,00).
- Brasil Mais Produtivo Eficiência Energética (investimento total previsto de R$ 5.000.000,00).
- Utilização de energia heliotérmica para eficientização de pólo industrial selecionado (investimento total previsto de R$ 4.000.000,00).
- Eficiência Energética Digital (investimento total previsto de R$ 2.500.000,00).
- Desenvolvimento da estratégia para a criação do Centro de Excelência em EE Industrial no Brasil (investimento total previsto de R$ 440.000,00).

4.3. LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A partir de 17 de outubro de 2001, o Brasil passou a contar um instrumento institucional para a alavancagem da eficiência energética: a Lei n° 10.295, também conhecida como Lei de Eficiência Energética. Concebida sob o entendimento de que a conservação de energia deve ser finalidade da Política Energética Nacional, essa lei estimula o desenvolvimento tecnológico, a preservação ambiental e a introdução de produtos mais eficientes no mercado nacional. Como aspecto muito importante, a Lei de Eficiência Energética é o instrumento que determina a existência de níveis mínimos de eficiência energética (ou máximos de consumo específico de energia) de máquinas e aparelhos consumidores de energia (elétrica, derivados de petróleo ou outros insumos energéticos) fabricados ou comercializados no país.

Com o objetivo de implementar o disposto na Lei foi instituído, em 19 de dezembro de 2001, o Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE) por meio do Decreto nº 4.059/2001.

Em relação aos motores elétricos de indução trifásicos, foram aprovadas as seguintes regulamentações:

- Em 11 de dezembro de 2002: Decreto 4.508 sobre a regulamentação específica que define os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo.
- Em de 8 de dezembro de 2005: Portaria Interministerial 553, aprovando o Programa de Metas de motores elétricos de indução trifásicos.
- Em 29 de junho de 2017: Portaria Interministerial 01, aprovando a revisão do Programa de Metas e trazendo a evolução dos níveis a serem alcançados para os motores elétricos de indução trifásicos rotor gaiola de esquilo.

Em 2009 entrou em vigor a portaria nº 553, que estabelece níveis mínimos de rendimentos para máquinas e equipamentos. Em complemento, em 2013 foi revisada a Norma NBR 17094-1 que especifica valores mínimos de rendimento para duas classes de produtos: IR2 e IR3. Desta forma, fabricantes de máquinas e consumidores finais devem utilizar produtos que atendam, ao menos, a este nível de rendimento.

Como consequência da Portaria Interministerial 01, de 29/06/2017, em agosto de 2019 entrará em vigor o nível mínimo de rendimento em IR3, além da ampliação da faixa de potência, que passa a incluir os motores de 0,16 a 500 cv, de 2 a 8 polos – válido para todos os motores comercializados, sejam novos ou usados.

Com essa definição, o Brasil passa a ser um dos pioneiros na adoção de um nível mínimo de rendimento para motores trifásicos fracionários, junto a países como os Estados Unidos e Canadá.

Naturalmente que tais exigências não abrangem os equipamentos já instalados e em operação nas indústrias. Segundo informações da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN), o parque industrial nacional tem, em média, 17 anos e sua modernização poderia permitir até 60% de redução de consumo de energia com ações de rápida implementação.

4.4. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo Inmetro desde 1984, fornece informações sobre o desempenho dos produtos, considerando atributos como a eficiência energética, o ruído e outros critérios que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais conscientes. Ele também estimula a competitividade da indústria, que deverá fabricar produtos cada vez mais eficientes.

Os produtos são ensaiados em laboratórios e recebem etiquetas com faixas coloridas que os diferenciam. No caso da eficiência energética, a classificação vai da mais eficiente (A) à menos eficiente (de C até G, dependendo do produto), onde se entende que os mais eficientes utilizam melhor a energia e geram menor impacto ambiental.

O conteúdo das etiquetas ajuda a equilibrar a relação de consumo, diminuindo a assimetria de informação existente entre quem compra e quem vende e no caso específico dos programas de etiquetagem com foco na classificação de eficiência energética, sua importância está ligada às metas brasileiras de economia de energia e responde pela maioria dos resultados obtidos pelo PROCEL. O Plano Nacional de

Energia (PNE2030) estabelece uma meta de 10% de redução no consumo energético por meio de ações de eficiência energética.

A partir da Lei de Eficiência Energética o Inmetro, que estabelecia de forma voluntária programas de etiquetagem, passou a estabelecer programas de avaliação da conformidade compulsórios na área de eficiência energética.

O Art. 9º do Decreto de regulamentação dessa lei (Decreto 4059, de 19/12/2001), ressalta que *"O INMETRO será responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de avaliação da conformidade das máquinas e aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados."*

Com este reforço jurídico, o PBE direcionou seus programas de avaliação da conformidade para o campo compulsório, baseando-se no estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), fórum interministerial criado pela Lei de Eficiência Energética, conforme apresentado anteriormente.

Ao longo do tempo, o PBE foi desenvolvido com adesão voluntária dos fabricantes, e com as participações da Eletrobrás, por meio do PROCEL e a da Petrobras, pelo Conpet, que premiam os produtos mais eficientes na avaliação coordenada pelo Inmetro. Importante mencionar que a etiqueta diferencia os produtos, classificando-os de acordo com a sua eficiência energética. Os Selos PROCEL e CONPET, que possuem caráter voluntário, reconhecem aqueles mais eficientes em cada categoria, em geral os classificados como "A" na etiquetagem do Inmetro. O conjunto *Etiqueta & Selos* deve funcionar de forma integrada, para proporcionar uma saudável disputa tecnológica entre os fabricantes e gerando aparelhos e equipamentos mais eficientes.

4.5. APOIO A PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – BNDES

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou em 2006 o *Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (Proesco)* com o objetivo de aproveitar o potencial brasileiro de conservação de energia, apoiando as empresas especializadas (ESCOs) na elaboração e implementação de projetos de eficiência energética. Uma primeira tentativa de facilitar o acesso a esse financiamento ocorreu

em 2007 com a realização do primeiro contrato de mandato firmado com o Banco do Brasil no âmbito do programa.

Assim, com a nova modalidade, o Banco do Brasil passou a atuar em nome do BNDES nos financiamentos do Proesco com os riscos das operações compartilhados entre as duas instituições financeiras. Nessas operações, os projetos são apresentados ao BNDES já com a análise do agente financeiro mandatário. A parceria do BNDES com o Banco do Brasil possibilita que o crédito seja concedido diretamente às ESCOs, ao contrário do financiamento tradicional em que a empresa especializada atua como prestadora de serviços, cabendo ao seu cliente a captação do recurso. Anteriormente, as operações realizadas pelo Proesco foram por meio de repasse tradicional. Com esse acordo, o BNDES visava agilizar as operações no âmbito de Proesco, ampliando a capilaridade do programa.

Posteriormente, em 2015, o BNDES melhorou as condições de financiamento para promoção de eficiência energética, reformulando a linha Proesco que passou a se chamar *BNDES Eficiência Energética*, com condições financeiras mais atrativas: custo financeiro referenciado em TJLP com prazo de pagamento estendido. Dessa forma, o prazo de pagamento, anteriormente limitado a 72 meses (carência mais amortização), foi flexibilizado, podendo ser ampliado, conforme a especificidade de cada projeto ou conjunto de investimentos. O custo financeiro mantém como referência a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP), atualmente (março de 2019) em 7,03% ao ano, cuja alocação o BNDES reserva para os projetos que considera prioritários, conforme as políticas operacionais do Banco. A participação máxima do BNDES como financiador foi mantida em até 70% do total do projeto.

Essa nova linha não está restrita às ESCOs, podendo ser acessada por qualquer empresa com sede e administração no país. O instrumento contempla tanto investimento realizado pelas organizações em unidades próprias quanto em unidades de terceiros.

As operações de financiamento podem ser realizadas tanto na modalidade direta (em que o projeto é analisado diretamente pela equipe do BNDES), quanto na modalidade indireta (em que o projeto é analisado por um agente financeiro credenciado pelo

BNDES, que atua como intermediário da operação), a critério do tomador de crédito. O valor mínimo para operações foi estabelecido em R$ 5 milhões, significativamente abaixo dos R$ 20 milhões de patamar mínimo usualmente estabelecido nas linhas diretas do BNDES. Para atingir os R$ 5 milhões, o cliente poderá agrupar investimentos em locais distintos na mesma operação, ou seja, seu plano de investimentos pode contemplar um conjunto de projetos de eficiência energética a serem executados em diferentes locais, como, por exemplo, uma rede de hotéis, lojas ou unidades industriais. Para as operações abaixo desse R$ 5 milhões, pode ser utilizada a linha BNDES Automático, produto operado pelos agentes financeiros credenciados.

Os tipos de empreendimentos apoiáveis estão agrupados em quatro categorias: repotenciação de usinas; redes elétricas inteligentes; edificações, com foco em ar condicionado, iluminação e geração distribuída (incluindo cogeração) para unidades novas ou já existentes (retrofit); e processos produtivos, com foco em cogeração, aproveitamento de gases de processo como fonte energética e outras intervenções a serem priorizadas pelo BNDES.

A seguir, tem-se um resumo dessa linha de financiamento:

BNDES Finem– Eficiência Energética

Dentre os focos de ação possíveis, destacam-se os seguintes: iluminação; motores; otimização de processos; ar comprimido; bombeamento; ar condicionado e ventilação; refrigeração e resfriamento; produção e distribuição de vapor; aquecimento; automação e controle; geração, transmissão e distribuição de energia; gerenciamento energético; melhoria da qualidade da energia, inclusive correção do fator de potência; e redução da demanda no horário de ponta do consumo do sistema elétrico.

Para micro, pequena, média e grande empresa.

Valores: até R$ 20 milhões

Prazo: até 20 anos

Taxa: TLP + 0,90% a.a. + taxa negociada com agente financeiro

Além dessa linha de financiamento, o BNDES disponibiliza o *cartão BNDES.*

O cartão BNDES consiste em um crédito pré-aprovado para aquisição de produtos credenciados no Portal de Operações do cartão BNDES. Com o objetivo de ampliar a oferta de serviços especializados em eficiência energética e, consequentemente, aumentar a demanda por financiamentos para implantação de projetos desta natureza no país, o Cartão BNDES também pode financiar Diagnósticos de Eficiência Energética limitados ao valor de R$ 30.000,00 (trinta mil reais). Esse cartão destina-se às micros, pequenas e médias empresas, envolvendo financiamento de até R$ 10 milhões e com prazos a definir. A taxa é definida mensalmente.

4.6. AÇÕES DESENVOLVIDAS PELA EMPRESA WEG

A WEG, fundada em 16 de setembro de 1961, na cidade de Jaraguá do Sul/SC, pelos Srs. Werner Ricardo Voigt, Eggon João da Silva e Geraldo Werninghaus, inicialmente como Eletromotores Jaraguá, é hoje reconhecida como uma das maiores fabricantes de equipamentos elétricos do mundo. Produzindo inicialmente motores elétricos, a WEG ampliou suas atividades a partir da década de 80, com a produção de componentes eletroeletrônicos, produtos para automação industrial, transformadores de força e distribuição, tintas líquidas e em pó e vernizes eletroisolantes. A empresa se consolidou não só como fabricante de motores, mas como fornecedora de sistemas elétricos industriais completos.

Com um faturamento de R$ 9,5 bilhões em 2017, possui filiais em 29 países e fábricas em 12 países. Apresenta um portfólio com mais de 460 linhas de produtos contando com quase 30 mil colaboradores e mais de 3.000 engenheiros. Atualmente produz anualmente mais de 16 milhões de motores. Os trabalhos de eficiência energética realizados pela WEG envolvem diagnósticos de planta focados em motores elétricos e seus acionamentos, identificando soluções que geram ganhos em reduções tanto no consumo de energia elétrica como no custo operacional.

Além da sua rede de prestadores de serviços espalhados pelo Brasil, a WEG possui em Jaraguá do Sul um setor específico para tratar da eficiência energética

denominado Centro de Negócios de Eficiência Energética – CNEE. Entre os vários projetos implementados, tem-se:

Projeto 01: Projeto de Eficiência Energética em Sistemas Motrizes / Case Tigre - Tubos e Conexões

Projeto 02: Solução de Eficiência Energética para Aeração de Silos de Armazenagem de Grãos/Cooperativa COCARI, Borrazópolis – PR.

Projeto 03: Indústria + Eficiente.

Projeto 04: Projeto de EE Filtro de Mangas - Arroz Juriti - Massaranduba – SC.

4.7. AÇÕES DESENVOLVIDAS PELAS ESCOS

As ESCOS (Energy Services Company) são Empresas de Engenharia, especializada em Serviços de Conservação de Energia, ou seja, em promover a eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus clientes. Entre outras, as etapas dos serviços oferecidos por uma ESCO abrangem geralmente uma avaliação energética, passando por uma análise abrangente (pré-diagnóstico) e por uma análise detalhada (diagnóstico energético).

Após um trabalho inicial de mapeamento se tem uma visão abrangente da situação energética da unidade do cliente e quais as ações que podem ser realizadas. O próximo passo é uma decisão conjunta (ESCO e cliente) para se definir quais sistemas existem maior interesse e atratividade em se estudar detalhadamente visando a implantação de um projeto de eficiência energética. Realizadas essas definições, se avança para a etapa de diagnóstico energético onde irá ser detalhado os sistemas e ações. O diagnóstico energético não é um projeto executivo, é um projeto básico mas detalhará, como, onde, de que forma, quem, quando será realizado a implantação. Tudo isto do ponto de vista técnico.

Fundada em 1997, a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO, congrega atualmente mais de 90 associados. A ABESCO é uma entidade civil, sem fins lucrativos que representa oficialmente o

segmento de eficiência energética brasileiro, formado por empresas de diversas áreas. O objetivo da ABESCO é fomentar e promover ações e projetos para o crescimento do mercado energético beneficiando não somente seus associados, mas também a sociedade, contribuindo assim, para o desenvolvimento do país.

Entre as ESCOS associadas a ABESCO, pode-se citar, a título de exemplo, a 3E Engenharia, Ação Engenharia, ACE Energia, AGES Consultoria e Projetos, Ambio Participações, Ambiental, Anexo Energia, Anima Projetos, ATME Comércio e Serviços, BGF Consultoria, CPFL Eficiência, Ecoee, EDP Brasil, Efficientia, Energisa Soluções, entre outras.

4.8. AÇÕES DESENVOLVIDAS PELO PROCOBRE

O Procobre Brasil vem, ao longo dos anos, desenvolvendo várias atividades relacionadas à eficiência energética e, particularmente, aquelas relacionadas com os sistemas motrizes. De uma forma mais ampla, suas ações de eficiência energética têm como objetos principais os motores elétricos, sistemas de ar condicionado e os transformadores.

Assim, para a promoção de motores elétricos de alta eficiência são empregadas ações envolvendo Regulação e Normas, Comunicação, Pesquisas de Mercado e Capacitação e Treinamento, envolvendo os seguintes aspectos: etiquetagem compulsória (PBE) e a norma obrigatória no Brasil (lei de eficiência energética) e a Norma ISO 50001 de Gestão de Energia, disseminação de projetos pilotos, transferência de melhores práticas, casos de estudo com fabricantes e indústrias, Substituição de motores obsoletos, ineficientes e reformados, curso regional e treinamento para diagnóstico energético.

Em relação aos Padrões Mínimos de Desempenho Energético (MEPS) para motores industriais no Brasil, as ações envolveram um acordo com a Eletrobras / PROCEL para apoiar os requisitos regulamentares para atualizar o nível de eficiência de motores industriais (apoio na elaboração do Guia Motor Premium, capacitação de especialistas (webinars, treinamentos) e suporte ao estudo de impacto regulatório) e um trabalho em conjunto para acelerar o processo de regulamentação com as

autoridades governamentais que resultou na publicação, em 29/06/2017, da Portaria Interministerial nº 1, aprovando o Programa de Metas para Motores Elétricos Trifásicos de Indução Rotor Gaiola de Esquilo.

Em relação a Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº. 002/2015 de "Incentivo à Substituição de Motores Elétricos: Promovendo a Eficiência Energética no Segmento de Força Motriz", mencionado anteriormente, o Procobre incentivou e participou dos eventos de lançamento nas distribuidoras. Além dessa ação, participou na criação e implementação do site Troque seu Motor (www.troqueseumotor.com.br) em parceria com a WEG para promover esse Projeto Prioritário da Aneel.

Mais recentemente, o Procobre vem apoiando os estudos e trabalhos de pesquisa relacionados aos motores recondicionados no Brasil e, particularmente, na possibilidade/oportunidade de aplicação de regulação para a comercialização desses motores recondicionados.

5. INFORMAÇÕES E DADOS DOS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES

Considerando os Programas e Ações de Eficiência Energética apresentados anteriormente e os dados disponibilizados pelas instituições, tem-se, a seguir, informações e dados dos seguintes programas:

- Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à substituição de motores elétrico
- Programa de Eficiência Energética - PEE/ANEEL
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL
- Lei da Eficiência Energética
- Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selo PROCEL

5.1. PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PRIORITÁRIO Nº 002/2015 - INCENTIVO À SUBSTITUIÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS

Conforme visto anteriormente, as propostas de projeto aprovadas pela ANEEL no âmbito da Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº. 002/2015, voltado para a substituição de motores elétricos, foram das seguintes distribuidoras Grupo CPFL, Elektro, Cemig, Celesc, Copel, Grupo Neoenergia e Eletropaulo.

A revisão da normalização brasileira para motores elétricos de 2013 (ABNT NBR 17094-1) já previa, pela primeira vez em seu texto, motores com rendimentos superiores aos de alto rendimento (classe IR2), que seriam os motores da classe IR3 ou rendimento premium. Vários fabricantes já produzem motores elétricos com esta classe (ou até superior), seguindo uma tendência internacional.

A redução das perdas, com o consequente aumento da eficiência, é obtida através de mudanças no projeto, utilização de processos de fabricação mais complexos e modificações em materiais utilizados, implicando evidentemente em aumento dos custos de fabricação.

Para obter maiores informações sobre esses motores sugere-se acessar o Guia Técnico sobre Motor Premium elaborado pela Eletrobras (https://www.procobre.org/pt/publicacion/guia-tecnico-sobre-motor-premium/), em parceria com a International Copper Association (por meio do Procobre Brasil). O Guia Técnico tem como objetivo auxiliar o usuário de motores elétricos a entender melhor o motor de indução Premium (classe IR3), também apresenta como selecionar o melhor motor para cada atividade e formas de operação de modo a ampliar a sua eficiência, confiabilidade e durabilidade.

Para o desenvolvimento das análises desse trabalho foram empregadas as informações e dados dos projetos implementados pelas seguintes distribuidoras:

- Grupo Neoenergia
- CPFL Energia
- Elektro
- Cemig
- Celesc

A empresa COPEL não implementou o projeto informando a ANEEL que *"Em função de dificuldades durante a fase de definições do processo licitatório bem como de readequações internas de estrutura na distribuidora, entendemos que não será possível cumprir os prazos limite estabelecidos no projeto prioritário. A COPEL, no entanto, tem grande interesse em realizar projeto na modalidade bônus para motores elétricos e pretende realizar um projeto similar sob a regulamentação do PEE a ser revisada, uma vez que através da minuta do PROPEE disponibilizada pela ANEEL entendeu-se ser possível realizar este projeto em época futura".*

Em relação a empresa Eletropaulo, atual ENEL SP, até o término desse estudo, os relatórios de finalização do projeto não foram divulgados. De acordo com o

regulamento, depois de finalizar o projeto, a distribuidora tem o prazo de 60 dias para fazer auditoria e entregar os relatórios finais. O edital da Eletropaulo para apresentação de propostas ao projeto prioritário "Incentivo à Substituição de Motores Elétricos: Promovendo a Eficiência Energética no Segmento de Força Motriz" foi publicado pela primeira vez em dezembro de 2016 no valor de R$ 1.000.000,00, porém a adesão foi muito baixa o que levou a prorrogar a apresentação das propostas por mais duas vezes. Finalmente, em junho de 2017, segundo a distribuidora, as empresas com projetos aprovados foram SABESP, Saint Gobain e Companhia Nitroquímica com uma previsão de substituir um total de 28 motores.

5.1.1. Projeto implementado pelo Grupo Neoenergia

Para o Grupo Neoenergia foi aprovado pela ANEEL o valor de R$ 8.000.000,00. O projeto Prioritário de Bônus para Motores Eficientes foi realizado nos Estados da Bahia, de Pernambuco e do Rio Grande do Norte que compõem respectivamente as áreas de concessão das distribuidoras Coelba, Celpe e Cosern, pertencentes ao Grupo Neoenergia. O projeto atendeu consumidores das tipologias Industrial, Comercial e Rural nos níveis de tensão A4 (2,3kV a 25kV), A3a (30kV a 44kV), A3 (69kV) e A2 (88kV a 138kV).

Esse projeto baseou-se na substituição de motores antigos e ineficientes por motores novos de maior eficiência, visando redução do consumo e energia elétrica mantendo ou aumentando os índices de rendimento das máquinas. Não foram realizadas medições, conforme proposta de projeto submetida e aprovada no Ofício nº 0172/2016-SPE/ANEEL.

Apesar dos esforços das distribuidoras do Grupo em incentivar a conclusão do projeto, apenas 31 dos 57 clientes que assinaram contratos finalizaram com êxito. Dessa forma, foi realizado a eficientização de um total de 1002 motores nas três distribuidoras, sendo 532 na Coelba, 191 na Celpe e 279 na Cosern, através da troca dos equipamentos antigos de baixo rendimento por novos mais eficientes, conforme apresentado na Tabela 5.

O investimento realizado no projeto intitulado pela distribuidora como "Bônus para Motores Eficientes" foi inferior ao inicialmente previsto. Entendeu-se que isso

aconteceu em função do momento econômico que país estava passando no período do projeto. No entanto, foi possível manter a viabilidade do projeto, com pequena variação entre a RCB prevista (0,27) e a realizada (0,29).

O valor total de bônus realizado chegou a R$ 2.793.584,00, o que equivale a 46,56% do valor total de bônus disponibilizado para este fim; sendo R$ 1.705.585,00 para COELBA (64,97% do bônus disponibilizado para a COELBA), R$ 480.868,00 para CELPE (18,32%), e, R$ 607.131,00 para COSERN (80,95%).

Tabela 5 - Quantidade de motores substituídos nas distribuidoras do Grupo Neoenergia

Distribuidora	Quantidade de motores substituídos
Coelba	532
Celpe	191
Cosern	279
Total	**1002**

Com investimento total realizado de R$ 3.384.812,95, o projeto prioritário de "Incentivo à Substituição de Motores Elétricos – Promovendo a Eficiência Energética no Segmento de Força Motriz", desenvolvido pelas três distribuidoras do grupo Neoenergia beneficiou 31 instituições localizadas nas áreas de concessão da COELBA, CELPE e COSERN, obtendo uma economia de energia de 4.648,38 MWh/ano e redução de demanda na ponta de 456,82 kW. A relação custo benefício do projeto foi de 0,29.

Além disso, vale destacar os relevantes benefícios concedidos à sociedade nos estados de abrangência através da execução do projeto em questão, que proporcionou a redução dos gastos com energia elétrica e a redução dos custos com a manutenção de equipamentos obsoletos nas instituições, o combate ao desperdício de energia e a preservação do meio ambiente.

A seguir têm-se, na Tabela 6, a quantidade de empresas participantes e, nas Tabelas 7, 8 e 9, os nomes dessas empresas

Tabela 6 - Quantidade de empresas participantes do projeto "Bônus para Motores Eficientes"

Distribuidora	Quantidade de empresas
Coelba	20
Celpe	8
Cosern	4
Total	**32**

Tabela 7 - Relação das empresas participantes do projeto - Grupo Neoenergia/Celpe

Item	Celpe			
	Empresa	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	Tipologia
1	M&G Fibras Brasil Ltda	88.49	13.93	Industrial
2	M. Dias Branco s/a Ind. Com de Alimentos 1º contrato	52.94	7.61	Industrial
3	Acumuladores Moura S.A (Aditivo)	133.39	19.01	Industrial
4	Akzo Nobel Ltda	22.8	3.9	Industrial
5	Terphane Ltda (Aditivo)	269.09	34.67	Industrial
6	Usina São José S.A.	9.3	0.9	Industrial
7	Ferreira Costa & Cia Ltda	19.44	3.6	Comercio e Serviço
8	M Dias Branco 2º contrato	77.6	8.9	Industrial
9	Musashi do Brasil	134.5	19.5	Industrial
Total		**807.55**	**112.02**	

Tabela 8 - Relação das empresas participantes do projeto - Grupo Neoenergia/Coelba

Item	Coelba			
	Empresa	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	Tipologia
1	Barry Callebaut Brasil - Ilhéus (Aditivo)	234.2	26.7	Industrial
2	Barry Callebaut Brasil - Itabuna	140.7	18.7	Industrial
3	Brisa Indústria	26.7	0	Industrial
4	Cargill Agrícola S.A. (Aditivo)	165.85	22.78	Industrial
5	Hotel Suítes Ondina Sol (outro contrato do Vila Galé)	18.8	3.5	Comércio e Serviço
6	Hotel Vila Galé - Guarajuba	20.1	0.9	Comércio e Serviço

Item	Coelba			
	Empresa	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	Tipologia
7	M. Dias Branco s/a Ind. Com de Alimentos	288.9	37.3	Industrial
8	Terra do sol agrícola Ltda	79.1	0	Rural
9	Cristal Pigmentos do Brasil	34.91	3.99	Industrial
10	Durit Brasil Ltda	10.7	1.3	Industrial
11	Ferreira Costa & Cia Ltda.	19.18	3.55	Comércio e Serviço
12	Norpack Ind. e Com. de Prod. Plásticos Ltda	211.51	24.15	Industrial
13	Pedreiras Bahia Ltda	25.63	0	Industrial
14	Valdir Lemos dos Santos EPP	43.44	0	Industrial
15	Ramalho Leite e Cia Ltda	17.53	0	Industrial
16	Belap Agro Pecuária	84.5	3.7	Industrial
17	Bahia Specialty Cellulose	72.7	8.4	Industrial
18	Avícola Barreiras	182	0	Industrial
19	Sauípe S.A.	72.3	10.4	Comércio e Serviço
20	M. Dias Branco s/a Ind. Com de Alimentos 2ª parcela	675.4	5.5	Industrial
Total		**2424.15**	**170.87**	

Tabela 9 - Relação das empresas participantes do projeto - Grupo Neoenergia/Cosern

Item	Cosern			
	Unidade consumidora	**EE (MWh/ano)**	**RDP (KW)**	**Tipologia**
1	Acauan Mineração Comércio e Serviços Ltda (Aditivo)	8.2	0	Industrial
2	Praiamar empreendimentos Turisticos Ltda	31.8	0	Comercio e Serviço
3	Guararapes Confecções SA	916.58	115.73	Industrial
4	Vicunha Têxtil	509.8	64.4	Industrial
	Total	**1466.38**	**180.13**	

Os critérios de seleção adotados para a substituição dos motores antigos tinham como base os seguintes requisitos:

- Motores elétricos de indução trifásicos fabricados até 2009, com potência entre 1cv e 250 cv e em operação;
- Motores elétricos monofásicos com potência igual ou superior a 1 cv e em operação;
- Regime de funcionamento de no mínimo 3.000 horas anuais, pois segundo a distribuidora, constatou-se nesse estudo que motores com funcionamento abaixo de 3000h/ano não possuem um bom resultado relativo ao ganho energético.

A Tabela 10 apresenta um comparativo entre as metas de energia economizada, de demanda evitada e RCB previstas e os valores efetivamente alcançados com a execução do projeto nas três distribuidoras.

Tabela 10 - Metas do Projeto - Previsto e Realizado

Metas	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	RCB
Previsto	9.924,10	1.300,91	0,27
Realizado	4.648,38	456,82	0,29

Para a bonificação do projeto, a distribuidora contratou uma consultoria especializada para estabelecer os valores dos bônus para cada motor e para cada classificação de rendimento dos motores trifásicos e monofásicos, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores dos Bônus para os motores trifásicos e monofásicos (IR1)

Potência Nominal [cv]	Bônus IR1	Bônus IR2	Bônus IR3 / Selo Procel
1	244,00	250,00	360,00
1,5	244,00	250,00	463,00
2	420,00	313,07	593,00
3	595,00	313,07	878,00
4	722,00	313,07	1.092,00
5	782,00	451,47	1.092,00
6	782,00	451,47	1.155,00
7,5	782,00	456,04	1.236,00
10	1.080,00	456,04	1.680,00

Potência Nominal [cv]	Bônus IR1	Bônus IR2	Bônus IR3 / Selo Procel
12,5	1.147,00	456,04	2.080,00
15	1.147,00	547,25	2.080,00
20	1.147,00		2.395,00
25	1.501,00		2.700,00
30	1.501,00		2.864,00
40	1.940,00		3.777,00
50	1.940,00		4.005,00
60	2.972,00		5.174,00
75	3.850,00		6.331,00
100	4.318,00		7.449,00
125	7.701,00		12.078,00
150	9.181,00		14.131,00
175	10.484,00		15.572,00
200	10.484,00		15.710,00
250	15.798,00		22.157,00

O investimento total realizado no projeto foi de R$ 3.384.812,95, conforme detalhado na Tabela 12.

