



CLIMATE POLICY INITIATIVE

NÚCLEO DE AVALIAÇÃO  
DE POLÍTICAS CLIMÁTICAS  
PUC-Rio

# Panorama da Eficiência Energética no Brasil

## Juliano Assunção

Climate Policy Initiative (CPI) & Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio), Departamento de Economia da PUC-Rio

[juliano.assuncao@cpirio.org](mailto:juliano.assuncao@cpirio.org)

## Amanda Schutze

Climate Policy Initiative (CPI) & Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio)

[amanda.schutze@cpirio.org](mailto:amanda.schutze@cpirio.org)

Dezembro 2017

## Sumário

1. Introdução.....	3
2. Legislação e Programas sobre Eficiência Energética no Brasil.....	4
2.1. Marcos Regulatórios de EE no Brasil.....	4
2.1.1. Reações aos choques do petróleo e à crise do financiamento do setor público.....	5
2.1.2. Primeira reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro.....	6
2.1.3. Iniciativas resultantes do racionamento de energia de 2001.....	7
2.1.4. Segunda reestruturação do Setor Elétrico e o estado atual da EE.....	8
2.2. Principais Programas de Eficiência Energética.....	13
2.2.1. PROCEL.....	13
2.2.2. PROESCO.....	17
2.2.3. PEE.....	18
2.2.4. CONPET.....	20
2.3. Planos Nacionais de Energia e Plano Nacional de Eficiência Energética.....	21
2.3.1. PNE 2030.....	21
2.3.2. Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf).....	22
2.3.3. PNE 2050.....	23
3. Eficiência energética ao redor do mundo.....	24
3.1. Europa.....	26
3.2. Alemanha.....	27
3.3. Itália.....	28
3.4. Reino Unido.....	29
3.5. Japão.....	29
3.6. China.....	30
3.7. Estados Unidos.....	32
3.8. Lições.....	33
3.9. Avaliações de Ações e Programas de EE.....	33
4. Conclusões.....	35
5. Referências.....	37

## 1. Introdução

A eficiência energética (EE) é a utilização racional de energia, e as ações de EE correspondem à implantação de medidas que reduzem a energia necessária para atender às necessidades da economia. Essas ações podem ser melhorias tecnológicas ao longo do processo de produção, distribuição e utilização da energia, como também melhorias na organização, conservação ou gestão energética. Segundo dados divulgados pela Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency* - IEA) em 2017, medidas de eficiência têm o potencial de assegurar um sistema energético seguro, confiável e econômico para o futuro. Além disso, podem estimular o crescimento econômico, reduzir a necessidade de expansão da oferta de energia e reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE).

O Governo Brasileiro, através da Contribuição Nacionalmente Determinada (*Nationally Determined Contribution* - NDC), comprometeu-se a reduzir até 2025 as emissões de GEE em 37% abaixo dos níveis de 2005. Entre as metas assumidas pelo Brasil, no âmbito do acordo da Organização das Nações Unidas (ONU) firmado em Paris em 2015, estão a obtenção de 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030, a promoção de novos padrões de tecnologias limpas e a ampliação de medidas de EE e de infraestrutura de baixo carbono no setor industrial.

O setor industrial tem um grande potencial na ampliação das medidas de eficiência energética no Brasil. A indústria é o maior consumidor de energia, com 33% do consumo total do país no ano de 2016.<sup>1</sup> Suas principais fontes são a eletricidade (19,9%) e o bagaço de cana (20,9%), respondendo por 40,8% do consumo energético total. Porém, enquanto a utilização do bagaço de cana se concentra na indústria de alimentos e bebidas, a eletricidade é utilizada em todos os segmentos industriais. Cerca de 80% das empresas industriais utilizam a energia elétrica como principal fonte de energia.<sup>2</sup> Dessa forma, além do efeito ambiental positivo, os ganhos de eficiência no uso da eletricidade também podem contribuir para o aumento da produtividade e competitividade da indústria brasileira.

No entanto, as políticas e programas de eficiência energética no Brasil não focam no setor industrial. Até agora, o alvo principal das políticas públicas em EE tem sido os consumidores residenciais. A baixa participação do setor industrial nos programas e financiamentos é incoerente com o fato de a indústria ser o maior consumidor de energia e, desta forma, ser um setor com grande potencial para contribuir com a meta estipulada na NDC brasileira.

O Brasil está na contramão de outros países que alocaram bastante esforço nas ações de EE para o setor industrial. Análises da IEA (2011) apontam para a existência de políticas que têm

---

<sup>1</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2017). Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016.

<sup>2</sup> Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2016). Sondagem Especial - Indústria e energia 65, Ano 17, nº1.

o potencial de aumentar a eficiência energética em diversos setores, como as práticas de avaliação e monitoramento do consumo de energia em firmas ou unidades industriais. Além disso, a agência recomenda a adoção de medidas que promovam eficiência energética em empresas de pequeno e médio porte, a imposição de níveis mínimos de eficiência para motores elétricos, assim como políticas financeiras que incentivem o investimento em EE pelo setor industrial.

Em nosso país, as ações de promoção de EE não foram pautadas por um planejamento de longo prazo bem estruturado e ocorreram de forma reativa, em resposta a episódios específicos de dificuldade no atendimento da demanda por energia. A legislação de EE no Brasil é decorrente dos choques internacionais do petróleo na década de 70, da crise do financiamento internacional na década de 80 e, mais recentemente, foi impulsionada pelo racionamento de energia elétrica em 2001.

A condução de programas e implantação de políticas de EE envolvem mais de uma dezena de instituições, exigindo bastante interação nas suas ações. Na prática, este arranjo institucional revela-se truncado e pouco eficaz para o desenvolvimento de iniciativas mais abrangentes e efetivas.

A próxima seção apresenta a legislação e programas sobre EE no Brasil, com ênfase para aquelas que se relacionam com o uso de eletricidade na indústria. A terceira seção descreve a experiência internacional com ações e programas de EE e a seção seguinte traz as conclusões.

## 2. Legislação e Programas sobre Eficiência Energética no Brasil

### 2.1. Marcos Regulatórios de EE no Brasil

A legislação de EE no Brasil é complexa, sendo decorrente dos choques internacionais do petróleo na década de 70, da crise do financiamento internacional na década de 80 e, mais recentemente, foi impulsionada pelo racionamento de energia elétrica de 2001. Há diversas instituições envolvidas na temática de EE, como Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), Eletrobras, Petrobras, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional do Petróleo (ANP), Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade (Inmetro), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), entre outros.

A complexidade da legislação de EE pode ser associada à dificuldade de interação entre os órgãos. De forma que, apesar do Brasil ser considerado referência internacional em medidas

de EE (Leonelli et al., 2009), é possível perceber que essas questões são implementadas na agenda do governo mais na forma de respostas a choques na oferta de energia do que fruto de um planejamento de longo prazo.

Assim, a seguir são apresentados os principais marcos regulatórios relacionados à eficiência energética no Brasil, seus agentes e os contextos históricos em que foram implementados.

### 2.1.1. Reações aos choques do petróleo e à crise do financiamento do setor público

Eficiência energética se torna pela primeira vez um tema relevante de política pública no Brasil após o primeiro choque do petróleo, quando muitos países passam a adotar medidas para reduzir a dependência em relação ao petróleo e seus derivados. A eficiência energética foi um dos caminhos encontrados para alcançar esse objetivo. Em 1975, ocorreu no Brasil a primeira ação nessa direção, com o seminário sobre o tema conservação de energia organizado pelo MME.

Em 1981, dois anos após o segundo choque do petróleo, foi criado o Programa CONSERVE, através da Portaria MIC (Ministério da Indústria e Comércio) /GM46. O programa tinha o objetivo de promover a conservação de energia na indústria, a partir do desenvolvimento de produtos e processos energeticamente eficientes e incentivos ao uso de fontes alternativas internas para reduzir a importação de energéticos. Esse programa teve como resultado uma queda de cerca de 18% no consumo industrial de óleo combustível já no seu primeiro ano (Guerra et al., 2011). No ano seguinte, o Decreto nº 87.079/1982 implantou as diretrizes para o Programa de Mobilização Energética (PME), compostas por uma série de ações visando à conservação de energia e à substituição dos derivados de petróleo.<sup>3</sup>

De acordo com Guerra et al. (2011), o CONSERVE acabou contribuindo para o aumento da utilização de eletricidade no setor industrial na década de 80, resultando em pressões sobre a capacidade de oferta do setor elétrico. Além disso, em 1982, o colapso do financiamento internacional produziu no Brasil um choque intenso que resultou em uma severa crise fiscal, estagnação econômica e inflação elevada. Desta forma, o governo não foi capaz de realizar o financiamento necessário para a expansão do setor elétrico e, entre outras medidas, passou a adotar políticas de conservação do uso da eletricidade.

Inicialmente, em 1984, o Inmetro implementou o Programa de Conservação de Energia Elétrica em Eletrodomésticos, renomeando para Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) em 1992. O PBE é um protocolo de cooperação firmado entre o MDIC e a ABINEE, com interveniência do MME e coordenado pelo Inmetro. Seu objetivo é promover a diminuição do consumo de energia através da prestação de informações sobre eficiência energética por meio

---

<sup>3</sup> Revogado pelo Decreto de 15 de fevereiro de 1991.

de etiquetas nos equipamentos disponíveis no Brasil. A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) reduz a assimetria de informação entre produtores e consumidores.<sup>4</sup>

Em seguida, em 1985, a Portaria Interministerial nº 1877, do MME e MDIC, instituiu o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), que visa promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício em diversos segmentos da economia. A criação do PROCEL, executado pela Eletrobras, deu início ao surgimento de uma série de medidas de estímulo à eficiência energética. Em 1991, foi criado o Programa Nacional do Uso dos derivados do Petróleo e Gás Natural (CONPET), um programa de governo vinculado ao MME e executado pela Petrobras. Assim como o PROCEL, o CONPET tem como objetivo promover o uso racional de recursos energéticos naturais não renováveis no país. Os produtos etiquetados pelo PBE que apresentam o melhor desempenho energético em sua categoria podem também receber um selo de eficiência energética. Para os equipamentos elétricos domésticos etiquetados é concedido anualmente o Selo PROCEL e para aparelhos domésticos a gás é concedido o Selo CONPET.

Ao apresentar as ações adotadas pelo Brasil em relação à eficiência energética nos últimos anos, Leonelli et al. (2009) mostram que, ao contrário do que foi feito em outros países, o governo brasileiro optou por delegar a execução das principais iniciativas de conservação de energia a empresas estatais, Eletrobras e Petrobras. Além disso, os autores descrevem as iniciativas de etiquetagem, complementadas pelos Selos PROCEL e CONPET, como um dos instrumentos mais importantes para a promoção da EE no Brasil.

### 2.1.2. Primeira reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro

Durante a reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, a partir de 1995, já existiam preocupações com as questões climáticas e o Brasil vinha se mobilizando junto a outros países industrializados para mitigar os riscos ambientais. Sendo um instrumento internacionalmente reconhecido para a redução das emissões de GEE, medidas de eficiência energética foram incluídas nesse novo modelo. Tendo isso em vista, entre as competências da ANEEL, criada através da Lei nº 9.427/96 e Decreto nº 2.335/97, está o incentivo ao combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia elétrica. E entre as competências do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), criado pela Lei nº 9.478/1997, está a de promover o aproveitamento racional das fontes de energia, visando à conservação de energia e à preservação do meio ambiente.

Além disso, com a privatização das concessionárias de distribuição de energia elétrica, houve uma preocupação do governo de assegurar que os novos proprietários investissem em

---

<sup>4</sup> Exemplos de produtos avaliados até hoje são refrigeradores, condicionadores de ar, lavadoras, fogões e fornos a gás, aquecedores a gás, coletores solares, lâmpadas, televisores, chuveiros elétricos e ventiladores.

eficiência energética. Desta forma, a partir de 1998, as distribuidoras passaram a ter obrigação de investir em programas de conservação. Em 2000 foi promulgada a Lei nº 9.991 que regulamenta, na esfera federal, a aplicação compulsória de recursos, por parte das concessionárias, em projetos que tragam maior qualidade e eficiência aos seus serviços. Fica instituído o Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição (PEE) que é supervisionado pela ANEEL.

