



Roadmap de Ações de Eficiência Energética

Propostas de Medidas no Setor Industrial Brasileiro

Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos
Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Novembro de 2020

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



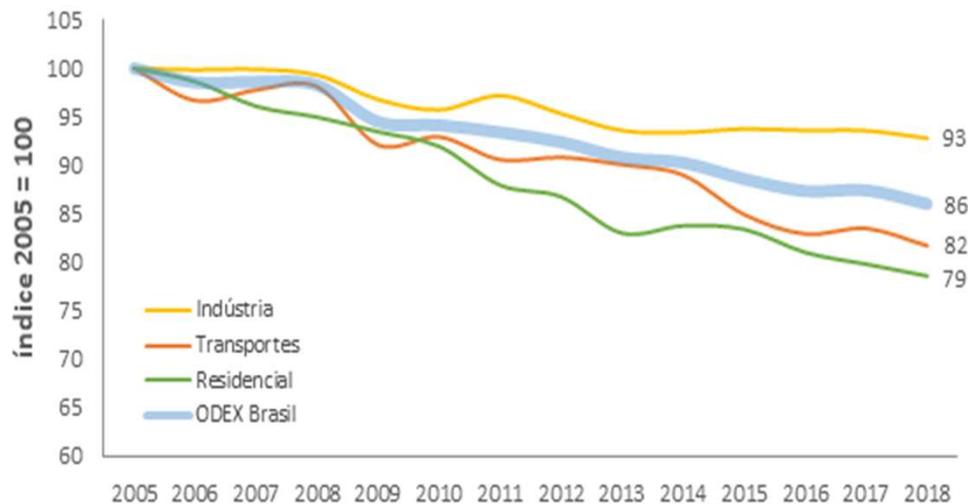
Visão Geral do Estudo

- Contextualização
- Importância do Setor Industrial
- Breve Histórico e Objetivos
- Resumo Executivo

Roadmap de Ações Eficiência Energética (EE) | Contextualização

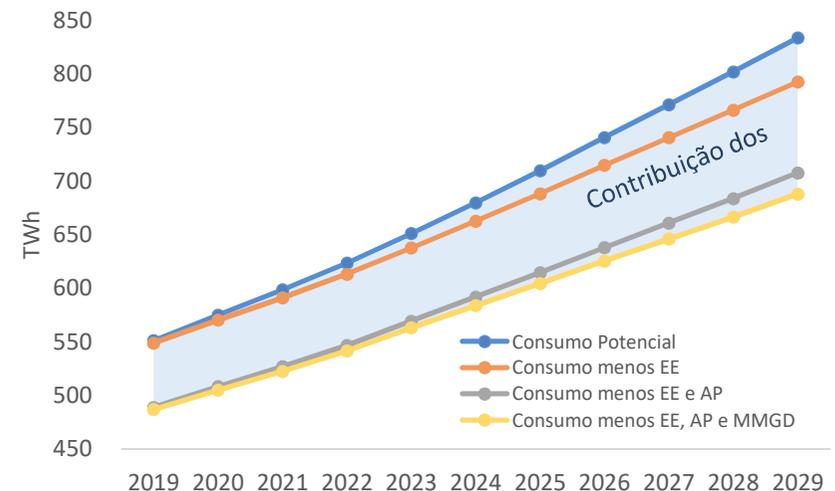


- Os ganhos de eficiência energética no Brasil tem aportado contribuição histórica importante no atendimento ao consumo de energia do país, tendo gerado economias de energia da ordem de 14% entre 2005 e 2018.



Fonte: EPE. Atlas de Eficiência Energética – Relatório de Indicadores.

- Os estudos de planejamento energético mostram que a eficiência energética continuará a desempenhar papel relevante como fonte de atendimento ao crescimento de consumo de energia no médio e longo prazos.



Nota: (1) EE: eficiência elétrica
(2) AP: autoprodução não-injetada na rede
(3) MMGD: Micro e minigeração distribuída

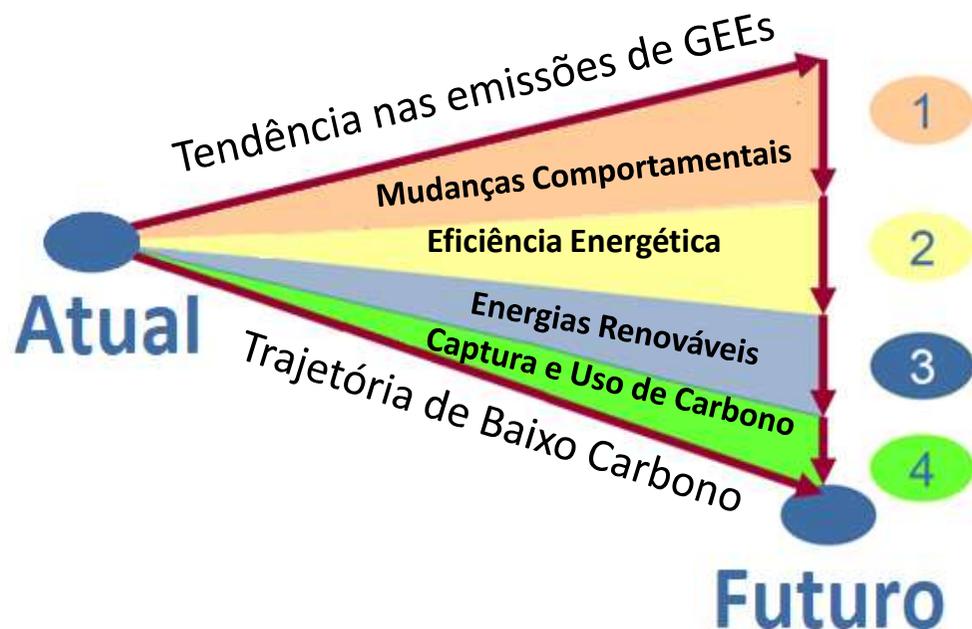
Fonte: EPE/MME. PDE 2029

O aproveitamento de ganhos de eficiência energética em todos os setores da economia constitui-se em um relevante elemento de portfólio para o atendimento à demanda de energia.

Roadmap de Ações EE | Contextualização



Eficiência energética é um importante elemento no processo de transição energética, apoiando a trajetória na direção de uma economia de baixo carbono. Seu papel para o atingimento do desenvolvimento sustentável é também reconhecido nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Traduzido de Benoit, 2017

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL
Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.



13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA
Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

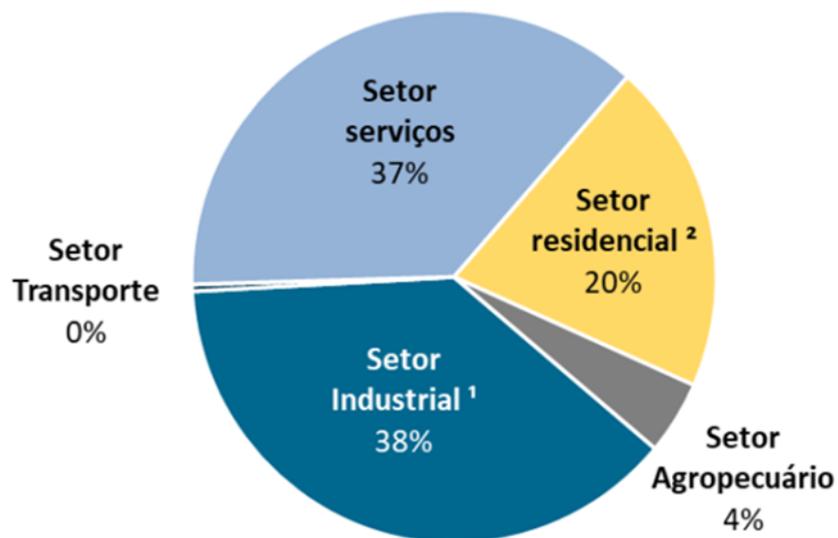


Fonte: Organização das Nações Unidas.