Tabela 12 - Custos do Projeto - Valor Realizado

Rubrica	Valor realizado (R$)
	Neoenergia
Mão de Obra Própria	503.575,38
Materiais e Equipamentos	2.793.584,00
Mão de obra de Terceiros	53.450,00
Transporte	27.373,40
Administração própria	2.618,65
Marketing	4.211,52
Total	**3.384.812,95**

5.1.2. Projeto implementado pelo Grupo CPFL Energia

Para o Grupo CPFL Energia foi aprovado pela ANEEL o valor de R$ 13.000.000,00. A CPFL Paulista desenvolveu em cooperação com as distribuidoras do Grupo CPFL Energia (CPFL Paulista, CPFL Piratininga e RGE) o projeto intitulado *"Desconto*

Eficiente – Motores Elétricos", visando possibilitar aos seus clientes a oportunidade de propor projetos de substituição de seus motores elétricos antigos. O projeto teve como data de início o dia 19/03/2018 e término no dia 24/09/2018, beneficiando 17 clientes industriais com a substituição de 443 motores ineficientes por modelos com maior eficiência.

Os motores contemplados no projeto foram os monofásicos acima de 1 cv e os trifásicos entre 1 cv e 250 cv. Para os motores eficientes trifásicos, puderam ser adquiridos os das classes IR2 e IR3. Para os motores IR2 foi exigido o Selo Procel para todas as potências contempladas com este selo; para as demais, a exigência foi a da Etiqueta A do Procel (ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem). Os motores IR2 sem Selo Procel ou Etiqueta A do PBE não foram aceitos no projeto, e para os motores IR3 e monofásicos não foram necessários nem o Selo nem a Etiqueta. Para estimular a participação, todos os clientes industriais das concessionárias foram convidados para eventos de apresentação do projeto e orientações para adesão ao projeto. Organizou-se um total de seis eventos obtendo-se um público superior a 1.000 participantes. A Figura 3 apresenta, como exemplo, o convite para participação no evento promovido pela RGE para lançamento do Edital.

Figura 3 - Convite para o Workshop promovido pela RGE

Foi realizada a eficientização de um total de 443 motores em três distribuidoras participantes, sendo 305 na CPFL Paulista, 24 na CPFL Piratininga e 279 na RGE, conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Quantidade de motores substituídos de algumas distribuidoras do Grupo CPFL

Distribuidora	Quantidade de motores substituídos
CPFL Paulista	305
CPFL Piratininga	24
RGE	114
Total	**443**

A relação das 17 empresas contempladas no projeto com a respectiva quantidade de motores substituídos, encontra-se na Figura 4. Os resultados energéticos obtidos estão relacionados na Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados energéticos do projeto

	RGE	CPFL Piratininga	CPFL Paulista	Global
RDP (kW)	57,03	10,09	229,89	297,01
EE (MWh/ano)	310,89	133,26	1.679,51	2123,66

O valor total investido foi de R$ 2.198.267,72, conforme apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores investido no projeto

Rubrica	Valor realizado (R$)
Mão de Obra Própria	176.969,72
Mão de Obra de Terceiros	180.425,42
Equipamentos	1.687.005,00
Marketing	59.966,27
Medição & Verificação	93.901,31
Total	**2.198.267,72**

Empresa	Cidade	Quantidade de Motores Substituídos	Distribuidora
Goodyear	Americana	28	CPFL Paulista
Ibaplac Produtos Recicláveis Ltda	Ibaté	9	CPFL Paulista
Minera S.A	Barretos	99	CPFL Paulista
SAAE Brotas	Brotas	2	CPFL Paulista
SABESP	Socorro	9	CPFL Paulista
	Paulínia	5	CPFL Paulista
	Buritizal	1	CPFL Paulista
	Cajuru	2	CPFL Paulista
	Cássia dos Coqueiros	6	CPFL Paulista
	Espírito Santo do Pinhal	4	CPFL Paulista
	Franca	9	CPFL Paulista
	Guariba	1	CPFL Paulista
	Icém	3	CPFL Paulista
	Igarapava	2	CPFL Paulista
	Itirapuã	1	CPFL Paulista
	Jaborandi	2	CPFL Paulista
	Jeriquara	1	CPFL Paulista
	Miguelópolis	1	CPFL Paulista
	Santo Rosa de Viterbo	7	CPFL Paulista
	Santo Antônio do Jardim	2	CPFL Paulista
	Serra Azul	6	CPFL Paulista
	Terra Roxa	4	CPFL Paulista
TFT	Americana	16	CPFL Paulista
Bioenergia Serra Ltda	Ibaté	60	CPFL Paulista
Usina Alta Mogiana	São Joaquim da Barra	25	CPFL Paulista
Adelbras Ind. e Com. de Adesivos	Vinhedo	4	CPFL Piratininga
Controlflex	Votorantim	7	CPFL Piratininga
SABESP	Santos	4	CPFL Piratininga
	São Vicente	6	CPFL Piratininga
	Guarujá	2	CPFL Piratininga
	Várzea Paulista	1	CPFL Piratininga
Indústrias Têxteis H. Milagre	Farroupilha	10	RGE
Sultextil	Caxias do Sul	22	RGE
Coop. Vinícola Aurora Ltda	Bento Gonçalves	7	RGE
Tondo S/A	Caxias do Sul	48	RGE
M Dias Branco S.A. Ind e Com de Alimentos	Bento Gonçalves	26	RGE
Pian Alimentos	Paraí	1	RGE

Figura 4 - Empresas participantes e quantidades de motores substituídos – Grupo CPFL

O valor do bônus disponibilizado pela CPFL foi função direta da potência do motor pleiteado e do número de fases do equipamento. Foram considerados os motores

monofásicos e trifásicos, sendo estes últimos ainda subdivididos nas classes IR2 e IR3. Os valores unitários dos bônus foram os seguintes: R$ 50,00/cv para motores monofásicos, R$ 70,00/cv para motores trifásicos IR2 e R$ 90,00/cv para motores trifásicos IR3.

A Tabela 16 ilustra o valor do bônus adotado pela CPFL.

Tabela 16 - Valor do bônus do projeto da CPFL

Descrição do motor		Valor do bônus (R$/CV)
Motor Trifásico	Motor novo classe IR2	70,00
	Motor novo classe IR3	90,00
Motor Monofásico	Motor novo classe IR1	50,00

5.1.3. Projeto implementado pela Elektro

Para a empresa Elektro foi aprovado pela ANEEL o valor de R$ 1.346.244,54. A empresa enviou uma proposta de projeto a ANEEL que foi aprovada e implantada em sua área de concessão a partir da Chamada Pública PEE 001/2017 em duas fases. O recurso financeiro disponibilizado para a primeira, com data de abertura de 15/03/2017, foi de R$ 1.000.000,00 e, para a segunda fase com data de abertura de 28/03/2018, foi de R$ 800.000,00. As empresas contempladas nas duas fases do projeto e a quantidade de motores substituídos estão apresentadas, respectivamente, nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 - Empresas participantes do projeto

Fases	Empresa	Tipologia	Munícipio
Fase 1	Brascabos Componentes Elétricos e Eletrônicos Ltda	Industrial	Rio Claro
	São Martinho S. A.	Industrial	Iracemápolis
	Sintequímica do Brasil Ltda	Industrial	Caieiras
Fase 2	Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda	Industrial	Rio Claro
	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	Serviço Público	Engenheiro Coelho

Tabela 18 - Quantidade de motores substituídos

Fases	Empresa	Quantidade de Motores Substituídos
Fase 1	Brascabos Componentes Elétricos e Eletrônicos Ltda	12
	São Martinho S. A.	05
	Sintequímica do Brasil Ltda	10
Fase 2	Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda	05
	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	02
Total		**34**

O valor total investido foi de R$ 220.977,15, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 - Valores investido no projeto

Rubrica	Valor realizado (R$)
Mão de Obra Própria	3.769,43
Materiais e Equipamentos	199.975,00
Marketing	5.037,12
Medição & Verificação	12.195,60
Total	**220.977,15**

Os resultados energéticos obtidos estão relacionados na Tabela 20. Assim, o projeto prioritário de "Incentivo à Substituição de Motores Elétricos – Promovendo a Eficiência Energética no Segmento de Força Motriz", desenvolvido pela Elektro beneficiou 5 instituições, obtendo uma economia de energia de 116,88 MWh/ano e redução de demanda na ponta de 16,24 kW. Para os bônus para cada motor trifásicos e monofásicos, a distribuidora estabeleceu valores conforme apresentado na Tabela 21.

Tabela 20 - Resultados energéticos do projeto

Fases	Empresa	Energia Economizada (MWh/ano)	RDP (kW)
Fase 1	Brascabos Componentes Elét. e Eletrô. Ltda	34,24	6,03
	São Martinho S. A.	39,26	3,54
	Sintequímica do Brasil Ltda	9,52	0,00
Fase 2	Agroceres Multimix Nutrição Animal Ltda	20,00	3,34
	Serviço Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	13,86	3,33
Total		**116,88**	**16,240**

Tabela 21 - Bônus para os motores trifásicos e monofásicos

Potência Nominal [cv]	Bônus Trifásicos (R$)	Bônus Monofásicos (R$)
1	95	40
1,5	142,5	60
2	190	80
3	285	120
4	380	160
5	475	200
6	570	240
7,5	712,5	300
10	950	400
12,5	1.187,5	500
15	1.425	600
20	1.900	
25	2.375	
30	2.850	
40	3.800	
50	4.750	
60	5.700	
75	7.125	
100	9.500	
125	11.875	
150	14.250	
175	16.625	
200	19.000	
250	23.750	

A vida útil dos equipamentos utilizados no projeto encontra-se baseada em função da potência de cada motor. Para os motores de 1CV até 10 CV, a vida útil é de 12 anos; para motores de 12,5 CV até 100 CV, a vida útil é de 15 anos; e para motores de 125 CV até 250 CV, a vida útil é de 15 anos. Para referenciar esse valor adotado, a distribuidora apresentou um artigo (nota técnica) sobre vida útil dos motores elaborada pela empresa WEG.

Segundo esse mesmo artigo, não há um número determinante para a vida útil dos motores elétricos, mas pode-se afirmar que é no mínimo 15 anos quando em regime de operação com 24h/dia. Uma visão conservadora quanto à integridade do equipamento quando bem especificado e operado, mas próxima da condição de mercado quando analisada a relação custo benefício devido ao constante desenvolvimento da eficiência energética nestes equipamentos

5.1.4. Projeto implementado pela Cemig

Para a empresa Cemig foi aprovado pela ANEEL o valor de R$ 6.326.752,00. A Cemig Distribuição SA apresentou proposta para realização do projeto em sua área de concessão, com foco principal em micro e pequenas empresas e pequenos produtores rurais.

O projeto, previsto inicialmente para ser concluído em outubro de 2017, após consulta formalizada à Aneel, teve seu prazo prorrogado em doze meses através da publicação do respectivo aviso em 29 de agosto de 2017.

O valor do bônus, conforme proposta aprovada junto à ANEEL, ficou definido da seguinte forma:

- R$ 70,00 (setenta reais) por CV para motores novos IR2: Motores elétricos trifásicos de indução com rendimentos mínimos conforme definido na Portaria Interministerial MME/MCT/MDIC 553, de 08 de dezembro de 2005;
- R$ 100,00 (cem reais) por CV para motores novos IR3: Motores elétricos trifásicos de indução tipo IR3, rendimento mínimo conforme Norma ABNT NBR 17094-1;

- R$ 65,00 (sessenta e cinco reais) por CV para motores elétricos monofásicos de indução novos na potência de 1 CV e acima.

Ao todo foi pago, pela Cemig diretamente aos consumidores participantes à título de bônus pela substituição de motores elétricos, o valor de R$2.230.770,00. A distribuidora previu, inicialmente, desembolsar de bônus a quantia de R$ 4.833.400,00.

A Tabela 22 apresenta um comparativo entre as metas de energia economizada, de demanda evitada e quantidade de motores substituídos previstas e os valores efetivamente alcançados com a implantação do projeto.

Tabela 22 - Metas do Projeto - Previsto e Realizado

Metas	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	Quantidade de Motores
Previsto	4.580,20	0,00	6.200
Realizado	7.130,68	404,55	466

Observações:

Nas metas previstas a RCB resultou em 0,60 e foram consideradas, entre outras, as seguintes premissas:

- Devido à simplificação do processo de M&V e com vistas a manter um cálculo mais conservador, a Cemig não considerou os ganhos com a redução de demanda média na ponta.
- Foi considerado o tempo médio de utilização dos motores de 2600h/ano.
- Considerado a substituição de motores com rendimentos correspondentes ao ano de fabricação 2007.
- Considerada vida útil dos equipamentos em 10 anos.

O valor total investido pela Cemig considerando o projeto no âmbito do PEE foi de R$ 2.501.991,72, conforme apresentado na Tabela 23 enquanto na Tabela 24 tem-se os valores anualizados.

Tabela 23 – Valores Investidos no Projeto

Rubrica	Valor realizado (R$)
Mão de Obra Própria	86.404,11
Materiais e Equipamentos	2.230.770,00
Mão de obra de Terceiros	986,99
Transporte	6.749,74
Administração própria	19.652,79
Marketing	157.428,09
Total	**2.501.991,72**

Tabela 24 – Valores (anualizados) investidos no projeto

Rubrica	Valor realizado (R$)
Mão de Obra Própria	78.800,59
Materiais e Equipamentos	1.964.363,51
Mão de obra de Terceiros	923,41
Transporte	6.679,24
Administração própria	18.197,03
Marketing	152.708,09
Total	**2.221.671,86**

A RCB prevista e realizada está apresentada na Tabela 25.

Tabela 25 – Valores da RCB no projeto

Metas	RCB
Prevista	0,60
Realizada	0,12

5.1.5. Projeto implementado pela Celesc

Para a empresa Celesc foi aprovado pela ANEEL o valor de R$ 40.026.845,72. Os clientes elegíveis pela distribuidora para a participação no projeto pertencem aos

seguintes setores: Industrial, Rural, Poder Público, Serviços Públicos, Comércios e Serviços, Condomínios Residenciais (com CNPJ), Consumidores do Mercado Livre e Cativo.

O Projeto Bônus Eficiente - Linha Motores, ou simplesmente Programa Bônus Motor, foi desenvolvido visando atuar de forma mais simples e direta na eficientização energética dos sistemas de força motriz, promovendo a atualização do parque fabril catarinense e tornando menos atrativa a prática de recondicionamento de motores elétricos. O projeto previa, inicialmente, a substituição de 6.479 motores antigos e ineficientes, fabricados até 2009, por motores IR1 monofásicos e motores IR2 e IR3 trifásicos.

O projeto concedeu o bônus de forma antecipada, no momento da aquisição dos motores, onde o consumidor somente paga a diferença entre o valor total do motor e o valor pago pela Celesc. Foi uma forma muito simples de reduzir drasticamente o investimento necessário para adquirir um motor de alta eficiência que pode proporcionar uma substancial economia de energia. O bônus foi disponibilizado por ordem de cadastro no programa, até o valor total de bônus ofertado alcançar o limite orçamentário disponibilizado, que foi de R$ 6.563.669,00.

Para definir os valores dos bônus a serem disponibilizados, a Celesc realizou um estudo visando garantir a viabilidade do projeto, diminuir o número de motores sobredimensionados e estimular as vendas dos motores com potências acima de 15 CV. Neste estudo foi utilizado o histórico de vendas de motores elétricos em Santa Catarina nos últimos 2 anos e considerado o pior caso possível para o cálculo dos benefícios (motores fabricados em 2009 com o número mínimo de horas exigido para o projeto - 2640h/ano). Com base nesse estudo foi decidido adotar um bônus variável conforme a potência do motor antigo e a classe de rendimento do novo motor, conforme valores descritos a seguir:

Motor Trifásico

a) R$ 70,00 por CV: Para motores novos classe IR2: Motores elétricos trifásicos de indução com rendimentos mínimos conforme Norma ABNT NBR 17094-1, item 17, subitem 17.1.1.1, e Selo PROCEL quando aplicável. Ex.: Para um motor ineficiente

de 100 CV substituído por um novo desta classe, o valor do bônus será de R$ 7.000,00.

b) R$ 94,00 por CV: Para motores novos classe IR3: Motores elétricos trifásicos de indução com rendimentos mínimos conforme Norma ABNT NBR 17094-1, item 17, subitem 17.1.1.2, e Selo PROCEL quando aplicável. Ex.: Para um motor ineficiente de 100 CV substituído por um novo desta classe, o valor do bônus será de R$ 9.400,00

Motor Monofásico

R$ 46,00 por CV: Para motores monofásicos novos classe IR1: Motores elétricos monofásicos de indução com rendimentos mínimos conforme Norma ABNT NBR 17094-2, item 12, subitem 12.1, Tabela 13. Ex.: Para um motor ineficiente de 10 CV substituído por um novo desta classe, o valor do bônus será de R$ 460,00

A Tabela 26 ilustra o valor do bônus adotado pela Celesc.

Tabela 26 – Valor do bônus do projeto da Celesc

Descrição do motor		Valor do bônus (R$/CV)
Motor Trifásico	Motor novo classe IR2	70,00
	Motor novo classe IR3	94,00
Motor Monofásico	Motor novo classe IR1	46,00

O projeto realizado contemplou 152 Unidades Consumidoras das tipologias Industrial, Comercial, Rural e Serviços Públicos, através da substituição de motores elétricos antigos ou recondicionados por motores novos mais modernos e mais eficientes. O valor investido pela Celesc no projeto considerando serviços e demais custos indiretos, no âmbito do PEE, foi de R$ 817.726,16, conforme apresentado na Tabela 27.

Tabela 27 – Valores investido no projeto (serviços e demais custos indiretos)

Rubrica	Valor realizado (R$)
Mão de Obra Própria	121.035,87
Treinamento	95.000,00
Mão de obra de terceiros	85.739,72
Transporte	0,00
Administração própria	0,00
Descarte de materiais	214.522,00
M&V	51.428,57
Marketing	250.000,00
Outros custos indiretos	
Total	**817.726,16**

O valor investido tanto pela Celesc (bônus/PEE) como pelos seus clientes (contrapartida com o pagamento do valor restante dos equipamentos) com a substituição dos motores ineficientes pelos mais eficientes, estão apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 – Valores investido no projeto (equipamentos)

Situação	Valor realizado (R$)
Bônus com aquisição de motores	5.024.707,00
Contrapartida com a aquisição dos motores	14.869.068,96
Total	**19.893.775,96**

Combinando-se as Tabelas anteriores, tem-se a Tabela 29 com o custo total investido nessa ação de eficiência energética considerando os dois pontos de vista ou de análise: no âmbito do PEE e considerando, também, a contrapartida dos clientes da Celesc.

Tabela 29 – Valor total do investimento

Situação Considerada	Contrapartida equipamentos	Bônus equipamentos	Serviços e demais custos indiretos	Custo total
PEE	0,00	5.024.707,00	817.726,16	5.842.433,16
Global	14.869.068,96	0,00	817.726,16	15.686.795,12

A Tabela 30 apresenta um comparativo entre as metas (prevista e realizada) da quantidade de motores substituídos alcançados com a implantação do projeto.

Tabela 30 – Quantidade de motores substituídos - Previsto e Realizado

Metas	Quantidade de Motores
Previsto	6.479
Realizado	1.714

A relação custo/benefício (RCB) do projeto é determinada pela seguinte relação:

RCB = (Custo anualizado) / (Beneficio anualizado)

Os resultados estão apresentados na Tabela 31.

Tabela 31 – Valor da RCB

Situação Considerada	Custo Total	Custo Anualizado	Benefício Anualizado	RCB
PEE	5.842.433,16	870.694,83	6.274.936,76	0,14
Global	15.686.795,12	2.337.795,06	6.274.936,76	0,37

A Tabela 32 apresenta um comparativo entre as metas de energia economizada, de demanda evitada e RCB previstas e os valores efetivamente alcançados com a implantação deste projeto no âmbito do PEE.

Tabela 32 – Metas do Projeto no âmbito do PEE - Previsto e Realizado

Metas	EE (MWh/ano)	RDP (kW)	RCB
Previsto	5.636,41	284,67	0,61
Realizado	18.587,13	2.396,29	0,14

Observações:

- O valor de energia economizada realizado do projeto foi superior ao previsto devido ao fato de que para o cálculo do projeto foi considerado que os motores funcionariam 2.640 horas por ano, mas durante a execução do projeto foi obtido um valor médio de operação de 6.612,24 horas por ano.

- O valor de redução de demanda na ponta realizado do projeto foi superior ao previsto devido ao fato de que para o cálculo do projeto foi considerado 16 minutos de utilização dos motores no horário de ponta, mas durante a execução do projeto foi observada uma utilização média de 2,75 horas, aumentando assim o fator de coincidência na ponta realizado.

De forma resumida, a Tabela 33 mostra os resultados obtidos e investimentos correspondentes, considerando os dois pontos de vista ou de análise: no âmbito do PEE e considerando, também, a contrapartida dos clientes da Celesc.

Tabela 33 – Resultados obtidos na implantação do projeto da Celesc

EE (MWh/ano)	RDP (kW)	Investimento (R$)		RCB	
		PEE	Total (Geral)	PEE	Geral
15.587,13	2.396,29	5.842.433,16	15.686.795,12	0,14	0,37

5.1.6. Análise dos Dados

Considerando-se as informações obtidas dos projetos implementados, foi possível elaborar as seguintes análises:

- Relação entre a potência e a quantidade de motores substituídos
- Relação entre a potência do motor novo e a quantidade de energia economizada
- Ano de fabricação (idade) do motor substituído
- Classe de Eficiência dos motores novos
- Análise Econômica dos ganhos energéticos
- Análise dos custos envolvidos

<u>Relação entre a potência e a quantidade de motores substituídos</u>

A Tabela 34 apresenta a quantidade dos motores que foram substituídos e suas respectivas potências enquanto na Tabela 35, tem-se, de forma análoga, os novos motores. Dos 3.214 novos motores, apenas um foi monofásico de potência 5cv instalado pelo projeto da Cemig.

Tabela 34 – Relação potência por quantidade de motor substituído

MOTOR ANTIGO	Quantidade por Empresa					%
Potência (CV)	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	
1	6	28	1	8	43	1,34
1,5	72	0	0	16	88	2,74
2	21	7	0	36	64	1,99
3	109	16	3	45	173	5,38
4	45	2	0	23	70	2,18
5	102	19	0	65	186	5,79
6	5	1	0	47	53	1,65
7,5	96	26	0	58	180	5,60
10	221	30	0	73	324	10,08
12,5	0	10	2	73	85	2,64
13	33	0	0	0	33	1,03
15	138	38	3	97	276	8,59
20	107	44	13	120	284	8,84
25	126	21	0	71	218	6,78
30	175	33	0	66	274	8,53
40	128	39	1	43	211	6,57
50	85	27	2	52	166	5,16
60	63	5	0	23	91	2,83
75	60	20	0	21	101	3,14
100	37	25	4	25	91	2,83
125	23	28	0	12	63	1,96
150	16	31	0	5	52	1,62
175	0	4	0	3	7	0,22
200	33	5	5	8	51	1,59
250	13	7		10	30	0,93
Total Geral	**1.714**	**466**	**34**	**1.000**	**3.214**	**100,00**

Comparando-se as Tabelas 34 e 35 percebe-se que praticamente foram mantidas as quantidades de motores novos nas mesmas potências daqueles que foram substituídos. Assim, por exemplo, tem-se 57,85% do total de motores substituídos até a potência de 20 CV (inclusive) e 58,09% do total dos motores novos na mesma faixa de potência. Provavelmente, as empresas não se preocuparam em analisar com mais detalhes se os motores estavam superdimensionados para as cargas acionadas e os ganhos de economia de energia foram basicamente obtidos em decorrência da melhor eficiência energética dos motores novos.

Esse fato pode ser melhor visualizado quando estabelecemos uma análise através de mais faixas de potências, como apresentado nas Tabelas 36 e 37 e Figuras 5 e 6.

Tabela 35 – Relação potência por quantidade de motor novo

MOTOR NOVO	Quantidade por Empresa					%
Potência (CV)	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	
1	13	28	1	8	50	1,56
1,5	69	0	0	13	82	2,55
2	17	7	0	38	62	1,93
3	109	16	3	46	174	5,41
4	45	3	0	24	72	2,24
5	103	18	0	65	186	5,79
6	5	1	0	48	54	1,68
7,5	96	27	0	60	183	5,69
10	221	30	0	73	324	10,08
12,5	37	11	2	74	124	3,86
15	141	40	3	95	279	8,68
20	105	41	13	118	277	8,62
25	125	20	0	72	217	6,75
30	176	33	0	67	276	8,59
40	124	39	1	42	206	6,41
50	85	28	2	52	167	5,20
60	62	4	0	21	87	2,71
75	59	21	0	23	103	3,20
100	37	24	4	23	88	2,74
125	23	29	0	12	64	1,99
150	16	30	0	5	51	1,59
175	0	4	0	3	7	0,22
200	33	5	5	8	51	1,59
250	13	7	0	10	30	0,93
Total Geral	**1.714**	**466**	**34**	**1.000**	**3.214**	**100,00**

Tabela 36 – Relação entre a faixa de potência e a quantidade de motores substituídos

Potência (CV)	Faixa	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	%
1 ≤ X ≤ 5	1	355	72	4	193	624	19,42
5 < X ≤ 10	2	322	57	0	178	557	17,33
10 < X ≤ 15	3	171	48	5	170	394	12,26
15 < X ≤ 25	4	233	65	13	191	502	15,62
25 < X ≤ 40	5	303	72	1	109	485	15,09
40 < X ≤ 60	6	148	32	2	75	257	8,00
60 < X ≤ 100	7	97	45	4	46	192	5,97
100 < X ≤ 150	8	39	59	0	17	115	3,58
150 < X ≤ 250	9	46	16	5	21	88	2,74
Total Geral		**1.714**	**466**	**34**	**1.000**	**3.214**	**100,00**

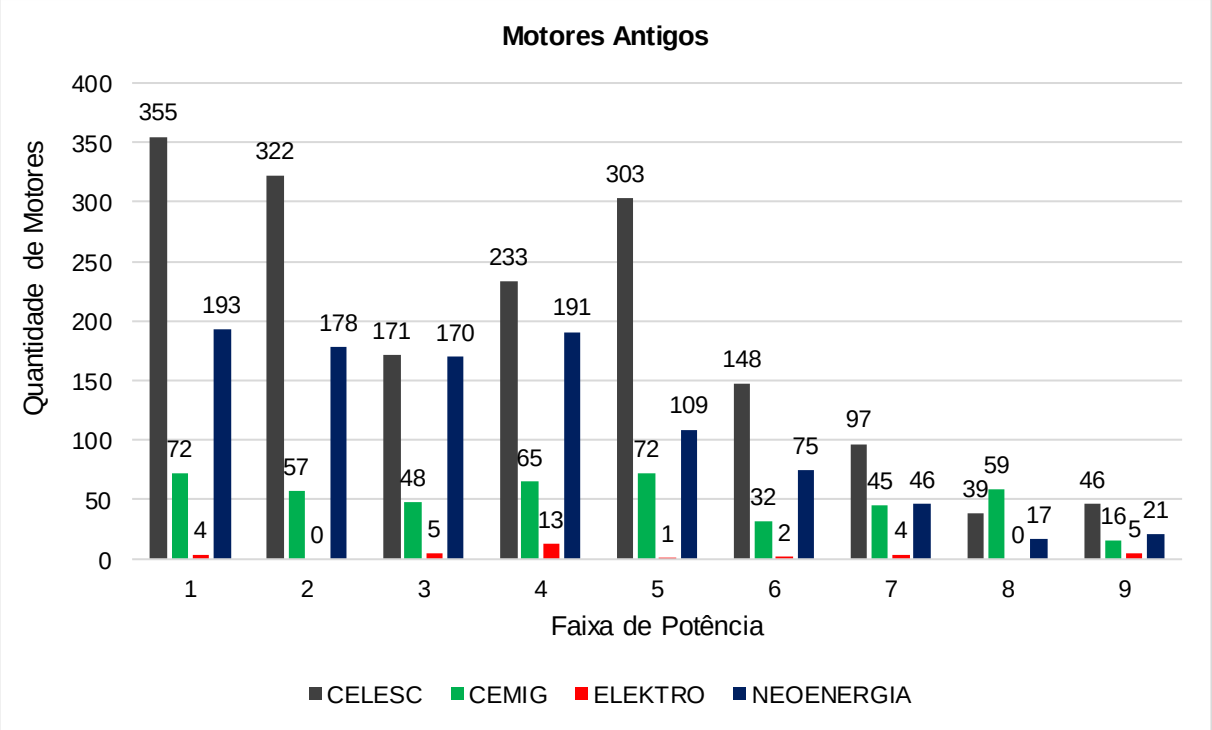

Figura 5 - Relação entre a faixa de potência e a quantidade de motores substituídos

Tabela 37 – Relação entre a faixa de potência e a quantidade de motores novos

Potência (CV)	Faixa	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	%
1 ≤ X ≤ 5	1	356	72	4	194	626	19,48
5 < X ≤ 10	2	322	58	0	181	561	17,45
10 < X ≤ 15	3	178	51	5	169	403	12,54
15 < X ≤ 25	4	230	61	13	190	494	15,37
25 < X ≤ 40	5	300	72	1	109	482	15,00
40 < X ≤ 60	6	147	32	2	73	254	7,90
60 < X ≤ 100	7	96	45	4	46	191	5,94
100 < X ≤ 150	8	39	59	0	17	115	3,58
150 < X ≤ 250	9	46	16	5	21	88	2,74
Total Geral		**1.714**	**466**	**34**	**1.000**	**3.214**	**100,00**

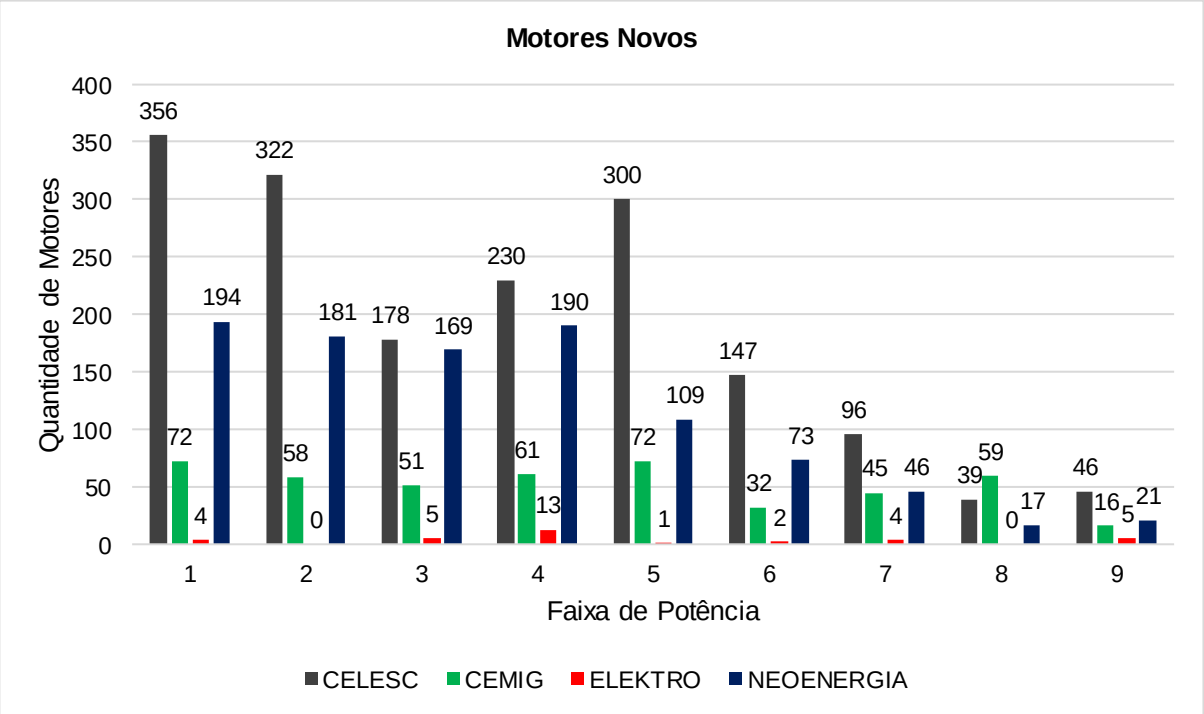

Figura 6 - Relação entre a faixa de potência e a quantidade de motores novos

Relação entre a potência do motor novo e a quantidade de energia economizada

A Tabela 38 apresenta a energia economizada em MWh/ano após a substituição dos motores antigos em relação as suas respectivas potências enquanto na Tabela 39, tem-se, de forma análoga, a redução de demanda de potência (kW) na potência.