### 2.1.3. Iniciativas resultantes do racionamento de energia de 2001

Em 2001, o setor elétrico sofreu uma grave crise de abastecimento devido à falta de investimentos somada a um período de estiagem prolongado. O governo implementou um plano de racionamento de energia elétrica, já que havia grande preocupação com o fato da demanda por energia ser maior do que a capacidade produtiva do país. Segundo Costa e Gerard (2015), essa política temporária teve um impacto significativo no curto prazo, com uma redução de 23% no consumo de eletricidade. Além disso, os autores mostram que o racionamento gerou uma mudança de longo prazo (até quatro anos depois da crise) no comportamento dos consumidores, que passaram a utilizar menos eletricidade do que antes de 2001. Esse resultado aponta para a possibilidade de se atenuar as pressões do aumento da demanda de energia através da reestruturação do consumo em uma economia em desenvolvimento.

Devido à crise de energia elétrica, nesse mesmo ano foi criada a Lei nº 10.295/01, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Chamada de Lei de Eficiência Energética, é o principal marco regulatório de eficiência energética no Brasil. Seu objetivo é alocar eficientemente os recursos energéticos e, como resultado, promover a preservação do meio ambiente. De acordo com a lei, cabe ao Poder Executivo estabelecer os níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, para máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, a partir de valores técnicos e economicamente viáveis. Além disso, o Poder Executivo deve desenvolver mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país.

O Decreto nº 4.059/2001 regulamenta a Lei nº 10.295 e estabelece o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), composto por representantes do MME, MCTI, MDIC, ANEEL, ANP, além de um representante de universidade brasileira e um cidadão brasileiro especialista em energia. É de competência do CGIEE, portanto, elaborar a regulamentação específica a cada tipo de aparelho e máquina consumidora de energia, além de estabelecer Programas de Metas de eficiência energética a serem alcançadas ao longo do tempo por cada equipamento regulamentado. Até julho de 2017, os equipamentos regulamentados pelo CGIEE são: motores elétricos de indução trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, refrigeradores e congeladores, fogões e fornos a gás,

condicionadores de ar, aquecedores de água a gás, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio e metálico, lâmpadas incandescentes e transformadores de distribuição.<sup>5</sup> Os ventiladores de teto e motores *premium* estão com a regulamentação em fase final de aprovação.

Cardoso et al. (2015) estimam a economia de energia gerada pela imposição de normas mínimas de eficiência energética e concluem que a Lei de Eficiência Energética tem ainda ação limitada, dado o número reduzido de equipamentos e modelos removidos do mercado. Contudo, de acordo com as projeções dos autores, até 2030 os benefícios alcançados serão significativos, com economia de energia de 14.325 GWh, indicando o papel importante dessa medida para a redução do consumo energético brasileiro.

Haddad et al. (2015) avaliam os impactos gerados pelos programas de etiquetagem, mais especificamente o Selo PROCEL, e pela Lei de Eficiência Energética. Segundo os autores, tanto a etiquetagem quanto a imposição de níveis mínimos de eficiência energética têm alcançado resultados importantes, mas ainda é necessário que a EE seja introduzida de forma mais efetiva na agenda do governo brasileiro, com o apoio de mão de obra qualificada e recursos financeiros.

Ainda no cenário de racionamento, a Portaria nº46 criou em 2001 o Comitê de Acompanhamento das Metas de Conservação de Energia (CAMEC), de modo a acompanhar o processo de estudos e implantação das providências de conservação definidos pelo PROCEL e CONPET, em consonância com as diretrizes estratégicas emanadas do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE).

#### 2.1.4. Segunda reestruturação do Setor Elétrico e o estado atual da EE

Em 2004, em uma nova reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, o Governo Federal lança as bases do novo modelo através das Leis nº 10.847 e 10.848 e do Decreto nº 5.163. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é instituída pela Lei nº 10.847/2004, e tem sua criação regulamentada pelo Decreto nº 5.184/2004. A EPE é um órgão público que tem como propósito gerar estudos e pesquisas que tragam melhorias ao planejamento do setor energético, tratando de questões como energia elétrica, fontes renováveis e eficiência energética. Entre as competências da EPE está a de promover estudos e produzir informações para subsidiar planos e programas de desenvolvimento energético sustentável, inclusive de eficiência energética. Cabe também à empresa promover planos de metas voltados para a utilização racional e conservação de energia, podendo estabelecer parcerias de cooperação para este fim.

---

<sup>5</sup> Fonte: Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) (2017). Relatório de Atividades 2015 – 2017.

Com a necessidade de expansão da infraestrutura de energia no Brasil, tornou-se primordial o planejamento integrado dos seus recursos energéticos. Coordenado pela EPE, com apoio do MME e de técnicos do setor elétrico, em 2006, foi lançado o primeiro Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), um documento<sup>6</sup> de planejamento decenal da expansão do sistema energético nacional. O PDE 2015 realiza as projeções para o período de 2006 a 2015 e tem por objetivo estabelecer um cenário de referência para a implementação de novas instalações na infraestrutura de oferta de energia, visando ao atendimento da crescente demanda do mercado.

A abordagem sobre eficiência energética surge no segundo Plano Decenal de Expansão de Energia, o PDE 2016 (lançado em 2007), quando o planejamento deixa de tratar exclusivamente de energia elétrica e expande sua análise para outras fontes de energia. No capítulo sobre EE, o documento<sup>7</sup> apresenta os principais mecanismos existentes de fomento à eficiência energética e as ações que, à época do lançamento, estavam sendo implementadas ou eram consideradas necessárias ao contexto do Brasil. Para o setor industrial, em particular, o documento identifica que as principais linhas de atuação são a substituição de equipamentos e a otimização de projetos e processos.

Em 2007 também foi lançado o Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030), o primeiro documento<sup>8</sup> oficial de planejamento energético integrado do governo brasileiro. Esse plano é mais um esforço do governo para o desenvolvimento de planejamentos energéticos bem estruturados. Desenvolvido pela EPE entre os anos de 2006 e 2007, ele foi criado com objetivo de gerar insumos para a formulação de uma estratégia de expansão da oferta de energia, dadas as diferentes possibilidades de evolução da demanda. De acordo com o PNE, as duas maneiras de garantir o atendimento à demanda por eletricidade consistem em um aumento da oferta e um gerenciamento da demanda, que envolve ações de eficiência energética. Nesse sentido, o PNE coloca a eficiência energética como um aspecto fundamental à política energética do país.

Em 2010, com o lançamento do PDE 2019, a eficiência energética passa a ganhar destaque na composição do relatório. Os lançamentos seguintes do PDE se diferenciam das versões anteriores por duas razões: (i) o documento passa a acompanhar e projetar indicadores de eficiência energética e (ii) as projeções de consumo passam a incorporar esses parâmetros. O capítulo dedicado à eficiência energética tem, portanto, um enfoque na evolução desses indicadores, que consistem nos níveis de consumo, conservação e intensidade elétrica. Desse modo, em complementaridade à visão de longo prazo do PNE, os PDEs vêm gerando insumos

---

<sup>6</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2006). Plano Decenal de Expansão de Energia 2015.

<sup>7</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2007b). Plano Decenal de Expansão de Energia 2016.

<sup>8</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2007a). Plano Nacional de Energia 2030.

para uma melhor compreensão do setor energético do país, sob uma ótica que prioriza o uso mais eficiente da energia. Esses insumos têm contribuído para que a discussão sobre EE seja cada vez mais presente na agenda pública de planejamento energético do Brasil.

Nesse contexto, em 2011, através da Portaria nº 594, o MME aprovou o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) que tem como objetivo a inclusão da eficiência energética no planejamento do setor energético de forma explícita e sustentável. Enquanto o PNE e os PDEs tratam do setor de energia como um todo, abordando eficiência energética em meio a outros tópicos relacionados à energia, o Plano Nacional de Eficiência Energética faz um diagnóstico mais aprofundado sobre o tema, apresentando diversas propostas de ações para solucionar os problemas identificados e expandir o alcance e a eficiência das ações já em andamento.

A Portaria MME nº 601/2011, criou um grupo de trabalho chamado GT-PNEf para propor estratégias, elaborar um Plano de Trabalho e sugerir critérios para a implementação e acompanhamento do PNEf. Este grupo é integrado por representantes das seguintes instituições: MME, MCT, MMA, EPE, Cepel (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica), Eletrobras, Petrobras, Inmetro e Unifei (Universidade Federal de Itajubá). O prazo para relatório final de acompanhamento do Plano de Trabalho era 2014, mas esse relatório não foi publicado. Porém, o Relatório Nacional de Monitorização da Eficiência Energética do Brasil<sup>9</sup> consolida o trabalho da EPE na elaboração do banco de dados de indicadores de eficiência energética.

Vale ressaltar também que em 2009 foi instituída pela Lei nº 12.187 a Política Nacional sobre a Mudança do Clima<sup>10</sup> (PNMC). Tal medida torna oficial o compromisso brasileiro junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, elaborada durante a Rio 92, impondo de forma voluntária a meta de redução das emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020. O Decreto nº 7.390, que regulamenta a PNMC, cita entre outras medidas para atingir essa meta o incremento da eficiência energética. Na área de energia, as ações de redução de GEEs devem estar contempladas nos PDEs. No mesmo ano, a Lei nº 12.114 criou o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, com o objetivo de financiar projetos, estudos e empreendimentos que visem à redução de emissões de gases de efeito estufa e à adaptação aos efeitos da mudança do clima. O Fundo é um instrumento da PNMC e está vinculado ao MMA.

Para Guerra et al. (2011), no entanto, há ainda a necessidade de se introduzir políticas públicas que estabeleçam prioridades, metas e planos de ação bem delineados para que seja possível responder efetivamente às metas de redução de CO<sub>2</sub>.

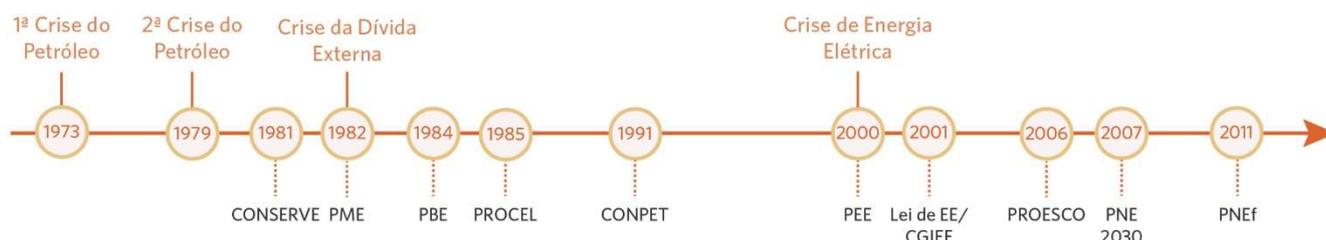
---

<sup>9</sup> Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2014c). Plano Decenal de Expansão de Energia 2023.

<sup>10</sup>Fonte: Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (2008). Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

A linha do tempo na Figura 1 mostra as principais ações de políticas públicas relacionadas à eficiência energética no Brasil. É fácil notar como a legislação e os programas de EE estão concentrados em torno dos choques na oferta de energia. Na década de 70, com os choques internacionais do petróleo, na década 80, com a crise do financiamento internacional e na década de 2000 com o racionamento de energia elétrica.