Roadmap de Ações EE | Importância do Setor Industrial

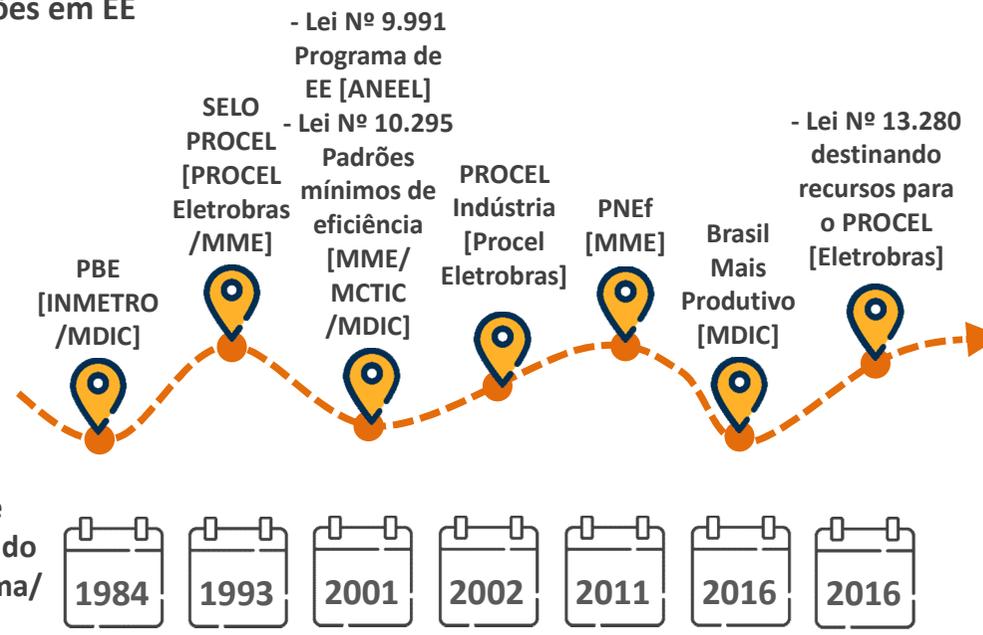


% dos ganhos totais de eficiência energética por setor



Fonte: EPE/MME. PDE 2029.

Linha do tempo das ações em EE



Fonte: EPE. Imagens: Ícones feitos por [Freepik](http://www.flaticon.com) de www.flaticon.com

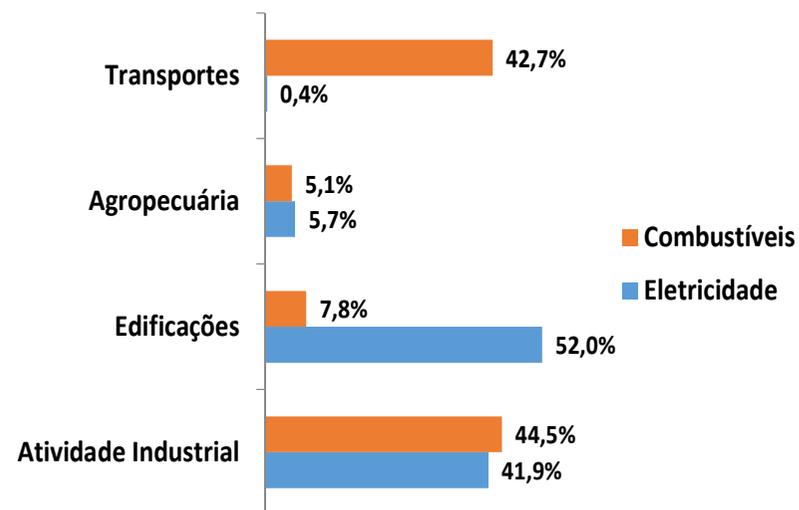
A relevância da indústria brasileira para o aproveitamento das oportunidades de eficiência energética, além de representar por si só um vetor de ganho de competitividade, também potencializa ganhos em inovação tecnológica tanto em uso quanto na produção de produtos relacionados ao mercado de eficiência energética.

Roadmap de Ações EE | Importância do Setor Industrial



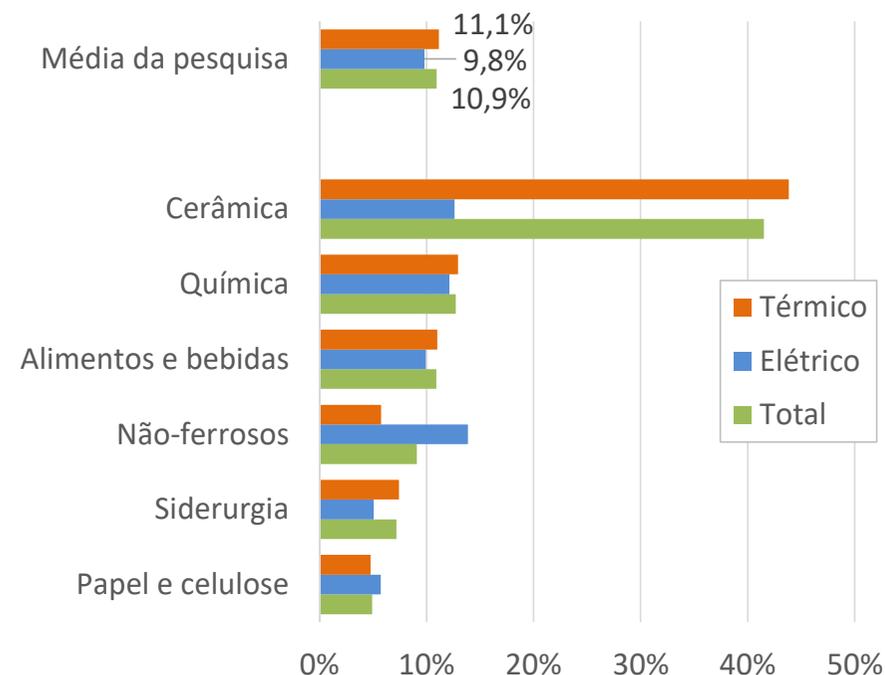
- A atividade industrial no Brasil (extrativa, transformação e produção de eletricidade e combustíveis) responde por parcelas expressivas do consumo de combustíveis e de eletricidade, além de apontar para potencial de eficiência energética a ser aproveitado.

% no consumo de energia - 2019



Fonte: EPE. Balanço Energético Nacional 2020.

Potencial de eficiência energética - indústria



Fonte: Elaboração EPE, a partir de Applus-Qualitec 2018.

A magnitude dos potenciais ganhos de eficiência energética na indústria tem natureza dinâmica e pode se intensificar devido à incorporação de tecnologias mais eficientes mediante o processo de digitalização das unidades produtivas.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO



O presente estudo reflete o resultado de um processo de amadurecimento de visão quanto a medidas prioritárias, metodologias, a partir de construção com envolvimento e consulta a agentes, resultando na proposta de mapa do caminho de ações para eficiência energética na indústria.

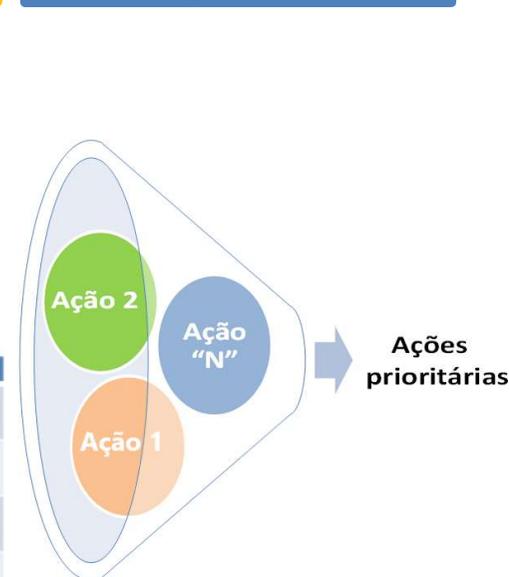
Portfólio Potencial

Programas oficiais de eficiência energética para estimular à conservação de combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de excelência em instalações térmicas - Uso eficiente de biomassa - Prospecções do estado de eficiência, oferta e demanda dos setores energo-intensivos - Programa de Eficiência na produção de carvão vegetal para Siderurgia - Viabilização do uso de carvão mineral brasileiro (pré-eficiência)
Etiquetagem e índices mínimos para equipamentos industriais	<ul style="list-style-type: none"> - Índices mínimos de desempenho para equipamentos e sistemas elétricos - Inclusão de equipamentos e sistemas elétricos no PBE - Índices mínimos e inclusão de equipamentos térmicos
Sistemas de gestão de energia e diagnóstico energético	<ul style="list-style-type: none"> - Redes setoriais de aprendizagem e excelência em EE - Programa de eficiência energética em MPME - Apoio à implementação de Sistemas de Gestão de Energia (SGE) - Projeto Aliança e Centro Integrado de Recursos Técnicos (CRT) vinculado com - Pesquisa para EE na Indústria
Fomento à utilização de resíduos térmicos e cogeração	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Ecologia industrial e cogeração CCHP - Programas de cogeração em portfólio - Prospecção setorial do potencial para cogeração
Programas de resposta da demanda	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de um ambiente propício para gestão do lado da demanda
Modelos de negócio e financiamento	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de estruturas de financiamento para EE na indústria - Apoio a modelos de negócio para EE na indústria