Naturalmente que a economia de energia depende da potência dos motores e do tempo de operação dos mesmos. Destaca-se, nesse caso, os motores de 200 CV, 40 CV, 30 CV, 100 CV, 125 CV, 50 CV e 150 CV. O conjunto dessas 7 potências de representam, nesse projeto, 56,33 % da economia total de energia obtida. Tais ganhos energéticos de energia e redução de potência na ponta também estão apresentadas, respectivamente, nas Figuras 7 e 8.

Tabela 38 – Energia Economizada (MWh/ano) em relação a potência do motor novo

Potência (CV)	Potência (kW)	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	%
1	0,74	22,18	22,17	0,36	3,83	48,54	0,16
1,5	1,10	29,52	0,00	0,00	13,34	42,86	0,14
2	1,47	8,60	4,65	0,00	23,44	36,69	0,12
3	2,21	94,08	27,96	0,82	49,62	172,48	0,57
4	2,94	56,98	11,58	0,00	37,98	106,54	0,35
5	3,68	202,42	23,46	0,00	71,49	297,37	0,98
6	4,41	8,50	0,23	0,00	106,49	115,22	0,38
7,5	5,52	189,86	107,82	0,00	121,88	419,56	1,38
10	7,35	1.208,40	113,52	0,00	217,57	1.539,49	5,06
12,5	9,19	295,78	98,91	7,90	265,37	667,96	2,19
15	11,03	750,99	251,11	6,50	260,32	1.268,92	4,17
20	14,71	893,22	318,64	16,49	503,39	1.731,74	5,69
25	18,39	1.068,83	184,46	0,00	370,25	1.623,54	5,33
30	22,06	1.695,06	290,64	0,00	383,96	2.369,66	7,78
40	29,42	1.654,77	573,25	10,46	319,89	2.558,37	8,40
50	36,77	1.360,19	304,49	11,72	432,07	2.108,47	6,93
60	44,13	1.255,59	131,69	0,00	153,63	1.540,91	5,06
75	55,16	1.445,37	456,93	0,00	192,48	2.094,78	6,88
100	73,55	1.390,39	669,82	23,34	274,70	2.358,25	7,75
125	91,94	1.129,02	980,19	0,00	222,10	2.331,31	7,66
150	110,32	626,09	1.180,16	0,00	61,85	1.868,10	6,14
175	128,71	0,00	349,31	0,00	64,33	413,64	1,36
200	147,10	2.533,62	763,49	39,25	216,74	3.553,10	11,67
250	183,87	667,78	266,20	0,00	239,50	1.173,48	3,85
Total Geral	**1.005,79**	**18.587,24**	**7.130,68**	**116,84**	**4.606,22**	**30.440,98**	**100,00**

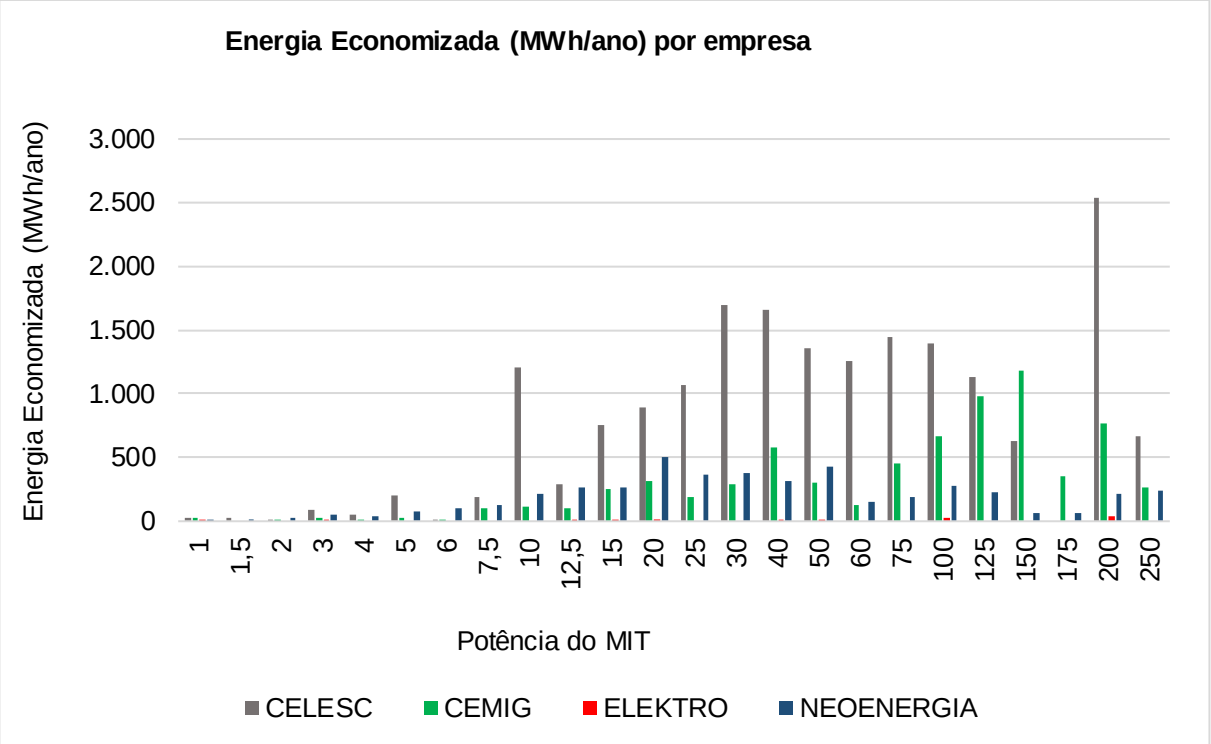

Figura 7 - Energia Economizada (MWh/ano) em relação a potência do motor novo

Tabela 39 – Redução de demanda na ponta (kW x ano) em relação a potência do motor novo

Potência (CV)	Potência (kW)	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	%
1	0,74	4,12	0,18	0,06	0,15	4,51	0,14
1,5	1,10	3,52	0,00	0,00	1,65	5,17	0,16
2	1,47	1,22	0,13	0,00	1,78	3,13	0,10
3	2,21	9,41	0,81	0,41	4,06	14,69	0,45
4	2,94	7,87	1,26	0,00	3,22	12,35	0,38
5	3,68	16,99	1,71	0,00	5,90	24,60	0,75
6	4,41	1,86	0,00	0,00	13,55	15,41	0,47
7,5	5,52	28,68	6,09	0,00	12,53	47,30	1,45
10	7,35	170,11	7,60	0,00	27,23	204,94	6,27
12,5	9,19	37,05	4,32	1,70	32,01	75,08	2,30
15	11,03	118,28	20,61	0,51	13,94	153,34	4,69
20	14,71	118,83	14,66	1,54	48,43	183,46	5,61
25	18,39	148,85	6,70	0,00	25,92	181,47	5,55
30	22,06	233,89	19,19	0,00	32,62	285,70	8,74
40	29,42	230,07	23,21	1,85	33,61	288,74	8,83
50	36,77	152,59	24,52	1,94	53,22	232,27	7,10
60	44,13	165,89	8,39	0,00	14,83	189,11	5,78

Potência (CV)	Potência (kW)	CELESC	CEMIG	ELEKTRO	NEOENERGIA	TOTAL GERAL	%
75	55,16	181,32	25,55	0,00	19,10	225,97	6,91
100	73,55	165,69	27,36	4,70	28,34	226,09	6,92
125	91,94	147,54	31,50	0,00	25,76	204,80	6,26
150	110,32	61,41	79,75	0,00	5,23	146,39	4,48
175	128,71	0,00	20,70	0,00	6,19	26,89	0,82
200	147,10	289,40	55,08	3,55	25,28	373,31	11,42
250	183,87	101,43	25,18		18,14	144,75	4,43
Total Geral	**1.005,79**	**2.396,02**	**404,50**	**16,26**	**452,69**	**3.269,47**	**100,00**

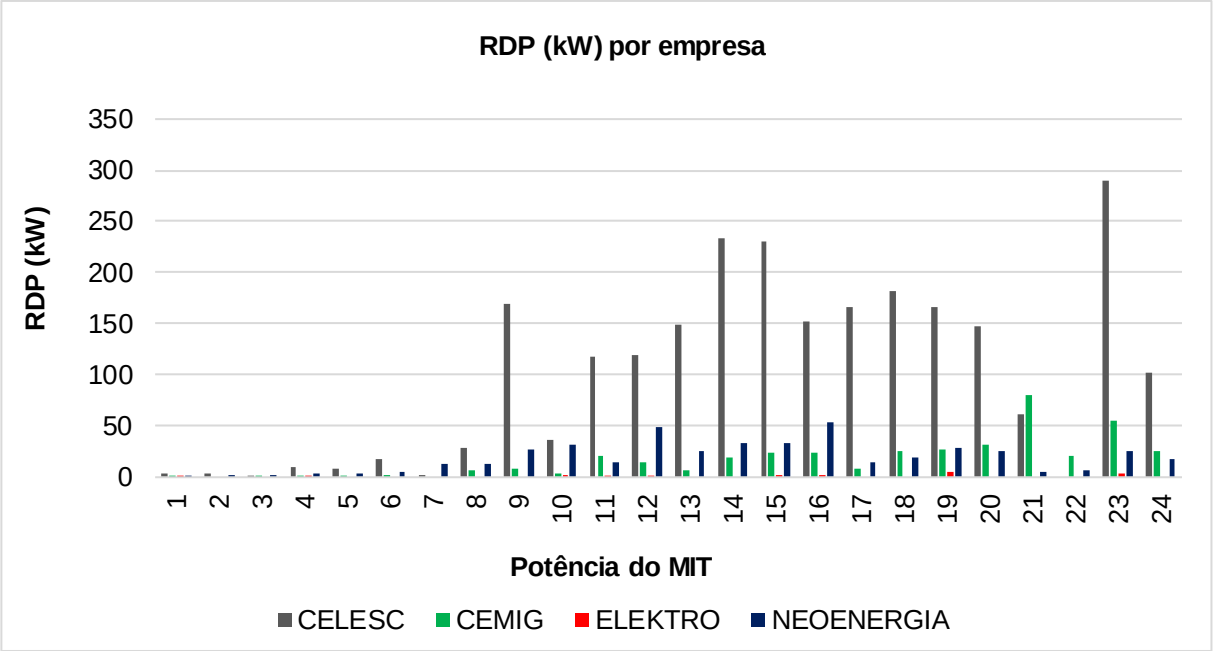

Figura 8 - Redução de demanda na ponta (kW x ano) em relação a potência do motor novo

Ano de fabricação (idade) do motor substituído

As empresas distribuidoras Celesc, Cemig e Elektro informaram o ano de fabricação dos motores que foram substituídos num total de 2.214 unidades. Dessa forma, para cada motor antigo (e respectiva potência), foi verificado a quantidade considerando o ano de sua fabricação. A Tabela 40 apresenta essa relação para os motores substituídos de 1 CV de potência. A Cemig, por exemplo, substituiu 26 motores de 1 CV fabricados em 1980.

Tabela 40 – Relação entre a potência do motor substituído, quantidade e o ano de fabricação

Empresa	Potência (CV)	Quantidade	Ano de fabricação do motor
CEMIG	1	26	1980
CELESC	1	1	2000
CELESC	1	1	2000
CELESC	1	1	2000
CEMIG	1	1	2001
CEMIG	1	1	2001
CELESC	1	1	2002
Elektro	1	1	2003
CELESC	1	1	2004
CELESC	1	1	2007

Para facilitar a visualização da idade do motor substituído (nesse caso sem considerar sua potência), estabeleceu-se 9 faixas conforme Tabela 41. Os motores fabricados a partir de 1989 representam 78,19% desse total de 2.214 unidades. A Figura 9 também apresenta essa relação entre tais faixas de idade e a quantidade dos motores que foram substituídos.

Tabela 41 – Quantidade de motores substituídos e período do ano de fabricação

Período (anos)		Quantidade de motores substituídos	%
1	1960 a 1965	2	0,09
2	1966 a 1970	16	0,72
3	1971 a 1976	20	0,90
4	1977 a 1982	151	6,82
5	1983 a 1988	294	13,28
6	1989 a 1994	255	11,52
7	1995 a 2000	729	32,93
8	2001 a 2006	580	26,20
9	2007 a 2009	167	7,54
Total		**2.214**	**100,000**

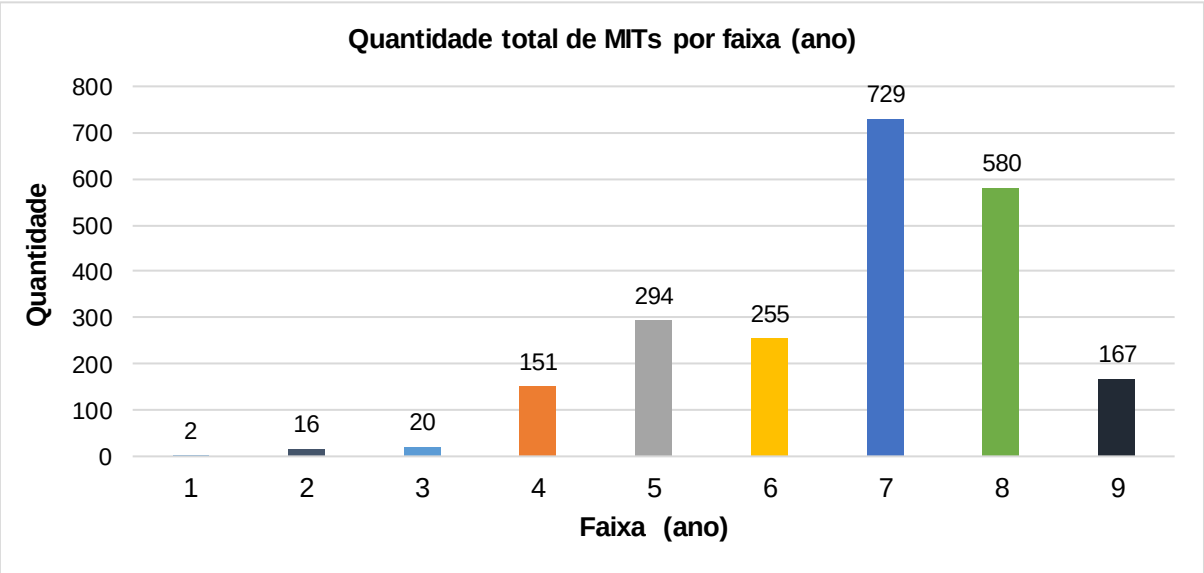

Figura 9 - Relação entre a quantidade do motor substituído e o ano de fabricação

Pode-se calcular uma potência média ponderada pela quantidade desses 2.214 motores antigos que foram substituídos obtendo-se o valor aproximado de 35,28 CV. Por outro lado, pode-se, também, obter um "ano médio de fabricação" considerando-se apenas a quantidade dos motores (desprezando-se a potência) e seu respectivo ano de fabricação, conforme apresentado na Tabela 42.

Tabela 42 – Quantidade de motores substituídos e ano de fabricação

Quantidade por empresa (MIT antigo)				
Ano	CELESC	CEMIG	Elektro	Total Geral
1960		1		1
1965		1		1
1966	4			4
1967		3		3
1968	4	4		8
1970	1			1
1973	1			1
1974	7	2		9
1975	4	2		6
1976	3	1		4
1977	7	1	2	10
1978	8	18		26

Quantidade por empresa (MIT antigo)				
Ano	CELESC	CEMIG	Elektro	Total Geral
1980	32	64		96
1981	4	2		6
1982	11	2		13
1983	10			10
1984	90	4	2	96
1985	22	5		27
1986	17	5		22
1987	46	50	3	99
1988	26	14		40
1989	20	8		28
1990	34	14		48
1991	19	9	3	31
1992	21	14	11	46
1993	19	19		38
1994	56	7	1	64
1995	54	13		67
1996	29	12		41
1997	60	27		87
1998	36	13		49
1999	46	5		51
2000	396	38		434
2001	58	15		73
2002	89	33	3	125
2003	107	21	1	129
2004	65	7	3	75
2005	107	6	1	114
2006	61	3		64
2007	63	10	1	74
2008	58	10	2	70
2009	19	3	1	23
Total Geral	**1714**	**466**	**34**	**2214**

Assim, obtém-se um “ano médio de fabricação” de 1996,34 ou, aproximadamente, 1996.

Classe de Eficiência dos motores novos

Sabe-se que vários países estabeleceram regulamentações aumentando o rendimento ou eficiência dos motores elétricos, sendo que no Brasil esse processo de estabelecimento de índices mínimos de eficiência de motores começou com a Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295/2001).

Posteriormente, em 2009 entrou em vigor a portaria nº 553 estabelecendo níveis mínimos de rendimentos para máquinas e equipamentos. Em complemento à lei, em 2013 foi revisada a Norma NBR 17094-1 que especifica valores mínimos de rendimento para duas classes de produtos: IR2 e IR3. Importante ressaltar que como consequência da Portaria Interministerial 01, de 29/06/2017, a partir de agosto de 2019 somente serão aceitos motores com nível mínimo de rendimento IR3.

Desta forma, fabricantes de máquinas e consumidores finais devem utilizar produtos que atendam, ao menos, a este nível de rendimento. Além do IR2 e IR3 exigidos pela lei, a fabricante de motores WEG fornece mais duas linhas que superam os valores de norma: IR4 Super Premium e IR5 Ultra Premium.

A Tabela 43 e a Figura 10, apresentam para os 3.214 motores novos, a classe de eficiência adotada quando da substituição dos motores antigos pelas empresas distribuidoras Celesc, Cemig, Elektro e Neoenergia.

Tabela 43 – Classe de eficiência dos motores novos

Classe de Eficiência (Quantidade)					
Empresas	**IR2**	**IR3**	**Mono**	**Selo PROCEL**	**Total Geral**
CELESC	10	1.704	0	0	**1.714**
CEMIG	8	457	1	0	**466**
ELEKTRO	5	29	0	0	**34**
NEOENERGIA	38	897	0	65	**1.000**
Total Geral	**61**	**3.087**	**1**	**65**	**3.214**
%	**1,90**	**96,05**	**0,03**	**2,02**	**100,00**

Nota-se que a maior parte dos motores novos (96,05%) é da classe IR3.

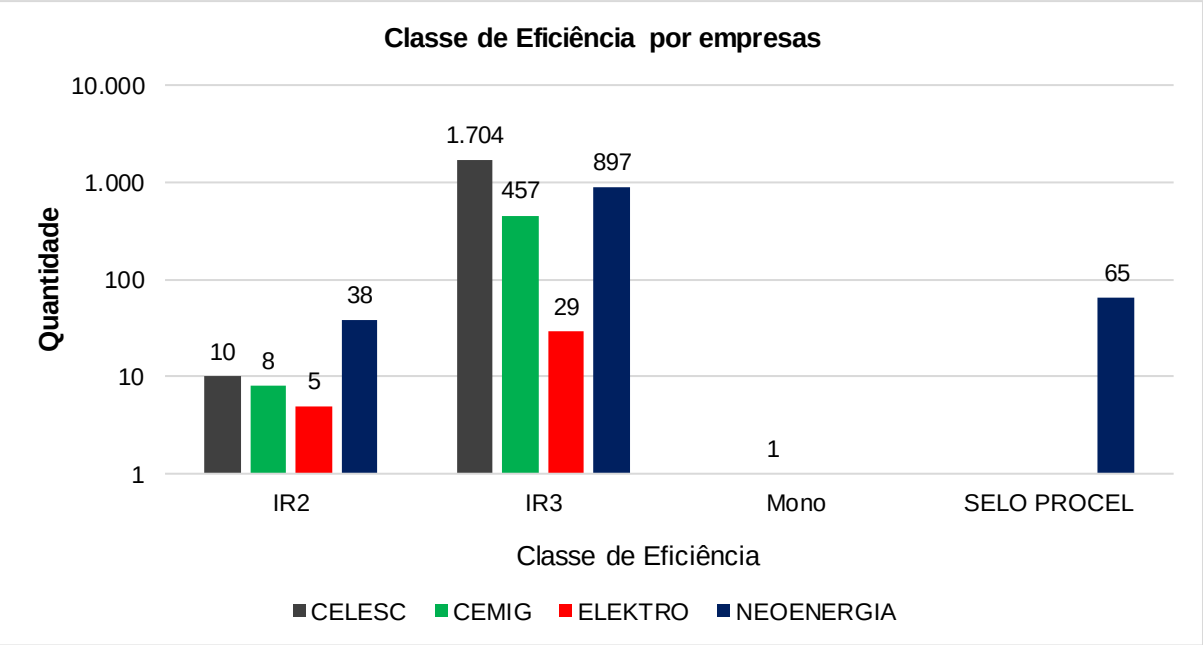

Figura 10 - Classe de eficiência dos motores novos

Análise Econômica dos ganhos energéticos

Considerando-se o tipo de tipologia das empresas envolvidas nesse projeto, os ganhos energéticos (energia economizada e demanda retirada na ponta), o número de motores substituídos e o valor do bônus total concedido (R$), foi possível obter-se as Tabelas 44 a 51.

Tabela 44 – Resultados do projeto e bônus concedido - Cemig

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Comércio e Serviços	7,78	0,00	5	7.250,00
Industrial	5.422,58	313,10	407	1.677.395,00
Poder Público	1.210,12	78,43	14	222.500,00
Rural	426,97	5,28	30	243.625,00
Serviço Público	63,23	7,73	10	80.000,00
Total	**7.130,68**	**404,54**	**466**	**2.230.770,00**

Considerando-se valores percentuais, tem-se:

Tabela 45 – Resultados do projeto e bônus concedido – Cemig (%)

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos (%)	Bônus total concedido (%)
	Energia Economizada (%)	Retirada de demanda da ponta (%)		
Comércio e Serviços	0,11	0,00	1,07	0,32
Industrial	76,05	77,40	87,34	75,19
Poder Público	16,97	19,39	3,00	9,97
Rural	5,99	1,31	6,44	10,92
Serviço Público	0,89	1,91	2,15	3,59
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Tabela 46 – Resultados do projeto e bônus concedido - Neoenergia

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Comércio e Serviços	181,62	21,950	76	136.403,00
Industrial	4.437,36	441,07	914	2.579.090,00
Rural	79,10	0,00	12	78.091,00
Total	**4.698,08**	**463,02**	**1.002**	**2.793.584,00**

Considerando-se valores percentuais, tem-se:

Tabela 47 – Resultados do projeto e bônus concedido – Neoenergia (%)

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos (%)	Bônus total concedido (%)
	Energia Economizada (%)	Retirada de demanda da ponta (%)		
Comércio e Serviços	3,87	4,74	7,58	4,88
Industrial	94,45	95,26	91,22	92,32
Rural	1,68	0,00	1,20	2,80
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Tabela 48 – Resultados do projeto e bônus concedido - Elektro

.	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Serviço Público	13,86	3,33	02	19.000,00
Industrial	103,14	12,67	32	180.975,00
Total	**117,00**	**16,00**	**34**	**199.975,00**

Tabela 49 – Resultados do projeto e bônus concedido – Elektro (%)

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Serviço Público	11,85	20,81	5,88	9,50
Industrial	88,15	79,19	94,12	90,50
Total	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Tabela 50 – Resultados do projeto e bônus concedido - Celesc

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Comércio e Serviços	214,06	48,450	13	49.350,00
Industrial	17.176,08	2.180,42	1.569	4.533.322,00
Serviços Públicos	1.197,00	167,42	132	442.035,00
Total	**18.587,13**	**2.396,29**	**1.714**	**5.024.707,00**

Considerando-se valores percentuais, tem-se:

Tabela 51 – Resultados do projeto e bônus concedido - Celesc

Tipologia	Benefício		Número de motores substituídos	Bônus total concedido (R$)
	Energia Economizada (MWh/ano)	Retirada de demanda da ponta (kW)		
Comércio e Serviços	2,02	0,76	0,98	2,02
Industrial	90,99	91,54	90,22	90,99
Serviços Públicos	6,99	7,70	8,80	6,99
Total	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Na Tabela 52, tem-se alguns indicadores relacionados ao desempenho dos projetos relacionados ao Bônus concedido. São eles: energia economizada / bônus concedido, redução de demanda na ponta / bônus concedido e bônus concedido / número de motores substituídos.

Tabela 52 – Alguns indicadores dos projetos relacionados ao bônus concedido

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig	Total
Total de Bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00	10.249.036,00
Energia Economizada - EE (MWh/ano)	18.587,13	4.648,38	116,88	7.130,68	30.483,07
Redução de Demanda na Ponta - RDP (kW x ano)	2.396,29	456,82	16,24	404,55	3.273,90
Quantidade de motores substituídos	1714	1002	34	466	3216
Indicadores	**Celesc**	**Neoenergia**	**Elektro**	**Cemig**	**Total**
EE (MWh/ano) / Bônus (R$ x 1000)	3,70	1,66	0,58	3,20	2,97
RDP (kW x ano) / Bônus (R$ x 1000)	0,48	0,16	0,08	0,18	0,32
Bônus (R$) / Qtd motores substituídos	2931,57	2788,01	5881,62	4787,06	3186,89

Percebe-se que a maior relação entre energia economizada por bônus concedido ocorreu no projeto implementado pela Celesc, seguido pelo da Cemig. O mesmo ocorreu quando relacionamos a redução de demanda na ponta com o bônus concedido. Por outro lado, a relação entre o bônus concedido e o número de motores substituídos vai depender também das potências dos motores envolvidos, ou seja, quanto maior a potência, maior será o valor do bônus. Nesse quesito, a maior relação se encontra no projeto patrocinado pela Elektro seguido pela Cemig.

<u>Análise dos custos envolvidos</u>

Considerando-se as despesas apresentadas pelas distribuidoras, tem-se as Tabelas 53 e 54.

Tabela 53 – Custos dos projetos (R$)

Rubrica	Valor realizado (R$)	Valor realizado (R$)	Valor realizado (R$)	Valor realizado (R$)	Valor realizado (R$)
	Cemig	Elektro	CPFL	Neoenergia	Celesc
Mão de Obra Própria	86.404,11	3.769,43	176.969,72	503.575,38	121.035,87
Materiais e Equipamentos	2.230.770,00	199.975,00	1.687.005,00	2.793.584,00	5.024.707,00
Mão de obra de Terceiros	986,99	0,00	180.425,42	53.450,00	85.739,72
Transporte	6.749,74	0,00	0,00	27.373,40	0,00
Administração própria	19.652,79	0,00	0,00	2.618,65	0,00
Marketing	157.428,09	5.037,12	59.966,27	4.211,52	250.000,00
Descarte de materiais	0,00	0,00	0,00	0,00	214.522,00
Treinamento	0,00	0,00	0,00	0,00	95.000,00
Medição & Verificação	0,00	12.195,60	93.901,31	0,00	51.428,57
Total	**2.501.991,72**	**220.977,15**	**2.198.267,72**	**3.384.812,95**	**5.842.433,16**

Como se esperava, as maiores despesas foram decorrentes da rubrica “materiais e equipamentos”, onde em valor absoluto se destaca a Celesc com aproximadamente R$ 5.000.000,00 e, em valor percentual, tem-se a Elektro com 90,5% do recurso total investido.