Figura 1 – Principais ações de EE no Brasil ao longo dos anos



#### Siglas

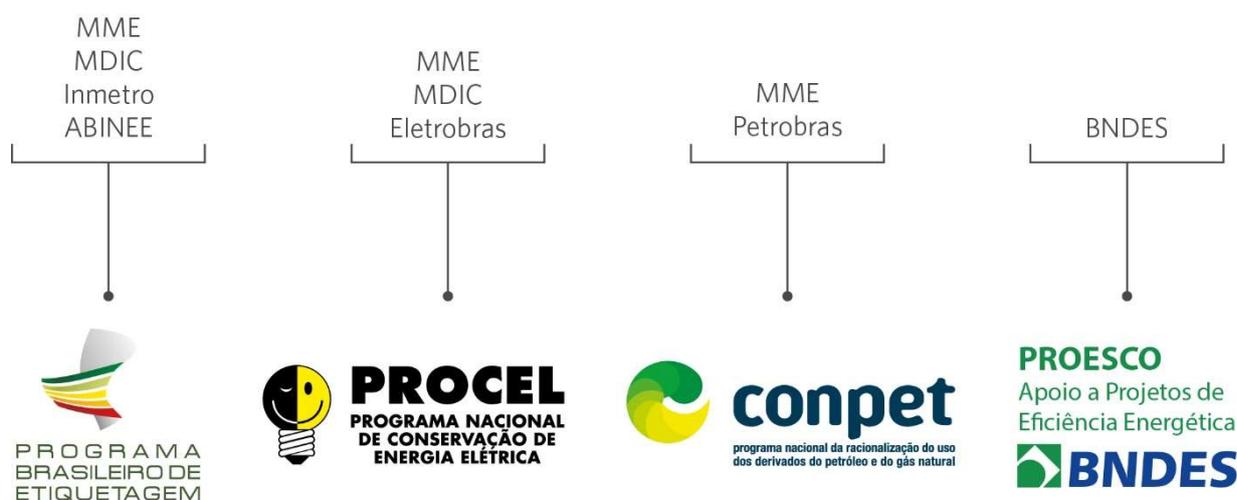
CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural  
 Lei de EE/CGIEE - Lei de Eficiência Energética/Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética  
 PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem  
 PEE - Programa de Eficiência Energética

PME - Programa de Mobilização Energética  
 PNE 2030 - Plano Nacional de Energia 2030  
 PNEf - Plano Nacional de Eficiência Energética  
 PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
 PROESCO - PROESCO/BNDES Eficiência Energética

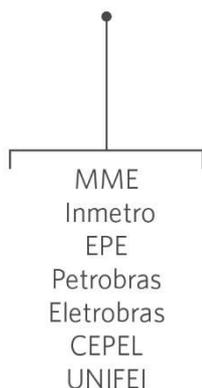
**Fonte:** *Climate Policy Initiative*

Atualmente, o PROCEL e o CONPET promovem o uso racional de recursos energéticos no país, o primeiro em energia elétrica e o segundo em recursos naturais não renováveis. O PBE divulga informações sobre eficiência energética por meio de etiquetas nos equipamentos. E esses produtos etiquetados que apresentam o melhor desempenho energético em sua categoria recebem o Selo PROCEL no caso de equipamentos elétricos domésticos e o Selo CONPET no caso de aparelhos domésticos a gás. A Lei de Eficiência Energética trata da necessidade de estabelecer os níveis mínimos de eficiência energética, para máquinas e aparelhos consumidores de energia. Essas políticas e ações se relacionam entre si e em cada caso existe um grupo diferente de entidades responsáveis. A Figura 2 mostra a complexidade das organizações e ações de EE no Brasil.

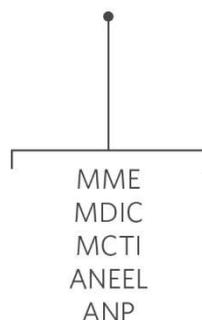
Figura 2 – Instituições envolvidas nas ações de EE no Brasil



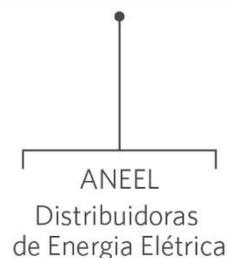
**PNEf**  
Plano Nacional de Eficiência Energética



**Lei de Eficiência Energética/CGIEE**



**ANEEL**  
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA  
PEE - Programa de Eficiência Energética



**Siglas**

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica  
 ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica  
 ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis  
 BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
 CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica  
 CONPET - Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural  
 EPE - Empresa de Pesquisa Energética

Inmetro - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
 MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação  
 MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços  
 MME - Ministério de Minas e Energia  
 PBE - Programa Brasileiro de Etiquetagem  
 PEE - Programa de Eficiência Energética  
 PNEf - Plano Nacional de Eficiência Energética  
 PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica  
 UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

Fonte: *Climate Policy Initiative*

## 2.2. Principais Programas de Eficiência Energética

Em relação aos programas de eficiência energética na indústria no Brasil, podem-se destacar quatro programas: o PROCEL, PROESCO, PEE e CONCEP. As próximas subseções são destinadas a explicitar as descrições de cada programa, bem como seus objetivos e resultados.

### 2.2.1. PROCEL

O PROCEL é um programa coordenado pelo MME e executado pela Eletrobras, criado em 1985 através da Portaria Interministerial nº 1877. O objetivo do PROCEL é promover o uso eficiente e racional de energia elétrica e combater seu desperdício. As frentes de atuação do PROCEL visam promover eficiência energética entre diversos setores da economia, sendo aplicadas a equipamentos, edificações, iluminação pública, poder público, indústria, comércio e conhecimento. Desse modo, o PROCEL contribui para o aumento da eficiência energética entre bens e serviços, disseminação de hábitos e conhecimentos relacionados ao consumo eficiente de energia e, conseqüentemente, adiamento dos investimentos no setor elétrico.

Inicialmente, sua atuação ocorreu através da publicação de manuais de conservação de eletricidade, levantamento de dados e estudos sobre o uso de energia pelos consumidores finais, além de montagem e aparelhamento laboratorial com objetivo de desenvolver pesquisas para melhorar a eficiência de equipamentos elétricos utilizados no Brasil. Somente em 1990, deu-se início aos projetos de demonstração e aos cursos técnicos. Também em 1990, a Comissão Interna de Conservação de Energia (CICE) foi criada em cada estabelecimento da administração federal pelo Decreto nº 99.656, com objetivo de implantar e elaborar as metas do PROCEL e divulgar os resultados do programa.

Em 1991, o PROCEL se tornou um programa de governo tendo a abrangência e a responsabilidade expandidas. Entretanto, com as reformas do governo, os programas em andamento foram paralisados. Apenas em 1993 o programa foi reestruturado com enfoque nas ações de EE no sistema elétrico, como a redução das perdas dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Nesse período, acordos de cooperação com entidades internacionais foram realizados.

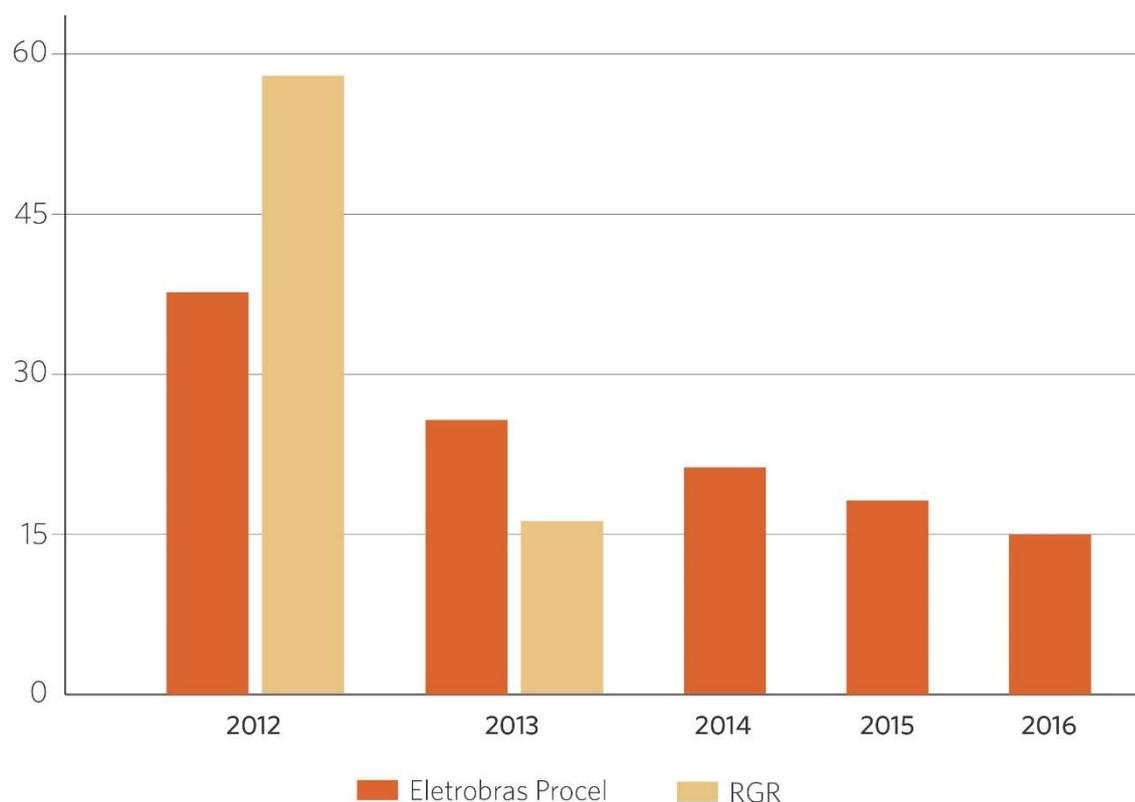
Nesse mesmo ano, foi criado o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (Prêmio PROCEL) e o Selo Verde de Eficiência Energética (Selo PROCEL). O Prêmio tem o objetivo de reconhecer os trabalhos realizados por representantes de diversos segmentos da sociedade e o Selo tem o intuito de identificar os equipamentos que possuem níveis ótimos de eficiência energética.

Em 2001, com a crise de abastecimento, o PROCEL buscou parceiros na economia de energia e obteve sucesso através de acordos com fabricantes de motores elétricos, equipamentos

eletrodomésticos e de iluminação. Como fonte de financiamento, o programa contou com recursos próprios da Eletrobras, da Reserva Global de Reversão (RGR<sup>11</sup>) e de dinheiro proveniente de fundos internacionais. Nos 31 anos do programa, esses recursos totalizaram quase R\$ 3 bilhões, gerando uma economia de 107 bilhões de kWh.<sup>12</sup>

Em 2013 a RGR deixou de ser recolhida de acordo com a Lei nº 12.783/2013. Dessa forma, ocorreu uma queda acentuada nos investimentos realizados pelo PROCEL a partir dessa data. A Figura 3 mostra os investimentos entre 2012 e 2016 no programa.

Figura 3 – Investimentos anuais da Eletrobras nos últimos cinco anos (milhões de reais)



**Fonte:** Adaptado do PROCEL (2017)

Em 2016, através da Lei nº 13.280, o programa passou a contar com uma fonte de recursos definida através de planos anuais. Foi criado o Comitê Gestor de Eficiência Energética (CGEE) com o objetivo de receber e aprovar o Plano de Aplicação dos Recursos do PROCEL (PAR PROCEL) e fiscalizar sua execução. O CGEE é composto pelo MME, que o preside, pelo