Metodologia e Critérios

Alta prioridade
Impacto em economia de energia e possibilidade de aderência
Custo-benefício da implementação
Potencial positivo de transformação do mercado
Potencial de superação de barreiras à Eficiência energética
Estabilidade financeira para os envolvidos (stakeholders)
Persistência da economia de energia no tempo
Baixa prioridade
Transferência entre regiões, setores e segmentos
Vínculo positivo com outras ações e/ou programas
Experiência e/ou maturidade tecnológica e de conhecimento no país
Redução de impactos colaterais negativos
Fomento a impactos colaterais positivos (co-benefícios)
Aceitação pelos envolvidos (stakeholders)

Priorização



Desta forma, este estudo apresenta proposta de medidas prioritárias de eficiência energética na indústria brasileira, delineando o conjunto de etapas para sua implementação, a governança e os potenciais de economia de energia associados a cada uma das ações propostas. Neste contexto, serão apresentadas 4 (quatro) medidas de eficiência energética consideradas prioritárias.

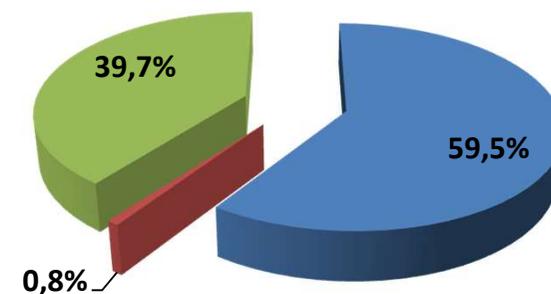
Contribuição da eficiência energética por medida até 2030

MEDIDAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ENERGIA CONSERVADA (TWh)	
	MÉDIA ANUAL	ACUMULADA ATÉ 2030
Índices Mínimos + Etiquetagem ¹	5,4	54,0
Redes de Aprendizagem ²	0,1	0,7
Sistemas de Gestão de Energia	4,0	36,0
<i>MPME</i>	<i>0,9</i>	<i>7,8</i>
<i>Grandes Consumidores</i>	<i>3,1</i>	<i>28,3</i>
TOTAL	9,5	90,8

Notas: (1) Considera a implementação conjunta de índices mínimos e etiquetagem.

(2) Refere-se ao intervalo superior estimado.

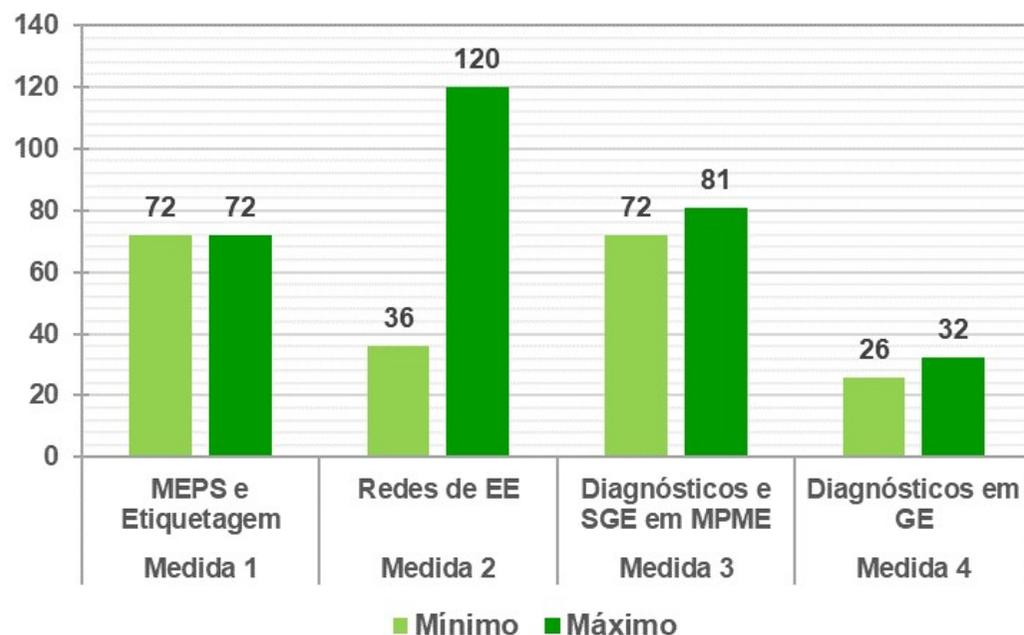
Fonte: Elaboração EPE a partir de Mitsidi, 2020.



- Índices Mínimos + Etiquetagem
- Redes de Aprendizagem
- Sistemas de Gestão de Energia

O consumo evitado acumulado de eletricidade pela indústria a partir da atuação simultânea das três medidas de eficiência energética priorizadas neste estudo corresponde a evitar quase 50% do consumo total de energia elétrica da indústria em 2019.

Relação Custo-Benefício das Medidas Propostas [R\$/MWh]



- As medidas de eficiência energética consideradas prioritárias apresentam boa relação custo-benefício, com valores que variam de R\$ 26/MWh a R\$ 120/MWh.

Fonte: Elaboração EPE a partir de Mitsidi (2020).

Além da análise custo-benefício como critério de priorização das medidas, ressalta-se a necessidade de serem considerados outros fatores de viabilidade, tais como complexidade de implementação, capacidade de mobilização dos atores, entre outros relevantes.

Medida I. Índices Mínimos e Etiquetagem

- **Etiquetagem**
- **Índices Mínimos (MEPS)**
- **Implementação Conjunta**
- **Premissas de Estudo**
- **Implementação**
- **Potenciais e Custos**

IMPORTÂNCIA DE AÇÕES DE ETIQUETAGEM:

- Possibilita a tomada de decisão com base nas classes de eficiência energética “A” (mais eficiente) a “E” (menos eficiente);
- Gera impactos positivos em termos de alcance da medida, custo-benefício da implementação e potencial de transformação.

BARREIRAS INICIAIS PARA ETIQUETAGEM:

- Ausência de informações sobre o parque instalado de determinados equipamentos industriais;
- Investimento necessário para o levantamento de dados em campo.

PROPOSIÇÃO DE AVANÇOS:

- Aponta-se como fundamental o resgate de discussões do GT Bombas, que estudou a inclusão destes equipamentos no PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem);
- Inclusão de compressores, ventiladores (e sopradores) e *chillers* industriais no PBE e atualização das faixas de eficiência para motores elétricos e bombas centrífugas.

A etiquetagem fornece informações sobre o desempenho dos produtos que podem influenciar a escolha dos consumidores que, assim, poderão tomar decisões de compra mais bem informadas e conscientes.