Tabela 54 – Custos dos projetos (%)

Rubrica	Valor realizado (%)				
	Cemig	Elektro	CPFL	Neoenergia	Celesc
Mão de Obra Própria	3,45	1,71	8,05	14,88	2,07
Materiais e Equipamentos	89,16	90,50	76,74	82,53	86,00
Mão de obra de Terceiros	0,04	0,00	8,21	1,58	1,47
Transporte	0,27	0,00	0,00	0,81	0,00
Administração própria	0,79	0,00	0,00	0,08	0,00

Rubrica	Valor realizado (%)				
	Cemig	Elektro	CPFL	Neoenergia	Celesc
Marketing	6,29	2,28	2,73	0,12	4,28
Descarte de materiais	0,00	0,00	0,00	0,00	3,67
Treinamento	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63
Medição & Verificação	0,00	5,52	4,27	0,00	0,88
Total	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Considerando os custos envolvidos na aquisição dos motores incluindo o bônus e a contrapartida dos consumidores, tem-se os resultados apresentados na Tabela 55. Mesmo considerando o preço total dos motores novos, vale ressaltar que não foi considerado o custo dos serviços de instalação desses motores, pois não foi possível mensurar os recursos utilizados por cada cliente. Avaliando-se o valor pago de bônus pela distribuidora em relação ao valor pago pelo cliente considerado como contrapartida (relação bônus/CP), tem-se que a Elektro, apesar do pouco investimento realizado, teve a maior relação percentual (80%) enquanto a menor relação (36%) ocorreu na Neoenergia.

Tabela 55 – Custos dos projetos (%)

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig
Total de bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00
Outras despesas do Projeto (R$)	817.726,16	591.228,95	21.002,15	271.221,72
Subtotal 1 (custo PEE)	5.842.433,16	3.384.812,95	220.977,15	2.501.991,72
Contrapartida (CP) dos clientes (R$)	9.844.361,96	7.812.302,57	249.216,36	3.730.567,08
Subtotal 2 (custo PEE+CP) (R$)	15.686.795,12	11.197.115,52	470.193,51	6.232.558,80
Relação percentual: bônus/CP	**51%**	**36%**	**80%**	**60%**
Custo total dos motores (bônus+CP)	14.869.068,96	10.605.886,57	449.191,36	5.961.337,08
Relação percentual: bônus e custo total dos motores	**34%**	**26%**	**45%**	**37%**

Avaliando-se, agora, o valor pago de bônus pela distribuidora em relação ao custo total (valor pago pelo cliente (CP) mais o bônus), tem-se que a Elektro, novamente, teve a maior relação percentual (45%) enquanto a menor relação (26%) ocorreu na Neoenergia, conforme apresentado na Tabela 55.

5.2. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – PEE/ANEEL

Considerando as informações disponíveis e a regulamentação implementada pela Aneel, a análise dos dados envolvendo principalmente os projetos relacionados aos sistemas motrizes e o sistema industrial, será realizada antes e após o ano de 2008, pois a partir dessa data, como citado anteriormente, foi publicada a Resolução Normativa 300 que exigiu, por parte das empresas distribuidoras, a aplicação de metodologias de medição e verificação dos (M&V) resultados.

Também será realizada uma análise dos resultados de vários projetos de eficiência energética voltados ao setor de saneamento. Enquanto os projetos do setor industrial abrangem principalmente o setor privado, o setor de saneamento envolve, na sua maioria, o setor público e os sistemas motobomba. Também é importante destacar que esse setor possui significativos desperdícios energéticos envolvendo tanto o insumo água como energia elétrica, além de sua importância e impacto socioeconômico e na saúde da população brasileira.

5.2.1. Análise dos Projetos Anteriores a 2008

Além dos dados apresentados anteriormente (item 4.1.1), tem-se para o primeiro ciclo (1998/1999), os seguintes projetos envolvendo sistemas motrizes:

<u>Cemig - Projeto “Motores de Alto Rendimento”</u>

Através do relatório final apresentado pela Cemig, tem-se as seguintes informações do projeto da tipologia Industrial:

- O projeto começou com quase 3 meses de atraso com o objetivo (meta) de instalar 2.500 motores, mas foram instalados apenas 173 motores.
- Os investimentos e despesas totais realizados (R$ 217.000,00) foram inferiores aos previstos (R$ 302.030,00).
- As metas realizadas de energia conservada (1000 MWh/ano) e redução de demanda na ponta (127 kW) foram menores que as previstas (1500 MWh/ano e 1100 kW).

O projeto teve início em março de 1999 e concluído em novembro de 2000. Um dos motivos pela não obtenção das metas estabelecidas, segundo a distribuidora, foi a retração dos investimentos no setor industrial. Na época do lançamento foram enviados 5000 folders, sobre o programa, para todos os consumidores ligados em alta e média tensão, mas o projeto não obteve a adesão das empresas para a instalação dos motores mais eficientes.

Eletropaulo Metropolitana – ELETROPAULO

Através do relatório final apresentado pela distribuidora ELETROPAULO, tem-se as seguintes informações do projeto Diagnósticos Energéticos – Industrial:

- Foram realizados diagnósticos em 6 empresas do setor industrial sendo que apenas 2 empresas assinaram contrato de implementação das medidas recomendadas nos diagnósticos.
- A contabilização dos valores esperados indica redução do consumo de 3.834 MWh/ano e redução de 652 kW na ponta, com substituição de motores em uma empresa e do sistema de iluminação em outra.
- O projeto foi encerrado em março de 2000.

Os investimentos realizados no montante de R$ 2.033.939,55, foram maiores que aqueles previstos (R$ 965.000,00) e não foram apresentadas justificativas para tal diferença.

5.2.2. Análise dos Projetos Posteriores a 2008

Como mencionado anteriormente, os projetos pós 2008 apresentam, geralmente, dados e informações mais consistentes devido a obrigatoriedade do emprego do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance.

Segundo informações disponibilizadas pela ANEEL, inicialmente foi possível avaliar 50 projetos que utilizaram sistemas motrizes em suas ações de eficiência energética distribuídos nas tipologias industrial, serviços públicos e rural, conforme apresentados nas Tabelas 56 e 57.

A quantidade de projetos, divididos por essas tipologias, apresentam os seguintes valores:

- Quantidade de projetos industriais: 8
- Quantidade de projetos serviços públicos: 21
- Quantidade de projetos rurais: 21

Tabela 56 – Quantidade de motores eficientizados nos projetos do PEE a partir de 2008

Quantidade de Motores Eficientizados				
Número do Projeto	Industrial	Rural	Serviços Públicos	Total Geral
1			3	3
2			2	2
3			2	2
4			1	1
5	1			1
6	2			2
7			31	31
8			5	5
9			97	97
10			9	9
11			11	11
12			1	1
13			2	2
14			31	31
15			11	11
16			2	2
17		2		2
18		3		3
19		4		4
20		3		3
21		1		1
22		3		3
23		2		2

Tabela 57 – Quantidade de motores eficientizados nos projetos do PEE a partir de 2008 (continuação)

Quantidade de Motores Eficientizados				
Número do Projeto	**Industrial**	**Rural**	**Serviços Públicos**	**Total Geral**
24		2		2
25		5		5
26		3		3
27		5		5
28		3		3
29		1		1
30		2		2
31		4		4
32		2		2
33		5		5
34		2		2
35		3		3
36			2	2
37	28			28
38	45			45
39	91			91
40	297			297
41			38	38
42			1	1
43			1	1
44			6	6
45	10			10
46			2	2
47			88	88
48	66			66
49		3		3
50		2		2
Total	**540**	**60**	**346**	**946**

Através das tabelas 56 e 57, percebe-se que apesar da quantidade de projetos do setor industrial, nessa amostra de 50 projetos, ser menor, a quantidade de motores envolvidos nas ações de eficiência energética, é maior:

- Quantidade de motores nos projetos industriais: 540
- Quantidade de motores nos projetos serviços públicos: 346
- Quantidade de motores nos projetos rurais: 60

A Tabela 58 apresenta a quantidade de motores classificados por faixas de potência sendo que a maior quantidade se encontra na potência de 40 cv.

Tabela 58 – Quantidade de motores eficientizados, por potência, nos projetos do PEE a partir de 2008

Potência (cv)	Quantidade de motores	Potência (cv)	Quantidade De motores
0,33	1	45	1
0,75	2	50	93
1	21	60	55
1,5	14	75	38
2	11	80	8
3	29	100	37
4	3	120	6
5	43	125	19
6	1	150	38
7,5	26	175	14
8	2	200	19
10	35	250	45
15,5	23	270	1
15	17	300	23
17	2	350	21
20	30	400	7
22,5	1	450	13
25	39	500	4
30	90	550	1
35	5	600	1
40	104	**Total Geral**	**946**

A Tabela 59 apresenta a energia economizada, em MWh/ano, decorrente das ações de eficiência energética dos 50 projetos pesquisados. O valor total da energia economizada anualmente, segundo as distribuidoras envolvidas e observando-se as orientações de M&V do PROPEE/ANEEL, é de 88.948,09 MWh. Importante ressaltar que essas economias de energia, assim como a demanda retirada da ponta

apresentada na tabela seguinte, são decorrentes apenas da eficientizaçao dos sistemas motrizes.

Tabela 59 – Energia Economizada (MWh/ano) resultante dos motores eficientizados nos projetos do PEE a partir de 2008

Número do Projeto	EE (MWh/ano)	Número do Projeto	EE (MWh/ano)
1	1511,37	26	629,92
2	879,4	27	79,22
3	1846,64	28	241,62
4	266,27	29	3302,05
5	242,56	30	184,15
6	338,41	31	512,61
7	2341,18	32	334,31
8	1278,03	33	231,89
9	21616,35	34	316,21
10	5494,89	35	263,68
11	783,73	36	733,63
12	1561,74	37	45,51
13	416,45	38	2991,7
14	853,96	39	2284,97
15	1908,09	40	10641,83
16	2502,89	41	23,77
17	821,74	42	87,52
18	815,43	43	2506,1
19	2792,55	44	3229,3
20	845,49	45	1381,48
21	655,76	46	6,92
22	469,9	47	85,44
23	738,14	48	5654,43
24	879,16	49	507,94
25	555,82	50	255,94
		Total	**88.948,09**

A Tabela 60 apresenta a redução da demanda na ponta, em kW, decorrente das ações de eficiência energética dos 50 projetos pesquisados. O valor total dessa redução é de a energia economizada, anualmente, é de 23.256,54 kW.

Tabela 60 – Redução de Demanda (kW) resultante dos motores eficientizados nos projetos do PEE a partir de 2008

Número do Projeto	RDP (kW)	Número do Projeto	RDP (kW)
1	441,22	26	201,42
2	108,18	27	108,66
3	222,42	28	248,91
4	100,62	29	1089,42
5	129,25	30	207,25
6	37,92	31	263,06
7	209,21	32	277,91
8	218,27	33	456,91
9	6179,12	34	264,37
10	570,11	35	184,95
11	420,17	36	343,80
12	325,81	37	119,55
13	66,99	38	269,00
14	87,43	39	261,58
15	265,10	40	394,56
16	524,99	41	6,77
17	409,42	42	2,45
18	403,67	43	725,64
19	831,17	44	364,96
20	424,00	45	15,64
21	554,69	46	2595,00
22	232,96	47	15,11
23	303,83	48	785,90
24	345,05	49	272,36
25	288,77	50	80,99
		Total	**23.256,54**

Para efeito de comparação global, não apenas envolvendo motores, em outra amostra disponibilizada pela Aneel (atualizada até maio de 2018), tem-se uma relação de 1026 projetos do PEE onde 42 são da tipologia industrial. Nesses projetos do setor industrial foram investidos, aproximadamente, R$ 83 milhões, gerando uma economia de energia anual de 125.830,24 MWh.

5.2.3. Setor Saneamento

No âmbito do PEE da ANEEL tem-se vários projetos no setor de saneamento que empregaram ações de eficiência energética em sistemas motrizes.

Os custos com energia elétrica correspondem à segunda maior despesa relacionada aos custos operacionais das prestadoras de serviços de saneamento. No contexto da eficiência energética, as atividades de captação, tratamento e distribuição de água, bem como às relacionadas ao esgotamento sanitário, possuem a energia elétrica como principal insumo (Andrade Sobrinho; Borja, 2016).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), as despesas com energia elétrica das prestadoras de serviço de saneamento atingiram R$ 5,26 bilhões em 2017, sendo consumidos 12,6 TWh no total, compostos por 11,3 TWh com abastecimento de água e 1,3 TWh com esgotamento sanitário (BRASIL, 2019). De acordo com o Balanço Energético Nacional (EPE, 2018), em 2017, o setor público foi responsável pelo consumo de aproximadamente 43,3 TWh. Os dados históricos do SNIS indicam uma tendência crescente de consumo energético no setor, o que geralmente acompanha os aumentos no consumo per capita e o atendimento com os serviços de saneamento.

As perdas, que se caracterizam como ineficiências técnicas, são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados, sujeitando-se ao gerenciamento apropriado, bem como, programas de avaliação, controle e redução de perdas contínuos e efetivos, sendo fundamental a implantação de ações de eficiência energética. O uso eficiente da energia elétrica e a redução das perdas de água nos sistemas de saneamento, além de permitirem maior eficiência e retorno financeiro devido à diminuição dos custos de produção de água, possibilitam o melhor aproveitamento da infraestrutura civil e eletromecânica existente e a postergação da aplicação de recursos para ampliação dos sistemas necessários (Brasil, 2018).

Foram analisados os resultados de 31 projetos de eficiência energética implantados em prestadoras de serviços de saneamento do país, realizados por doze distribuidoras de energia elétrica brasileiras. Os projetos em questão foram executados durante o

período de 2008 a 2015. Considerou-se os principais resultados oriundos da execução dos projetos, tais como, valores previstos e realizados para a energia economizada (MWh/ano), redução de demanda em horário de ponta (kW), relação custo-benefício (RCB) e investimentos totais dispendidos nas ações de eficiência energética, bem como as principais ações implantadas. Buscou-se averiguar as causas para as divergências entre os resultados previstos na etapa inicial do projeto (diagnóstico energético) e os resultados efetivamente realizados.

Os dados referentes aos resultados previstos e realizados dos projetos foram obtidos dos relatórios finais de projetos concluídos, disponibilizados pela ANEEL. A amostra de projetos analisada neste estudo contemplou três regiões do país, sendo 74,2% dos projetos implantados no Sudeste, 12,9% implantados no Sul e 12,9% implantados na região Nordeste. Na amostra de dados disponibilizada pela ANEEL, não foram localizados projetos executados envolvendo empresas prestadoras de serviços de saneamento, nas regiões Norte e Centro-Oeste do país, para o período compreendido entre os anos 2008 a 2015.

De acordo com a avaliação inicial dos projetos, estes apresentaram resultados satisfatórios, considerando que os resultados realizados superaram os previstos, conforme apresentado na Tabela 61. Foi previsto um investimento da ordem de R$ 76,6 milhões, sendo efetivamente despendido o montante de R$ 69,9 milhões.

Tabela 61 – Resultados previstos e realizados para os projetos analisados

Parâmetro	Valor Previsto (R$)	Valor Realizado (R$)	Variação (%)
Investimento (R$ mil)	76.602,07	69.869,15	-8,79
Energia Economizada (MWh/ano)	72.896,14	86.812,61	19,09
Redução de Demanda na Ponta (kW)	15.520,92	18.761,00	20,88
RCB média	0,53	0,43	-18,87

Dentre as causas encontradas para o investimento realizado ter sido menor do que o investimento previsto, estão os valores previstos na etapa de diagnóstico energético maiores do que os valores efetivamente negociados nas licitações para contratação de serviços e aquisição de equipamentos. Foi observada uma grande diminuição do

valor previsto para o realizado, principalmente para as rubricas “materiais e equipamentos”, “mão-de-obra” e “medição e verificação”.

A energia economizada prevista, consistiu inicialmente em 72.896,14 MWh/ano, sendo que a energia economizada efetivamente realizada foi de 86.812,61 MWh/ano. A redução de demanda na ponta prevista foi de 15.520,92 kW, sendo realizado o valor de 18.761,00 kW. De maneira geral, os valores realizados superaram os valores previstos, ou seja, valores para a RCB média e para investimentos realizados foram menores do que os valores previstos, enquanto que, valores realizados para a energia economizada e para a redução de demanda na ponta, foram maiores do que os valores previstos. Os valores realizados de energia economizada e redução de demanda na ponta foram comprovados pelas ações de medição e verificação (M&V) realizadas para cada projeto.

A RCB média global prevista para os projetos consistiu em 0,53, enquanto a RCB média global realizada foi de 0,43. A considerável divergência entre a RCB prevista e realizada, deu-se principalmente pelas diferenças entre os custos e benefícios já mencionados anteriormente, visto que os custos (investimentos) e os benefícios realizados (energia economizada e redução de demanda em horário de ponta), tiveram melhores resultados do que os custos e benefícios previstos. Destaca-se que a RCB é o principal critério para avaliação da viabilidade econômica de um projeto do PEE. Para o seu cálculo, considera-se como benefício, a valoração da energia economizada e da redução da demanda na ponta durante a vida útil do projeto para o sistema elétrico. Para o custo, são considerados os aportes realizados para a execução do projeto.

Em alguns casos, a ausência de registros de dados sobre tempo de funcionamento (aliado a estimativas incorretas), a impossibilidade de realizar medições em pontos específicos dos equipamentos, a incoerência entre dados fornecidos pelas operadoras de saneamento diante dos dados medidos e a falta de uma cultura de medição e monitoramento de parâmetros, auxiliaram na discrepância entre custos e benefícios previstos e realizados, consequentemente, provocando expressiva diferença entre a RCB prevista e a RCB realizada.

A divergência observada entre resultados previstos e realizados, deu-se principalmente, por dados e estimativas incorretas sobre o tempo de funcionamento de equipamentos existentes (obsoletos), bem como, a adoção de parâmetros incorretos desses equipamentos. Além disso, a diferença entre valores previstos e realizados também se dá pelos erros associados ao processo, tais como, erros de medição, erros de amostragem e erros de modelagem (modelo matemático que explica a variação da energia elétrica em função de outros parâmetros). A qualidade das medições no período de linha de base (ou pré-retrofit) e no período de determinação da economia (ou pós-retrofit) também pode influenciar os resultados obtidos.

Observou-se na maior parte dos projetos, que para o cálculo da energia economizada com as ações de eficiência energética, foi inicialmente fixado o volume aduzido antes da troca de equipamentos ineficientes e calculada a energia necessária para aduzir o mesmo volume, após a implementação do projeto. Desta forma, afirma-se conseguir a garantia da equalização dos ganhos obtidos com o aumento da vazão e com a redução do consumo, acarretados pela ação de eficiência energética executada.

Recomenda-se que as suposições e estimativas adotadas na fase do diagnóstico energético sejam feitas de forma conservadora, de modo que os valores de energia economizada e demanda retirada da ponta possam ser atingidos com a implantação do projeto. Desde que a RCB se mantenha na faixa de valor máximo aceitável para a tipologia de projeto em questão (igual ou inferior a 0,8), são aceitáveis diferenças entre as estimativas ex ante e ex post.

A Tabela 62 apresenta o investimento realizado em projetos por região, bem como a RCB média prevista e realizada, considerando as regiões do país em que os projetos foram implantados.

Tabela 62 – Resultados de investimento realizado e RCB média prevista e realizada por região

Região	Total de Projetos	Investimento Realizado (R$ mil)	RCB Média Prevista	RCB Média Realizada
NE	4	3.468,17	0,64	0,38
S	4	4.442,67	0,47	0,49
SE	23	61.958,31	0,53	0,43
Total	31	69.869,15	0,53	0,43

Nota-se, através da tabela 62, que a maior parte dos projetos analisados (74,2%) foi implantada por concessionárias da região Sudeste. É possível observar que para a região Sul, embora contenha apenas 12,9% dos projetos analisados, o valor médio da RCB realizada é maior do que a RCB prevista, enquanto para as outras regiões, é observado o padrão contrário, assim como para a RCB média geral de todos os projetos analisados. A região Nordeste consistiu naquela com menor investimento médio por projeto, dentre as três regiões analisadas, ou seja, um valor médio de R$ 867,04 mil por projeto, enquanto a região Sudeste apresentou o maior valor médio, correspondendo à R$ 2.693,84 mil por projeto. A região Sul correspondeu a um valor médio de R$ 1.110,67 mil por projeto, enquanto a média geral de toda a amostra realizada foi de R$ 2.253,84 mil por projeto implantado.

A Tabela 63 traz informações comparativas a respeito da energia economizada e redução de demanda na ponta (valores previstos e realizados), para cada uma das três regiões do país em que foram executados projetos do PEE no setor de saneamento.

Tabela 63 – Resultados de energia economizada e redução de demanda na ponta por região

Região	EE prevista (MWh/ano)	EE realizada (MWh/ano	Variação EE	RDP prevista (kW)	RDP realizada (kW	Variação RDP
NE	4.326,06	6.006,01	38,83%	449,73	683,13	51,90%
S	1.511,93	3.146,14	108,09%	2.552,95	2.103,46	-17,61
SE	67.058,15	77.660,46	15,81%	12.518,24	15.974,41	27,61%
Total	72.896,14	86.812,61	19,09%	15.520,92	18.761,00	20,88%

Os valores realizados para a energia economizada superaram os valores previstos em todas as regiões, entretanto, para os resultados de demanda retirada da ponta, o

valor realizado foi menor do que o valor previsto para a região Sul, o que está relacionado ao fato observado na Tabela 62, de que o valor da RCB média realizada foi maior do que o valor da RCB média prevista para a mesma região.

Para os projetos avaliados, foi observado o valor médio do custo unitário evitado de energia de R$ 170,25/MWh e do custo unitário evitado de demanda de R$ 477,15/kW. Os valores desses indicadores foram obtidos a partir do relatório final de cada projeto, e foram calculados considerando os benefícios oriundos do projeto (energia economizada e redução de demanda na ponta) e o valor do custo anualizado do projeto. Em termos de comparação aos custos evitados de energia e demanda dos projetos, utilizou-se os valores do Custo Marginal de Expansão (CME), que corresponde ao custo associado ao atendimento de uma demanda adicional de energia na expansão do parque gerador, com a finalidade de otimizar o seu crescimento. O CME de geração do sistema, resultou no valor de R$ 233,95/MWh e o CME de potência correspondeu à R$ 667,92/kW/ano (EPE, 2018a).

Os valores de CME superam os custos evitados médios observados nos projetos, o que indica que os investimentos em eficiência energética são viáveis e vantajosos, do ponto de vista da expansão do sistema elétrico. Assim, infere-se que os crescentes investimentos em eficiência energética atuam como importantes vetores para o atendimento à demanda futura de energia. Além disso, também contribuem para a segurança energética, competitividade dos setores econômicos e redução de impactos ambientais ocasionados pela geração e uso intensivo de energia, como por exemplo, a redução de emissões de gases de efeito estufa. A Figura 11 apresenta uma comparação entre os valores de custos evitados médios de demanda e energia dos projetos, com os custos marginais de expansão para energia e demanda do sistema elétrico.

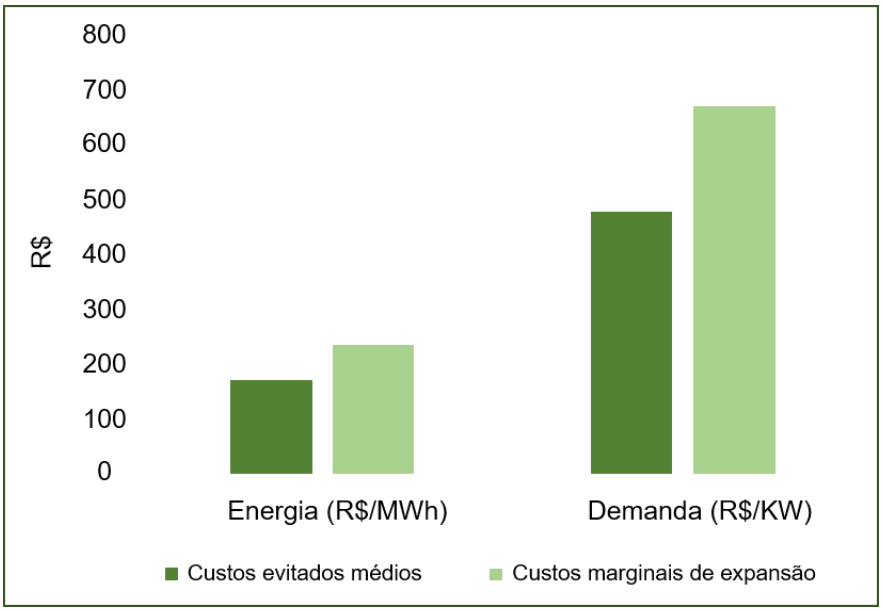

Figura 11 - Comparação entre custos evitados médios e custos marginais de expansão do sistema elétrico.

Para a aferição de resultados das medidas de conservação de energia dos projetos implantados, ou seja, a etapa de M&V, utiliza-se as recomendações do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP), conforme orientação dos Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE) da ANEEL. Conforme o PIMVP, a abordagem convencional consiste em conceber uma amostragem de equipamentos para obtenção de um intervalo de confiança de 90% com uma precisão requerida de ± 10% nos resultados reportados.

Dentre as metodologias adotadas para a realização da etapa de M&V, foi observada a predominância da adoção da opção B (71%), a qual prevê a medição de todos os parâmetros. Em alguns projetos particulares (29%), foi necessário adotar a opção A, a qual prevê a medição de parâmetros-chave e a estimativa de parâmetros não selecionados para medição, uma vez que não foi possível realizar a medição de algum parâmetro específico, pela dificuldade de instalação de medidores. Uma dessas dificuldades pode ser exemplificada em medições de vazão, no caso de as tubulações não atenderem às características mínimas necessárias para a instalação do equipamento de medição. Assim, opta-se pela estimativa coerente do parâmetro que não foi possível ser obtido através de medições.

De modo geral, as medições contemplaram grandezas elétricas, tais como, corrente, tensão e fator de potência, para obtenção da potência ativa (W) e consumo (MWh/ano), e grandezas hidráulicas, tais como, vazão (m^3/h) e pressão (bar), para verificação da manutenção ou melhoria da capacidade do sistema. Uma das principais dificuldades encontradas durante a implantação dos projetos, foi referente à coleta de dados para atividades de medição e verificação, incluindo a identificação de pontos de medição de vazão na estação, sendo sanada (em alguns casos) com a execução de medições em laboratório de testes.

As ações de eficiência energética observadas com maior recorrência em prestadoras de serviços de saneamento, consistiram na troca de conjuntos moto-bomba antigos e ineficientes, por equipamentos modernos, com alto nível de eficiência energética. Além disso, também foram instalados inversores de frequência e soft-starters, bem como sistemas de controle e automação para os sistemas de bombeamento, e sistemas de monitoramento e proteção para poços e reservatórios. Em alguns casos, também se realizou o deslocamento de cargas para períodos fora de ponta e a automatização de sistemas de bombeamento com variação de velocidade, além da implementação de sistemas de supervisão e controle à distância, com a finalidade de modificar o regime de operação do sistema de abastecimento de água. Foram construídos reservatórios para o armazenamento de água, de modo a deslocar a carga de bombeamento de água para o horário fora de ponta, e por consequência, reduzir os custos no horário em que a energia elétrica e demanda possuem preços mais elevados. Outras ações importantes foram realizadas paralelamente, consistindo no diagnóstico de contenção de perdas, incluindo estudos de setorização, pesquisa e conserto de vazamentos e gerenciamento de pressões (instalação de válvulas redutoras de pressão e medidores de vazão).

Tabela 64 – Descrição dos equipamentos e ações de eficiência energética empregadas nos projetos do setor saneamento no âmbito do PEE/Aneel

Item	Empresa	Equipamentos	Quantidade	Observação
1	CEMAR	Moto-bombas submersas	19 conjuntos	
2	CEPISA	Moto-bombas submersas, inversores de frequência, válvulas, etc.	16 conjuntos	(*1)

Item	Empresa	Equipamentos	Quantidade	Observação
3	CEAL	Moto-bombas submersas	31 conjuntos	
4	COELBA	Troca de 2 rotores, 4 motores, 1 CCM, 1 soft starter		
5	CPFL-Paulista	Bomba, conjunto moto-bomba, motor, inversor, soft-starter, outros		
6	CPFL-Paulista	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque		
7	CPFL-Paulista	Motor, inversor de frequência		(*2)
8	CPFL-Paulista	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque, outros		
9	CPFL-Paulista	Inversor de frequência		
10	CPFL-Paulista	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque, outros		
11	CPFL-Paulista	Bomba submersa		
12	CPFL-Paulista	Motor, bomba de recalque, quadro de comando		
13	CPFL-Paulista	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque		
14	CPFL-Paulista	Motor, bomba de recalque, quadro de comando		
15	CPFL-Paulista	Motor, bomba de recalque, reservatório metálico		
16	CPFL-Paulista	Reservatório de 1000 m³		
17	ELFSM	Motores	34	(*3)
18	LIGHT	Moto-bombas, inversores de frequência		(*4)
19	LIGHT			(*5)
20	LIGHT	Moto-bombas, medidor de energia, TCs e TPs		(*6)
21	LIGHT	Conjuntos moto-bombas, inversores de frequência, sensores de pressão		
22	LIGHT	Conjuntos moto-bombas, inversores de frequência		(*7)

Item	Empresa	Equipamentos	Quantidade	Observação
23	ELEKTRO	Conjunto moto-bomba, inversores de frequência, soft-starters, sistemas de controle e automação		(*8)
24	BANDEIRANTE	Motores, inversores de frequência		
25	AES-SUL	Motores, reforma das bombas, quadros de comando com inversor de frequência		
26	RGE	Motor, inversor de frequência		(*9)
27	RGE			(*10)
28	RGE		(*12)	(*11)
29	CPFL- Piratininga	Motor, inversor de frequência, outros		
30	CPFL- Piratininga	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque		
31	CPFL- Piratininga	Motor, inversor de frequência, bomba de recalque		

Comentários e Observações

(*1) - Instalação de sistema de monitoramento e proteção nos 10 poços de Picos/PI; Instalação de 2 inversores de frequência na EE R7 Reservatório; Substituição de válvulas e tubulações de sucção e recalque nas EE's R7 Reservatório, R7 Planalto e R7 Satélite; Substituição dos conjuntos moto-bomba (submersos e horizontais) por outros mais eficientes.