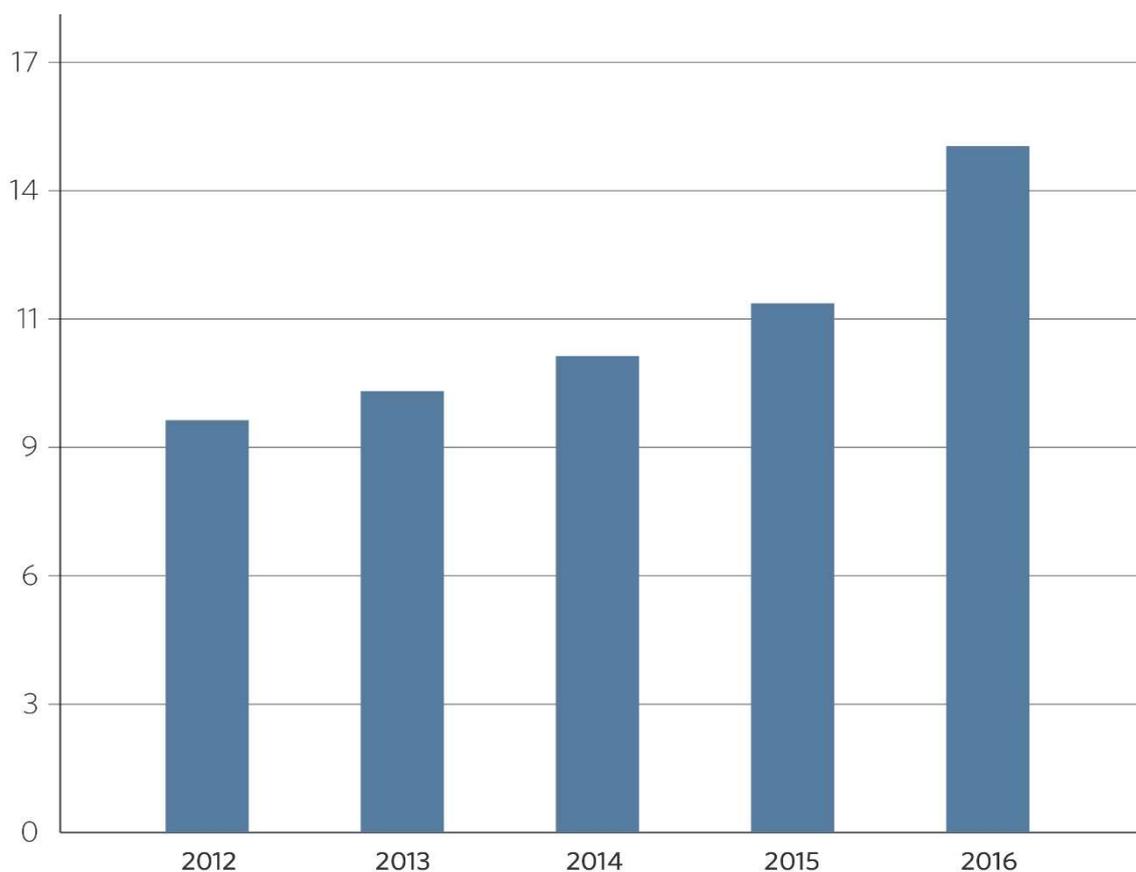
<sup>11</sup> A RGR é um fundo formado a partir de 2.5% do ativo imobilizado em serviço das concessionárias de energia elétrica, cobrados na conta de luz do consumidor final e limitados a 3% da receita anual da empresa. Criada em 1957, pelo Decreto nº 41.019, a RGR tinha por objetivo inicial cobrir os gastos da União com indenizações em casos de reversões de concessões vinculadas ao serviço de energia elétrica. Desde a sua criação, a cobertura da RGR foi ampliada, e seus recursos passaram a ser direcionados para outros tipos de investimento, incluindo projetos de eficiência energética.

<sup>12</sup> Fonte: PROCEL (2017): Resultados PROCEL 2017: Ano Base 2016.

MCTIC, ANEEL, Eletrobras, Confederação Nacional da Indústria (CNI), Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee) e Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres (Abrace). O primeiro plano, o PAR PROCEL 2017, direciona mais de R\$ 107 milhões, em 2017, para o PROCEL.

A economia de energia decorrente das ações do PROCEL entre 2012 e 2016 pode ser verificada na Figura 4.

Figura 4 – Economia de energia decorrente das ações do PROCEL nos últimos cinco anos (bilhões de kWh)



**Fonte:** Adaptado do PROCEL (2017)

Os resultados energéticos globais alcançados pelo programa se devem principalmente à sua parte direcionada para eficiência energética em equipamentos (Selo PROCEL). Dos 15,15 bilhões de kWh, 15 bilhões de kWh se devem ao uso de equipamentos com o selo. O resultado imputado ao PROCEL incorpora, também, as contribuições decorrentes da atuação conjunta com o Inmetro através do Programa Brasileiro de Etiquetagem e com o CGIEE através da regulamentação de níveis mínimos de eficiência de equipamentos (Lei de Eficiência Energética). Isso explica como mesmo com a queda acentuada dos investimentos nos últimos cinco anos, os montantes de energia economizada têm aumentado.

A atuação do PROCEL Indústria, mais uma das frentes do programa, tem como objetivo fomentar a adoção de práticas eficientes no uso da energia elétrica pelo setor industrial, nas micro e pequenas empresas (MPEs) e no comércio. Para a indústria, o programa visa promover ações que aumentem a utilização de motores de alto rendimento e também otimizem os sistemas motrizes já instalados. Sistemas motrizes incluem instalações elétricas, motores elétricos, transmissão mecânica, cargas acionadas, instalações mecânicas e uso final.

A aproximação com a indústria ocorre por meio das associações setoriais e federações de indústrias. Os trabalhos desenvolvidos envolvem as seguintes etapas: (i) sensibilização da governança corporativa das indústrias; (ii) treinamento de multiplicadores locais por meio de curso multidisciplinar; (iii) mobilização das indústrias locais por meio das federações de indústrias; (iv) treinamento de agentes industriais e realização de diagnósticos energéticos; (v) divulgação de casos de sucesso.

O Relatório de Resultados do PROCEL, lançado em 2017, lista as principais atividades realizadas pelo PROCEL Indústria em 2016. As ações relacionadas à indústria são:

- Parceria com o Instituto Brasileiro do Cobre (Procobre) para realização de dois eventos sobre motor de indução trifásico classe *premium* no Rio de Janeiro e em São Paulo, em parceria com as Federações das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan) e de São Paulo (Fiesp), respectivamente. A promoção do uso desse motor pelas indústrias contribui para o aumento da competitividade, com benefícios energéticos e ambientais para o país;
- Lançamento de guia técnico sobre o motor *premium*;
- Elaboração de pré-diagnóstico energético na planta industrial da Gerdau Cosigua, situada no município do Rio de Janeiro;
- Divulgação dos conceitos de eficiência energética na indústria.

As ações previstas no PAR PROCEL 2017 para o setor industrial buscam o desenvolvimento da eficiência energética de instalações industriais e a estruturação do setor por meio de indicadores, redes laboratoriais, estudos e normas técnicas. Os projetos contemplam, ainda, a implementação do Programa Aliança Estratégica para Eficiência Energética (A3E) em parceria com a CNI, e a integração do PROCEL no Programa Brasil Mais Produtivo, com foco em eficiência energética, junto com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai).

Fica claro, portanto, que a parte do programa direcionada para a indústria é pequena em termos de atuação. Além disso, a adesão da indústria é totalmente voluntária, e sem a obrigatoriedade de buscar a máxima eficiência dos produtos, processos e serviços.

O fato de o PROCEL ser executado pela Eletrobras gera, no entanto, um problema de governança, já que a estatal é uma empresa que tem seus próprios interesses e, por isso,

podem existir conflitos relacionados com as decisões acerca do programa. Seria mais benéfico se o governo, através do MME, coordenasse diretamente o programa.

### 2.2.2. PROESCO

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) possui, desde 2006, uma linha de financiamento voltada para intervenções que comprovadamente contribuam para a economia de energia, aumentem a eficiência global do sistema energético ou promovam a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis. Dentro dessa perspectiva, O PROESCO atua sobre iluminação, motores, otimização de processos, ar comprimido, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético.

Os beneficiários da linha de crédito podem ser usuários finais de energia, empresas de serviços e conservação de energia (ESCOs) e empresas de geração, transmissão e distribuição de energia. As ESCOs são as responsáveis, por meio de um contrato de desempenho, por identificar, estudar, conceber, financiar, implementar e acompanhar, com base em metodologias de medição e verificação, as ações de eficiência energética para determinado cliente. A ESCO na maioria das vezes não financia suas atividades com recursos próprios, mas consegue financiamento com bancos.

São itens financiáveis pela linha do BNDES:

- Estudos e projetos;
- Obras e instalações;
- Máquinas e equipamentos;
- Serviços técnicos especializados;
- Sistemas de informação, monitoramento, controle e fiscalização.

A linha de crédito financia, diretamente pelo BNDES ou por meio de seus agentes financeiros (bancos comerciais que repassam os recursos do BNDES e assumem o risco da operação), até 80% do valor de projetos de eficiência energética, podendo chegar a 100% quando aplicados em municípios de baixa renda localizados nas Regiões Norte e Nordeste (área de atuação da SUDENE).

Em 2016, o PROESCO se tornou o BNDES Eficiência Energética, e teve algumas de suas condições de financiamento melhoradas. O valor mínimo para operações foi estabelecido em R\$ 5 milhões, consideravelmente mais baixo do que o mínimo de R\$ 20 milhões, estabelecido para a maior parte das linhas de crédito do BNDES. Também ficou determinado que esses R\$ 5 milhões poderiam ser distribuídos entre diferentes projetos em diferentes locais. Além disso, a mudança incluiu uma extensão do prazo de pagamento, que era limitado a 72 meses,

passando a ser flexibilizado de acordo com as especificidades do projeto e do conjunto de investimentos.

O BNDES ainda disponibiliza outras linhas de crédito que apoiam projetos de eficiência energética, como o BNDES Finame e o BNDES Finem. O BNDES Finem é uma linha de crédito voltada para o financiamento de empreendimentos de valor igual ou maior do que R\$ 10 milhões, enquanto o BNDES Finame é destinado ao financiamento da produção e aquisição de máquinas e equipamentos novos, credenciados no BNDES.

A Figura 5 mostra todo crédito aprovado pelo BNDES entre 2003 e 2016 para o setor elétrico. Menos de 0,5% do total é para eficiência energética.

Figura 5 - Operações BNDES relacionadas ao setor elétrico com crédito aprovado (2003-2016)

Segmento	Capacidade Instalada	Número de Projetos	Financiamento BNDES (R\$ bi)	Investimento Previsto (R\$ bi)
<b>Geração</b>	<b>57.851 MW</b>	<b>339</b>	<b>123.36</b>	<b>210.34</b>
Hidrelétricas	35.828 MW	52	69.02	115.66
Termelétricas	6.578 MW	18	13.20	25.79
PCH	2.629 MW	134	8.83	13.93
Biomassa	2.055 MW	48	3.80	7.49
Eólicas	10.761 KW	87	28.51	47.46
<b>Transmissão</b>	<b>35.390 Km</b>	<b>122</b>	<b>26.10</b>	<b>50.92</b>
<b>Distribuição</b>		<b>129</b>	<b>28.76</b>	<b>46.97</b>
<b>Eficiência Energética</b>		<b>28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.87</b>
<b>Total</b>		<b>618</b>	<b>178.80</b>	<b>309.10</b>

Fonte: Adaptado de BNDES (2017)

Apesar de o BNDES Eficiência Energética, assim como as outras linhas de crédito, oferecer condições de financiamento atrativas, apenas 28 projetos de EE foram aprovados. É necessário que haja uma intermediação técnica entre agente financeiro e cliente para viabilizar o empréstimo não apenas para grandes corporações, como ocorre atualmente.

### 2.2.3. PEE

O Programa de Eficiência Energética é conduzido pela ANEEL e tem como objetivo estimular o uso eficiente de energia elétrica em todos os setores da economia, viabilizando projetos que

promovam a importância e a viabilidade econômica de ações de eficiência energética. O PEE tem sido aplicado desde 1998, mas foi fortalecido com a implementação da Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que estabelece as regras para a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e eficiência energética pelas empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica. Desde 1998, o processo de elaboração e condução do PEE vem sofrendo mudanças significativas, inclusive com alterações legais.

A Lei nº 13.280 de 2016 estabelece que as distribuidoras de eletricidade devem direcionar no mínimo 1% da sua Receita Operacional Líquida (ROL) para projetos de P&D e programas de eficiência energética (PEE). Até o dia 31 de dezembro de 2022, 0,5% desse valor deve ser aplicado em P&D e a outra metade em PEE. Depois dessa data, os valores mínimos passam a ser de 0,75% e 0,25%, respectivamente.

No caso dos recursos destinados à eficiência energética, 80% são aplicados pelas próprias concessionárias e permissionárias e 20% devem ser entregues ao PROCEL. Além disso, a Lei nº 13.280/16 estabelece que as empresas podem aplicar até 80% dos seus recursos de EE em programas voltados para as unidades consumidoras baixa renda e comunidades rurais, beneficiadas pela Tarifa Social de Energia Elétrica. Desde 2010, as distribuidoras eram obrigadas a aplicar pelo menos 60% dos recursos de PEE em consumidores de baixa renda e rurais e, em 2015, essas aplicações deveriam corresponder entre 60% e 80% dos recursos disponíveis para projetos de EE.

Os projetos aprovados pela ANEEL para serem aplicados através do PEE devem estar de acordo com os critérios estabelecidos pela agência, que constituem os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE). Entre eles, a relação custo benefício (RCB) a ser proporcionado pelo projeto é o mais importante. Consideram-se como benefícios do projeto a valoração da energia economizada e a redução da demanda na ponta geradas durante sua vida útil. Já os custos são os gastos necessários para a sua realização. Dados esses valores, a ANEEL exige que o benefício previsto pelo projeto seja, no mínimo, 25% maior que seus custos. As ações e projetos que podem ser apoiados pelo PEE envolvem atividades de treinamento e capacitação, projetos educacionais, substituição de equipamentos, projetos de gestão energética e os processos de avaliação e divulgação do PEE. Para o setor industrial, são elegíveis os projetos de melhoria das instalações e de gestão energética.