Roadmap de Ações EE | Etiquetagem



- Equipamentos já contemplados
 - Motores elétricos trifásicos de até 250 cv
 - Bombas centrífugas até 25 cv
 - Mancalizada
 - Monofásica
 - Trifásica

Experiência nacional relacionada com a Medida 1 - Etiquetagem

Equipamentos industriais já contemplados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)



BOMBAS CENTRÍFUGAS MANCALIZADAS ATÉ 25 cv

DATA DE ATUALIZAÇÃO: 14/12/2015

CLASSE	Quantidade de Modelos - Bombas Mancalizadas								Total								
	Monoestágio - Eixo Horizontal		Monoestágio - Eixo Vertical		Multistágio - Eixo Horizontal		Multistágio - Eixo Vertical										
	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm									
A	147	27.0%	185	24.0%	0	0.0%	9	75.0%	60	87.0%	24	8.0%	0	0.0%	15	7.3%	440
B	101	18.6%	128	17.0%	0	0.0%	3	25.0%	9	13.0%	26	9.7%	0	0.0%	49	23.8%	316
C	83	15.2%	126	16.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	94	31.4%	0	0.0%	82	39.8%	358
D	73	13.4%	106	14.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	77	26.9%	0	0.0%	39	18.6%	295
E	141	25.9%	197	26.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	78	26.1%	0	0.0%	21	10.2%	437
TOTAL	545		752		12		69		299		208				1.883		

MOTOBOMBAS CENTRÍFUGAS TRIFÁSICAS ATÉ 25 cv

DATA DE ATUALIZAÇÃO: 14/12/2015

CLASSE	Quantidade de Modelos - Motobombas Trifásicas								Total								
	Monoestágio - Eixo Horizontal		Monoestágio - Eixo Vertical		Multistágio - Eixo Horizontal		Multistágio - Eixo Vertical										
	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm									
A	110	20.8%	236	22.0%	0	0.0%	9	52.9%	0	0.0%	64	13.6%	25	100.0%	164	25.8%	608
B	93	17.6%	166	15.5%	0	0.0%	6	35.3%	0	0.0%	73	15.6%	0	0.0%	134	21.1%	472
C	94	17.8%	207	19.3%	0	0.0%	2	11.8%	0	0.0%	106	22.5%	0	0.0%	202	31.8%	611
D	76	14.4%	161	15.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	93	19.7%	0	0.0%	67	10.5%	397
E	156	29.5%	301	28.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	136	28.8%	0	0.0%	69	10.8%	662
TOTAL	529		1071		17		472		25		638				2.750		

MOTOBOMBAS CENTRÍFUGAS MONOFÁSICAS ATÉ 15 cv

DATA DE ATUALIZAÇÃO: 14/12/2015

CLASSE	Quantidade de Modelos - Motobombas Monofásicas								Total								
	Monoestágio - Eixo Horizontal		Monoestágio - Eixo Vertical		Multistágio - Eixo Horizontal		Multistágio - Eixo Vertical										
	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm	1750 rpm	3500 rpm									
A	9	15.6%	308	37.6%	0	0.0%	8	100.0%	0	0.0%	45	15.4%	0	0.0%	83	84.0%	431
B	8	13.8%	122	15.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	8	2.7%	0	0.0%	5	6.7%	143
C	5	8.8%	134	16.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	10	3.4%	0	0.0%	5	6.7%	154
D	10	17.2%	107	13.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	14	4.8%	0	0.0%	1	1.3%	132
E	26	44.8%	145	17.8%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	216	73.7%	0	0.0%	1	1.3%	388
TOTAL	58		814		8		293		75		1.248						

Fonte: INMETRO 2015.

Roadmap de Ações EE | Índices mínimos (MEPS)



IMPORTÂNCIA DA MEDIDA:

- MEPS internacionalmente tem ampla aplicação internacional, apresentando resultados bastante relevantes;
- A medida tem comprovada economia de energia e com persistência no tempo, com isso, grande robustez.

BARREIRAS INICIAIS PARA A ADOÇÃO DOS MEPS:

- Falta de dados e de conhecimento sobre o potencial de eficiência energética;
- A resistência dos fabricantes em alterarem seus produtos;
- A quantificação de resultados das normas estabelecidas no mercado dos diversos equipamentos que já possuem índices mínimos.

SINERGIAS COM AÇÕES EXISTENTES:

- Vinculada com outras ações já existentes no âmbito do CGIEE (Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética) e do PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem);
- Potencialização de ganhos de eficiência quando associada aos Sistemas de Gestão de Energia (SGE).

MEPS – Mecanismo baseado em programas internacionais estabelecidos para regular a produção e comercialização de equipamentos com requisitos mínimos de eficiência energética geram economia de energia para os consumidores.

Roadmap de Ações EE | Índices mínimos (MEPS)



Experiência nacional relacionada com MEPS

Projetos PAR PROCEL 2018

Projetos	Resumo Executivo		
	Descrição	Custo Orçado	Duração
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	Contratação de consultoria técnica para avaliar a infraestrutura laboratorial e as condições operativas dos Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes – Lamotriz, capacitados no âmbito do Procel Indústria.	R\$ 700.000	12 meses
Estudos sobre sistemas motrizes no Brasil	Estudo de mapeamento do parque industrial de sistemas motrizes instalado no Brasil, bem como um levantamento dos fornecedores atuantes no país, seja via produção nacional, seja importação, apresentando análises sobre tecnologias instaladas, segmentos industriais mais relevantes e dados de mercado.	R\$ 1.000.000	20 meses
Capacitação Laboratorial para Ensaio de Motores Elétricos	Ampliação dos laboratórios de pesquisa do CEPTEL, com intuito de atender as exigências da expansão dos critérios atualmente em vigor	R\$ 6.600.000	18 meses

- A adoção de índices mínimos está prevista na Lei nº 10.295/2001;
- Ações relacionadas encontram-se em andamento (PAR PROCEL 2018);
- Existe regulamentação específica para motores elétricos trifásicos até 500 cv – PI No. 1/2017.

Fonte: Mitsidi (2020).

Roadmap de Ações EE | Implementação conjunta: MEPS + Etiquetagem

Levantamento internacional de equipamentos industriais Contempla conjuntamente índices mínimos e etiquetagem

Equipamentos industriais	Brasil		EUA		China		União Europeia		Canadá		México		Austrália e Nova Zelândia		Japão		Índia	
Motores elétricos	X	ECC	X		X	ECC/SV	X		X		X	SV	X		X		X	ECV
Transformadores de distribuição	X	ECC	X	SV	X	ECC/SV	X		X		X	SV	X		X	SV	X	ECC
Bombas		ECC	X		X	SV	X		O		X	SV						
Compressores de ar			O		X	ECC	O		O			SV						
Ventiladores			O		X	ECC	X		O				O					
Sopradores			O		X	ECC			O									
Chillers			X		X				X				X					
Caldeira																		
Isolamento térmico de tubulação e equipamentos											X							

- Não foram observadas experiências internacionais de sucesso para índices mínimos em equipamentos que consomem energia térmica;
- O potencial de economia de energia térmica será contemplado em outras medidas propostas;
- Estudos para atualização dos índices mínimos podem ser utilizados como base para a definição de novas classes;
- Especificamente para motores, a regulamentação atual inclui motores até 500 CV, enquanto a etiquetagem está limitada a 250 CV.

Legenda: X (política de índices mínimos existente);
O (política índices mínimos em andamento);
ECC (etiqueta comparativa compulsória);
ECV (etiqueta comparativa voluntária);
SC (selo voluntário).

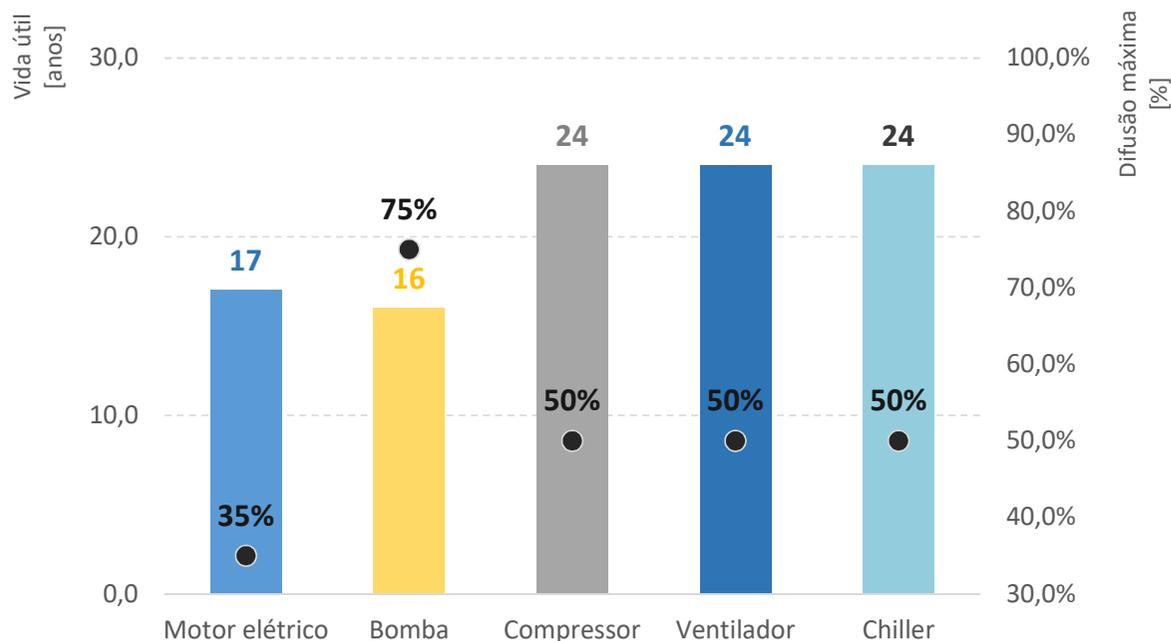
Nota: Apenas bombas e moto bombas de pequeno porte até 25kW.
Fonte: Mitsidi Projetos (2018) a partir de legislação.