(*2) - As medições foram feitas em grandezas elétricas, tais como: corrente, tensão e fator de potência para obtenção da potência ativa (W) e consumo (MWh/ano); e em grandezas hidráulicas, tais como: vazão (m^3/h) e pressão (bar) para verificação da manutenção ou melhoria da capacidade do sistema eficientizado.

(*3) - O projeto objetivou a eficientização do sistema de bombeamento de água do sistema das instalações elevatórias e de tratamento de água.

(*4) - Válvulas para evitar vazamentos; medidores de pressão (indicam ao painel elétrico a rotação em que as bombas deverão operar).

(*5) - A reforma e substituição do conjunto girante das seis bombas existentes, mantendo-se as condições operacionais (pressão e vazão), instalação de painéis elétricos com inversores de frequência e sistema associado de controle. Os motores, carcaças e bases metálicas e de concreto originais foram mantidos.

(*6) - As principais dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento do projeto referem-se à coleta de dados para atividades de medição e verificação, incluindo mesmo a identificação de pontos de medição de vazão na estação, sendo sanada com a execução de medições em laboratório de testes.

(*7) - Construção de um reservatório de 3.500 m³ de água tratada próximo à ETA, para o desligamento de 1 grupo de motobomba da EBAB durante o horário de ponta. Implantação de um sistema supervisório na ETA para o monitoramento da vazão de água de entrada.

(*8) - 01 Sistema de controle e automação do sistema de bombeamento para o DAAE; 01 conjunto moto-bomba de alto rendimento + inversor de frequência + automação para o SAEF; 04 conjuntos moto-bomba de alto rendimento + inversor de frequência + soft-staters + automação para o SAEMA.

(*9) - Módulos de automação, válvula de retenção e controle, transdutor de pressão. Implementação de ações que contemplem a redução do desperdício de energia elétrica advindo das perdas quando da utilização dos sistemas de bombeamento das EBAB's, EBAT's e ETA's com a substituição de motores "standard", recondicionamento de bombas d'água e automatização dos sistemas de bombeamento com variação de velocidade, para mudanças no regime de operação do sistema.

(*10) - Para tanto se realizo o deslocamento de cargas para períodos fora de ponta (EBAB Faxinal) e a automatização dos sistemas de bombeamento com variação de velocidade (EBAT's), além da implementação de um sistema de supervisão e controle à distância para modificação do regime de operação do sistema de abastecimento de água.

(*11) - É importante ressaltar que a escolha da metodologia "A" foi devido à dificuldade de instalação do medidor de vazão não invasivo na tubulação da principal estação de bombeamento de água bruta do SAMAE, a EBAB Faxinal. A tubulação em questão possui um metro de diâmetro nominal e não apresentava as características mínimas necessárias exigidas pelos medidores de vazão portáteis disponíveis. Dessa forma, a medida de vazão constitui uma estimativa com base na vazão total da EBAB.

(*12) - O projeto do SAMAE ETAPA II - 2011 consistiu no desligamento do segundo grupo motobomba da EBAB Faxinal que trabalha no horário de ponta, visto que no projeto anterior do SAMAE ETAPA I – 2010 contemplou-se o desligamento de um conjunto moto-bomba no horário de ponta. Os deslocamentos destas cargas foram para o horário fora de ponta. O volume de água necessário para abastecer a cidade neste horário, será advindo da moto bomba que funcionará e também pelos reservatórios do parque da imprensa, que receberão fornecimento de água durante os períodos fora ponta e assim mantendo seus níveis elevados e com capacidade para abastecer a cidade normalmente. Outra ação importante foi o diagnóstico de contenção de perdas: estudo de setorização, pesquisa e conserto de vazamentos, gerenciamento de pressões (válvulas redutoras de pressão e medidores de vazão).

5.3. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL

Além das referências citadas anteriormente (item 4.2) em relação ao Plano de Aplicação de Recursos do PROCEL (PAR PROCEL), tem-se outros projetos implementados pelo PROCEL envolvendo sistemas motrizes, apresentados a seguir.

Convênio ECV 279/2008 entre a Eletrobrás-Procel com a FIERGS

Esse projeto teve como objetivo promover a eficiência energética em empresas do setor industrial do Estado de Rio Grande do Sul, bem como treinar e capacitar profissionais para atuarem neste setor, enfocando primordialmente a eficiência energética em sistemas motrizes, contemplando ainda a monitoração, a verificação e a divulgação de resultados das ações implementadas. No âmbito desse projeto foram implementados 2 trabalhos, apresentados a seguir.

Trabalho I: Implementação das medidas indicadas no autodiagnostico em otimização de sistemas motrizes industriais.

As principais etapas desse trabalho relacionadas com os sistemas motrizes são:

- Realização de auto diagnóstico energéticos
- Implementação das ações recomendadas no autodiagnóstico energéticos
- Realização de medições posteriores (ex-post)

Os resultados obtidos foram:

- 43 autos diagnósticos realizados e aprovados
- 35 medições realizadas e aprovados

Trabalho II: Montagem e divulgação de casos de sucesso.

Os resultados obtidos desse segundo trabalho foram:

- 4 autos diagnósticos realizados e aprovados
- 4 implementações efetuadas
- 4 medições realizadas e aprovados

Os quantitativos fornecidos pela Fiergs/Procel para esse segundo trabalho foram:

- Indústria A: Economia de energia de 164 (MWh/ano) e economia de 31.400,00 (R$/ano)
- Indústria B: Economia de energia de 216 (MWh/ano) e economia de 54.000,00 (R$/ano)
- Indústria C: Economia de energia de 63 (MWh/ano) e economia de 42.500,00 (R$/ano)
- Indústria D: Economia de energia de 71 (MWh/ano) e economia de 16.000,00 (R$/ano)

- Total de 514 (MWh/ano) e economia de 143.900,00 (R$/ano)

Considerando os dois trabalhos, tem-se o seguinte resultado:

- Quantidade de diagnósticos implementados com economias comprovadas: 39
- Economia Obtida (GWh/ano): 4,8
- Economia Obtida (R$/ano): R$ 1.134.218,00

Os setores industriais envolvidos foram: mecânico, metalúrgico, plásticos e alimentos/bebidas.

Brasil Mais Produtivo (B+P)

O Brasil Mais Produtivo (B+P), iniciativa do governo federal, visa elevar a produtividade de processos produtivos, com a promoção de melhorias rápidas, de baixo custo e alto impacto. Tendo como foco as pequenas e médias empresas industriais do Brasil, o programa enfrenta de maneira prática e assertiva um dos principais desafios para o desenvolvimento do país: o crescimento da produtividade industrial.

A promoção desse crescimento passa por uma série de medidas, dentre elas, a melhoria da gestão e a otimização da produção no chão de fábrica. Desse modo, o B+P difunde práticas consolidadas pela cultura de aperfeiçoamento contínuo como forma de aumentar a produtividade, reduzir o consumo de energia elétrica e reduzir perdas e desperdícios nos processos produtivos de empresas industriais.

A governança do Programa B+P é exercida por meio de comitês nacionais para cada uma das ferramentas: os Comitês de Orientação Estratégica e os Comitês de Orientação Técnica de Manufatura Enxuta, de Eficiência Energética e de Digitalização e Conectividade. Todos os comitês são coordenados pelo Ministério da Economia (antigo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - MDIC) e compostos pelos parceiros do programa.

Para a expansão do programa, tem-se trabalhado em duas frentes: expansão vertical e expansão horizontal. A primeira trata da ampliação dos atendimentos com a utilização das ferramentas da “Manufatura Enxuta" para empresas de outros setores, em parceria com outros Ministérios e instituições interessadas, como por exemplo, o Ministério da Saúde, para aplicação da ferramenta nas empresas de equipamentos médicos e odontológicos. A expansão horizontal busca desenvolver projetos-piloto para testar a aplicação de ferramentas de “eficiência energética" e de “digitalização e conectividade" nos processos produtivos selecionados, como forma de aumentar a produtividade.

O Piloto de Eficiência Energética

Na primeira etapa do B+P, foi realizado o piloto da ferramenta de Eficiência Energética. Foram atendidas 48 empresas de pequeno e médio portes, divididas em dois ciclos de 24 empresas, de modo que fosse possível fazer ajustes na metodologia ainda no piloto.

Na fase piloto, foi aplicada uma abordagem sistemática para o aumento da eficiência energética de sistemas produtivos, por meio da análise e melhorias no consumo de energia de recursos de produção no chão de fábrica de indústrias, utilizando como base as premissas da ISO 50001.

O foco foi dado a equipamentos, máquinas, insumos energéticos ou processos identificados com maior potencial de redução de custo e consumo de energia em curto e médio prazo. Foram definidos quatro alvos prioritários: sistemas de iluminação, sistemas motrizes, sistemas térmicos e de refrigeração e sistemas de ar comprimido.

Paralelamente, foi realizada uma análise tarifária para verificação de possibilidade de ajuste no perfil consumidor e melhor enquadramento para redução de custos. Neste caso, a consultoria foi de 140 horas, divididas em quatro fases: identificação de usos finais e cargas alvo; coleta e análise de dados; apresentação da proposta de intervenção; e implementação de soluções e acompanhamento.

Segundo informações recebidas do Programa B+P, ao final dessa fase piloto, os resultados médios das 48 empresas foi uma redução média no consumo energético de 26,43 %. No total, a redução no consumo energético projetada foi de 12.103,5 MWh/ano e retorno sobre o custo do programa foi de 4,71 meses, uma média próxima à Fase 1 do B+P Manufatura Enxuta. O retorno da contrapartida da empresa foi de 28 dias

Expansão do Programa B+P Eficiência Energética

Para 2018 e 2019 estão previstos 300 atendimentos com recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel). O total investido em cada empresa será de R$ 21 mil, sendo R$ 16,2 mil aportados pelo Procel e R$ 4,8 mil como contrapartida da empresa. A meta de ganho de eficiência energética é de, pelo menos, 10%. Os requisitos para participar da edição "Eficiência Energética" do B+P estão relacionados a seguir:

- Produção manufatureira
- Pequeno e médio portes (entre 11 e 200 empregados)
- Preferencialmente inseridas em Arranjos Produtivos Locais (APLs)
- Apresentar custo significativo de energia na sua produção (conta de energia elétrica acima de R$ 20 mil /mês).

As 300 vagas previstas serão distribuídas em todo o Brasil, conforme desempenho dos estados no B+P Manufatura Enxuta (com pelo menos 5 atendimentos por estado) e a divisão por setor está apresentada a seguir:

- Alimentos – Cadeia do Frio (CNAE 10 e 11 - exceto 1091.102) – 80 vagas
- Têxtil – Produção de Fios e Tecidos (CNAE 13) – 31 vagas
- Transformados plásticos – Injeção e Extrusão (CNAE 22) – 58 vagas
- Cerâmica Vermelha - Blocos e Telhas (CNAE 23) – 60 vagas
- Cosméticos – Higiene Pessoal & Perfumaria (CNAE 206) – 18 vagas
- Metalmecânico – Ferramentarias (CNAE 25, 28, 245, 271, 272, 273) – 53 vagas

Solicitou-se mais informações desse programa, particularmente referentes as ações envolvendo os motores e recebemos a resposta de que em breve serão disponibilizados tais indicadores.

Programa Aliança

O Programa Aliança, criado em 2015, busca a eficiência energética e o aumento da competitividade nas indústrias que demandam grande quantidade de energia, chamadas de energo-intensivas.

Com o uso racional da energia, a empresa reduz os custos, aumenta a eficiência dos processos de produção, diminui a emissão de gases do efeito estufa e geração de resíduos. O programa é resultado de uma parceria entre a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Associação dos Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres (Abrace), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e as indústrias. As empresas que aderem ao Programa Aliança recebem diagnóstico e recomendações sobre processos produtivos para reduzir os custos com energia, racionalizar o uso de água, diminuir as emissões de efluentes e resíduos, além de incentivar o seu tratamento e reaproveitamento.

As indústrias que assinam o acordo voluntário do Programa Aliança têm uma meta de melhorar em pelo menos 5% a eficiência energética das suas instalações, assumindo o compromisso de incluir no próximo orçamento os recursos necessários para a implementação das ações identificadas pela consultoria durante a fase de avaliação energética.

Nas duas primeiras edições do programa, foram identificados ganhos significativos em eficiência nas áreas térmicas e de combustíveis. Observou-se que os maiores ganhos aconteceram na parte térmica e de combustíveis, principalmente o gás natural. Sistemas de bombas, motores e ventiladores apresentaram ganhos de menor escala, de 3 a 5%, mas são significativos do ponto de vista financeiro, já que a energia elétrica é muito mais cara em comparação com os demais combustíveis.

A primeira edição contou com a participação das empresas Clariant e GM, onde não foi contemplado os sistemas motrizes.

Na segunda edição, que ainda está em andamento, participam 12 plantas industriais das empresas AcelorMittal, Aperam, CSN, Gerdau e Vallourec (siderurgia), Anglo American, Nexa e Rima Industrial (mineração), CSN Cimentos (cimento), Suzano (Papel e Celulose), e Oxiteno (química). Nesta edição, a CSN e a Nexa participaram com duas fábricas cada. Até o mês de março de 2019, essa edição recebeu investimentos de R$ 8,39 milhões. Dados preliminares dos projetos já implementados e validados apontam uma economia de energia de R$ 87 milhões, com uma redução na demanda de energia de 122 GWh. Em relação à energia térmica, a economia foi de 2,3 GJ e, em relação à emissão de gases de efeito estufa, a segunda edição evitou a emissão de 22,3 mil toneladas de CO2.

A terceira edição ou terceiro ciclo do Programa Aliança deve começar até o final de 2019 e contemplar vinte e quatro grandes indústrias. A CNI tem como meta alcançar as 100 maiores unidades industriais energointensivas do país até 2021 e reduzir em R$ 500 milhões os custos operacionais do setor, identificando oportunidades de investimentos da ordem de R$2,5 bilhões no período.

5.4. LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Os resultados de economia de energia proporcionados pela Lei de Eficiência Energética no âmbito de motores elétricos de indução podem ser inferidos a partir do número de motores comercializados (anualmente ou em um período plurianual), estimativas de parâmetros operacionais, como tempo de utilização dos motores elétricos e fator de carga, e os níveis de eficiência, nas situações base, sem a aplicação dos limites impostos pela Lei, e melhorada, considerando os ganhos de eficiência resultantes da aplicação dessa lei.

Para levar em conta as diferentes condições de uso, os motores podem ser agrupados em faixas de potência, para as quais são estimadas condições representativas de operação.

Assim, para uma dada faixa de potência, a equação a seguir apresenta a modelagem adotada para estimar a redução do consumo anual de energia pelos motores elétricos, resultante da introdução de níveis mínimos de eficiência mais elevados nas unidades comercializadas.

$$C = V.\left[0{,}735.P.t_{op}.F_c\left(\frac{1}{\eta_{base}} - \frac{1}{\eta_{Lei}}\right)\right]$$

Nessa equação *"C"* corresponde à redução de consumo de energia elétrica dos motores (kWh), *"P"* à potência de um modelo representativo da respectiva faixa de potência (kW), *"top"* ao tempo anual de operação desse motor (horas), *"Fc"* ao fator de carga estimado e *"η"* à eficiência nominal desse motor, definida pela razão entre a potência mecânica entregue no eixo do motor e a potência elétrica consumida para a carga nominal, nas condições anterior (base) e após a vigência da Lei de Eficiência Energética. O valor 0,735 é o fator de conversão da potência em (cv) para (kW).

As classes de potência e os valores adotados para os parâmetros de operação constam da Tabela 65. As vendas anuais observadas em 2010 e previstas para 2020 de motores elétricos para essas classes e as eficiências na situação base e após a regulamentação dos níveis mínimos pela Lei da Eficiência Energética constam respectivamente das Tabelas 66 e 67. Mais informações sobre o procedimento adotado podem ser obtidas em Bortoni et al., 2013 e Nogueira et al., 2015.

Tabela 65 – Classes de potência e condições de operação dos motores elétricos representativos de cada classe

Classe de potência (cv)	Potência do motor representativo (cv)	Tempo de operação (horas/ano)	Fator de carga (%)
1-10	5	800	55
10-40	25	1.000	61
40-100	75	1.200	70
100-250	175	2.000	74

Tabela 66 – Vendas anuais de motores elétricos em 2010 e projeção para 2020 (em mil unidades)

Classe de potência dos motores elétricos	2010	2020
1 a 10 cv	1.219	1.776
10 a 40 cv	300	436
40 a 100 cv	64	94
100 a 250 cv	25	36
Total de vendas	1.608	2.342

Tabela 67 – Eficiência nominal dos motores elétricos

Classe de potência dos motores elétricos	Eficiência na condição base	Eficiência determinada pela Lei de Eficiência Energética
1 a 10 cv	85,7%	86,0%
10 a 40 cv	91,0%	91,3%
40 a 100 cv	93,2%	93,5%
100 a 250 cv	94,9%	95,1%

Considerando os parâmetros das tabelas anteriores, para um mercado com vendas nos níveis indicados para 2020, a economia anual de energia elétrica promovida pela Lei da Eficiência Energética, 9apenas nos motores comercializados, resultaria 5,95 GWh, sendo cerca de 2/3 dessa economia alcançada em nas duas primeiras classes de potência. Avaliando os resultados da lei de outra forma, considerando que todo o parque de motores elétricos no Brasil em 2010, estimado em 13,5 milhões de motores, esteja operando sob os níveis de eficiência estabelecidos pela lei, a economia de energia pode ser estimada em 35,17 GWh, situação esperada quando todos motores antigos forem substituídos. Nesse caso, os motores de 10 até 100 cv passam a responder por 57% da economia de energia.

O impacto estimado pela introdução dos níveis mínimos de eficiência energética definidos pela Portaria Interministerial 01, de 29/06/2017 é apresentado no próximo tópico, no contexto do Programa Brasileiro de Etiquetagem.

5.5. PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM E SELO PROCEL

Complementando as etiquetas classificatórias, foram adotadas também etiquetas de endosso, como os Selos Procel (para equipamentos elétricos e a energia solar) e Conpet (para equipamentos usando combustíveis), destacando os produtos/modelos mais eficientes, e eventualmente possuidores de algum atributo adicional de desempenho ambiental ou segurança. Dessa forma, o Programa Brasileiro de Etiquetagem desenvolvido essencialmente com a adesão voluntária dos fabricantes e empregando dois conceitos de etiqueta. No caso dos motores elétricos, o Selo Procel foi lançado em 1997.

O PBE direcionou seus programas de avaliação da conformidade para o campo compulsório, baseando-se no estabelecimento de níveis mínimos de eficiência energética pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), fórum interministerial criado pela Lei de Eficiência Energética, conforme apresentado anteriormente.

Voltada especificamente para os motores elétricos de indução trifásicos no Brasil, apresentando um programa de metas e implementando uma etiqueta de eficiência, a Portaria Interministerial 553/2005, adotou um formato mais simples, de etiqueta de conformidade, que informa que o motor atendia suficientemente condições mínimas de desempenho (rendimentos nominais mínimos), indicados pela Tabela 68.

Após alguns anos de vigência dessa portaria, tendo em vista o caráter mandatório das exigências de desempenho energético, determinado pela Lei de Eficiência Energética, os procedimentos a serem adotados para avaliação da conformidade e concessão e uso da etiqueta de eficiência foram revisados e consolidados na Portaria INMETRO 488/2010.

Tabela 68 – Rendimentos nominais mínimos de motores de indução trifásicos, conforme Portaria Interministerial 553/2005

Potência nominal		Polos			
cv ou hp	kW	2	4	6	8
1,0	0,75	80,0	80,5	80,0	70,0
1,5	1,1	82,5	81,5	77,0	77,0
2,0	1,5	83,5	84,0	83,0	84,0
3,0	2,0	85,0	85,0	83,0	84,5
4,0	3,0	85,0	86,0	85,0	85,5
5,0	3,7	87,5	87,5	87,5	85,5
6,0	4,5	88,0	88,5	87,5	85,5
7,5	5,5	88,5	89,5	88,0	88,5
10	7,5	89,5	89,5	88,5	88,5
12,5	9,2	89,5	90,0	88,5	88,5
15	11	90,2	91,0	90,2	89,5
20	15	90,2	91,0	90,2	89,5
25	18,5	91,0	92,4	91,7	91,0
30	22	91,0	92,4	91,7	91,0
40	30	91,7	93,0	93,0	91,7
50	37	92,4	93,0	93,0	91,7
60	45	93,0	93,6	93,6	93,0
75	55	96,0	94,1	93,6	93,0
100	75	93,6	94,5	94,1	93,6
125	90	94,5	94,5	94,1	93,6
150	110	94,5	95,0	95,0	
175	132	94,7	95,0	95,0	
200	150	95,0	95,0	95,0	
250	185	95,4	95,0		

Nessa portaria se estabeleceu a etiqueta indicada na Figura 12, com a medidas de 30 X 80 mm, constando os logotipos do PROCEL, INMETRO e a norma ABNT NBR 17.094-1, adotada para o ensaio dos motores. Os níveis de rendimento foram mantidos nos valores estabelecidos em 2005.

Figura 12 - Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para motores elétricos de indução, conforme a Portaria INMETRO 488/2010

Estimulando um requerimento adicional no rendimento de motores elétricos, ainda em 2010, o PROCEL definiu os critérios para concessão do Selo Procel de Economia de Energia a Motores Elétricos, diferenciando as linhas Padrão e Alto Rendimento, essa última exigindo níveis de desempenho um pouco mais elevados, com exigências de rendimento ainda mais elevadas para os motores com Selo Procel, indicadas na Tabela 69. Assim, por exemplo, os motores elétricos de 5 CV e 10 CV, 4 polos, modelos de ampla utilização, que deveriam respectivamente apresentar no mínimo 87,5% e 89,5% de rendimento nominal, nos termos da Portaria INMETRO 488/2010, deveriam apresentar no mínimo 88,0% e 91,3% para receberem o Selo Procel.

Tabela 69 – Rendimentos nominais mínimos de motores de indução trifásicos, para concessão do Selo PROCEL a partir de 2010

Potência (cv)	Rendimento (%)			
	2 polos	4 polos	6 polos	8 polos
1,0	80,5	82,8	80,5	74,9
1,5	83,1	81,8	79,3	78,7
2,0	84,1	84,4	83,8	84,2
3,0	85,5	85,4	83,7	85,3
4,0	86,4	86,6	86,6	85,8
5,0	88,0	88,0	88,0	86,4
6,0	88,5	89,0	88,4	87,6
7,5	89,1	90,0	88,9	87,8
10	90,0	91,3	89,7	90,3
12,5	90,0	91,3	89,9	90,3
15	90,8	92,0	91,0	90,3
20	91,6	92,7	91,3	91,3
25	92,0	92,8	92,3	90,8

Potência (cv)	Rendimento (%)			
	2 polos	4 polos	6 polos	8 polos
30	91,8	93,3	92,9	92,4
40	92,5	93,4	93,6	92,8
50	93,4	93,4	93,6	93,4
60	93,6	94,0	94,1	93,4
75	93,6	94,5	94,1	94,3
100	94,2	94,9	94,6	94,5
125	95,1	95,0	94,7	94,9
150	95,1	95,4	95,5	95,0
175	95,3	95,4	95,5	
200	95,6	95,4	95,5	
250	96,0	95,8		

Avaliações dos impactos da adoção de motores elétricos mais eficientes por conta da etiquetagem dos motores elétricos, de acordo aos parágrafos anteriores, conforme apresentado no Relatório de Resultados do PROCEL, indicaram para 2009 economias de energia da ordem de 839 GWh, proporcionando uma redução na demanda de ponta de 248 MW. Em 2012 essa economia foi estimada em 1.191 GWh. Contudo, para os anos seguintes, por limitações nos dados de vendas de motores, essas estimativas não foram apresentadas. A revisão desses valores de eficiência energética, efetuada após diversos estudos e consultas, deu origem à citada Portaria Interministerial 01/2017, indicados na Tabela 70.

Tabela 70 – Rendimentos nominais mínimos de motores de indução trifásicos, estabelecidos pela Portaria Interministerial 1/2017

Potência Nominal		Velocidade síncrona e número de polos			
		3600 rpm	1800 rpm	1200 rpm	900 rpm
		2 polos	4 polos	6 polos	8 polos
kW	CV	Eficiência nominal (%)			
0,12	0,20	62,0	66,0	64,0	59,5
0,18	0,25	65,6	69,5	67,5	64,0
0,25	0,33	69,5	73,4	69,0	68,0
0,37	0,50	73,4	78,2	75,3	72,0
0,55	0,75	76,8	79,0	79,5	74,0
0,75	1,00	80,5	83,5[a]	82,5	75,5
1,1	1,50	84,0	86,5[b]	87,5[c]	78,5
1,5	2,00	85,5	86,5	88,5[d]	84,0
2,2	3,00	86,5	89,5	89,5	85,5
3,0	4,00	88,5	89,5	89,5	86,5
3,7	5,00	88,5	89,5	89,5	86,5
4,4	6,00	88,5	89,5	89,5	86,5
5,5	7,50	89,5	91,7[g]	91,0	86,5
7,5	10,0	90,2	91,7	91,0	89,5
9,2	12,5	91,0	92,4	91,7	89,5
11,0	15,0	91,0	92,4	91,7	89,5
15,0	20,0	91,0	93,0	91,7	90,2
18,5	25,0	91,7	93,6	93,0	90,2
22,0	30,0	91,7	93,6	93,0	91,7
30	40,0	92,4	94,1	94,1	91,7
37	50,0	93,0	94,5	94,1	92,4
45	60,0	93,6	95,0	94,5	92,4
55	75,0	93,6	95,4	94,5	93,6
75	100	94,1	95,4	95,0	93,6
90	125	95,0	95,4	95,0	94,1
110	150	95,0	95,8	95,8	94,1
132	175	95,4	96,2	95,8	94,5

Potência Nominal		Velocidade síncrona e número de polos			
		3600 rpm	1800 rpm	1200 rpm	900 rpm
		2 polos	4 polos	6 polos	8 polos
kW	CV	Eficiência nominal (%)			
150	200	95,4	96,2	95,8	94,5
185	250	95,8	96,2	95,8	95,0
220	300	95,8	96,2	95,8	95,0
260	350	95,8	96,2	95,8	95,0
300	400	95,8	96,2	95,8	95,0
330	450	95,8	96,2	95,8	95,0
370	500	95,8	96,2	95,8	95,0

Notas: a Para motores na carcaça 80, o valor mínimo de rendimento é 83%, b Para motores na carcaça 80, o valor mínimo de rendimento é 84%, c Para motores na carcaça 90, o valor mínimo de rendimento é 85,5%, d Para motores na carcaça 100, o valor mínimo de rendimento é 86,5%, e Para motores na carcaça 90, o valor mínimo de rendimento é 87,5%, f Para motores na carcaça 100, o valor mínimo de rendimento é 87%, g Para motores na carcaça 112, o valor mínimo de rendimento é 91%.

Avaliações e análises prévias à edição da Portaria Interministerial 1/2017, constam do denso Estudo sobre Impacto de Regulamentação do Motor Premium, preparado em 2015 pelo CEPEL, Eletrobrás e INMETRO como subsídio ao CGIEE no processo de elaboração dessa portaria. Nesse estudo foram explorados condicionantes e implicações sobre o mercado de máquinas, motores, insumos e apresentadas projeções dos impactos energéticos e econômicos associadas à adoção de novos e mais exigentes níveis de eficiência dos motores elétricos. Segundo esse estudo, o tempo de retorno dos investimentos adicionais necessários para a aquisição dos motores mais eficientes, ainda que naturalmente dependente do regime de trabalho e tempo de uso, confirmam a competitividade. Do ponto de vista energético, segundo avaliações do MME, se espera uma economia acumulada de 11.213 GWh no período entre 2019 a 2030, atingindo no ano de 2030 uma economia de 1.830 GWh/ano, o que equivale ao atendimento de mais de 560 mil residências em um ano ou ao consumo de uma cidade de quase 1,9 milhão de pessoas.

Os resultados da etiquetagem dos motores elétricos no Brasil também foram recentemente avaliados de forma acurada para estimar o impacto desse programa na redução das emissões de GEE, desagregando o uso de motores entre os segmentos industrial e terciário, bem como alocando a energia economizada entre as regiões brasileiras e ao longo da curva de carga dos sistemas de geração. Nesse contexto, para o período 2003 a 2015, se determinou uma economia total acumulada de 73,74 GWh. Detalhes desse estudo estão disponíveis em Vieira et al, 2018.

É oportuno destacar a relevante complementariedade e sinergia existente entre a Lei de Eficiência Energética, apresentada no tópico anterior, e os programas de etiquetagem comentados no presente tópico; Programa Brasileiro de Etiquetagem e o Selo Procel, adotando todos mesmos procedimentos e padrões de avaliação da eficiência energética, por um lado orientando fabricantes, por outro informando consumidores. Nesse sentido, os impactos e resultados são também complementares, quase interdependentes, e certamente significativos: de acordo com o principal fabricante de motores elétricos no Brasil, de 1960 a 2010, a eficiência média desses equipamentos saltou de 88% para 95,1%.