De acordo com Jannuzzi (2005a), essas regulações foram importantes para estimular as iniciativas de eficiência energética por parte das concessionárias e aumentar significativamente o montante de financiamento disponível para essas medidas. A Lei nº 9.991 teve ainda um impacto importante sobre o aprendizado institucional, tanto por parte do setor público quanto das empresas privadas, acerca dos apoios financeiros necessários em matéria

de eficiência energética e P&D. Isso pode, por sua vez, levar ao surgimento de tecnologias que atendam às especificidades do Brasil, além de outros países em desenvolvimento.

Dos 1.704 novos projetos propostos no âmbito do PEE, entre 2008 e março de 2016, a maior parte era destinada a unidades de baixa renda e ao poder público, sendo somente 65 voltados para a indústria. Isso pode ser em parte explicado pela obrigatoriedade anterior de se aplicar um percentual dos projetos de EE em consumidores de baixa renda. As ações nesse mercado consistem na troca de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas, trocas de refrigeradores por novos com selo PROCEL e melhoria nas instalações.

Com investimentos correspondentes a R\$ 5 bilhões neste período, o PEE se mostra como a principal fonte de recursos para a eficiência energética no Brasil. Apesar de a indústria ser a maior consumidora de energia elétrica, contando com apenas 2% do investimento total.

#### 2.2.4. CONPET

O CONPET é um programa vinculado ao MME e executado com suporte técnico e administrativo da Petrobras. Criado em 1991, o CONPET vem estimulando o uso eficiente dos recursos energéticos não renováveis em diversos setores, como indústrias, residências, comércios, geração de eletricidade e transportes. Os principais objetivos do programa são:

- Racionalizar o consumo dos derivados do petróleo e do gás natural;
- Reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera;
- Promover a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico;
- Fornecer apoio técnico para o aumento da eficiência energética no uso final da energia.

Além disso, o CONPET busca conscientizar os consumidores acerca da importância do uso racional de energia. Várias iniciativas têm sido implementadas nesse sentido, como Eficiência Energética de Equipamentos, CONPET no Transporte e CONPET na Educação. No primeiro caso, o CONPET, atua de maneira similar ao PROCEL. Desde 2005, os equipamentos que atingem graus máximos de eficiência energética na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) elaborada pelo PBE do Inmetro são identificados por meio do Selo CONPET. Os produtos contemplados pelo Selo CONPET são veículos leves, fogões e fornos a gás e aquecedores de água e gás. Busca-se, assim, estimular a fabricação de modelos mais eficientes.

Visto que o principal foco do CONPET é a redução no consumo de combustíveis, a atuação do programa em relação à indústria tem sido menos significativa se comparado ao setor de transportes. O Prêmio de Conservação de Energia na Indústria é uma das principais iniciativas na área, organizado em conjunto com a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e o PROCEL.

Um problema do CONPET é ser executado pela Petrobras. Assim como com o PROCEL e a Eletrobras, existem conflitos de interesse nas decisões da Petrobras em relação ao programa. Além disso, como a Petrobras é responsável por seu financiamento, a empresa acaba por decidir por projetos alinhados aos seus interesses corporativos. A crise do país e da Petrobras nos últimos dois anos contribuiu para a menor atuação do programa. Também seria necessário que o MME administrasse diretamente o programa e aproveitasse sua sinergia com o PROCEL.

## 2.3. Planos Nacionais de Energia e Plano Nacional de Eficiência Energética

### 2.3.1. PNE 2030

Para a composição do documento final do PNE, foram produzidos os Estudos do PNE 2030, uma série de notas técnicas que documentam diagnósticos sobre os recursos e reservas dos diversos energéticos, sua caracterização técnico-econômica como fonte de energia, questões socioambientais relacionadas à sua utilização e seu potencial de uso, visando atendimento da demanda.

A parte dos estudos focada na demanda por energia é fundamentada na projeção de possíveis cenários de longo prazo. Assim como para outras fontes de energia, os estudos do PNE projetam a demanda por eletricidade até o ano de 2030. Apesar dos baixos níveis de consumo per capita de energia elétrica atuais, que podem ser atribuídos ao estágio de desenvolvimento do país, o PNE identifica que o consumo de eletricidade vem crescendo consistentemente ao longo do tempo a taxas superiores às da economia.

Dentre os diversos cenários avaliados para a projeção da demanda por energia elétrica, são considerados aqueles em que há maiores disseminação tecnológica, comércio internacional e dinâmica da economia global. Se, por um lado, há mais eficiência energética nesses contextos, por outro, pressupondo melhor distribuição de renda, há maior pressão sobre a demanda por energia elétrica. Dessa maneira, algumas das projeções de consumo de energia elétrica assumem premissas de crescente eficiência em seu uso.

As melhorias de eficiência incorporadas pelas previsões do consumo de eletricidade são associadas ao que se chama de progresso autônomo – a conservação de energia que pode ser atribuída a melhorias nas práticas de uso e na progressiva substituição de equipamentos elétricos por outros mais eficientes. O estudo ressalta que, apesar de expressivo, o progresso autônomo não esgota todo o potencial de conservação, concluindo que ganhos maiores de eficiência serão possíveis caso haja ação orientada de um programa de governo, também chamados de progresso induzido. Segundo o PNE, esse potencial não atingido seria inibido por barreiras institucionais, tarifárias, financeiras, acesso à tecnologia, entre outras, e poderia ser alcançado por meio de ações em nível governamental focadas nesses aspectos. Entre os

mecanismos de estímulo ou indução para o aumento da eficiência energética, o documento recomenda a implantação de leilões de eficiência energética.

### 2.3.2. Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)

O PNEf se diferencia dos outros planejamentos por ter, como foco principal, o desenvolvimento de uma orientação para a promoção do progresso induzido, isto é, a instituição de programas e ações voltadas para a eficiência energética em setores específicos. Com um caráter mais propositivo do que os outros documentos, ele é definido como “uma proposta de atuação integrada e coordenada das várias instituições e organismos que se relacionam com a temática de eficiência energética”.

O documento identifica problemas em diversas áreas, como legislação, regulamentação, programas, educação, monitoramento, entre outras.<sup>13</sup> Dentre os tópicos abordados, estão as projeções para o potencial de conservação de energia elétrica, as legislações e regulamentações, as fontes de recursos para eficiência energética no Brasil, um breve resumo sobre as instituições que atuam na área e contextualizações sobre a eficiência energética em diversos setores, inclusive o industrial.

Ao desenvolver uma análise sobre a eficiência energética na indústria, o estudo destaca o peso dos gastos com energia no orçamento do setor como um todo, especialmente entre as grandes indústrias. Diante disso, aponta a eficiência energética como fator de competitividade, recomendando que a indústria brasileira trabalhe para alcançar níveis de eficiência energética comparáveis aos internacionais, uma vez que ela também compete nesse mercado.

O Plano identifica que um dos empecilhos para uma adesão mais rápida pode estar relacionado a aversões aos riscos técnicos da substituição das tecnologias por outras mais eficientes. A aversão não só tem retardado a transição para tais equipamentos, como também vem afetando a disponibilidade de recursos para o setor; a dificuldade dos agentes financeiros em compreender o trabalho e mensurar os resultados os torna resistentes a aprovar projetos de eficiência. Como consequência, os recursos públicos aplicados em eficiência energética têm sido, em maior parte, direcionados para os setores residencial, comercial e público, com poucas ações voltadas para a indústria.

Outro grande problema, como aponta o PNEf, é a visão de curto prazo na aplicação de recursos das empresas, que preferem aumentar seus ganhos investindo na produção, que gera receitas adicionais, em vez de investir em eficiência energética. Tais escolhas refletem

---

<sup>13</sup> Mais especificamente, as áreas são: Legislação e regulamentação; PNEf e Metodologias de Planejamento; Indústria e Etiquetagem; Legislação e regulamentação e Mercado de Eficiência Energética; Educação e capacitação; Edificações; Transportes; Setor Público (Edificações, Iluminação, Compras e Saneamento); PROCEL e CONPET; Desenvolvimento Tecnológico e Monitoramento e Verificação; Eficiência Energética pelo Lado da Oferta; Parcerias Nacionais e Internacionais; Projetos e Programas Especiais.

uma falta de cultura de gestão energética. O estudo destaca também a defasagem na formação técnica do Brasil, onde a maior parte das universidades e cursos técnicos não inclui disciplinas focadas em eficiência energética.

Diante disso, o documento propõe algumas linhas de ação voltadas para a superação desses dilemas, sendo este um dos diferenciais do Plano em relação às outras políticas – trata-se de um documento propositivo. Dentre as sugestões, destacam-se:

- Desenvolvimento de apoio técnico e workshops de capacitação para os agentes de financiamento;
- Produção de estudos sobre a criação de incentivos fiscais e tributários para modernização industrial e eficiência energética;
- Promoção de mecanismos que estimulem empresas a contratar serviços de especialistas em eficiência energética;
- Elaboração de programas focados em estimular a adoção de processos mais eficientes;
- Expansão das alternativas de financiamento (ex: linhas de financiamento para equipamentos energeticamente eficientes e mecanismos compulsórios de investimento em eficiência energética);
- Investimento na formação de especialistas em eficiência na indústria (ex: parcerias com universidades, cursos de capacitação em empresas);
- Estudos da possibilidade de isenção de encargos setoriais na tarifa para “autorreduzidores” de energia elétrica, da pertinência de mecanismos como “oferta de redução de consumo” e “certificados de redução de consumo” para empresas que implantem programas de eficiência energética, da venda de excedentes de energia devido a reduções decorrentes de medidas de eficiência energética;
- Fomento ao engajamento do setor industrial a práticas de gestão voltadas para eficiência energética, como a criação de comissões voltadas para isso, normas internas, banco de dados relativo à eficiência energética, uso de ferramentas de gestão energética (ex: softwares);
- Estabelecimento de índices de eficiência energética de referência para os setores da indústria.

### 2.3.3. PNE 2050

Embora o PNE 2050 ainda não tenha sido divulgado na íntegra, alguns relatórios e estudos já foram publicados. O Termo de Referência foi divulgado em 2013, e nos anos seguintes foram lançados os relatórios Cenário Econômico e Demanda de Energia.

Segundo a EPE (2016a), o PNE 2050 surge como uma resposta aos novos eventos que ocorreram desde 2006 e que vêm impactando o setor energético, como, por exemplo, a crescente dificuldade de aproveitamento hidroelétrico na matriz nacional, o aumento na

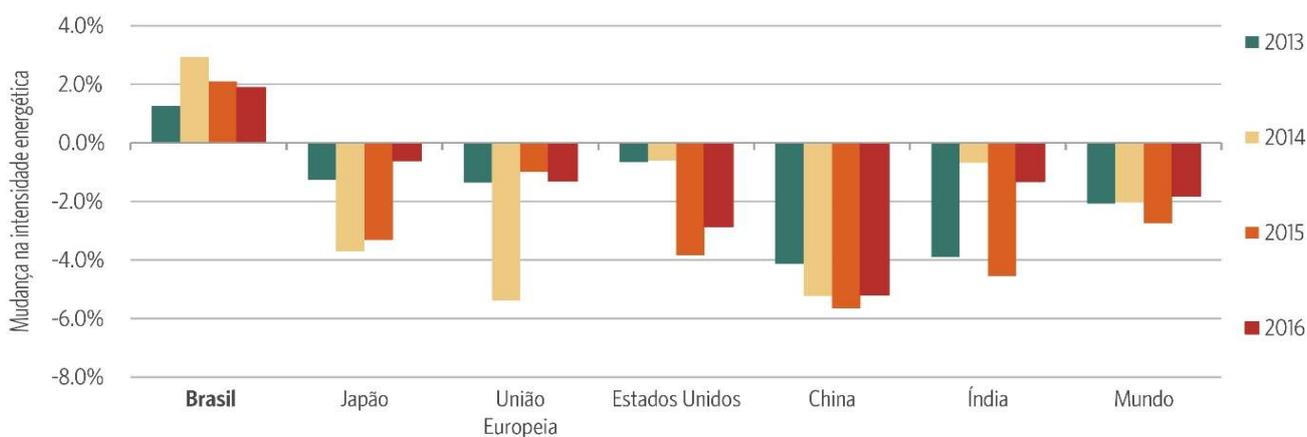
competitividade da energia eólica no Brasil, o surgimento da oferta de petróleo e gás natural do pré-sal, a crescente preocupação com as mudanças climáticas, entre outros.