A definição de índices mínimos em conjunto com etiquetagem gera sinergias e acelera a efficientização do parque tecnológico, uma vez que retira equipamentos ineficientes do mercado e incentiva a aquisição de equipamentos mais eficientes.

Roadmap de Ações EE | Premissas do Estudo



Premissas para Difusão Máxima de equipamentos [%]



Nota: Economias foram estimadas a partir de 2023, correspondendo ao início da vigência proposta para os novos MEPS, e acumuladas até 2030.

Fonte: Mitsidi Projetos (2020).

Inclusão no PBE dos equipamentos de:

- Força motriz
 - Compressores
 - Ventiladores e sopradores
- Refrigeração
 - Chillers industriais

Atualização das faixas de eficiência do PBE para motores e bombas.

Inclusão de Índices mínimos de desempenho energético para equipamentos de:

- Força motriz
 - Bombas
 - Compressores
 - Ventiladores e sopradores
- Refrigeração
 - Chillers industriais

Roadmap de Ações EE | Implementação



Ações relacionadas a cada etapa de implementação da medida

Contempla índices mínimos, etiquetagem e implementação conjunta

1	Análise de impacto regulatório e priorização dos equipamentos	Formação dos CT por grupo de equipamentos: Força Motriz e Chillers (refrigeração).
2	Definição de critérios e métodos	Faixas de eficiência e metodologias de ensaios para todos os equip. regulamentados ou não RACs preliminares para cada equipamento.
3	Estabelecimento de infraestrutura e bases de dados	Adequar as redes de laboratórios e avaliar expansões dadas a necessidade identificada .
4	Adequação do sistema de acompanhamento dos resultados e gestão das não-conformidades	Fiscalizar quantidade e resultados dos ensaios de eficiência Contratação dos laboratórios Realização dos ensaios de eficiência. Respostas aos casos de não-conformidade
5	Comunicação e capacitação	Divulgar e reforçar a disseminação de informações Plano de capacitação de fornecedores e equipes
6	Definição da agenda regulatória	Calendário de implementação de MEPS dos equipamentos.
7	Realização de consulta pública e publicar instrução normativa	Relatórios da consulta pública e publicação de portarias interministeriais
8	Medição e Verificação dos Resultados	Identificação da Economia de energia

Inclui atividades como:

- Avaliação da infraestrutura e condições operativas dos Laboratórios de Otimização de Sistemas Motrizes/ Lamotriz – visa à implementação de plano de negócios;
- Estudos sobre sistemas motrizes no Brasil – visa mapear o parque industrial de sistemas motrizes;
- Pesquisa de Mercado sobre Equipamentos Consumidores de Energia Elétrica – foco no setor de refrigeração de grande porte;
- Garantia de realização da etapa de Acompanhamento da produção prevista nos termos do RAC (Requisitos de Avaliação da Conformidade);
- Acompanhamento da produção de equipamentos elétricos com Selo Procel, etiquetados ou regulados pela Lei de Eficiência Energética (já contemplados no PAR-Procel 2018 através da Reestruturação do Portal Procel Info);
- Contratação para gestão de dados do PBE e validação da Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE), além da modernização do portal de estatísticas de EE.

Roadmap de Ações EE | Potenciais e Custos



Estimativas de Custos e de Potencial de economia

Equipamentos	Estimativa de custos médios		
	Ensaio ¹ (unidades/ano)	Por ensaio	Total
Motores elétricos	1.423	R\$3.050	R\$4.340.150
Bombas centrífugas	1.970	R\$3.050	R\$6.008.500
Compressores	73	R\$3.965	R\$287.752
Ventiladores	159	R\$3.965	R\$631.926
Chillers	14	R\$3.965	R\$56.422

Notas: [1] Estimativa anual de número de ensaios de eficiência (atribuídos aos fabricantes)

Equipamentos	Estimativas até 2030		
	Consumo sem eficiência	Economia estimada com eficiência	Quantidade ³ (unidades/ano)
Motor elétrico [1.000 tep] ¹	163.076	1.033	1.522.607
Bomba centrífuga [1.000 tep] ²	25.941	144	182.372
Compressor [1.000 tep] ²	30.883	81	103.683
Ventilador [1.000 tep] ²	19.765	52	47.213
Chiller [1.000 tep] ²	10.878	50	9.257
Todas as economias [1.000 tep]	250.543	1.359	n.a.
Todas as economias [TWh]	2.913	16	n.a.

Notas: (1) As economias estimadas para motores incluem os ganhos previstos com a implementação dos novos índices mínimos em vigência desde 29 de junho de 2019, conforme Portaria Interministerial nº 1, de 29 de junho de 2017. Assim, consumos e economias de motores foram estimados a partir de 2020.

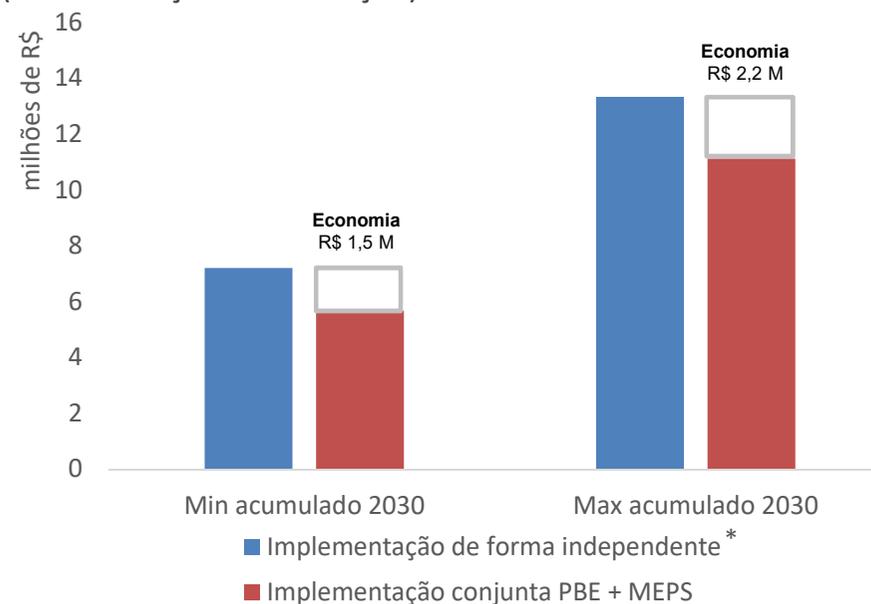
(2) Consumos e economias foram estimados a partir de 2023, correspondendo ao início da vigência proposta para os novos MEPS e Etiquetas (ver Seção 2.1.2). A fim de evitar dupla contagem, as estimativas de “consumo sem eficiência” consideram motores eficientes (primeira transformação) e máquinas de fluxo sem ganho de eficiência (segunda transformação).

(3) Novos equipamentos eficientes por aumento de demanda a entrar em funcionamento e substituição por avaria.

Fonte: Mitsidi Projetos/ EPE, 2020.