6. COMENTÁRIOS SOBRE OS PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ENVOLVENDO SISTEMAS MOTRIZES

A seguir tem-se comentários sobre os seguintes Programas e Ações de Eficiência Energética apresentados anteriormente:

- Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 - Incentivo à substituição de motores elétrico
- Programa de Eficiência Energética - PEE/ANEEL
- Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL
- Lei da Eficiência Energética, Programa Brasileiro de Etiquetagem e Selo PROCEL
- Apoio a Projetos de Eficiência Energética – BNDES

6.1. PROJETO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PRIORITÁRIO Nº 002/2015 - INCENTIVO À SUBSTITUIÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS

Apesar de ainda não totalmente concluído, pois faltam alguns relatórios finais e a análise e avaliação da ANEEL, pode-se tecer alguns breves comentários sobre a Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº. 002/2015, voltado para a substituição de motores elétricos.

Informações e dados utilizados na seleção dos motores substituídos

Para a mensuração dos ganhos de energia conservada de maneira simples e eficiente, foi adotada uma planilha do PEE Prioritário, disponibilizada no site da ANEEL e das distribuidoras de energia. Essa planilha, preenchida pela indústria apresenta os motores candidatos a serem substituídos e foi empregada para a

seleção dos projetos de substituição de motores, aos quais corresponderiam bônus cobertos pelo PEE/ANEEL. Os dados preenchidos na planilha podem a qualquer momento ser objeto de verificação por parte das distribuidoras e/ou fiscalização da ANEEL. Os dados de rendimento dos motores antigos e dos motores novos constavam dessa tabela, não sendo necessário seu preenchimento e foram assumidos da seguinte forma:

- *Motores antigos por ano de fabricação, motores novos classificados segundo as categorias IE2 e IE3 da norma IEC 60034-2-1:2014,*
- *Número de horas anuais de utilização assumido pela escolha de turnos,*
- *Para cada rebobinamento indicado tem-se uma redução de 2 pontos no rendimento.*

Destaca-se o procedimento adotado para simplificar e facilitar os cálculos das economias de energia. No entanto, em alguns casos, o ano de fabricação dos motores antigos não foram preenchidos, não sendo apresentado justificativas ou explicações para tal procedimento. Observando, ainda, que os dados preenchidos na planilha podem a qualquer momento ser objeto de verificação por parte da fiscalização da ANEEL.

Investimentos previstos e realizados

A Tabela 71 apresenta os investimentos previstos e realizados (considerando o valor pago de bônus e demais despesas pagas com os recursos do PEE) com pelas distribuidoras.

Tabela 71 – Valores previstos e realizados dos investimentos propostas da Chamada de Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº 002/2015

Distribuidora	Valor Proposto (R$) (VP)	Valor Realizado (R$) (VR)	Relação Percentual VR/VP (%)
Grupo CPFL	13.000.000,00	2.198.267,72	16,91
ELEKTRO	1.346.244,54	220.977,15	16,41
CEMIG	6.326.752,00	2.501.991,72	39,55
CELESC	40.026.845,72	5.842.433,16	14,60
COPEL	10.035.600,10	0,00	0,0
Grupo NEOENERGIA	8.000.000,00	3.384.812,95	42,31
ELETROPAULO	1.500.000,00		
Total		80.235.442,36	

Não considerando os valores desembolsados pelos clientes das distribuidoras para o pagamento dos motores, uma vez que parte já foi coberta pelo bônus, observa-se que nenhuma distribuidora utilizou 50% dos valores disponibilizados (ou propostos). Várias dificuldades foram apresentadas pelas distribuidoras como adequações e ajustes internos nos procedimentos do dia a dia do PEE assim como na preparação dos processos licitatórios. Realizada uma primeira vez, torna-se, mais fácil, repetir os procedimentos ainda mais que a regulamentação do PROPEE, recentemente revisada, permite as distribuidoras realizarem tal modalidade de projeto a qualquer momento.

Interesse das empresas em participar do projeto

Considerando-se os dados de quatro distribuidoras participantes do projeto, tem-se, na Tabela 72, os valores pagos como bônus e a contrapartida das empresas. Pelos resultados encontrados, nota-se o interesse das empresas em participar do projeto desembolsando, em média, um valor 111% maior do que aquele pago como bônus, chegando no caso dos clientes da Neoenergia em até 180%.

Importante ressaltar que tais custos se referem apenas a aquisição dos motores novos, não incluindo outros investimentos por parte das empresas como custos de

mão de obra para a instalação e demais reformas/adaptações na rede elétrica e quadros de comando e proteção.

Tabela 72 – Valores dos investimentos realizados pela distribuidora (bônus) e pelas empresas (contrapartida)

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig	Total
Total de Bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00	10.249.036,00
Contrapartida (CP) dos Clientes (R$)	9.844.361,96	7.812.302,57	249.216,36	3.730.567,08	21.636.447,97
Relação percentual: CP/Bônus	**196%**	**280%**	**125%**	**167%**	**211%**

Relacionando-se o custo total do investimento (bônus + contrapartida) na aquisição dos motores, com a quantidade de motores substituídos, tem-se os resultados apresentados na Tabela 73.

Tabela 73 – Custo (R$) médio de aquisição total (bônus mais contrapartida) do motor

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig	Total
Total de Bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00	10.249.036,00
Contrapartida (CP) dos Clientes (R$)	9.844.361,96	7.812.302,57	249.216,36	3.730.567,08	21.636.447,97
Custo total dos motores (bônus+CP)	14.869.068,96	10.605.886,57	449.191,36	5.961.337,08	31.885.483,97
Quantidade de motores substituídos	1714	1002	34	466	3216
Relação custo total aquisição/motor	8.675,07	10.584,72	13.211,51	12.792,57	9.914,64

Naturalmente que tais custos vão depender da potência e especificação dos motores adquiridos, mas percebe-se que a maior quantidade de motores envolvidos no projeto da distribuidora Neoenergia conduziu a um custo médio menor, enquanto na Elektro ocorreu o contrário.

Quantidade de motores substituídos

A Tabela 74 apresenta a quantidade prevista e realizada de motores substituídos, considerando os valores apresentados quando da análise e aprovação das propostas

dos projetos pela ANEEL. Em valor absoluto, a distribuidora Celesc realizou a substituição da maior quantidade de motores (1.714 unidades), enquanto, em valores percentuais, a CPFL apresentou o maior valor (52,36%). De qualquer forma, percebe-se a possibilidade de obter-se valores mais expressivos uma vez que, em média, realizou-se, aproximadamente, 20% da quantidade prevista.

Tabela 74 – Quantidade prevista e realizadas na substituição dos motores pelas distribuidoras

Quantidade Motores substituídos	Celesc	Neoenergia	CPFL	Elektro	Cemig	Todas
Prevista	6479	2572	846	2000	6200	18097
Realizada	1714	1002	443	34	466	3659
Relação (R) / (P) (%)	26,45	38,96	52,36	1,70	7,52	20,22

Relação entre o bônus e o valor do motor novo

Entre as premissas e diretrizes do projeto tem-se a consideração que o bônus deva ser equivalente a, no mínimo, 30% a 40% do valor do motor novo. A Tabela 75 apresenta a relação entre o bônus e o valor do motor novo, variando entre um mínimo de 26,34% e um máximo de 44,52%, com um valor médio de 32,14%.

Considerando-se os valores previstos apresentados anteriormente, tem-se um total de R$ 80.235.442,36 (oitenta milhões, duzentos e trinta e cinco mil, quatrocentos e quarenta e dois reais e trinta e seis centavos). Na aprovação dos projetos, a ANEEL considerava que como o PEE seria responsável por cerca de 30% dos recursos totais investidos no projeto, as propostas que serão executadas em atendimento à Chamada Projeto Prioritário de Eficiência Energética nº 002/2015 deveriam movimentar cerca de R$ 240.000.000,00 (duzentos e quarenta milhões de reais), estimulando o mercado de motores de indução energeticamente eficientes. Na realidade, o valor movimentado na aquisição dos novos motores foi de aproximadamente R$ 32.000.000,00.

Tabela 75 – Relação bônus e custo de aquisição do motor novo

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig	Total
Total de Bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00	10.249.036,00
Contrapartida (CP) dos Clientes (R$)	9.844.361,96	7.812.302,57	249.216,36	3.730.567,08	21.636.447,97
Custo Total (CT) dos motores (bônus+CP)	14.869.068,96	10.605.886,57	449.191,36	5.961.337,08	31.885.483,97
Relação percentual: Bônus/CT	33,79	26,34	44,52	37,42	32,14

Importante ressaltar que para se certificar do correto emprego do bônus, o mesmo somente foi concedido pela distribuidora de energia após a conclusão do processo substituição do motor antigo e a indústria para ter direito ao bônus apresentou para a distribuidora os seguintes documentos: cópia na nota fiscal (NF) referente a aquisição do motor novo, cópia da NF de remessa do motor antigo para descarte e declaração da empresa que realizou o descarte. Também, o corpo dessas notas fiscais teve que trazer menção expressa a esse programa estratégico.

6.2. PROGRAMA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – PEE/ANEEL

O Programa de Eficiência Energética (PEE) das distribuidoras de energia elétrica é atualmente o principal mecanismo de destinação de recursos para a promoção do uso racional de energia no Brasil. Segundo informações e dados da ANEEL, de 1998 a 2007 foram realizados pelas distribuidoras 3.219 projetos com investimento de 1,9 bilhões e de 2008 a março de 2016, foram implementados 1.704 projetos e investidos 5,06 bilhões. A seguir tem-se alguns comentários sobre o PEE.

<u>Valores investidos e análises dos resultados para o setor industrial</u>

Para os projetos implementados entre 1998 e 2003, segundo a Superintendência de Regulação da Comercialização da Eletricidade, SRC/ANEEL, foram investidos em torno de R$ 1,20 bilhões, que podem ter resultado numa economia de aproximadamente 3.335 GWh conforme mostrado na Tabela 76. Excluindo-se os projetos de perdas e fator de carga (investimentos principalmente nas redes elétricas),

pode-se constatar que os resultados mais expressivos foram estimados para a iluminação pública e os setores residencial e industrial.

Tabela 76 – Energia economizada e Demanda Evitada na Ponta das tipologias dos projetos do PEE de1998 a 2003

Tipos de projeto	Energia Economizada EE (MWh/ano)	EE (%)	Demanda Evitada (DE) (MW)	DE (%)
Comércio e Serviço	77.172	2,31	14	1,49
Aquecimento Solar	5.400	0,16	3	0,32
Educação	0	0,00	0	0,00
Iluminação Pública	877.724	26,31	197	20,91
Industrial	270.615	8,11	43	4,56
Poderes Públicos	75.500	2,26	14	1,49
Residencial	718.594	21,54	220	23,35
Rural	6.121	0,18	2	0,21
Serviços Públicos	20.204	0,61	16	1,70
GEM	0	0,00	0	0,00
Perdas/Fator de Carga	1.284.157	38,50	433	45,97
Total	**3.335.487**	**100,00**	**942**	**100,00**

Observação: GEM = Gestão Energética Municipal

Para o período de 2008 a junho de 2016, encontrava-se registrado na ANEEL, 1.704 projetos que poderão gerar uma economia de 4.628,68 GWh/ano e uma demanda retirada de ponta de 1.388,69 MW, conforme apresentado na Tabela 77. Dentre os projetos, os maiores investimentos são destinados a projetos voltados para população de baixa renda (58,82%), conforme pode ser observado na Tabela 78, seguida dos investimentos no setor residencial (11,75%) e no setor público (9,85%), enquanto para o setor industrial tem-se uma previsão de investimento da ordem de 2,12%.

Tabela 77 – Dados dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2008 a junho/2016

Tipologia	Número Projetos	EE (GWh/ano)	RDP (MW)	Investimento Total (10^6 *R$)
Aquecimento Solar	41	23,7	15,59	74,77
Baixa Renda	463	2.512,12	944,66	2.980,04
Co-geração	7	146,19	16,5	141,2
Comércio e Serviços	235	229,31	36,05	161,36
Educacional	91	6,05	1,82	235,36
GEM	14	0	0	9,63
Iluminação Pública	4	5,59	1,17	7,92
Industrial	65	174,39	12,21	107,38
Pelo Lado da Oferta	1	0,48	0,32	5,56
Poder Público	429	507,98	84,27	499,02
Projeto Piloto	25	75,3	21,09	70,91
Residencial	130	774,41	222,81	595,46
Rural	58	33,03	16,61	25,35
Serviços Públicos	141	140,13	15,59	152,03
Total	1704	4628,68	1388,69	5065,99

Tabela 78 – Dados (%) dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2008 a junho/2016

Tipologia	Número Projetos (%)	EE (GWh/ano) (%)	RDP (MW) (%)	Investimento Total (%)
Aquecimento Solar	2,41	0,51	1,12	1,48
Baixa Renda	27,17	54,27	68,03	58,82
Co-geração	0,41	3,16	1,19	2,79
Comércio e Serviços	13,79	4,95	2,60	3,19
Educacional	5,34	0,13	0,13	4,65
GEM	0,82	0,00	0,00	0,19
Iluminação Pública	0,23	0,12	0,08	0,16
Industrial	3,81	3,77	0,88	2,12
Pelo Lado da Oferta	0,06	0,01	0,02	0,11
Poder Público	25,18	10,97	6,07	9,85
Projeto Piloto	1,47	1,63	1,52	1,40

Tipologia	Número Projetos (%)	EE (GWh/ano) (%)	RDP (MW) (%)	Investimento Total (%)
Residencial	7,63	16,73	16,04	11,75
Rural	3,40	0,71	1,20	0,50
Serviços Públicos	8,27	3,03	1,12	3,00
Total	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**

Analisando-se os dados apresentados pelas Tabelas 77 e 78, percebe-se que apenas 2,12% dos recursos foram investidos nos projetos do setor industrial, sendo que os projetos da tipologia baixa renda receberam uma quantia 27,74 vezes maior. Considerando que a economia de energia seja proporcional aos recursos aplicados e, se o setor industrial recebesse os mesmos recursos do setor de baixa renda, a economia de energia do setor industrial isoladamente seria maior que o total apresentado na Tabela 3.7, ou seja, seria de aproximadamente 4.846,00 (GWh/ano).

Equipamentos eficientizados

Com o objetivo de avaliar quais equipamentos foram eficientizados no âmbito do PEE considerou-se os dados e informações de uma amostra de 854 projetos de todas as tipologias implementados no período de 2009 a 2015, fornecidos pela ANEEL. Estes projetos foram reorganizados e inseridos em planilhas de análise observando-se que além das propostas foram considerados aqueles que foram efetivamente implementados de acordo com o Manual do Programa de Eficiência Energética. Os resultados utilizados foram sustentados pelos protocolos de medição e verificação de resultados (M&V) recomendados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. A relação das tipologias dos projetos analisados está apresentada na Tabela 79, abrangendo as distribuidoras de energia elétrica participantes do PEE.

Tabela 79 – Tipologias e quantidade dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2009 a 2015

Tipologia	Quantidade de projetos	%
Aquecimento Solar	17	1,99
Baixa Renda	275	32,20
Comércio e Serviços	93	10,89
Educacional	8	0,94
Iluminação Pública	3	0,35
Industrial	24	2,81
Poder Público	265	31,03
Projeto Piloto	7	0,82
Residencial	50	5,85
Rural	19	2,22
Serviços Públicos	93	10,89
Total Geral	**854**	**100,00**

Na tabela 80 tem-se a relação dos equipamentos envolvidos nesses 854 projetos analisados considerando-se a quantidade e os custos envolvidos.

Tabela 80 – Dados dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2009 a 2015

Equipamentos	Quantidade (unidade)	Quantidade (%)	Custo total (R$)	Custo total (%)
Aquecedor Solar	79.621	0,3713	99.655.804,91	44,97
Ar Condicionado	9.368	0,0437	9.888.207,11	4,46
Autoclave	81	0,0004	7.452.136,22	3,36
Bebedouro	1	0,0000	530,03	0,00
Bomba de Calor	20	0,0001	209.056,82	0,09
Bomba de Recalque	310	0,0014	11.189.827,74	5,05
Chiller	64	0,0003	9.669.253,79	4,36
Compressor	25	0,0001	4.127.487,37	1,86
Geladeira	152.465	0,7110	101.819.340,42	45,94
Inversor de Frequência	340	0,0016	11.361.200,74	5,13
LED – Diodo Emissor de Luz	2.596.145	12,1065	91.585.660,61	41,32
LFC – Lâmpada Fluorescente Compacta	12.938.262	60,3344	55.616.176,58	25,09

Equipamentos	Quantidade (unidade)	Quantidade (%)	Custo total (R$)	Custo total (%)
LFT – Lâmpada Fluorescente Tubular	5.576.886	26,0064	22.424.832,91	10,12
LVS – Lâmpada vapor sódio	13.577	0,0633	218.483,89	0,10
Motor	1.027	0,0048	12.524.712,06	5,65
Painel fotovoltaico	52	0,0002	252.048,13	0,11
Recuperador de Calor	76.002	0,3544	11.255.211,67	5,08
Tanque de Expansão	25	0,0001	5.696,29	0,00
Total Geral	**21.444.271**	**100,00**	**449.255.667,29**	**202,71**

Resultados desagregados por uso final

Considerando-se, ainda os 854 projetos, as Figuras 13 e 14 apresentam os resultados obtidos para a economia de energia e demanda retirada de ponta, desagregados por uso final.

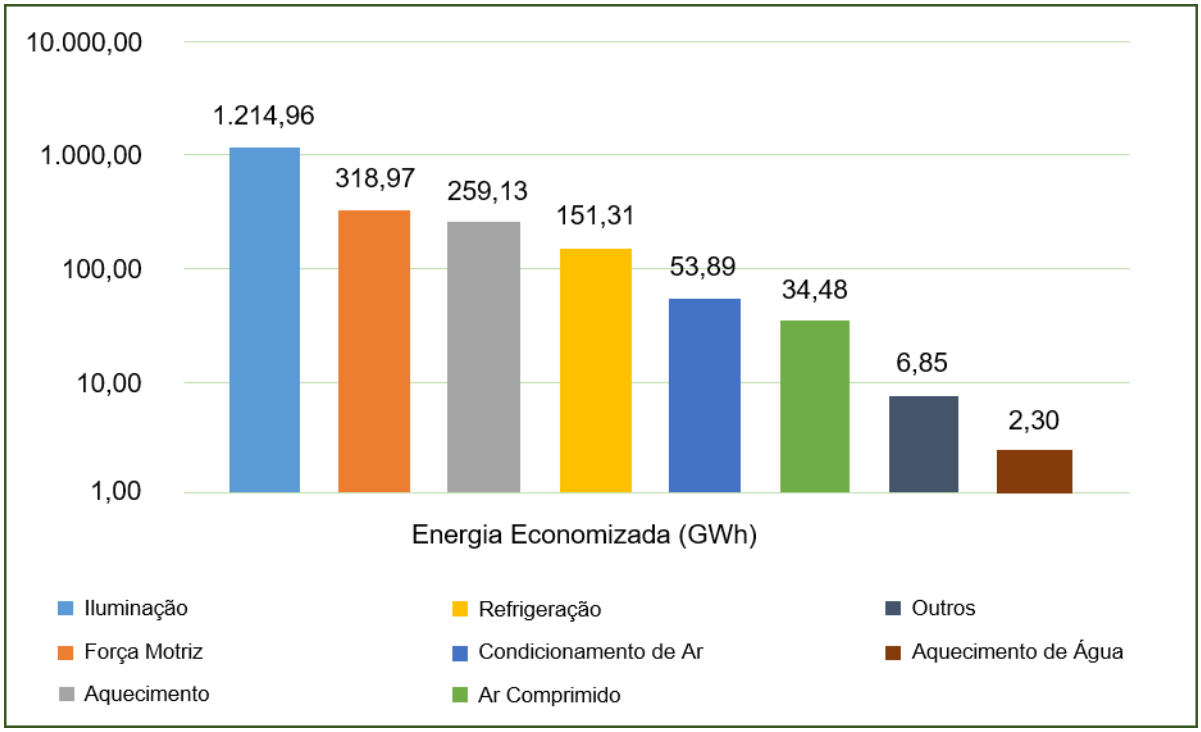

Figura 13 - Energia economizada (MWh) por uso final dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2009 a 2015

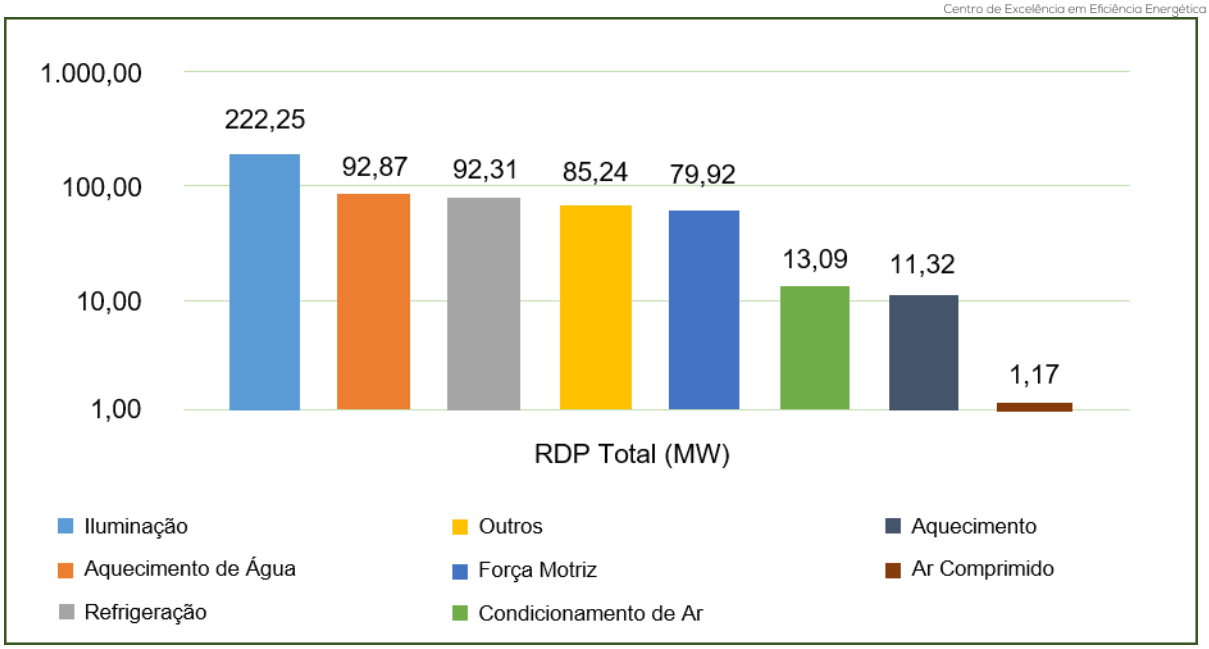

Figura 14 - Demanda retirada da ponta (MW) por uso final dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2009 a 2015

Os sistemas de iluminação apresentaram os melhores desempenhos em termos de economia de energia (1.214,96 MWh), seguidos pelos projetos voltados para refrigeração (318,97 MWh) e Força motriz (151,31 MWh). No que tange a redução da demanda de ponta, a iluminação é o uso final de maior potencial (222,25 MW retirados no total), resultado que já era esperado, dado que este uso final é responsável por grande parte da carga requerida pelo sistema nos chamados horários de ponta.

Sabe-se que a redução da demanda de ponta traz benefícios para a sociedade nos seus diversos segmentos. As concessionárias de distribuição de energia elétrica reduzem a demanda no horário de ponta, postergam investimentos na ampliação da capacidade instalada e disponibilizam a potência retirada do horário de ponta para suprir outros consumidores com melhor fator de carga. Os usuários reduzem o consumo de energia elétrica e ficam menos expostos ao aumento das tarifas de energia.

Na Figura 15 tem-se a Relação Custo Benefício (RCB) média por uso final, onde a maioria das RCB são menores que 0,80, com exceção da refrigeração (RCB

refrigeradores = 1,98), que, de forma isolada, dificilmente gera benefícios econômicos ao PEE, tornando estes projetos pouco rentáveis em prejuízo ao desempenho dos programas.

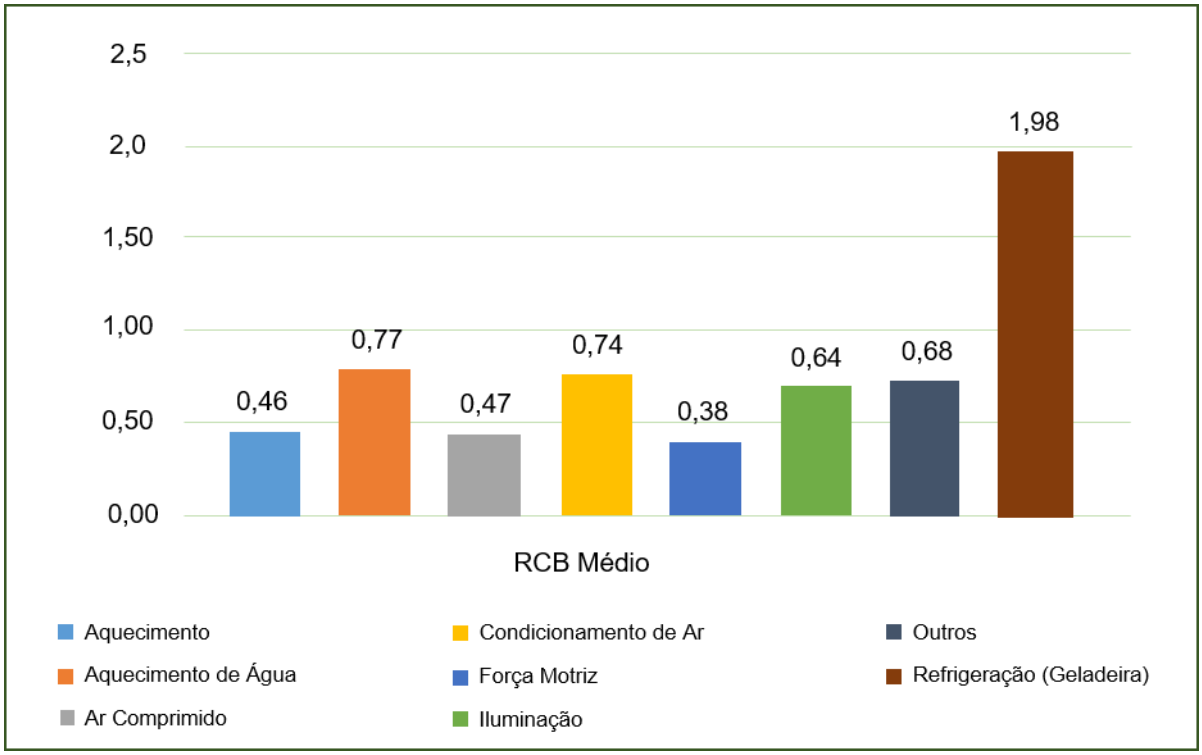

Figura 15 - RCB média por uso final dos projetos do PEE registrados na ANEEL de2009 a 2015

A partir dos dados, infere-se que os projetos voltados a sistemas motrizes, aquecimento e ar comprimido apresentam maiores potenciais de ganhos energéticos e por consequência econômicos, por apresentarem RCB em torno de 0,3-0,5. Assim, estes apresentam maior rentabilidade, fator que facilita os investimentos e financiamentos em projetos com estes fins.

6.3. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL

Além do PEE/ANEEL, outro mecanismo de aplicação de recursos para a promoção do uso eficiente e racional de energia no Brasil é o PROCEL através do Plano de Aplicação de Recursos do PROCEL (PAR PROCEL), elaborado e aprovado anualmente, conforme previsto na Lei nº 13.280/2016. O primeiro PAR relativo ao ano de 2017 contou com um orçamento de R$ 107.767.000,00 e o segundo PAR relativo

ao ano de 2018 prevê um orçamento total de aproximadamente de R$ 140.000.000,00, totalizando apenas nesses dois planos de aplicação de recursos, um total aproximado de R$ 247.767.000,00.

PROCEL Indústria

Várias ações estão sendo desenvolvidas ou em fase de planejamento para implementação no setor industrial. Algumas são de caráter estruturante (pesquisas de campo, avaliação da infraestrutura e condições operativas de Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes, estudos sobre técnicas de reparo de motores elétricos, etc) e, outras buscando alcançar resultados reais de economia de energia no próprio "chão de fábrica". Nesse segundo caso, pode-se citar o Programa Aliança e o Projeto sobre eficiência energética em sistemas de ar comprimido nas médias e grandes indústrias e de instalações industriais de micro e pequenas empresas.

PROCEL Indústria e o Programa Aliança

O Programa Aliança, criado em 2015, busca a eficiência energética e o aumento da competitividade nas indústrias energo-intensivas que demandam grande quantidade de energia, ou seja, com demanda energética acima de 20MW. Nas duas primeiras edições do programa, foram identificados ganhos significativos em eficiência nas áreas térmicas e de combustíveis. Observou-se que os maiores ganhos aconteceram na parte térmica e de combustíveis, principalmente o gás natural. Sistemas de bombas, motores e ventiladores apresentaram ganhos de menor escala, de 3 a 5%, mas são significativos do ponto de vista financeiro, já que a energia elétrica é muito mais cara em comparação com os demais combustíveis. A primeira edição contou com a participação das empresas Clariant e GM, onde não foi contemplado os sistemas motrizes.