As estimativas e previsões considerando o cenário atual foram refeitas e estendidas por mais 20 anos, até 2050. Até o momento, os outros três relatórios que completam o PNE 2050 ainda não foram lançados: Recursos Energéticos, Oferta de Combustíveis e Oferta de Eletricidade.

### 3. Eficiência energética ao redor do mundo

Para melhor compreender como tem evoluído a questão da eficiência energética no Brasil, é útil realizar uma comparação com a situação em outros países. De modo a medir a eficiência energética ao redor mundo, a Agência Internacional de Energia (IEA, 2017) usa como indicador a intensidade energética, que corresponde à quantidade de energia necessária para produzir uma unidade de produto interno bruto (PIB). O gráfico abaixo mostra a evolução da intensidade energética primária por país.<sup>14</sup> Visto que a demanda por energia primária equivale à quantidade de energia consumida antes de ser convertida para energia de uso final, a intensidade energética primária é uma medida de eficiência ao nível mais agregado.<sup>15</sup>

Figura 6 – Mudanças na intensidade energética primária em países e regiões selecionados



Fonte: Adaptado da IEA (2017)

Há uma tendência mundial de redução na intensidade energética primária e desde 2010, a média anual tem sido de -2,1%. Destaca-se, no entanto, um comportamento desigual entre os países. Melhoras energéticas na China são, em geral, maiores que em outros países. Enquanto isso, o Brasil apresenta tendência oposta, isto é, um aumento da intensidade energética primária em todos os anos. É importante ressaltar que variações nesse indicador

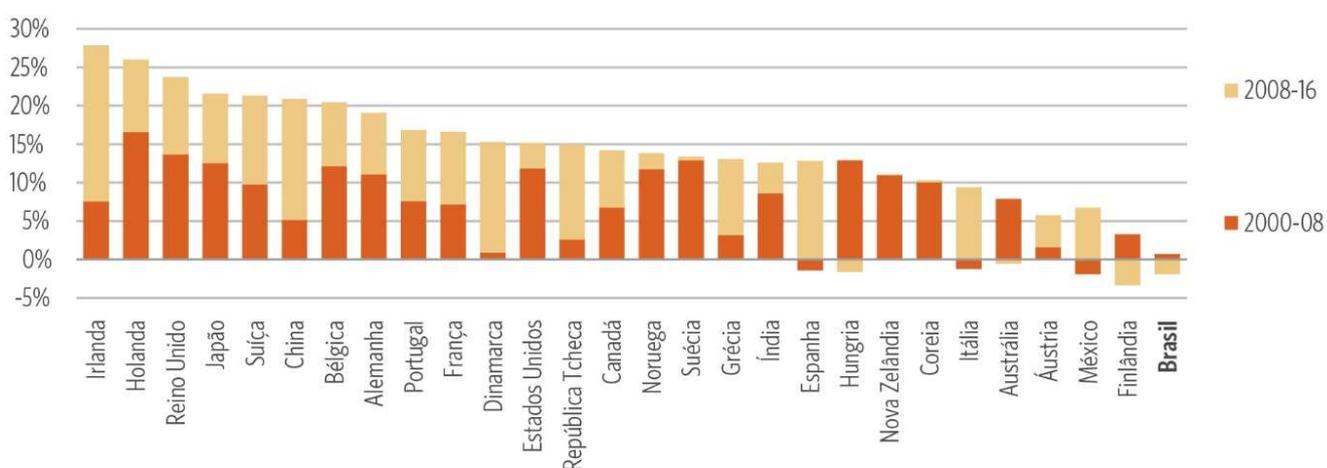
<sup>14</sup> A energia primária é aquela obtida diretamente de algum recurso retirado da natureza, antes de ter passado por qualquer processo de transformação. Ela pode ser renovável, como recursos hídricos, solar ou eólico, ou não renovável, como petróleo, carvão e gás natural.

<sup>15</sup> A energia de uso final é obtida a partir da energia primária, a qual, através de um processo de conversão ou transformação energética, gera algum tipo de combustível de uso final, como gasolina ou eletricidade.

podem ser atribuídas tanto a implementação de medidas de eficiência energética quanto a mudanças estruturais na economia, como a redução nas atividades industriais mais energeticamente intensivas. Uma análise de decomposição se faz necessária para medir a verdadeira evolução da eficiência energética em um certo país.

Tendo isso em vista, no gráfico a seguir é apresentado o efeito da eficiência energética sobre as variações no consumo de energia em vários países. Esse valor é obtido ao se separar os efeitos de outros fatores, como crescimento econômico ou mudanças estruturais.

Figura 7 - Aumento percentual no efeito da eficiência para países selecionados



Fonte: Adaptado da IEA (2017)

A eficiência energética tem contribuído para a reestruturação do sistema energético mundial, visto que, em 2016, o consumo de energia no mundo teria sido 12% maior caso medidas não tivessem sido implementadas desde 2000 – o que equivaleria a adicionar mais uma União Europeia ao mercado energético global.<sup>16</sup>

É possível notar, novamente, uma grande variação entre países. Diferentes políticas de EE foram aplicadas ao redor do mundo e de acordo com a IEA (2017), a intervenção governamental vem, na maioria das vezes, através de políticas de eficiência energética obrigatórias, isto é, pela imposição de códigos ou padrões relacionados ao uso da energia. Essas medidas incluem:

- Níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas, equipamentos e edifícios;
- Níveis de economia de combustível para veículos;
- Metas de intensidade energética para as indústrias;
- Obrigações por parte das distribuidoras de energia para implementar programas de EE.

<sup>16</sup> Fonte: IEA 2017 International Energy Agency (IEA) (2017). Market Report Series: Energy Efficiency 2017.

Em 2016, 31,5% da energia mundial consumida estava sujeita a alguma política de eficiência energética obrigatória.<sup>17</sup> O aumento desse valor, desde 2005, tem se dado principalmente pela introdução de medidas no setor industrial – movimento que tem sido liderado pela China. O Brasil, na contramão do resto do mundo, tem as suas políticas de EE com foco no setor residencial.

O Brasil apresenta piora, a partir de 2008, na aplicação de políticas de EE. A razão deste declínio é que grande parte dos programas de EE implantados no país foram respostas a estímulos específicos e não resultados de um planejamento de longo prazo. Um exemplo é que o principal marco regulatório de EE no Brasil, a Lei de Eficiência Energética, que estabelece a obrigação do país de ter níveis mínimos de eficiência energética para equipamentos, é resultado da crise do racionamento de energia elétrica em 2001. Depois disso, não existiu no país nenhuma grande medida efetiva ou ação nesta direção.

Nas subseções a seguir, serão apresentadas algumas das políticas internacionais que têm contribuído para essa redução percebida no consumo energético mundial. Além do conhecimento das políticas aplicadas pelos outros países, essa análise contribui para o entendimento do que poderia ser aproveitado pelo Brasil e como deve avançar no país a política de EE.

### 3.1. Europa

Tendo em vista a crescente escassez de recursos energéticos na União Europeia, os governos locais têm dado cada vez maior importância à eficiência energética como meio de mitigar os riscos climáticos e, ao mesmo tempo, promover um crescimento econômico eficaz em termos de custo. A transição para uma economia energeticamente eficiente favorece, ainda, o surgimento de inovações tecnológicas e o aumento da competitividade das indústrias. Como resultado dessa preocupação, a UE implementou, em 2012, a Diretiva Europeia de Eficiência Energética, que impõe como meta a redução de 20% do consumo de energia primária até 2020.

Para que essa meta seja alcançada, a Diretiva estabelece uma estrutura comum de medidas para a promoção da eficiência energética de modo a derrubar barreiras e falhas de mercado. Os membros da União Europeia se comprometem, por sua vez, a determinar metas nacionais de eficiência e são obrigados a apresentar à Comissão Europeia como essas metas serão alcançadas, além dos dados utilizados para o seu cálculo.

Em 2016, a Comissão Europeia lançou uma série de propostas legislativas com o objetivo de atualizar a Diretiva anterior, garantindo o crescimento sustentável e a competitividade de seus países membros. O plano, chamado de “Energia Limpa para todos os Europeus”, traz como

---

<sup>17</sup> Fonte: IEA 2017 International Energy Agency (IEA) (2017). Market Report Series: Energy Efficiency 2017.

um de seus principais pilares a ideia de eficiência energética em primeiro lugar, renovando a meta de redução de 20% em 2020 para 30% em 2030. As metas continuam sendo determinadas a nível nacional, podendo ser calculadas de acordo com o ambiente regulatório e as condições de mercado de cada Estado-membro.

Na Europa também existe o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS), criado em 2005, que tem sido uma das principais medidas de mitigação das mudanças climáticas. O Sistema impõe limites de emissão de gases de efeito estufa (GEE) para empresas pertencentes à UE, com valores decrescentes a cada ano. Os agentes podem comprar e vender licenças de emissão – chamadas de créditos de carbono – mantendo-se dentro do limite imposto. O Sistema opera nos 28 países da UE mais Islândia, Liechtenstein e Noruega. Ele cobre mais de 11.000 centrais elétricas e fábricas, sendo que aproximadamente 45% das emissões de gases do efeito estufa da UE são regulamentadas por ele. Com isso, ele se consagra como o maior mercado de comércio de emissões, representando mais de 75% do comércio internacional de carbono.

Entre 2013 e 2020, o limite das emissões de centrais elétricas e outras instalações são reduzidos em 1,74% ao ano, o que resultará em uma redução de 21% das emissões comparativamente a 2005. Ao final de cada ano, as empresas devem ter uma licença para cada tonelada de CO<sub>2</sub> emitida pela sua produção. Caso contrário, são cobradas multas e os nomes das empresas são divulgados. Elas podem também cobrir suas emissões comprando mais licenças ou aproveitando possíveis excedentes de anos anteriores. Para que as negociações entre as empresas participantes ocorram, o sistema permite que as licenças de emissão atuem como a moeda de troca, sendo o valor das mesmas determinado pela demanda e oferta na economia.

A Comissão Europeia apresentou, em julho de 2015, uma proposta legislativa para a próxima fase do sistema, equivalente ao período de 2021-2030. Nela está presente a redução do limite de emissões em 43% em relação a 2005. A Comissão abordou ainda a criação de diversos mecanismos de suporte para o setor industrial e energético. Entre eles, dois novos fundos: Fundo de Inovação e Fundo de Modernização. O primeiro tem o objetivo de ampliar o suporte existente para as inovações tecnológicas na indústria e o segundo deve facilitar os investimentos na modernização do setor elétrico e no aumento da eficiência energética em 10 estados membros de menor renda.

### 3.2. Alemanha

A Alemanha tem se mostrado como uma das principais referências na transição para uma economia de baixo carbono. Com o seu plano energético revolucionário, chamado de *Energiewende*, a questão da eficiência energética, em união com a adoção de fontes renováveis, tem sido central para a transformação do setor energético alemão. Com a

implementação em 2014 do Plano Nacional de Ação em Eficiência Energética (NAPE), o governo estabelece os parâmetros e incentivos para aumentar a eficiência energética com o melhor custo-benefício. O NAPE consiste em medidas de curto e longo prazo que visam encorajar o crescimento econômico a partir do investimento em eficiência energética, mostrando como novos modelos de negócio, inovações tecnológicas e medidas de economia de energia podem aumentar a competitividade das empresas alemãs no cenário internacional.

O primeiro passo nesse sentido é prover informação e consultoria para que os agentes saibam quais os melhores caminhos para aprimorar seu desempenho energético. Em seguida, torna-se necessário disponibilizar mecanismos de financiamento para investimentos em setores estratégicos. Além disso, o programa obriga grandes empresas a realizarem auditorias energéticas e prevê medidas padrões de eficiência tanto para produtos quanto para novas construções. Um último ponto a ser destacado no plano é a Iniciativa das Redes de Eficiência Energética, composta por empresas, indústrias e associações comerciais. Através dessas redes, as empresas participantes podem definir e implementar metas de eficiência energética com a ajuda de especialistas em energia, além de poder trocar experiências com outros agentes.