Custos governamentais com ação conjunta MEPS + Etiquetagem

Valor presente dos custos de implementação acumulado até 2030 (inclui Medição e Verificação)

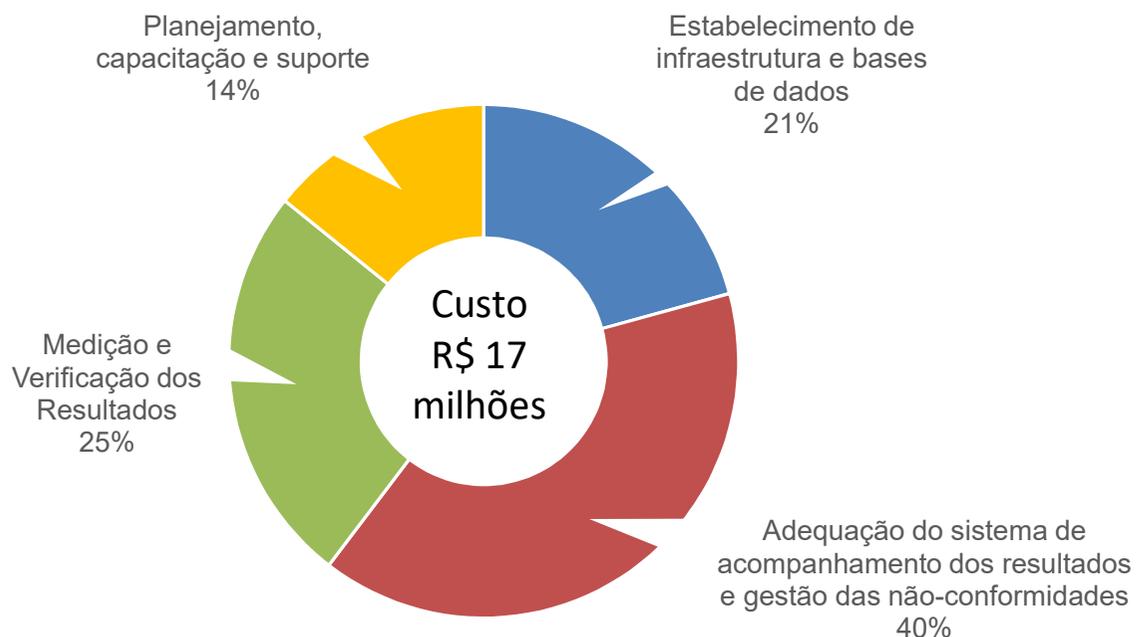


* soma dos custos de índices mínimos e etiquetagem implementados em paralelo.

Roadmap de Ações EE | Potenciais e Custos



Custos governamentais com as ações implementação conjunta MEPS + Etiquetagem



- Custos foram indicados separadamente para as fases de implementação (etapas de 1 a 7 do *roadmap*) e de Medição e Verificação/Melhoria contínua (etapa 8 do *roadmap*);
- Os custos adotados no cálculo para o setor público correspondem às estimativas máximas, em função de sua proporção relativamente baixa diante do custo total da medida;
- Há sinergias em implementar MEPS e etiquetagem de um equipamento de forma conjunta, como a redução dos custos de avaliação de impacto regulatório.

A estimativa do potencial de economia de energia desta medida é de 3 TWh em 2030, equivalente a 1,2% do consumo final de eletricidade estimado para o setor industrial em 2030, assumido a entrada de 1,5 milhões de motores e 343 mil novos equipamentos eficientes por ano.

Medida II. Redes de Aprendizagem

- Redes de Aprendizagem em EE
- Premissas de Estudo
- Implementação
- Potenciais e Custos

REDES DE APRENDIZAGEM NAS INDÚSTRIAS – EXPERIÊNCIA NACIONAL

- Piloto REEF Paraná encerrado em 2014;
- Rede de Aprendizagem em Eficiência Energética e Gestão de Energia (RedEE) em São Paulo, lançada em 2020 (AHK, 2020).

BARREIRAS INICIAIS PARA A CRIAÇÃO DE AMBIENTE PROPÍCIO E MOBILIZAÇÃO

- Estabelecer cooperação e envolvimento dos principais atores;
- Consolidação da efetiva economia alcançada.

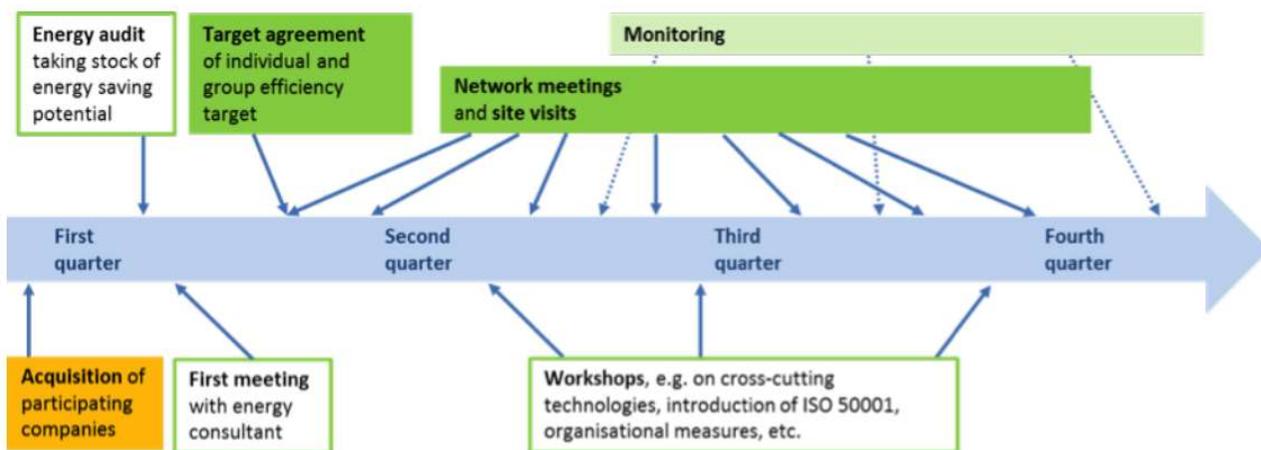
Redes ampliam o conhecimento sobre potenciais ganhos de eficiência e visam um processo de transformação que suporte mudanças estruturais em direção a um nível mais altos de eficiência, capacitação e competitividade dentro das indústrias.

Roadmap de Ações EE | Redes de aprendizagem e excelência



Modelo de funcionamento de uma Rede

Redes de Aprendizagem nas indústrias do LEEN (Alemanha)



Fonte: OECD/ IPEEC (2017).

Medidas específicas do REEF

Rede de Recursos e EE no Paraná

Workshops	Consultoria in loco
Partida do Projeto e Assuntos de organização	Levantamento da eficiência de recursos
Otimização da iluminação / Geração eficiente de ar comprimido	Desenvolvimento do programa de eficiência de recursos
Recuperação de calor / Eficiência energética da combustão	
Tratamento industrial de água e efluentes	Implementação do programa
Biogás / Bombas de calor	
Sistemas de refrigeração por absorção / Gestão de energia / Preparo do relatório final	Verificação do programa
Encerramento do Projeto / Retrospectiva	
Troca de experiência, redução de consumo de insumos e de custos	

Fonte: Arqum (2016).

As redes coordenadas são capazes de auxiliar indústrias que se empenham em promover a eficiência energética e tem sido utilizadas, com sucesso, na Europa nos últimos 15 anos e em importantes regiões industriais da China e Índia.

Proposta de Ações EE | Premissas de Estudo



PREMISSAS ESTABELECIDAS:

- 25 redes no setor industrial nacional até 2030, com 11 participantes em cada;
- Estima-se que as ações das redes durem 2 anos (em 3 ciclos distintos).

ETAPAS PREVISTAS PARA CADA CICLO:

- Auditoria energética;
- Encontros para compartilhamento de aprendizados;
- *Workshops* sobre conceitos novos;
- Monitoramento das economias atingidas.

Propõe-se o estabelecimento de 25 redes para a troca de experiência e promoção da eficiência no setor industrial nacional.