Na segunda edição, que ainda está em andamento, participam 12 plantas industriais das empresas AcelorMittal, Aperam, CSN, Gerdau e Vallourec (siderurgia), Anglo American, Nexa e Rima Industrial (mineração), CSN Cimentos (cimento), Suzano

(Papel e Celulose), e Oxiteno (química). Nesta edição, a CSN e a Nexa participaram com duas fábricas cada. Com a adesão de 14 industrias, o Programa Aliança apresenta os seguintes resultados (até agosto de 2019):

- Redução de 5% no consumo total de energia (elétrica e térmica);
- Esse resultado correspondente à 805 mil MWh/ano equivalente;
- Investimento aprovado pelas empresas de R$ 23 milhões. Payback médio de 4 meses;
- O custo de R$ 49/MWh economizado;
- Para cada R$ 1 do patrocinador a indústria se comprometeu a investir R$ 8,6

A Figura 16 apresenta, até o momento, os resultados obtidos pelo Programa Aliança.

	Total de Oportunidades Identificadas e Validadas (M R$)	Total de Oportunidades Aprovadas para Implantação (M R$)	Taxa de Implantação (%)	Investimento necessário para Implantação (M R$)	Payback *(sobre as oportunidades aprovadas/ano)*	% de Redução sobre Custo Total de Energia *(sobre identificadas)*	% de Redução sobre Custo Total de Energia *(sobre as aprovadas para Implantação)*
Empresa 01	5,3	3,8	72%	1,2	0,3	16,6%	11,9%
Empresa 02	4,1	2,6	63%	0,8	0,3	6,2%	3,9%
Empresa 03	43,2	20,5	47%	4,1	0,2	6,8%	3,2%
Empresa 04	3,8	2,7	71%	1,3	0,5	10,0%	7,1%
Empresa 05	9,9	7,9	80%	0,1	0,0	7,4%	5,9%
Empresa 06	11,4	2,3	20%	1,2	0,5	6,0%	1,2%
Empresa 07	24,6	21,6	88%	8,8	0,4	12,8%	11,3%
Empresa 08	5,6	4,8	86%	0,7	0,1	2,5%	2,2%
Empresa 09	2,9	2,9	100%	0,1	0,0	4,8%	2,5%
Empresa 10	38,2	31,8	83%	2,8	0,1	7,5%	
Empresa 11	5,1	3,6	71%	2,2	0,6	3,7%	2,6%
Empresa 12	6,9						
Empresa 13							
Empresa 14							
Soma (M R$)	**161,0**	**104,5**	**61%**	**23,3**	**0,3**	**7,4%**	**5,0 %**

Figura 16 - Resultados obtidos pelo Programa Aliança

O novo convênio para a continuação do Programa Aliança prevê investimento no valor total de R$ 20 milhões para atender 24 plantas industriais; gestão de uma parceria com o com Senai–RS para o projeto "Eficiência Energética Digital", no valor de R$ 5 milhões (8 plantas industriais); viabilização de financiamentos de novos equipamentos e montar estratégia de representação institucional de interesses da indústria no tema e aproximação com instituições. A CNI tem como meta alcançar as 100 maiores unidades industriais energointensivas do país até 2021 e reduzir em R$ 500 milhões os custos operacionais do setor, identificando oportunidades de investimentos da ordem de R$2,5 bilhões no período.

PROCEL Indústria e o Programa Brasil + Produtivo Eficiência Energética

Na primeira etapa do B+P, foi realizado o piloto da ferramenta de Eficiência Energética. Foram atendidas 48 empresas de pequeno e médio portes, divididas em dois ciclos de 24 empresas, de modo que fosse possível fazer ajustes na metodologia ainda no piloto. Na fase piloto, foi aplicada uma abordagem sistemática para o aumento da eficiência energética de sistemas produtivos, por meio da análise e melhorias no consumo de energia de recursos de produção no chão de fábrica de indústrias, utilizando como base as premissas da ISO 50001. O foco foi dado a equipamentos, máquinas, insumos energéticos ou processos identificados com maior potencial de redução de custo e consumo de energia em curto e médio prazo. Foram definidos quatro alvos prioritários: sistemas de iluminação, sistemas motrizes, sistemas térmicos e de refrigeração e sistemas de ar comprimido.

Essa consultoria visa a redução do consumo energético, o aumento da produtividade e competitividade industrial além de propiciar à empresa o conhecimento do seu perfil energético. Durante o trabalho analisa-se os seguintes elementos de consumo:

- Motores Elétricos
- Sistemas de Iluminação
- Sistemas de Ar Comprimido
- Sistemas de Climatização

- Sistemas de Refrigeração
- Sistemas de Ventilação
- Sistemas de Exaustão
- Sistemas de Geração de Calor
- Sistemas de Bombeamento
- Sistemas de Aquecimento
- Outros Consumos Particulares

Até agosto de 2019, os resultados parciais apresentados são:

- Redução do consumo energético de 34,11%, ou seja, 7.388,29 MWh/ano.
- Redução do custo energético de 36,19% ou 3.932.787,65 R$/ano
- Payback de 4,46 meses
- Usina equivalente de 1,77 MW
- Emissão evitada de CO2 de 684,89 ton CO2/ano

6.4. LEI DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM E SELO PROCEL

Avaliação dos ganhos decorrentes da Lei de Eficiência Energética para os motores

Para se avaliar os ganhos resultantes da melhoria da eficiência energética (maior rendimento dos motores) é necessária uma base de dados consistentes envolvendo as classes de potência e condições de operação (tempo de operação e fator de carga) dos motores elétricos, informações sobre as vendas anuais dos motores elétricos (e respectiva projeção para uma avaliação prospectiva, caso se deseje).

Considerando os parâmetros das tabelas anteriores, para um mercado com vendas nos níveis indicados para 2020, a economia anual de energia elétrica promovida pela Lei da Eficiência Energética, apenas nos motores comercializados, resultaria 5,95 GWh, sendo cerca de 2/3 dessa economia alcançada nas duas primeiras classes de

potência (de 1 a 10 cv e de 10 a 40 cv). Avaliando os resultados da lei de outra forma, considerando que todo o parque de motores elétricos no Brasil em 2010, estimado em 13,5 milhões de motores, esteja operando sob os níveis de eficiência estabelecidos pela lei, a economia de energia pode ser estimada em 35,17 GWh, situação esperada quando todos motores antigos forem substituídos. Nesse caso, os motores de 10 até 100 cv passam a responder por 57% da economia de energia.

Motores de rendimento IR3

Como consequência da Portaria Interministerial 01, de 29/06/2017, em agosto de 2019 entrou em vigor o nível mínimo de rendimento em IR3, além da ampliação da faixa de potência, que passa a incluir os motores de 0,16 a 500 cv, de 2 a 8 polos – válido para todos os motores comercializados, sejam novos ou usados.

Com essa definição, o Brasil passa a ser um dos pioneiros na adoção de um nível mínimo de rendimento para motores trifásicos fracionários, junto a países como os Estados Unidos e Canadá. Naturalmente que tais exigências não abrangem os equipamentos já instalados e em operação nas indústrias. Segundo informações da Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, o parque industrial nacional tem, em média, 17 anos e sua modernização poderia permitir até 60% de redução de consumo de energia com ações de rápida implementação.

A referida portaria é exclusiva para motores de indução trifásicos do tipo gaiola de esquilo, amplamente utilizados na indústria para acionamento de máquinas e equipamentos, e poderão, além de proporcionar economia de energia, trazer maior vida útil aos motores, devido a menor temperatura e menor corrente de trabalho.

Avaliação dos ganhos decorrentes da nova regulamentação para os motores

Avaliações dos impactos da adoção de motores elétricos mais eficientes por conta da etiquetagem dos motores elétricos, conforme apresentado no Relatório de Resultados do PROCEL, indicaram para 2009 economias de energia da ordem de 839 GWh,

proporcionando uma redução na demanda de ponta de 248 MW. Em 2012 essa economia foi estimada em 1.191 GWh. Contudo, para os anos seguintes, por limitações nos dados de vendas de motores, essas estimativas não foram apresentadas. A revisão desses valores de eficiência energética, efetuada após diversos estudos e consultas, deu origem à citada Portaria Interministerial 01/2017.

Avaliações e análises prévias à edição da Portaria 01/2017, constam do denso Estudo sobre Impacto de Regulamentação do Motor Premium, preparado em 2015 pelo CEPEL, Eletrobrás e INMETRO como subsídio ao CGIEE no processo de elaboração dessa portaria. Nesse estudo foram explorados condicionantes e implicações sobre o mercado de máquinas, motores, insumos e apresentadas projeções dos impactos energéticos e econômicos associadas à adoção de novos e mais exigentes níveis de eficiência dos motores elétricos. Segundo esse estudo, o tempo de retorno dos investimentos adicionais necessários para a aquisição dos motores mais eficientes, ainda que naturalmente dependente do regime de trabalho e tempo de uso, confirmam a competitividade. Os resultados da etiquetagem dos motores elétricos no Brasil também foram recentemente avaliados de forma acurada para estimar o impacto desse programa na redução das emissões de GEE, desagregando o uso de motores entre os segmentos industrial e terciário, bem como alocando a energia economizada entre as regiões brasileiras e ao longo da curva de carga dos sistemas de geração. Nesse contexto, para o período 2003 a 2015, se determinou uma economia total acumulada de 73,74 GWh. Detalhes desse estudo estão disponíveis em Vieira et al, 2018.

É oportuno destacar a relevante complementariedade e sinergia existente entre a Lei de Eficiência Energética, apresentada no tópico anterior, e os programas de etiquetagem comentados no presente tópico; Programa Brasileiro de Etiquetagem e o Selo Procel, adotando todos mesmos procedimentos e padrões de avaliação da eficiência energética, por um lado orientando fabricantes, por outro informando consumidores. Nesse sentido, os impactos e resultados são também complementares, quase interdependentes, e certamente significativos: de acordo com o principal fabricante de motores elétricos no Brasil, de 1960 a 2010, a eficiência média desses equipamentos saltou de 88% para 95,1%.

6.5. APOIO A PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – BNDES

Após contato com o BNDES foi possível obter algumas informações sobre os projetos financiados apresentados no Anexo I. O banco trabalha com projetos caracterizados como sendo da carteira “Proesco” e, outros, da carteira “Eficiência Energética”.

Na primeira carteira tem-se 41 projetos contratados sendo o primeiro contrato assinado em 14 de junho de 2007 e, o mais recente, em 22 de dezembro de 2015. Por outro lado, a carteira “Eficiência Energética” apresenta 18 projetos sendo o primeiro contrato assinado em 27 de junho de 2016 e, o mais recente, em 07 de agosto de 2017.

Linhas de Financiamento dos projetos

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) lançou em 2006 o Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (Proesco) com o objetivo de aproveitar o potencial brasileiro de conservação de energia, apoiando as empresas especializadas (ESCOs) na elaboração e implementação de projetos de eficiência energética. Uma primeira tentativa de facilitar o acesso a esse financiamento ocorreu em 2007 com a realização do primeiro contrato firmado com o Banco do Brasil no âmbito do programa. Consultando os dados do banco, tem-se as operações do BNDES contratadas entre 2007 e 2015 sob o guarda-chuva “PROESCO”, enquanto as operações contratadas entre 2016 e 2017 se referem à linha de financiamento “BNDES Finem Eficiência Energética”, que substituiu o PROESCO entre 2015 e 2016.

Dentre os focos de ação possíveis dessa atual linha de financiamento, destacam-se os seguintes: iluminação; motores; otimização de processos; ar comprimido; bombeamento; ar condicionado e ventilação; refrigeração e resfriamento; produção e distribuição de vapor; aquecimento; automação e controle; geração, transmissão e distribuição de energia; gerenciamento energético; melhoria da qualidade da energia, inclusive correção do fator de potência; e redução da demanda no horário de ponta

do consumo do sistema elétrico. Para as micros, pequenas, médias e grandes empresas, os valores de financiamento vão até R$ 20 milhões com prazo de até 20 anos com a seguinte taxa: TLP + 0,90% a.a. + taxa negociada com agente financeiro.

Projetos contratados

No âmbito do PROESCO foram contratados 41 projetos. O valor total contratado foi de R$ 556.531.997,79 e, o valor desembolsado até o momento, foi de R$ 503.836.829,37 (90,5% do total contratado). Dos 41 projetos, tem-se 19 ativos e 22 liquidados. Para os projetos liquidados, o valor total contratado foi de R$ 29.512.107,89 e, o valor desembolsado foi de R$ 27.657.667,21 (93,72% do total contratado). Para os 19 projetos ativos, o valor total contratado foi de R$ 527.019.889,90 e, o valor desembolsado até o momento, foi de R$ 476.179.162,16 (90,35% do total contratado).

No âmbito do BNDES Finem Eficiência Energética foram contratados, até a presente data (setembro de 2019), 18 projetos. O valor total contratado foi de R$ 177.995.107,75 e, o valor desembolsado até o momento, foi de R$ 75.769.394,76 (42,5% do total contratado).

7. COMENTÁRIOS GERAIS

Entre os vários equipamentos que utilizam a energia elétrica nas indústrias, destaca-se o motor elétrico como o maior consumidor dessa energia. Estima-se que sozinhos ou associados a outros sistemas, considerando, agora os demais setores (residencial, comercial, etc), são responsáveis por 50% a 60% da energia elétrica total consumida no país. Assim, todos os esforços devem ser considerados para aumentar o rendimento destes equipamentos, o que irá gerar para o setor produtivo, redução de custos e aumento da competitividade, além de outros benefícios ambientais e energéticos para toda a sociedade.

Quando se economiza energia com a substituição de motores elétricos ineficientes tem-se, além da redução na emissão de gases efeito estufa, um investimento menor do que aquele direcionado à construção de novas usinas geradoras além de não necessitar de licenças ambientais. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), este potencial corresponde a 15 TWh de energia ou cerca de 3% do consumo de toda eletricidade no ano de 2013.

Como visto, ao longo dos anos, os fabricantes de motores vêm se esforçando para a redução das perdas destes equipamentos. Até 2010, eram fabricados motores classificados como standard ou IR1 (motores da linha padrão ou convencional) e motores classificados como de alto rendimento ou IR2. Posteriormente a 2010, como consequência da aplicação da Lei de Eficiência Energética, somente motores elétricos com eficiências iguais ou superiores aos de alto rendimento (IR2), poderiam ser fabricados, comercializados e importados no Brasil.

Ainda, como consequência da aplicação essa lei e sua regulamentação, a partir de agosto de 2019, entrou em vigor o nível mínimo de rendimento para motores classe IR3 ou motores Premium. Ressalta-se, que vários fabricantes já produzem motores elétricos com esta classe ou até superior, seguindo uma tendência mundial.

Essa evolução decorrente dos esforços dos fabricantes e do estabelecimento e aplicação de uma legislação e regulamentação indutora, traz benefícios e ganhos para todos. É importante continuar avançando com esses esforços!

Além dessas ações, outras estão sendo desenvolvidas como aquelas envolvendo a reforma dos motores danificados. Segundo pesquisa realizada pela PUC/RJ, não é raro encontrar nas indústrias, motores elétricos que estão operando por 10, 20, 30 ou mais anos. A quantia aproximada de R$ 1,6 bi é a perda estimada decorrente do recondicionamento de todos os motores elétricos em operação no País. Empresas brasileiras retificadoras de motores que não cumprem os índices mínimos de eficiência definidos pela regulamentação, colocam no mercado motores ineficientes que desperdiçam cerca de 8 TWh por ano. Este é o resultado da pesquisa realizada em 2012/2013 e conduzida pela PUC-Rio e pelo Procobre (Instituto Brasileiro do Cobre) envolvendo cinco estados (Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Bahia) e em 40 retíficas de motores selecionadas por amostragem. Levando em conta apenas os motores recondicionados anualmente, o prejuízo observado chega a R$ 480 milhões. A pesquisa completa pode ser consultada no seguinte link: https://www.procobre.org/pt/publicacion/pesquisa-mercadologica-sobre-motores-recondicionados/.

Entre os demais esforços desenvolvidos no Brasil é importante citar a atuação do Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE), instituído em 19/12/2001, para cuidar da implementação da Lei de Eficiência Energética. Entre suas atividades tem-se o estabelecimento de regulamentação específica para cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia, bem como o Programa de Metas com indicação da evolução dos níveis a serem alcançados para cada equipamento regulamentado. Pela sua importância no consumo de energia, o primeiro equipamento contemplado, foi o motor elétrico trifásico. Para auxiliar nessa regulamentação, incluindo o Programa de Metas, foi instituído o Comitê Técnico de Motores Elétricos, que presta suporte ao CGIEE e conta com a participação da Eletrobrás, do Centro de Pesquisas em Energia Elétrica (Eletrobrás CEPEL) e do INMETRO.

Entre as contribuições desse Comitê Técnico, pode-se citar o Estudo sobre Impacto de Regulamentação de Motor Premium (Relatório Técnico PFP – 014/2015) que subsidiou o INMETRO na elaboração do “Estudo de Impacto Regulatório – EIR” para adoção do rendimento da classe IR3 ou de Rendimento Premium. Esse estudo pode ser encontrado no site do MME (http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cgiee/audiencias-publicas) na consulta pública 25, de 30/01/2017, sobre motores elétricos.

Além da simples substituição do motor ineficiente por outro mais eficiente, deve-se ressaltar a importância da Gestão Energética que poderá aumentar os ganhos obtidos. Nesse particular, além das iniciativas internas dos responsáveis pelas plantas industriais, pode-se ressaltar a existência da Norma NBR ISO 50001 de Gestão de Energia e os esforços dispendidos para sua divulgação e aplicação envolvendo agentes como o SENAI, Eletrobrás/Procel e o Procobre Brasil. A Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência de Instalações (Abrinstal), também participa desse processo, coordenando o Comitê Brasileiro de Gestão e Economia de Energia (CB116/ABNT).

No decorrer desse trabalho, de uma forma geral, destaca-se a boa vontade das instituições envolvidas na disponibilização das informações e dos dados relativos aos vários programas e respectivos projetos de eficiência energética envolvendo sistemas motrizes. Naturalmente que para os projetos mais antigos tem-se uma dificuldade maior, pois a regulamentação então existente, não exigia metodologias e procedimentos mais consistentes na avaliação dos resultados.

A Tabela 81 apresenta um retrato resumido de alguns desses programas destacado a quantidade de motores substituídos e os resultados obtidos.

Tabela 81 – Resultados de alguns projetos de eficiência energética envolvendo sistemas motrizes

Programa		Quantidade de motores substituídos	Energia Economizada (MWh/ano)	Redução de Demanda na Ponta (kW ano)
Projeto Prioritário nº 002/2015	Neoenergia	1002	4.648,38	456,82
	CPFL Energia	443	2.123,66	297,01
	Elektro	34	116,88	16,24
	Cemig	466	7.130,68	404,55
	Celesc	1714	18.587,13	2.396,29
PEE/ANEEL	Período antes de 2008 (*)	-	-	-
	Período após 2008	946	88.948,69	23.256,54
	Setor saneamento (**)	130	86.812,61	18.761,00

Observações:

(*) Os dados e resultados dos projetos do PEE/ANEEL antes de 2008 não exigiam, de forma rigorosa, a aplicação do IPMVP, portanto, para ser mais conservador, optamos em não relacionar os possíveis resultados.

(**) Os resultados obtidos pelas ações do setor saneamento, além da substituição dos conjuntos motobombas, também envolve módulos de automação e outros sistemas de proteção, gestão e controle da operação.

Para o Projeto Prioritário 002/2015 envolvendo a substituição de motores principalmente no setor industrial, percebe-se uma boa aceitação por parte de alguns clientes das distribuidoras envolvidas. Naturalmente que tais resultados poderiam ser mais expressivos, mas por ser tratar de uma primeira aplicação desse mecanismo de "bônus" para esse público alvo, não se pode desprezar os números alcançados. A Tabela 55, reproduzida a seguir (agora como Tabela 82) apresenta os valores que os clientes aceitaram pagar complementado os custos de aquisição dos motores. Ressalta-se que tais valores não incluem outros gastos como custos de mão de obra para a instalação e demais reformas/adaptações na rede elétrica e quadros de comando e proteção.

Tabela 82 – Custos dos projetos (%)

Parâmetro	Celesc	Neoenergia	Elektro	Cemig
Total de bônus (R$)	5.024.707,00	2.793.584,00	199.975,00	2.230.770,00
Outras despesas do Projeto (R$)	817.726,16	591.228,95	21.002,15	271.221,72
Subtotal 1 (custo PEE)	5.842.433,16	3.384.812,95	220.977,15	2.501.991,72
Contrapartida (CP) dos clientes (R$)	9.844.361,96	7.812.302,57	249.216,36	3.730.567,08
Subtotal 2 (custo PEE+CP) (R$)	15.686.795,12	11.197.115,52	470.193,51	6.232.558,80
Relação percentual: bônus/CP	**51%**	**36%**	**80%**	**60%**
Custo total dos motores (bônus+CP)	14.869.068,96	10.605.886,57	449.191,36	5.961.337,08
Relação percentual: bônus e custo total dos motores	**34%**	**26%**	**45%**	**37%**

Considerando, como exemplo, os resultados apresentados pelo projeto implementado pela Celesc, tem-se um custo da energia conservada de R$ 125,77/MWh (calculado considerando tanto a parte aplicada pelo PEE como a contrapartida dada pelo consumidor, a vida útil dos motores em 10 anos e uma taxa de remuneração do capital de 8% ao ano).

Por outro lado, se for considerada somente a verba aplicada pelo PEE, este custo da energia conservada cai para R$ 46,84/MWh, um custo bem abaixo da média nacional dos últimos 10 anos alcançada por projetos de eficiência energética participantes do PEE da ANEEL, que é de R$ 228,24/MWh (calculado considerando a duração média das ações de eficiência de 6 anos e uma taxa de remuneração do capital de 8% ao ano).

Este custo também ficou abaixo do custo marginal de expansão do sistema elétrico nacional (R$ 169,83/MWh - Valor calculado pela EPE no Custo Marginal de Expansão - CME – Metodologia e Cálculo, 2017), comprovando que a eficiência energética em força motriz é uma alternativa altamente viável. A mesma quantidade de energia pode ser disponibilizada, a preços mais baixos, sem a necessidade de novas obras e com efeitos positivos no meio ambiente.

Assim, a modelagem de projeto de eficiência energética utilizando a força motriz e o sistema de “Bônus” revela-se bastante atrativa tanto para as indústrias como para a expansão do sistema elétrico nacional. No seu formato inicial, o “Programa de Bônus” é viável e recomendável não apenas pela sua praticidade e rapidez na implementação, mas também por ser menos mais simples de aplicação do que os demais projetos do PEE. Um importante avanço foi a inclusão na regulamentação do PEE do mecanismo de bônus, mas deve-se verificar se para o setor industrial, e particularmente no caso dos motores elétricos, o mesmo não perderá esse diferencial de flexibilidade e rapidez na sua implementação.

Portanto, ao longo desse trabalho e das conclusões aqui apresentadas envolvendo os aspectos técnicos, legais e regulatórios, percebe-se claramente a importância de se considerar os motores elétricos na questão de eficiência energética do país, avançando e contribuindo para a racionalidade nas decisões envolvendo a Política Energética Nacional.

8. SUGESTÕES DE APRIMORAMENTOS E MELHORIAS PARA ALAVANCAR OS PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS MOTRIZES

A partir das análises realizadas anteriormente, tem-se, a seguir, algumas oportunidades ou sugestões de aprimoramentos e melhorias para alavancar os projetos de eficiência energética em sistemas motrizes.

Constatação 01

Os motores elétricos são os equipamentos que mais consomem energia elétrica numa indústria.

Constatação 02

É comum a prática do recondicionamento de motores antigos ao invés da substituição por motores novos e mais eficientes. Dessa forma, consome-se mais energia elevando-se os custos com energia elétrica no setor industrial.

Promover um programa de troca de motores queimados/danificados por outros novos e mais eficientes com assessoria/orientação técnica para evitar uma nova queima (ajuste de proteção e/ou sistema de partida, sobrecarga, etc). Pode-se utilizar recursos do PEE e/ou linha de financiamento (BNDES, por exemplo), mas conduzida por uma rede de empresas de consultoria (Escos, por exemplo) / fabricantes de motores (WEG, por exemplo) credenciados.

Oportunidade 01

Constatação 03

A regulamentação atual do PROPEE, permite as empresas distribuidoras realizar a modalidade de projeto "bônus" de equipamentos eficientes a qualquer momento.

Constatação 04

Nenhuma distribuidora aprovada na Chamada do Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 "Incentivo à substituição de motores elétrico" utilizou 50% dos valores disponibilizados (ou propostos).

Implementar uma ação conjunta com associações representativas do setor industrial (ABIQUIM, ABIA, ABIMAQ, ABTCP, ABCP, etc), CNI, ANEEL, Ministério da Economia, MME, para reproduzir a experiência do Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015, visando melhorar a produtividade e competitividade do setor industrial brasileiro através de um amplo Programa de Otimização Energética (POE). Esse programa pode utilizar recursos do PEE e/ou linha de financiamento (BNDES, por exemplo). O POE pode contar com suporte técnico de uma rede de empresas de consultoria (Escos, empresas de engenharia, etc), além de fabricantes de motores. Importante mencionar que as ações, para obter sucesso, tenham na sua implementação elementos característicos do Projeto de EE Prioritário, como a comprovação, via apresentação da nota fiscal de compra do motor novo e a comprovação do descarte. Esse e outros elementos devem compor a estratégia do POE.

Oportunidade 02

Constatação 05

Interesse das empresas em participar do projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015, desembolsando, em média, um valor 111% maior do que aquele pago como bônus, chegando no caso dos clientes da Neoenergia em até 180%.

Associar ao Programa de Otimização Energética (POE) outros equipamentos envolvendo os sistemas motrizes como compressores, ventiladores, bombas, etc.

Oportunidade 03

Constatação 06

Além do custo de aquisição as empresas também investiram na mão de obra para a instalação e demais reformas/adaptações na rede elétrica e quadros de comando e proteção.

A motivação da indústria, ao aderir ao programa de incentivo à substituição de motores, identificar outras vantagens internas e ganhos neste processo.

Associar ao Programa de Otimização Energética (POE) outros equipamentos envolvendo, além do sistema elétrico, também os sistemas térmicos (processos de aquecimento, refrigeração, etc), elevando o patamar de produtividade e competitividade do setor industrial brasileiro.

Oportunidade 04

Constatação 07

Experiência adquirida pela ANEEL e algumas distribuidoras com a implementação do Projeto de Eficiência Energética Prioritário nº 002/2015 “Incentivo à substituição de motores elétrico”.

Constatação 08

Experiência de instituições como o PROCEL, CNI, SENAI, Centros de Pesquisa e Universidades, em projetos e trabalhos envolvendo os sistemas motrizes e energia elétrica no setor industrial.

Estabelecer uma Rede de Suporte Técnico para ajudar na implementação do Programa de Otimização Energética (POE) com metas e recursos definidos.

Oportunidade 05

Constatação 09

Os avanços e benefícios decorrentes da adoção de motores elétricos mais eficientes por conta da etiquetagem e da Lei de Eficiência Energética.

Constatação 10

A necessidade de quantificação consistente das economias de energia, incluindo a Portaria Interministerial 01/2017 (emprego do nível mínimo de rendimento IR3).

Aprimorar a atual metodologia de avaliação dos ganhos resultantes da melhoria da eficiência energética / maior rendimento dos motores, buscando, de forma sistemática e contínua, mecanismos para atualizar a base de dados envolvendo, entre outras informações, as classes de potência e condições de operação (tempo de operação e fator de carga) dos motores elétricos, informações sobre as vendas anuais dos motores elétricos, etc.

Oportunidade 06

Constatação 11

A baixa procura de recursos disponibilizados pelas linhas de financiamento do BNDES (Programa de Apoio a Projetos de Eficiência Energética (Proesco) e BNDES Finem Eficiência Energética).

Atuar junto ao BNDES para alavancar e ampliar essa linha de crédito disponibilizando parcerias de atuação com os recursos existentes nos demais programas e ações de eficiência energética no âmbito, por exemplo, do PEE e do PROCEL.

Oportunidade 07

Constatação 12

Valor total contratado nas 2 linhas de financiamento foi de R$ 734.527.105,54 significando que foi adquirido certa experiência pelos gestores dessa linha de crédito.

Constatação 13

A contratação de 41 projetos no âmbito do PROESCO e 18 projetos através do BNDES Finem Eficiência Energética.

Constatação 14

A divulgação dos resultados econômicos e ganhos energéticos podem servir de estimulo para que novas empresas busquem esse recurso financeiro.

Sem prejuízo de dados sigilosos das empresas, editar e divulgar os casos mais exitosos decorrentes dos recursos das linhas de financiamento do BNDES para eficiência energética, particularmente, quando couber, aplicado aos sistemas motrizes.

Oportunidade 08

Constatação 15

Resultados do Programa Brasil mais Produtivo Eficiência Energética: redução do consumo energético de 34,11%, ou seja, 7.388,29 MWh/ano; redução do custo energético de 36,19% ou 3.932.787,65 R$/ano e Payback de 4,46 meses.

Constatação 16

Resultados do Programa Aliança: redução de 5% no consumo total de energia (elétrica e térmica) correspondente à 805 mil MWh/ano equivalente; investimento aprovado pelas empresas de R$ 23 milhões com Payback médio de 4 meses; custo de R$ 49/MWh economizado e para cada R$ 1 do patrocinador a indústria se comprometeu a investir R$ 8,6.

Sem prejuízo de dados sigilosos das empresas, editar e divulgar os casos mais exitosos decorrentes dos recursos dos Programas Brasil mais produtivo e Aliança, particularmente, quando couber, aplicado aos sistemas motrizes.

Oportunidade 09

Constatação 17

A disponibilidade de estatísticas detalhadas, completas, confiáveis e em tempo apropriado de dados energéticos é básica e essencial para a elaboração de estudos de planejamento energético e serve para a adoção de boas práticas tanto na gestão como no estabelecimento de políticas públicas.

Constatação 18

A existência de inúmeros projetos e ações de eficiência energética envolvendo sistemas motrizes, mas, que por vezes, seus resultados são colocados em dúvida, seja pelos critérios de M&V adotados e/ou pela manutenção de seus resultados.