### 3.3. Itália

A Itália é um outro exemplo de políticas bem-sucedidas de eficiência energética. Uma das principais medidas aplicadas pelo país para atingir sua meta de redução de consumo de energia até 2020 tem sido o esquema de Certificados Brancos, ou Certificados de Eficiência Energética, em vigor desde 2004. O plano obriga as distribuidoras de eletricidade e gás natural com mais de 50.000 consumidores a atingirem metas anuais de economia de energia, medidas em toneladas equivalentes de petróleo (tep). Os certificados brancos são um instrumento comercializável recebido pelas distribuidoras que comprovem a implementação de projetos de eficiência energética junto aos seus consumidores. Cada certificado equivale a 1 tep de energia economizada. Além disso, empresas de médio e grande porte que comprovem a redução do seu consumo de energia também podem obter esses certificados em valor equivalente à quantidade economizada.

Tendo isso em vista, instituiu-se um Mercado de Certificados Brancos, onde as partes obrigadas – as distribuidoras – podem comprar certificados obtidos pelas partes voluntárias – as empresas participantes – caso não tenham alcançado a totalidade das suas metas de conservação de energia. O governo italiano é responsável pelo gerenciamento, avaliação e certificação dos projetos de eficiência energética, além de coordenar o mercado de certificados. Esse mecanismo serve, portanto, como um incentivo financeiro para que o setor privado atue no sentido de promover o consumo consciente de energia.

O governo italiano instituiu o Decreto de 28 de dezembro de 2012 com o objetivo de fortalecer a efetividade do programa, estabelecendo metas nacionais de economia de energia a serem alcançadas pelas distribuidoras de eletricidade e gás natural entre 2013 e 2016. Além disso, o decreto introduziu novos critérios, termos, condições e procedimentos para a implementação de projetos e iniciativas de eficiência energética a serem considerados pelos Certificados. Quanto à mensuração da eficiência energética, ficaram instituídas as formas padrões de quantificação da energia economizada, com medidas específicas a cada setor industrial.

De 2005 a 2012, 60% da energia economizada pelo programa correspondia a eletricidade, 26% a gás natural e 14% a outros combustíveis (para transporte etc.). Além disso, os certificados abrangem todos os setores da economia, como indústria, serviços e transporte. Os dados mostram, no entanto, que o setor industrial tem sido o maior beneficiado pelo programa. De acordo com Di Santo et al. (2014), em 2013, 95% dos projetos que receberam Certificados Brancos eram voltados para a indústria.

### 3.4. Reino Unido

Um outro caso a ser destacado é a aplicação do *Climate Change Levy* (CCL), uma das principais políticas voltadas para a promoção da eficiência energética no Reino Unido. O CCL é um imposto cobrado de consumidores não residenciais sobre o uso de energia oriunda de combustíveis fósseis. Através do aumento nos custos com energia, as empresas são estimuladas a buscar opções mais energeticamente eficientes ou investir em renováveis. As taxas são cobradas por unidade consumida, aumentando anualmente, e variam de acordo com a fonte: eletricidade; gás natural; gás liquefeito de petróleo e outros gases hidrocarbonetos em estado líquido; e carvão, lignito e coque.

Com o intuito de não prejudicar a competitividade das empresas britânicas, ao mesmo tempo em que mantém seus objetivos de redução de consumo energético, o governo do Reino Unido criou o *Climate Change Agreement* (CCA). As empresas que fazem parte desse acordo podem ter suas taxas do CCL reduzidas em até 90% sobre o uso de eletricidade e 65% para combustíveis fósseis. Para que isso aconteça, elas devem alcançar as metas de eficiência energética e redução das emissões de carbono, impostas para cada setor. O objetivo do governo britânico é gerar um aumento de eficiência energética de 11% até 2020. O CCA se estende tanto para indústrias energeticamente intensivas quanto para negócios agrícolas. O esquema atual foi implementado em 2013 e ficará em vigor até 2023.

### 3.5. Japão

O Japão lançou uma legislação pioneira, em 1979, com o objetivo de regular o uso racional de energia nos principais setores da economia (indústria, construção, transporte e maquinário/equipamentos). O Ato do Uso Racional de Energia (ou Ato de Conservação de

Energia) é considerado o pilar da política de eficiência energética para a indústria japonesa e reconhecido pelo seu sucesso ao longo dos anos. São instituídos, através dele, os padrões regulatórios de conservação e gerenciamento energéticos dos processos industriais. Ao mesmo tempo, são estipuladas as metas de eficiência energética a serem alcançadas pelas unidades industriais.

As fábricas são divididas em termos de volume de consumo energético. As unidades de Tipo 1 são aquelas com alto ou médio nível de consumo anual, enquanto as do Tipo 2 são aquelas com baixo nível de consumo anual. As fábricas são obrigadas a contratar uma equipe de profissionais qualificados para realizar as atividades de gerenciamento, controle e planejamento energético. Os seus planos de consumo devem incluir a meta de redução média de no mínimo 1% ao ano da sua intensidade energética. Além disso, as fábricas devem entregar ao governo relatórios anuais do seu consumo de energia e planos de investimento. É importante ressaltar que, desde 2009, a regulação ocorre ao nível da empresa, isto é, as fábricas podem ter níveis distintos de consumo energético, desde que a empresa como um todo esteja dentro das normas regulatórias.

A avaliação das medidas de eficiência energética é realizada pelo Ministério da Economia, Comércio e Indústria e pelo Centro de Conservação de Energia, os quais mandam formulários de pesquisa para as fábricas e depois visitam as unidades para checar as informações fornecidas. Se os resultados da avaliação não são satisfatórios, é feita uma inspeção no local e, se falhas forem encontradas, a fábrica será instruída a realizar um plano de racionalização. Um novo método de avaliação foi introduzido em 2016, chamado de SABC, que categoriza as empresas de acordo com o seu progresso de redução da intensidade energética. Aquelas que forem classificadas com S têm seus nomes divulgados por mérito, enquanto as identificadas como C receberão aconselhamento do governo para identificar possíveis áreas de aperfeiçoamento.

### 3.6. China

A China tem se destacado com políticas restritivas, porém efetivas de eficiência energética. Em 2005, o estabelecimento do 11º Plano Quinquenal impôs à economia chinesa a meta de redução de 20% da sua intensidade energética (energia/PIB) entre 2006 e 2010. Para tornar isso possível, o governo lançou, em abril de 2006, um programa direcionado para as 1.000 principais empresas energo-intensivas do país, responsáveis por 33% do consumo energético do país e 47% do consumo industrial. Esperava-se, a partir de então, que essas empresas economizassem 100 milhões de toneladas equivalentes de carvão (tec) do seu consumo de energia previsto para o ano de 2010.

As firmas faziam parte de nove principais atividades industriais consumidoras de energia: ferro e aço, petrolífera, química, elétrica, metais não ferrosos, mineração, materiais de construção,

têxtil e papel. Cada uma consumia no mínimo 180.000 tec em 2004. Os valores fixados para conservação de energia foram definidos ao nível das províncias e as empresas participantes assinaram contratos de compromisso com os governos locais. Essas metas passaram a fazer parte do sistema de avaliação das autoridades provinciais, as quais eram monitoradas anualmente para provar que as metas impostas para as empresas em suas jurisdições foram alcançadas. Caso contrário, tanto governos quanto empresas sofreriam sanções.

O plano consistia, portanto, em uma ação conjunta entre governo e empresas participantes, esperando-se alcançar níveis mais eficientes de consumo energético através de suporte e orientação governamental. As firmas foram obrigadas a estabelecer sistemas de medida e monitoramento, submeter relatórios de consumo energético, realizar auditorias de energia, além desenvolver planos de eficiência energética. O governo, por sua vez, tornou-se responsável por disponibilizar sessões de treinamentos para as empresas, além de suporte financeiro e monitoramento das atividades realizadas.

Um dos principais fatores para o sucesso do plano foi a existência de uma série de oportunidades de financiamento estatais para investimentos em projetos de eficiência energética, correspondentes a bilhões de dólares. Parte desse financiamento foi direcionado para um sistema de incentivos no qual as empresas que conseguissem comprovar uma economia mínima de 10.000 tec por ano eram recompensadas financeiramente por cada tec não gasto. Outras políticas foram implementadas ao mesmo tempo para estimular financeiramente a transição para uma indústria menos poluente. Entre elas temos a redução dos descontos tarifários para produtos de exportação que apresentem alta intensidade energética no seu processo produtivo.

Os dados disponibilizados pelo governo chinês apontam para uma economia de energia equivalente a 165,49 Mtec, maior do que a meta de 100 Mtec proposta pelo programa. Além disso, entre 2006 e 2010, 127 empresas fecharam, realizaram fusões ou mudaram suas formas de produção. O programa se mostrou, portanto, bastante eficaz, contribuindo para que as empresas chinesas atingissem níveis de performance energética equivalentes a economias avançadas.

Concomitantemente, para intensificar a redução do consumo de energia pelo setor industrial, o governo chinês lançou uma política de diferenciação dos preços de eletricidade cobrados sobre a eletricidade consumida pelas empresas com maior nível de intensidade energética, ainda em vigor. Para tanto, as empresas foram divididas em quatro grupos de acordo com seus níveis de eficiência energética – “encorajado”, “permitido”, “restrito” e “eliminado” – e as tarifas de eletricidade foram desenhadas para cada grupo. Empresas no primeiro grupo são estimuladas por tarifas mais baixas, enquanto as dos grupos “restrito” e “eliminado” têm seus preços gradualmente elevados com o intuito de eliminar as unidades menos eficientes.

No ano de 2007, de modo a incentivar os governos locais a implementarem essa política, foi permitido que as autoridades das províncias ficassem com a renda correspondente à cobrança das tarifas mais altas. Segundo Price et al. (2010), entre 2004 e 2006, 900 firmas no grupo “eliminado” e 380 do “restrito” tinham fechado, investido em eficiência energética ou mudado seus processos de produção.

### 3.7. Estados Unidos

Os Estados Unidos, por outro lado, têm promovido formas alternativas de incentivo à eficiência energética, isto é, que funcionam através de participação voluntária. O *Energy Star*, por exemplo, é o maior programa a nível federal e já foi adotado por países da União Europeia, além de Canadá, Austrália, Nova Zelândia, Japão e Taiwan. Criado em 1992 pela Agência de Proteção Ambiental e o Departamento de Energia, firmas podem se associar ao programa de forma voluntária, recebendo um certificado de eficiência energética – similar ao Programa Brasileiro de Etiquetagem. Inicialmente aplicado a produtos, como computadores e impressoras, atualmente o programa se expande a domicílios, prédios públicos e fábricas que queiram reduzir suas emissões de GEE através do uso eficiente de energia.

No caso do setor industrial, o *Energy Star* disponibiliza uma vasta documentação acerca de melhores práticas no uso de energia e gerenciamento energético para as empresas credenciadas. Além disso, existe a pontuação *Energy Star* que, através do Indicador de Performance Energética (EPI), classifica as instalações industriais em uma escala de 1 a 100 de acordo com sua eficiência energética, permitindo a comparação com outras instalações similares ao redor do território norte americano. A certificação da *Energy Star* é concedida aos estabelecimentos que usem 35% menos energia e causem 35% menos emissão de GEE que estabelecimentos semelhantes. O *Energy Star* inclui ainda o “Desafio para a Indústria”, um programa que convida as unidades industriais a reduzirem sua intensidade energética em 10% no período de 5 anos. Mais de 1.000 unidades participam do desafio, incluindo empresas como General Motors e Colgate-Palmolive. Aqueles que alcançam o objetivo recebem um certificado do *Energy Star*, além do reconhecimento por adotar ações sustentáveis.

Um segundo programa, em vigor nos Estados Unidos desde 1976, são os Centros de Avaliação da Indústria (IAC). Essa iniciativa do Departamento de Energia (DOE) oferece serviço de avaliação energética gratuito para plantas industriais de pequeno e médio porte. São 28 centros espalhados pelo país, financiados pelo DOE, que funcionam dentro de universidades locais e têm seus trabalhos realizados por professores e alunos bem qualificados da área de engenharia. Os IACs fazem auditorias energéticas, identificando oportunidades para reduzir desperdícios, aumentar a produtividade e economizar energia.