Roadmap de Ações EE | Implementação



Ações relacionadas a cada etapa de implementação da medida

Contempla indústrias de portes distintos

1	Criação de um ambiente propício e mobilização dos atores necessários à implementação das Redes de Aprendizagem	Diálogo com iniciativas existentes Consolidação do programa de Redes no Brasil -
2	Criação das ferramentas e identificação dos recursos	Modelo de negócios Recursos e ferramentas disponíveis
3	Adesão de Participantes	Divulgação Inscrições
4	Lançamento da Rede Piloto	Seleção de participantes Programa piloto + aplicação do programa Registros e relatórios Documentação de ações Indicadores de potenciais de EE
5	Revisão com Base nas Experiência iniciais e Divulgação dos Resultados	Resultados obtidos Revalidação do programa
6	Novas Redes	Melhoria contínua + metas de economia

Número de redes

- Piloto: 3 redes
- 1º Ciclo: 5 redes
- 2º Ciclo: 7 redes
- 3º Ciclo: 10 redes

Requisitos iniciais

- Termo de cooperação entre a coordenação e os atores complementares listados
- Publicações
 - Mapa de atores
 - Canais de comunicação
 - Definição de ações conjuntas
 - Documento oficial para formação e funcionamento
- Composição e responsáveis pela Rede
- Assinatura do contrato do Redes de Indústrias Eficientes (RIE)

Roadmap de Ações EE | Potenciais e Custos



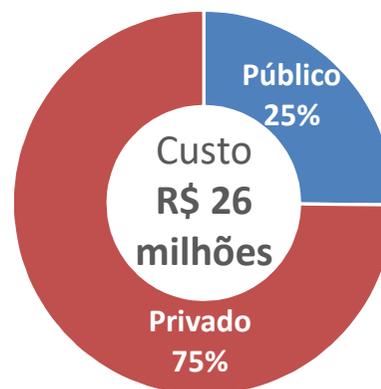
Potencial de economia [mil tep]

Composição média por segmento industrial

Segmento	Consumo ponderado tep
Alimentos e bebidas	2,12
Cerâmica	0,28
Cimento	0,58
Ferro-gusa e aço e ferroligas	1,84
Mineração e pelotização	0,20
Não-ferrosos	0,44
Outras indústrias	0,45
Papel e celulose	1,00
Química	0,48
Setor energético	3,13
Têxtil	0,05
Total	10,57

Fonte: Mitsidi Projetos, 2020.

Divisão dos custos



Potencial

- Considera que o potencial médio pode variar de 2,1% (experiência LEEN) a 5% (cenário atual baseado entrevistas) do consumo de cada planta, com ações de baixo custo.

Principais custos

- Anuidade: R\$ 30 mil
- Auditoria: R\$ 82 mil
 - O governo apoiaria com os custos de preparação e com parte dos custos do piloto (metade da anuidade e dois terços das auditorias).

A estimativa do potencial de economia de energia desta medida é de 0,22 a 0,53 mil tep em 2030, assumindo que 275 empresas serão contempladas com o programa neste horizonte.

Medidas III e IV. Sistemas de Gestão de Energia

- Diagnóstico energético e SGE
- Premissas de Estudo
- Implementação
- Potenciais e Custos

Roadmap de Ações EE | Diagnóstico Energético e SGE



DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS NAS INDÚSTRIAS:

- Etapa fundamental e um dos primeiros passos dos SGE (Sistemas de Gestão de Energia).

GESTÃO DE ENERGIA NAS INDÚSTRIAS:

- Medida chave para atingimento e manutenção da eficiência energética;
- Os SGE estão contemplados na norma ISO 50001.

SGE NAS INDÚSTRIAS PERMITE:

- Conhecer o perfil de consumo;
- Mapear os sistemas energointensivos;
- Identificar oportunidades de eficiência energética;
- Monitorar os ganhos de eficiência ao longo do tempo.

BARREIRAS INICIAIS:

- Desinformação, falta de recursos humanos e de capital, priorização de outros investimentos, aversão a risco (CEBDS, 2011; CNI, 2017). Podem ser mais determinantes de acordo com o porte industrial e o nível de capacitação.

O diagnóstico energético, de forma simplificada, identifica as medidas de eficiência energética, enquanto os SGE apresentam maior complexidade para manter e ampliar os ganhos de eficiência ao longo do tempo seguindo a ABNT NBR ISO 50.001/2018.

- Nos últimos anos diversos diagnósticos energéticos foram realizados na indústria com apoio governamental
- Internacionalmente há políticas de incentivos à realização de auditorias energéticas para MPME e de exigência da realização de auditorias para grandes empresas
 - Diretiva EED 2012/27/EU da União Europeia
 - Apoio para pequenas empresas
 - Compulsoriedade para grandes empresas energointensivas
- No Brasil há programas para realização de auditorias energéticas com conceitos de SGE, em andamento e planejados

Programas de SGE em indústrias - 1º e 2º PAR Procel

Projeto	Orçamento (milhões de reais)	Nº de empresas	Economia estimada (mil tep)	Premissa de economia por planta ¹
Programa Brasil Mais Produtivo EE	5	300	2,5	10%
Programa Aliança	5,4	12	16,2	3%
Programa Aliança 2.0	10	24	32,4	3%
Sistemas de ar comprimido	6,5	170	4,4	1%
Sistemas térmicos e motrizes	1,5	10	8,1	7%
Eficiência Energética Digital	2,5	8	6,2	2%
TOTAL	31	524	70	

Nota: O potencial de economia varia em cada caso, com desvio padrão elevado (BPA, 2017). É diferente para medidas com e sem investimento associado.

Fonte: Mitsidi Projetos, 2020.

Os SGE são capazes de ampliar a performance energética e trazer benefícios além do tema de energia, pela maior capacitação e integração entre as áreas e através da implantação de processos de melhoria contínua.

Roadmap de Ações EE | Premissas de Estudo

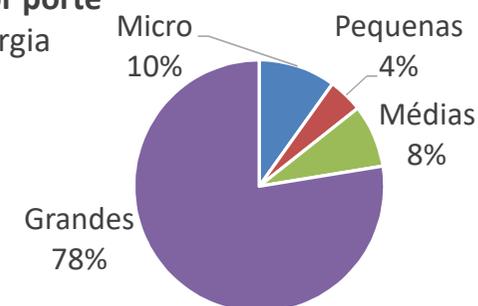


Consumo médio em 2017 [mil tep/empresa]

Segmento	Micro	Pequenas	Médias	Grandes	TOTAL
Alimentos e bebidas	0,10	1,49	3,88	38,01	0,91
Cerâmica	0,23	4,36	16,90	78,60	0,94
Cimento	7,48	14,03	75,53	307,52	128,17
Ferro-gusa e aço e ferroligas	1,44	8,68	25,34	452,08	38,55
Mineração e pelotização	0,07	0,84	3,26	106,88	0,80
Não-ferrosos	0,61	4,07	14,93	179,89	3,96
Outras indústrias	0,01	0,23	0,60	4,32	0,06
Papel e celulose	0,46	4,99	14,98	266,13	8,07
Química	0,23	2,71	6,79	46,09	1,34
Setor energético	12,12	20,03	16,83	264,50	67,73
Têxtil	0,05	0,53	1,35	4,89	0,17
Total	0,07	1,15	3,24	50,43	0,65

Fonte: Elaboração EPE base em dados PIA – Empresa. IBGE (2017) e Balanço Energético Nacional.

Participação das empresas por porte Base no consumo final de energia



Consumo setorial por porte

Setor (PIA)	Micro	Pequenas	Médias	Grandes	TOTAL
Alimentos e bebidas	23.950	703	513	469	25.635
Cerâmica	4.436	51	45	29	4.561
Cimento	9	5	6	11	31
Ferro-gusa e aço e ferroligas	335	52	37	35	459
Mineração e pelotização	3.177	84	36	21	3.318
Não-ferrosos	1.321	51	34	23	1.429
Outras indústrias	117.129	2.751	1.664	835	122.379
Papel e celulose	1.381	84	65	40	1.570
Química	4.733	250	163	90	5.236
Setor energético	197	52	53	82	384
Têxtil	4.892	197	148	73	5.310
Total	161.560	4.280	2.764	1.708	170.312

Foi estimado o consumo final de MPME, de GE e o consumo médio por empresa por porte, por segmento industrial. Utilizou-se dados do Balanço Energético Nacional (EPE) e da PIA-Empresa 2017 (IBGE), assumindo uma intensidade energética média por segmento.

Roadmap de Ações EE | Implementação



Ações relacionadas a cada etapa de implementação das medidas

Contempla indústrias de portes distintos

1 Preparação inicial	2	Definição do programa	Programa piloto + aplicação do programa
	3	Preparação da capacitação	Capacitação dos gestores das empresas Cursos para auditores
	4	Preparação sistema de informação	Cadastro de auditores certificados Ferramenta de indicadores e linha de base Linhas de financiamento existentes Informações sobre potencial de EE Ferramenta de pré-diagnóstico Pipeline de projetos de EE
	5	Comunicação e avaliação	WS de divulgação no início e final de cada ciclo Monitoramento de indicadores
	6	Continuidade dos programas existentes	

- Apoio do governo com contrapartida das empresas;
- Medidas devem ser elaboradas em parceria com a indústria, ESCOS e universidades;
- Os programas existentes devem ser avaliados e ampliados;
- Criação de programas específicos por porte.