Desenvolver mecanismos que possam documentar e divulgar, periodicamente, a contabilidade relativa aos resultados dos programas e projetos de eficiência energética envolvendo sistemas motrizes, contemplando as várias atividades implementadas, as economias obtidas, os investimentos realizados, os recursos humanos e geração de empregos e a contribuição ambiental na redução dos GEE. Esses mecanismos podem ser de natureza normativa e regulatória, quando couber.

Oportunidade 10

Constatação 19

Existência de vários projetos que envolvem não apenas a substituição de motores elétricos ineficientes, mas também associados a ganhos decorrentes da otimização do processo como nas plantas industriais, empresas de saneamento, entre outros.

Considerando-se os vários projetos que estão sendo implementados, obter dados e informações (mantendo os sigilos necessários) para gerar os indicadores BAT e BPT nos processos que envolvam os sistemas motrizes.

Oportunidade 11

Constatação 20

A existência, em nível internacional, de referências dos consumos energéticos em diversos subsetores industriais, por meio da melhor tecnologia disponível (BAT, de “Best Available Technology”), ou da melhor tecnologia praticada (BPT, de “Best Practice Technology”).

Constatação 21

A abrangência nacional e a quantidade de projetos que podem ser alavancados com os recursos do PEE/ANEEL envolvendo os sistemas motrizes.

Constatação 22

A possibilidade da ANEEL estabelecer, de forma normativa e regulatória, mecanismos de aprimoramento dos projetos.

Estabelecimento, por parte da ANEEL, de ajustes no PROPEE, para que, de forma piloto, os projetos de eficiência energética com sistemas motrizes possam aprimorar a avaliação de seus resultados inclusive verificando a manutenção de seus resultados, entre outras possibilidades. Esses ajustes devem, ao final, contribuir para se obter uma maneira mais simples (e de menor custo) no processo de M&V, podendo também gerar um sistema de informação com dados básicos que faria parte do PEE/ ANEEL.

Oportunidade 12

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade sobrinho, r.; Borja, p. c. gestão das perdas de água e energia em sistema de Abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 4, p. 783-795, dez. 2016.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 220 p.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Custo Marginal de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: Metodologia e Cálculo – 2018. Estudos para a Expansão da Geração. Nota Técnica Nº EPE-DEE-RE-55/2018 – r1. Rio de Janeiro: EPE, 2018a. 34 p.

Efficiency Valuation Organization (EVO). Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance – Conceitos e Opções para a Determinação de Economias de Energia e de Água - vol. 1 - EVO 10000 – 1:2012 (Br). Sofia: EVO, 2012. 125 p.

Bortoni, E.C.; Nogueira, L.A.H.; Cardoso, R.B.; Yamachita, R.A., 2013. Assessment of the achieved savings from induction motors energy efficiency labeling in Brazil, Energy Conversion and Management 75, pp 734-740.

Nogueira, L.A.H.; Cardoso, R.B.; Cavalcanti, C.Z.B.; Leonelli, P.A., 2015. Evaluation of the energy impacts of the energy efficiency law in Brazil. Energy for Sustainable Development 24, pp 58-69.

Vieira, N.D.B; Nogueira, L.A.H.; Haddad, J., 2018. An assessment of CO2 emissions avoided by energy-efficiency programs: A general methodology and a case study in Brazil, Energy, 142, pp 702-715.

Site https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/, acessado em 02/09/2019

Site http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/eficiencia-energetica/ acessado em 03/09/2019

CONTATOS

International Copper Association, Brasil (ICA)

Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre

www.procobre.org

E-mail: procobre@procobre.org.br

Telefone: +55 (11) 3816 6383

Endereço: Av. Brigadeiro Faria Lima, 1685 – 3º andar – conjunto 3A

CEP 01452-001 – Jardim Paulistano, São Paulo

Centro de Excelência em Eficiência Energética – Excen

www.excen.com.br

E-mail: jamil@excen.com.br / horta@unifei.edu.br

Telefone: +55 (35) 3629-1411/1340/1241

Endereço: Campus da UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá

Av. BPS, 1303 – Pinheirinho

CEP 37500-903 - Itajubá - MG

ANEXO

Apoio a Projetos de Eficiência Energética – BNDES

Na Tabela A-1 tem-se a relação de 41 projetos contratados na primeira carteira explicitando a unidade da federação, o município e data da contratação. O primeiro contrato foi assinado em 14 de junho de 2007 e, o mais recente, em 22 de dezembro de 2015. Na Tabela A-2 tem-se a relação desses mesmos 41 projetos destacando os valores contratados e a situação desses contratos (ativo ou liquidado), enquanto a Tabela A-3 apresenta uma breve descrição desses 41 projetos.

Tabela A-1 – Relação dos clientes da carteira "Proesco"

Item	PROESCO			
	Cliente	UF	Município	Data da contratação
1	FERRARI TERMOELETRICA S/A	SP	PIRASSUNUNGA	22-12-15
2	EMBARE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS S/A	MG	LAGOA DA PRATA	26-05-15
3	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	RIO DE JANEIRO	13-02-15
4	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	RIO DE JANEIRO	13-02-15
5	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	RIO DE JANEIRO	30-12-14
6	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RS	CAXIAS DO SUL	30-12-14
7	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	SC	FLORIANOPOLIS	11-09-14
8	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	SC	FLORIANOPOLIS	11-09-14
9	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	25-07-14
10	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	25-07-14
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	11-06-14
12	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	RIO DE JANEIRO	26-12-13
13	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	RIO DE JANEIRO	26-12-13
14	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	26-06-13
15	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	26-06-13
16	ENERGISA SERGIPE DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A	SE	SEM MUNICÍPIO	15-02-13
17	ENERGISA MINAS GERAIS DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELETRICA	IE	SEM MUNICÍPIO	21-05-12
18	KLABIN S.A.	SC	CORREIA PINTO	30-03-12
19	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SP	SAO PAULO	19-01-12
20	CPFL SERVICOS EQUIPAMENTOS INDUSTRIA E COMERCIO S.A	SP	GUARULHOS	07-10-11
21	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	27-09-11
22	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	27-09-11
23	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	27-09-11
24	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SP	SAO PAULO	18-02-11
25	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	DUQUE DE CAXIAS	18-02-11
26	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	DUQUE DE CAXIAS	18-02-11
27	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	16-11-10
28	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	16-11-10
29	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	AL	MACEIO	15-09-10
30	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	AL	MACEIO	15-09-10
31	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	12-04-10
32	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	17-04-09
33	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	17-04-09

Item	PROESCO			
	Cliente	UF	Município	Data da contratação
34	ELEKTRO REDES S.A.	SP	SEM MUNICÍPIO	24-11-08
35	ELEKTRO REDES S.A.	SP	SEM MUNICÍPIO	24-11-08
36	ELEKTRO REDES S.A.	SP	SEM MUNICÍPIO	24-11-08
37	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	16-09-08
38	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	RIO DE JANEIRO	16-09-08
39	ASSOCIACAO ADV. NORTE BRAS. PREV. E ASSIST. A SAUDE	PA	BELEM	20-10-07
40	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	PA	BELEM	14-06-07
41	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	PA	BELEM	14-06-07

Tabela A-2 – Relação dos clientes da carteira "Proesco"

Item	PROESCO				
	Cliente	UF	Valor Contratado (R$)	Valor Desembolsado (R$)	Situação do contrato
1	FERRARI TERMOELETRICA S/A	SP	79.906.660	44.036.455	ATIVO
2	EMBARE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS S/A	MG	2.329.000	2.329.000	ATIVO
3	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	504.000	505.593	ATIVO
4	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	320.000	321.012	ATIVO
5	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	2.322.000	2.275.000	ATIVO
6	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RS	107.100	107.000	ATIVO
7	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	SC	239.916.000	235.539.652	ATIVO
8	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	SC	33.498.000	32.810.627	ATIVO
9	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	3.369.000	2.903.000	LIQUIDADO
10	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	1.804.000	655.000	LIQUIDADO
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	39.542.000	32.628.819	ATIVO
12	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	9.737.820	9.043.307	ATIVO
13	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RJ	2.265.210	2.265.210	ATIVO
14	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	26.511.000	26.511.000	ATIVO
15	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	6.638.000	6.638.000	ATIVO
16	ENERGISA SERGIPE DISTRIB. DE ENERGIA S/A	SE	2.508.700	2.508.700	ATIVO
17	ENERGISA MG DISTRIB. DE ENERGIA ELETRICA	IE	2.946.199	2.946.199	LIQUIDADO
18	KLABIN S.A.	SC	48.584.000	48.584.000	ATIVO
19	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SP	8.966.400	6.692.000	ATIVO
20	CPFL SERVICOS EQUIPAMENTOS IND. E COME. S.A	SP	3.068.042	3.068.042	LIQUIDADO
21	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	176.087	176.087	LIQUIDADO
22	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	197.913	197.913	LIQUIDADO
23	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	513.888	513.888	LIQUIDADO
24	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SP	1.955.970	1.776.205	LIQUIDADO
25	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	3.389.357	3.371.856	LIQUIDADO
26	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	588.783	588.783	LIQUIDADO
27	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	4.190.706	4.190.706	LIQUIDADO
28	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	936.575	936.575	LIQUIDADO
29	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	AL	1.320.797	1.320.796	LIQUIDADO
30	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	AL	460.908	460.908	LIQUIDADO

Item	PROESCO				
	Cliente	UF	Valor Contratado (R$)	Valor Desembolsado (R$)	Situação do contrato
31	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	249.690	249.690	LIQUIDADO
32	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	688.818	689.086	LIQUIDADO
33	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	577.182	577.406	LIQUIDADO
34	ELEKTRO REDES S.A.	SP	14.018.000	14.029.873	ATIVO
35	ELEKTRO REDES S.A.	SP	4.673.000	4.676.958	ATIVO
36	ELEKTRO REDES S.A.	SP	4.673.000	4.676.958	ATIVO
37	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	256.539	254.436	LIQUIDADO
38	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RJ	381.654	341.091	LIQUIDADO
39	ASSOCIACAO ADV. NORTE BRAS. PREV. E ASSIST. A SAUDE	PA	380.000	380.000	LIQUIDADO
40	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	PA	660.000	660.000	LIQUIDADO
41	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	PA	1.400.000	1.400.000	LIQUIDADO
TOTAL			**556.531.998**	**503.836.829**	

Tabela A-3 – Descrição dos projetos da carteira "Proesco"

Item	Cliente	Descrição do projeto	UF
1	FERRARI TERMOELETRICA S/A	MODERNIZACAO DE CALDEIRA DE BIOMASSA DA UTE FERRARI, MOVIDA A BAGACO DE CANA-DE-ACUCAR, DE MODO QUE A GARANTIA FISICA PASSE DE 23,2 MWM PARA 35,6 MWM E A POTENCIA INSTALADA DE 65,65 MW PARA 80,5 MW.	SP
2	EMBARE INDUSTRIAS ALIMENTICIAS S/A	AMPLIACAO DA ESTACAO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS- ETEI E INSTALACAO DE SISTEMA DE BIODIGESTAO VISANDO A GERACAO DE BIOGAS COM ALTO TEOR ENERGETICO A PARTIR DA MATERIA ORGANICA PRESENTE NO EFLUENTE.	MG
3	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RETROFIT DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO SISTEMA HVAC, FORNECIMENTO DE GRUPO GERADOR E INSTALACOES NO RIO DESING LEBLON - RJ.	RJ
4	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RETROFIT DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO SISTEMA HVAC, FORNECIMENTO DE GRUPO GERADOR E INSTALACOES NO RIO DESING LEBLON - RJ.	RJ
5	ITAOCARA ENERGIA LTDA	RETROFIT DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO DO HOTEL HSC, RETROFIT DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO BOTAFOGO PRAIA SHOPPING E IMPLANTACAO DE SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGETICA NO NORTESHOPPING, LOCALIZADOS NO RIO DE JANEIRO - RJ.	RJ
6	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	EFICIENCIA ENERGETICA ATRAVES DA SUBSTITUICAO DO CHILLER NA CENTRAL DE AGUA GELADA (CGA) DO SHOPPING IGUATEMI CAXIAS, EM CAXIAS DO SUL - RS.	RS
7	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	MODERNIZACAO DE TRES USINAS HIDROELETRICAS E UMA USINA TERMICA.	SC
8	ENGIE BRASIL ENERGIA S.A.	MODERNIZACAO DE TRES USINAS HIDROELETRICAS E UMA USINA TERMICA.	SC
9	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RETROFIT DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO DO HOTEL HSC, RETROFIT DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO BOTAFOGO PRAIA SHOPPING E IMPLANTACAO DE SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGETICA NO NORTESHOPPING, LOCALIZADOS NO RIO DE JANEIRO - RJ.	RJ

Item	Cliente	Descrição do projeto	UF
10	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	RETROFIT DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO DO HOTEL HSC, RETROFIT DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO BOTAFOGO PRAIA SHOPPING E IMPLANTACAO DE SISTEMA DE EFICIENCIA ENERGETICA NO NORTESHOPPING, LOCALIZADOS NO RIO DE JANEIRO - RJ.	RJ
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO SISTEMA DO AR CONDICIONADO NOS SHOPPINGS: AMERICA - RJ, PATIO CIANE - SP, RORAIMA - RR, ITABORAI - RJ, BEM COMO DE SISTEMA DE GERACAO A GAS NO HORARIO DE PONTA NO EDIFICIO ODEBRECHT - SP	IE
12	ITAOCARA ENERGIA LTDA	IMPLANTACAO DE UM SISTEMA DE AR CONDICIONADO, MEDIANTE DISTRIBUICAO DE AGUA FRIA E VENTILACAO MECANICA, E INSTALACAO DE UMA USINA DE GERACAO DE PONTA E COGERACAO A GAS NATURAL DE 4MW PARA A EXPANSAO DO SHOPPING NOVA AMERICANA.	RJ
13	ITAOCARA ENERGIA LTDA	IMPLANTACAO DE UM SISTEMA DE AR CONDICIONADO, MEDIANTE DISTRIBUICAO DE AGUA FRIA E VENTILACAO MECANICA, E INSTALACAO DE UMA USINA DE GERACAO DE PONTA E COGERACAO A GAS NATURAL DE 4MW PARA A EXPANSAO DO SHOPPING NOVA AMERICANA.	RJ
14	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	CONSTRUCAO DE UMA NOVA CENTRAL DE COGERACAO A GAS NATURAL, AMPLIANDO A CAPACIDADE DE GERACAO DE ENERGIA E SUPRIMENTO DE UTILIDADES DA FABRICA RIO DE JANEIRO REFRESCOS LTDA.	RJ
15	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	CONSTRUCAO DE UMA NOVA CENTRAL DE COGERACAO A GAS NATURAL, AMPLIANDO A CAPACIDADE DE GERACAO DE ENERGIA E SUPRIMENTO DE UTILIDADES DA FABRICA RIO DE JANEIRO REFRESCOS LTDA.	RJ
16	ENERGISA SERGIPE DISTRIBUIDORA DE ENERGIA S/A	PLANO DE INVESTIMENTOS PARA O PERIODO SET/2011 A DEZ/2012, COM O OBJETIVO DE MELHORAR A SEGURANÇA, ATENDER AS OBRIGACOES REGULATORIAS, AMPLIAR A CAPACIDADE INSTALADA, CONECTAR NOVAS CARGAS, MELHORAR A QUALIDADE E REDUZIR AS PERDAS.	SE
17	ENERGISA MINAS GERAIS DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELETRICA	PLANO DE INVESTIMENTOS PARA O PERIODO DE 2011-2012, COM O OBJETIVO DE MELHORAR A SEGURANCA; ATENDER AS OBRIGACOES REGULATORIAS; AMPLIAR A CAPACIDADE INSTALADA; CONECTAR NOVAS CARGAS; MELHORAR A QUALIDADE E REDUZIR PERDAS; ALEM DE AUMENTAR A EFICIENCIA ENERGETICA DE ESCOLAS ESTADUAIS.	IE
18	KLABIN S.A.	INSTALACAO DE CALDEIRA DE BIOMASSA NA UNIDADE CORREIA PINTO/SC E REDUCAO DE CUSTOS VARIAVEIS NA UNIDADE MONTE ALEGRE/PR	SC
19	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	EXECUCAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO CONDOMINIO SP MARKET, EM SAO PAULO - SP.	SP
20	CPFL SERVICOS EQUIPAMENTOS INDUSTRIA E COMERCIO S.A	IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE COGERAÇÃO MOVIDO A GÁS NATURAL COM O OBJETIVO DE REDUZIR O CONSUMO DE ENERGIA EL• TRICA DO SHOPPING BONSUCESSO LOCALIZADO EM GUARULHOS (SP).	SP
21	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	EXECUCAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO CONDOMINIO DO EDIFICIO GUILHERME ROMANO (CENTRO MEDICO BOTAFOGO), NO RIO DE JANEIRO/RJ.	RJ
22	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	EXECUCAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA DO CONDOMINIO DO EDIFICIO GUILHERME ROMANO (CENTRO MEDICO BOTAFOGO), NO RIO DE JANEIRO/RJ.	RJ
23	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	EXECUCAO DE PROJETO DE EFICITNCIA ENERGETICA, NO CONDOMINIO DO EDIFICIO SAO BENTO 8, NO CENTRO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO - RJ.	RJ
24	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE CENTRAIS DE COGERACAO DE ENERGIA NOS SEGUINTES EMPREENDIMENTOS: (I) SHOPPING CAMPO GRANDE (MS), (II) SHOPPING INTERLAGOS (SP), (III) INDUSTRIAL LEVORIN (SP) E (IV) ROCHAVERA DESENVOLVIMENTO IMOBILIARIO LTDA (SP).	SP

Item	Cliente	Descrição do projeto	UF
25	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE UM SISTEMA DE COGERACAO DE ENERGIA NO CAXIAS SHOPPING (RJ), OBJETIVANDO A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EL• TRICA NO REFERIDO EMPREENDIMENTO.	RJ
26	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE UM SISTEMA DE COGERACAO DE ENERGIA NO CAXIAS SHOPPING (RJ), OBJETIVANDO A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA EL• TRICA NO REFERIDO EMPREENDIMENTO.	RJ
27	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SUBSTITUICAO DE 3 CHILLERS CENTRIFUGOS DE 550 TR CADA E PACOTE DE SERVICOS E EQUIPAMENTOS PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA NO CONDOMINIO DO EDIFICIO PRESIDENTE CASTELLO BRANCO, NA AVENIDA REPUBLICA DO CHILE, 230 - RJ.	RJ
28	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SUBSTITUICAO DE 3 CHILLERS CENTRIFUGOS DE 550 TR CADA E PACOTE DE SERVICOS E EQUIPAMENTOS PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA NO CONDOMINIO DO EDIFICIO PRESIDENTE CASTELLO BRANCO, NA AVENIDA REPUBLICA DO CHILE, 230 - RJ.	RJ
29	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SUBSTITUICAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA EXISTENTE, INSTALACAO DE UM TANQUE DE TERMOACUMULACAO E PACOTE DE SERVICOS E EQUIPAMENTOS PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA NO SHOPPING IGUATEMI MACEIO - AL.	AL
30	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	SUBSTITUICAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA EXISTENTE, INSTALACAO DE UM TANQUE DE TERMOACUMULACAO E PACOTE DE SERVICOS E EQUIPAMENTOS PARA MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA NO SHOPPING IGUATEMI MACEIO - AL.	AL
31	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO CONDOMINIO DO EDIFICIO QUARTIER IPANEMA, COM SUBSTITUICAO DE TRES CHILLERS E MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA.	RJ
32	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO EDIFICIODA ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, COM SUBSTITUICAO DE DOIS CHILLERS ANTIGOS POR OUTROS MAIS MODERNOS, BEM COMO MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA.	RJ
33	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO EDIFICIODA ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, COM SUBSTITUICAO DE DOIS CHILLERS ANTIGOS POR OUTROS MAIS MODERNOS, BEM COMO MODERNIZACAO DA CENTRAL DE AGUA GELADA.	RJ
34	ELEKTRO REDES S.A.	IMPLEMENTACAO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA EMPRESA, PARA O TRIENIO 2008-2010, ABRANGENDO A EXPANSAO E MODERNIZACAO NAS AREAS DE OPERACAO E DISTRIBUICAO DE ENERGIA, LINHA DE TRANSMISSAO, EQUIPAMENTOS DE SUBESTACOES, ALEM DA SUBSTITUICAO DE REDES NUAS E MELHORIAS EM SETORES DE TRANSFORMADORES.	SP
35	ELEKTRO REDES S.A.	IMPLEMENTACAO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA EMPRESA, PARA O TRIENIO 2008-2010, ABRANGENDO A EXPANSAO E MODERNIZACAO NAS AREAS DE OPERACAO E DISTRIBUICAO DE ENERGIA, LINHA DE TRANSMISSAO, EQUIPAMENTOS DE SUBESTACOES, ALEM DA SUBSTITUICAO DE REDES NUAS E MELHORIAS EM SETORES DE TRANSFORMADORES.	SP
36	ELEKTRO REDES S.A.	IMPLEMENTACAO DO PLANO DE INVESTIMENTOS DA EMPRESA, PARA O TRIENIO 2008-2010, ABRANGENDO A EXPANSAO E MODERNIZACAO NAS AREAS DE OPERACAO E DISTRIBUICAO DE ENERGIA, LINHA DE TRANSMISSAO, EQUIPAMENTOS DE SUBESTACOES, ALEM DA SUBSTITUICAO DE REDES NUAS E MELHORIAS EM SETORES DE TRANSFORMADORES.	SP
37	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO CONDOMINIO EDIFICIO SANTOS DUMONT, COM SUBSTITUICAO DE DOIS CHILLERS ANTIGOS POR OUTROS MAIS MODERNOS.	RJ
38	ECOGEN RIO SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NO CONDOMINIO EDIFICIO SANTOS DUMONT, COM SUBSTITUICAO DE DOIS CHILLERS ANTIGOS POR OUTROS MAIS MODERNOS.	RJ

Item	Cliente	Descrição do projeto	UF
39	ASSOCIACAO ADV. NORTE BRAS. PREV. E ASSIST. A SAUDE	APOIO, NO AMBITO DO PROESCO, DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA NAS INSTALACOES DO HOSPITAL ADVENTISTA DE BELEM, COMPREENDENDO A AQUISICAO E INSTALACAO DE DOIS GRUPOS GERADORES QUE UTILIZARAO COMO COMBUSTIVEL O BIODIESEL.	PA
40	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	REDUCAO DA DEMANDA DE ENERGIA ELETRICA DA INSTITUICAO, MEDIANTE A INSTALACAO DE GERADORES MOVIDOS A BIODIESEL, PARA SUBSTITUICAO DO SUPRIMENTO, NO HORARIO DE PONTA.	PA
41	UNIAO DE ENSINO SUPERIOR DO PARA UNESPA	REDUCAO DA DEMANDA DE ENERGIA ELETRICA DA INSTITUICAO, MEDIANTE A INSTALACAO DE GERADORES MOVIDOS A BIODIESEL, PARA SUBSTITUICAO DO SUPRIMENTO, NO HORARIO DE PONTA.	PA

Na Tabela A-4 tem-se a relação de 18 projetos contratados (e seus respectivos clientes) na carteira “Eficiência Energética” explicitando a unidade da federação, o município e a data da contratação. O primeiro contrato foi assinado em 27 de junho de 2016 e, o mais recente, em 07 de agosto de 2017.

Tabela A-4 – Relação dos clientes da carteira “Eficiência Energética

Item	Eficiência Energética			
	Cliente	UF	Município	Data da contratação
1	ACHE LABORATORIOS FARMACEUTICOS SA	SP	GUARULHOS	07-08-17
2	EDP - SOLUCOES EM ENERGIA S.A.	RS	GRAVATAI	02-08-17
3	TEREOS AMIDO E ADOCANTES BRASIL S.A.	SP	PALMITAL	14-06-17
4	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	SE	ARACAJU	12-05-17
5	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	SE	ARACAJU	12-05-17
6	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
7	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
8	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
9	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
10	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
12	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
13	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	02-05-17
14	UBERLANDIA REFRESCOS LTDA	MG	UBERLANDIA	16-02-17
15	ABC-INDUSTRIA E COMERCIO S/A-ABC-INCO	MG	UBERLANDIA	13-02-17
16	IMPORTADORA DE FRUTAS LA VIOLETERA LTDA	PR	CURITIBA	25-01-17
17	ATENTO BRASIL S/A	IE	SEM MUNICÍPIO	26-09-16
18	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	SEM MUNICÍPIO	27-06-16

Na Tabela A-5 tem-se a relação desses projetos destacando os valores contratados e a situação desses contratados: se está ativo ou já foi liquidado.

Tabela A-5 – Relação dos clientes da carteira "Eficiência Energética"

Item	Eficiência Energética				
	Cliente	UF	Valor Contratado (R$)	Valor Desembolsado (R$)	Situação do contrato
1	ACHE LABORATORIOS FARMACEUTICOS SA	SP	8.391.000	2.000.000	ATIVO
2	EDP - SOLUCOES EM ENERGIA S.A.	RS	5.174.000	4.245.704	ATIVO
3	TEREOS AMIDO E ADOCANTES BRASIL S.A.	SP	46.737.000	0	ATIVO
4	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	SE	8.788.709	0	ATIVO
5	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	SE	710.878	0	ATIVO
6	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	1.602.686	1.277.324	ATIVO
7	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	2.739.736	2.241.505	ATIVO
8	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	4.940.042	1.779.433	ATIVO
9	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	2.524.604	1.229.645	ATIVO
10	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	2.729.459	1.928.576	ATIVO
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	3.960.231	3.210.925	ATIVO
12	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	13.009.332	10.089.148	ATIVO
13	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	993.262	534.791	ATIVO
14	UBERLANDIA REFRESCOS LTDA	MG	1.218.458	0	ATIVO
15	ABC-INDUSTRIA E COMERCIO S/A-ABC-INCO	MG	15.000.000	12.134.972	ATIVO
16	IMPORTADORA DE FRUTAS LA VIOLETERA LTDA	PR	280.000	84.441	ATIVO
17	ATENTO BRASIL S/A	IE	22.098.845	6.500.000	ATIVO
18	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IE	37.096.866	28.512.931	ATIVO

A Tabela A-6 apresenta uma breve descrição desses 18 projetos.

Tabela A-6 – Descrição dos projetos da carteira "Eficiência Energética

Item	Eficiência Energética		
	Cliente	Descrição do projeto	UF
1	ACHE LABORATORIOS FARMACEUTICOS SA	APOIO AO PLANO DE INVESTIMENTOS EM INOVACAO E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DA POSTULANTE, DURANTE O QUADRIÊNIO 2016-2019 E AUTOMACAO E AMPLIACAO DO SISTEMA DE GERACAO E DISTRIBUICAO DE AGUA GELADA.	SP
2	EDP - SOLUCOES EM ENERGIA S.A.	DESENVOLVIMENTO, IMPLANTACAO, OPERACAO E MANUTENCAO DE UMA CENTRAL DE GERACAO DE VAPOR, MOVIDA A BIOMASSA, EM SUBSTITUICAO A CALDEIRA GERADORA DE VAPOR A GAS NATURAL, COMO SOLUCAO PARA EFICIENCIA ENERGETICA EM FABRICA DA PIRELLI PNEUS LTDA., SITUADA NO MUNICIPIO DE GRAVATAI - RS.	RS
3	TEREOS AMIDO E ADOCANTES BRASIL S.A.	EXPANSAO DE MOAGEM DE MILHO, COGERACAO DE ENERGIA ELETRICA PARA AUTOCONSUMO, PLANTIO DE MANDIOCA E PLANTIO DE FLORESTA DE EUCALIPTO.	SP
4	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	IMPLANTACAO, OPERACAO E MANUTENCAO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO E EXAUSTAO MECANICA DO ARACAJU PARQUE SHOPPING.	SE
5	COFELY DO BRASIL SERVICOS DE ENERGIA LTDA	IMPLANTACAO, OPERACAO E MANUTENCAO DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO E EXAUSTAO MECANICA DO ARACAJU PARQUE SHOPPING.	SE
6	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
7	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
8	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
9	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
10	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
11	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
12	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
13	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA, COM ENFOQUE DA UTILIZACAO DA COGERACAO DE ENERGIA.	IE
14	UBERLANDIA REFRESCOS LTDA	CONSTRUCAO DE UM CENTRO DE DISTRIBUICAO E PREDIO ADMINISTRATIVO EM UBERLANDIA/MG.	MG
15	ABC-INDUSTRIA E COMERCIO S/A-ABC-INCO	IMPLANTACAO DE UMA UNIDADE DE COGERACAO DE ENERGIA ELETRICA A PARTIR DE BIOMASSA EM COMPLEXO INDUSTRIAL, LOCALIZADO EM UBERLANDIA/MG.	MG
16	IMPORTADORA DE FRUTAS LA VIOLETERA LTDA	CONSTRUCAO DE CONDOMINIO LOGISTICO EM CURITIBA (PR).	PR
17	ATENTO BRASIL S/A	IMPLANTACAO DE PROJETO DE EFICIENCIA ENERGETICA, EMPREGANDO O USO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM ILUMINACAO, CLIMATIZACAO E AUTOMACAO DE AMBIENTES NAS UNIDADES DA EMPRESA, EM DIVERSOS ESTADOS, COM O OBJETIVO DE REDUZIR O CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA.	IE
18	ECOGEN BRASIL SOLUCOES ENERGETICAS S.A.	PRESTACAO DE SERVICOS DE CONSERVACAO DE ENERGIA DA EMPRESA ATRAVES DA IMPLANTACAO DE PROJETOS DE EFICIENCIA ENERGETICA.	IE