As indústrias elegíveis para receber o suporte técnico devem atender a uma série de critérios como: pertencer a um determinado grupo de subsetores (alimentício, papel e celulose, têxtil

etc.), estarem localizadas a menos de 240 km da universidade participante, ter gastos energéticos anuais entre US\$ 100,000 e US\$ 2,5 milhões, entre outros. As avaliações da unidade são feitas primeiramente à distância, seguidas de uma visita ao local. A partir de uma análise técnica detalhada, a equipe de engenheiros elabora uma série de recomendações com estimativas de custos, performance e período de retorno do investimento, que são entregues na forma de um relatório confidencial à unidade industrial. Entre dois e seis meses após a entrega do relatório, o IAC entra em contato com o gerente da unidade para verificar quais medidas propostas serão adotadas.

### 3.8. Lições

De forma resumida, os instrumentos listados adotados por alguns países para a promoção da eficiência energética são:

- Padrões mínimos obrigatórios de eficiência energética para alguns equipamentos;
- Padrões regulatórios de conservação e gerenciamento energéticos dos processos industriais;
- Obrigatoriedade de firmas estabelecerem processos de medição e verificação;
- Custeio de diagnósticos e estudos de otimização energética para que instalações industriais aprimorem seu desempenho energético;
- Divulgação de informações sobre equipamentos e processos eficientes;
- Disponibilidade de mecanismos de financiamento;
- Disponibilidade de sessões de treinamentos em medidas de conservação de energia;
- Obrigação de empresas realizarem auditorias energéticas;
- Criação de redes de eficiência energética;
- Imposição de metas de conservação de energia para distribuidoras;
- Mercado de certificados de eficiência energética;
- Acordos voluntários entre governo e indústria;
- Reduções tributárias vinculadas ao alcance de metas de eficiência energética.

Mesmo que cada país apresentado tenha um conjunto diferente de medidas para promover EE, fica evidente, que existem programas específicos para o setor industrial e planejamentos de curto e longo prazo para a implementação de ações de EE.

### 3.9. Avaliações de Ações e Programas de EE

Como forma de um país experimentar diferentes alternativas de implementação de políticas de EE pode ser utilizada a metodologia de Estudos Randomizados Controlados (*Randomized Control Trials* ou RCTs). Para tal, são aplicados experimentos, onde se separam grupos de tratamento e de controle, selecionados de forma aleatória, sendo possível medir o impacto de determinadas medidas. Há uma série de estudos econômicos que utilizam esse instrumento

para responder se determinadas ações em certo país têm o efeito esperado pelo governo de estimular o uso racional de energia.

Como mostrado por Davis e Metcalf (2016) em um estudo realizado nos Estados Unidos, a disponibilidade de informação é um fator importante para a promoção de EE. No experimento, os participantes deveriam escolher entre ar condicionados idênticos, que se diferenciavam pelos preços de compra, custos anuais de energia e os sistemas de etiquetagem usados para classificar os níveis de eficiência energética. Com isso foi possível concluir que sistemas de etiquetagem mais completos levam a melhores escolhas em relação ao consumo de energia por parte dos indivíduos.

Outros estudos, no entanto, apresentam evidências para o fato de que, mesmo sendo informados acerca dos benefícios das medidas de eficiência, os consumidores podem decidir não as adotar. Fowlie, Greenstone e Wolfram (2015), por exemplo, identificam os fatores que influenciaram a reduzida adesão da população de baixa renda ao *Weatherization Assistance Program* (WAP). O WAP é um programa aplicado nos EUA com objetivo de diminuir o consumo de energia através da instalação gratuita de mecanismos mais eficientes energeticamente. Além dos custos monetários e da economia de energia, o estudo busca avaliar o peso real da informação e do custo de transação sobre a decisão de participação dos indivíduos. Assim, realizou-se um experimento com 30.000 indivíduos que seriam elegíveis para o WAP, em que o grupo de tratamento era informado a respeito dos possíveis benefícios da adesão ao programa. O que se notou é que, mesmo com esses incentivos, existe uma baixa adesão. Concluiu-se que os altos custos não monetários do processo têm forte relação com a decisão de participar ou não de programas de EE.

Toledo (2016), por outro lado, tenta entender a influência da informação sobre o comportamento de indivíduos pertencentes à população de baixa renda de um país em desenvolvimento. Para isso, a autora realizou um RCT em favelas no Rio de Janeiro onde se observou como moradores dessas localidades reagiram a mensagens persuasivas acerca dos benefícios das lâmpadas de LED. Os participantes receberam uma certa quantia em dinheiro e depois foram divididos em grupos aos quais seriam cobrados valores diferentes pelas lâmpadas. Além disso, para cada preço oferecido, somente metade dos participantes seriam expostos a discursos persuasivos de cunho ambiental. Os resultados mostram que os indivíduos respondem de forma positiva ao discurso, aumentando em média 6 pontos percentuais a probabilidade de adoção da lâmpada de LED. Concluiu-se também que o maior efeito se dá sobre os participantes mais ricos, as mulheres, aqueles com alguma educação secundária e os que já possuíam uma lâmpada eficiente em casa. Ou seja, quanto menor a renda, menor a disposição do indivíduo a adotar medidas de EE.

Ao olhar para a eficiência energética na indústria, os estudos mostram que os investimentos em EE observados no setor são menores do que os níveis que seriam ótimos. A essa diferença, Allcott e Greenstone (2012) dão o nome de gap da eficiência energética, o qual é

atribuído à existência de barreiras informacionais. Ryan (2015) busca avaliar, portanto, se essa falha de mercado é responsável pela redução da eficiência energética das fábricas indianas. Com esse objetivo, realizou-se um experimento em que parte das fábricas receberam informações, através de auditorias energéticas, enquanto às outras foi fornecido conhecimento técnico para a adoção de medidas de eficiência, através de gerentes de energia. No fim, percebeu-se que nem as firmas que tiveram auditorias energéticas nem as que receberam ajuda técnica tiveram um aumento significativo de investimentos relativos a eficiência energética ou da sua eficiência. Assim, o autor chega à conclusão de que são os custos auxiliares fixos, inerentes à implementação do investimento, como a interrupção da atividade na fábrica, treinamento dos empregados ou outras mudanças no processo produtivo, que tornam esses investimentos pouco rentáveis, desestimulando a adoção dessas medidas.

#### 4. Conclusões

A experiência internacional evidencia o apoio dos governos às ações de eficiência energética na indústria. Alguns exemplos são treinamento e disponibilização de informações, renúncia fiscal, condições especiais de financiamento, imposição de níveis mínimos de eficiência e obrigatoriedade de avaliação e monitoramento do consumo de energia.

Todas essas medidas podem ser implementadas ou intensificadas no Brasil. Ações de eficiência energética mais precisas poderiam ser definidas pelo governo em parceria com o setor industrial.

Até agora, o foco das políticas públicas em eficiência energética tem sido os consumidores residenciais. A participação do setor industrial nos programas e financiamentos é muito pequena. Em contraste, a indústria é o maior consumidor de energia e, desta forma, é um setor com grande potencial para contribuir para o alcance da meta assumida pelo governo brasileiro no âmbito do acordo da ONU sobre mudanças climáticas firmado em 2015 em Paris.

O Brasil, por mais que tenha elaborado um plano nacional de EE em 2011, não implementou medidas efetivas para promover a utilização racional de energia. O tema deve ser introduzido de forma prioritária na agenda do governo para que o país aproveite a oportunidade de recuperação uma vez superada a atual crise econômica. Assim como a Alemanha, o Brasil deve implantar medidas para encorajar o crescimento econômico a partir do investimento em eficiência energética, mostrando como novos modelos de negócio, inovações tecnológicas e medidas de economia de energia podem aumentar a competitividade das empresas.

Entre as medidas, o governo brasileiro poderia disponibilizar mecanismos de financiamento para EE; classificar as instalações industriais de acordo com sua eficiência energética, permitindo a comparação com outras instalações similares no país da mesma maneira que faz com os equipamentos domésticos; determinar padrões mínimos obrigatórios de eficiência

energética para um maior número de equipamentos; estipular padrões regulatórios de conservação e gerenciamento energéticos dos processos industriais; disponibilizar sessões de treinamentos em medidas de conservação de energia e finalmente, não deveria mais delegar a execução das principais iniciativas de conservação de energia às suas empresas estatais, Eletrobras e Petrobras. Outras possibilidades seriam a implantação de um mercado de certificados de eficiência energética no lugar do programa de EE das distribuidoras ou a criação de leilões de EE, como sugerido pelo PNEf.

Planos, estudos e diagnósticos sobre eficiência energética no Brasil já foram realizados. O próximo passo é a implementação de novos programas e ações de EE. Este trabalho dá uma indicação de que são muitas as opções de medidas ao alcance do governo capazes de subsidiar uma agenda consistente de políticas públicas para estimular o uso racional de eletricidade pela indústria.

## 5. Referências

- Allcott, H., e Greenstone, M. (2012). "Is There an Energy Efficiency Gap?" *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), pp. 3-28
- Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) (2017). BNDES e o Setor Elétrico.
- Cardoso et al. (2015). "Evaluation of the energy impacts of the Energy Efficiency
- Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE) (2017). Relatório de Atividades 2015-2017.
- Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (2008). Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).
- Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2016) Sondagem Especial - Indústria e energia 65, Ano 17, n°1
- Costa, F., & Gerard, F. (2015). Hysteresis and the Social Cost of Corrective Policies: Evidence from a Temporary Energy Saving Program. Working Paper. Mimeo
- Davis, L. W. & Metcalf, G. E. (2016). "Does Better Information Lead to Better Choices? Evidence from Energy-Efficiency Labels," *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, University of Chicago Press, vol. 3(3), pp.589 – 625.
- Di Santo et al. (2014). "White certificates in industry: the Italian experience." 2014 International Energy Policy & Programme Evaluation Conference, Berlin.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2006). Plano Decenal de Expansão de Energia 2015.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2007a). Plano Nacional de Energia 2030.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2007b). Plano Decenal de Expansão de Energia 2016.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2014). Plano Decenal de Expansão de Energia 2023.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2016). "Demanda de Energia 2050. " Nota Técnica DEA 13/15, Ministério de Minas e Energia.
- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2017). Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016.
- European Commission (2016). The EU Emissions Trading System (EU ETS).
- Fowlie, M., Greenstone, M., & Wolfram, C. (2015). "Are the non-monetary costs of energy efficiency investments large? Understanding low take-up of a free energy efficiency program." *The American Economic Review*, 105(5), pp; 201-204.

Guerra et al. (2011). "Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico." *Revista Tecnologia e Sociedade*, 1, pp.1-7

Haddad et al. (2015). *Energy Efficiency and Smart Grids for Low Carbon and Green Growth in Brazil: Knowledge Sharing Forum on Development Experiences: Comparative Experiences of Korea and Latin America and the Caribbean*. Inter-American Development Bank

International Energy Agency (IEA) (2011). *25 Energy Efficiency Policy Recommendations 2011 Update*.

International Energy Agency (IEA) (2017). *Market Report Series: Energy Efficiency 2017*.

Jannuzzi, G. D. M., & Santos, H. T. M. (2005). "Análise dos investimentos no Programa de Eficiência Energética das concessionárias de distribuição de eletricidade." *IV Congresso Brasileiro de Regulação*. Manaus, Brasil.

Leonelli et al (2009). "Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil." *Revista Brasileira de energia*, 15, pp. 7-26

Price, L., Wang, X., & Yun, J. (2010). "The challenge of reducing energy consumption of the Top-1000 largest industrial enterprises in China." *Energy Policy*, 38(11), pp.6485-6498.

PROCEL (2017) *Resultados PROCEL 2017: Ano Base 2016*.

Ryan, N. (2015). "Is There An Energy-Efficiency Gap? Experimental Evidence from Indian Manufacturing Plants." Working Paper. Yale University. Allcott, H., e Greenstone, M. (2012). "Is There an Energy Efficiency Gap?" *Journal of Economic Perspectives*, 26(1), pp. 3-28

Toledo, C. (2016). "Do environmental messages work on the poor? Experimental Evidence from Brazilian Favelas." *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 3(1), pp. 37-83.