Abordagem holística, incluindo programas de gestão energética em milhares de empresas, capacitação dos gestores e de auditores, sistema de informações, comunicação e melhoria contínua.

Roadmap de Ações EE | Potenciais e Custos



Custos

Diagnósticos energéticos nas indústrias (R\$ 1,3 bilhões até 2030)

Tipo de auditoria por porte de empresa e custo associado

	Custo auditoria (R\$)	Nível	Fator de Economia
Micro	21.000	Auditoria Nível 1	
Pequenas	82.000	Auditoria Nível 2	
Médias	143.000	Auditoria Nível 2	
Micro com componente virtual	10.500	Virtual Nível 1	50%
Pequena com componente virtual	61.500	Virtual Nível 2	75%
Grandes empresas	400.000	Auditoria Nível 3	

Custo dos diagnósticos divididos entre o setor público e privado

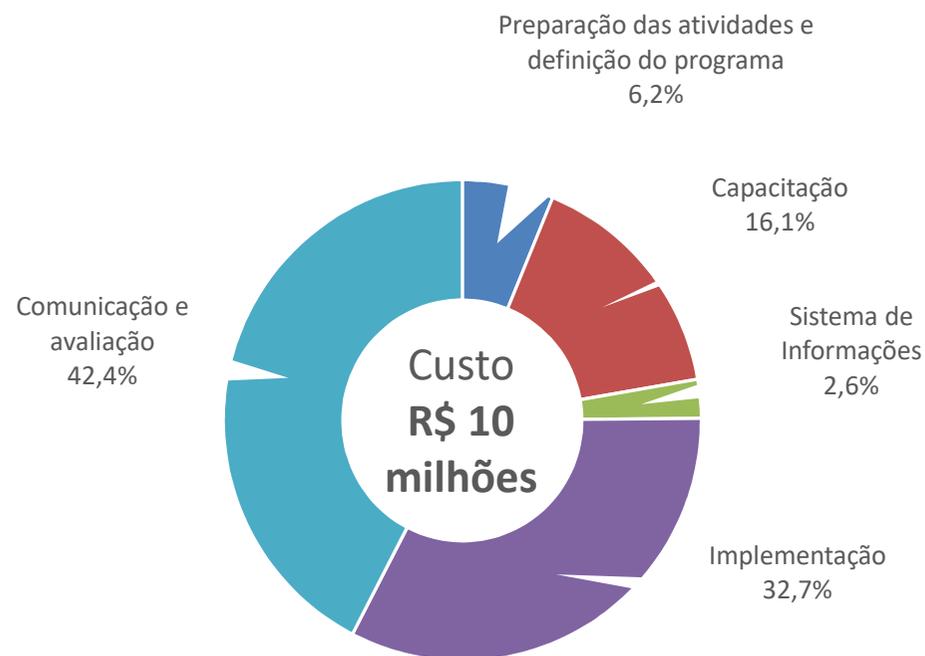
- Grandes empresas: 25% público e 75% privado.
- MPME: 50% para cada.

POTENCIAL

- Grandes empresas: 2,7% do consumo da planta
- MPME: 5,8% do consumo da planta

Demais custos (até 2030)

Distribuição dos custos (exceto diagnósticos)



A estimativa do potencial de economia de energia desta medida é de 179 mil tep em 2030, equivalente a 0,2% do consumo final estimado para o setor industrial em 2030, assumido que 10 mil empresas serão contempladas com os programas neste horizonte. Esse potencial pode ser ainda maior, considerando que há cerca de 170 mil indústrias no país.

Conclusão

- Considerações finais
- Referências

- Promover ações de eficiência energética na indústria é reconhecidamente uma forma de auxiliar a transformação de seus processos em busca de competitividade e sustentabilidade e resulta em múltiplos benefícios para a indústria e para a sociedade em geral;
- Uma indústria mais eficiente reduz seus custos com energia, atinge ganhos de produtividade e maior competitividade, pode melhorar a qualidade dos produtos, aumentar a interação entre áreas através da gestão de energia e ter resultados positivos em outros temas, além dos benefícios em termos de imagem institucional;
- Para a sociedade em geral, a maior eficiência aumenta a segurança energética, reduz a importação de combustíveis, posterga investimentos em geração elétrica, reduz impactos ambientais dos empreendimentos de geração, reduz a poluição local e emissões de gases de efeito estufa, corroborando com compromissos internacionais para combate às mudanças do clima, e aumentando o número de empregos na indústria e em serviços relacionados a eficiência;
- O potencial de eficiência energética na indústria é expressivo, tanto para energia elétrica quanto para energia térmica;
- Diante da complexidade de implementar as ações de eficiência energética sob um ponto de vista de política pública, faz-se necessária uma abordagem que abranja os principais aspectos relacionados à sua implementação.

Roadmap de Ações EE | Referências



AHK. 2020. Disponível em https://www.ahkbrasil.com/iframes_site_ahk_typo3/v2/verEventoDetalhado.aspx?id=4412

Applus-Qualitec. 2018. *Análise da Eficiência Energética em Segmentos Industriais Selecionados*.

Arqum GmbH. 2014. *Rede de Recursos e Eficiência Energética Paraná*. Disponível em https://www.arqum.de/wp-content/uploads/2016/08/reef_pr_final_brochure_0.pdf

BENOIT. L. 2017. *Apresentação realizada no Workshop Internacional: “O Papel da Eficiência Energética na Economia de Baixo Carbono do Brasil”*.

Energy Efficiency Networks Good practices and guidelines. Disponível em https://www.ageen.org/downloads/G7_Report_on_Energy_Efficiency_Networks_IPEEC-IEA%20_636.pdf

EPE. 2019. *Plano Decenal de Expansão PDE 2029*.

EPE. 2020a. *Atlas de Eficiência Energética – Relatório de Indicadores*.

EPE. 2020b. *Balanço Energético Nacional ano base 2019 – BEN (Relatório Síntese)*.

IBGE. 2017. *Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA – Empresa)*. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=o-que-e>

INMETRO. 2015. *Instituto Nacional de Qualidade, Metrologia e Tecnologia. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)*. Disponível em http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/bombas_motobombas.pdf

Mitsidi Projetos. *Elaboração de estudos e insumos para auxiliar o desenvolvimento do Plano de Ação de Eficiência Energética – Indústria. Relatório Final*. 2018.

Mitsidi Projetos. *Insumos para Elaboração de um Plano de Ação de Eficiência Energética na Indústria Brasileira*. 2020.

OECD/ IPEEC. 2017. *Internacional Partnership for Energy Efficiency Cooperation. Energy Efficiency Networks Good practices and guidelines*. Disponível em https://www.ageen.org/downloads/G7_Report_on_Energy_Efficiency_Networks_IPEEC-IEA%20_636.pdf



www.epe.gov.br

Este estudo é resultado de conjunto de estudos iniciados no ano de 2018, realizados em parceria entre a EPE e a MITSIDI, com apoio da cooperação técnica da GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*), a partir de especificações de escopo de estudo definidas pela EPE, que atuou supervisionando a execução dos mesmos. Agradecemos, ainda, as contribuições de Wagner de Almeida Duboc (CEPEL/ELETOBRÁS) pela entrevistas técnicas concedidas. Agradecemos também a colaboração de Edward Borgstein e Waldyr Luiz Ribeiro Gallo, por sua contribuição no relatório “Elaboração de estudos e insumos para auxiliar o desenvolvimento do Plano de Ação de Eficiência Energética – Indústria. Relatório Final . 2018.”, que precedeu a construção desse estudo final.



Diretor
Giovani Vitória Machado

Coordenação Técnica
Arnaldo dos Santos Junior
Carla da Costa Lopes Achão
Jeferson Soares

Equipe Técnica
Fernanda Marques Pereira Andreza
Patrícia Messer Rosenblum



Coordenadora da Parceria-Energética
Carmen Langner

Assessora Técnica
Stéphanie Murta Gomes

Policy Advisor
Sascha Gajewski

Consultor
Florian Geyer



Gerente de Projeto (Indústria)
Hamilton Ortiz

Analista de Eficiência Energética
Ana Paula Farias Rocha
Pedro Paulo Fernandes



EPE - Empresa de Pesquisa Energética
Praça Pio X, nº 54 – 5º andar
Centro Rio de Janeiro – RJ
CEP: 20091-040

