



# Contribuição ao processo de revisão do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)

*Categoria: Aplicações do GLP*

Participantes:

**SINDIGÁS** - SINDICATO NACIONAL DAS  
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS  
LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

**ABRINSTAL** - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PELA  
CONFORMIDADE E EFICIÊNCIA DE  
INSTALAÇÕES

**IEE/USP** - INSTITUTO DE ENERGIA E  
AMBIENTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO





# Contribuição ao processo de revisão do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf)

## *Aplicações do GLP*

### Autores:

**Alberto José Fossa (Abrinstal)**

**Adriano Loureiro (Sindigás)**

**Aurélio Ferreira (Sindigás)**

**Danielle Johann (IEE-USP)**

**Edmilson Moutinho dos Santos (IEE-USP)**

**Felipe de Albuquerque Sgarbi (IEE-USP)**

**Jorge Chaguri Jr. (Abrinstal)**

**Murilo Tadeu Werneck Fagá (IEE-USP)**

**Taluia Croso (IEE-USP)**



## 1. Histórico das organizações e profissionais envolvidos

O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo – SINDIGÁS foi criado em 1974 com a finalidade de estudar, coordenar, proteger e representar a categoria diante da sociedade brasileira e nas diversas esferas dos governos federal, estadual e municipal. Além disso, o SINDIGÁS busca uma maior colaboração junto aos poderes públicos, associações e entidades sindicais, de todos os níveis, no sentido da solidariedade social e de sua subordinação aos interesses nacionais.

A Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência das Instalações - ABRINSTAL é uma entidade criada com o objetivo de planejar, organizar e catalisar ações que visem à conformidade e eficiência das instalações elétricas, hidráulicas, gás, combate a incêndio, automação predial, segurança eletrônica e de telecomunicações. Desde 2006, a ABRINSTAL realiza projetos envolvendo estudos técnicos, planejamento, avaliações estratégicas e difusão de informação, vinculados à conformidade e eficiência das instalações prediais, buscando apoiar os processos de tomada de decisão, formulação e implantação de políticas públicas, além de subsidiar decisões de empresas.

O Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo (Sindigás), em parceria com a Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência das Instalações (Abrinstal) e o Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), tem contribuído para o aprimoramento das políticas de eficiência energética do Ministério de Minas e Energia (MME), promovendo estudos, os quais, posteriormente, têm sido incorporadas pelas políticas públicas e, ao mesmo tempo, conduzido a trabalhos científicos de mestrado e de doutorado no IEE da Universidade de São Paulo.

Através desses estudos, já foi possível consolidar junto aos formuladores de políticas públicas do MME e, mais especificamente, junto aos promotores do PNEf e das estratégias de eficiência energética do governo federal, que o uso de aquecedores a gás revela-se mais eficiente do que os chuveiros elétricos, quando o conceito de eficiência é avaliado ao longo de toda a cadeia da produção (geração), transmissão e distribuição da energia.

Assim, frequentemente sob encomenda do próprio MME, o Sindigás e seus parceiros (ABRINSTAL e IEE-USP) têm contribuído para o avanço do conhecimento e para a evolução das práticas e dos instrumentos de política pública, visando a maior eficiência energética.

A influência dos estudos já realizados e entregues ao MME permitiu, entre outros, que os benefícios da adoção do gás LP como energético mais eficiente, particularmente nos usos diretamente associados como aquecimento de água e ambiente, fossem reconhecidos e computados em todos os principais documentos técnicos que referenciam e suportam o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações Eficientes (PBEEE), tanto para edificações residenciais como para prédios públicos e comerciais.



A equipe de profissionais que participaram do desenvolvimento deste projeto é composta por consultores sênior, mestres, doutores e especialistas em gases combustíveis e suas aplicações. A equipe detém o conhecimento da aplicação e uso final de gases combustíveis, com trabalhos desenvolvidos em âmbito nacional e internacional.



## 2. Problemas e Oportunidades

O presente projeto tem como objetivo a elaboração de uma proposta de revisão da extensão do alcance das ações de promoção da eficiência energética no âmbito do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf). Para efeito do entendimento desta colaboração, adota-se a “definição abrangente” de Eficiência Energética (EE), conforme apresentada no segundo parágrafo da introdução do próprio PNEf, qual seja:

*“EE refere-se a **ações de diversas naturezas** que culminam na redução da energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transporte e uso em processos. Objetiva, em síntese, **atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto na natureza**”.*

Em resumo, o PNEf reconhece que a eletricidade é a principal forma de energia para aquecimento de água no Brasil. Dentre os domicílios que aquecem água para banho no país, mais de 90% o fazem a partir de chuveiros elétricos (maioria) ou outros sistemas elétricos, como boilers. Estima-se que os chuveiros elétricos são responsáveis por 5,5% a 6,0% de toda a eletricidade consumida no Brasil (aproximadamente 30.000 GWh, em 2013, ou seja, o equivalente a 30% da energia gerada pela Usina de Itaipu no mesmo ano, ou 1,5 vezes de toda a energia eólica gerada no país até 2013).

O PNEf também assume que, caso nenhum programa em larga escala focado na redução do uso de chuveiros elétricos seja estabelecido, a participação dos chuveiros no consumo total de eletricidade do país permanecerá inalterado até 2030 (ou deverá até mesmo aumentar). Em outras palavras, caso nenhuma política de “progresso induzido” seja adotada, visando restringir o uso de eletricidade para aquecimento de água no setor residencial, estima-se que aproximadamente 55TWh serão consumidos em chuveiros elétricos em 2030.

Ao reconhecer a importância do aquecimento de água no setor residencial como serviço energético meritório de ação prioritária de “eficientização energética”, o PNEf apresenta, em seu atual Capítulo 12, os elementos que permitem sustentar Programas de Eficiência Energética fundamentados na promoção do “Aquecimento Solar de Água”. Generalizando, esses “Programas de Eficiência Energética em Aquecimento de Água” são compreendidos como estratégias de deslocamento da eletricidade e consequente redução do seu consumo.

Nesta contribuição, propõe-se que a revisão do PNEf deve contemplar uma ampliação do rol de ações e soluções tecnológicas a serem previstas em “Programas de Eficiência Energética em Aquecimento de Água”, aumentando, portanto, o alcance das metas de EE que podem ser conquistadas neste serviço energético. Sugere-se, assim, a incorporação de um novo Capítulo ao PNEf, cujo escopo apresentará os elementos e as ações que podem ser implementadas em “Programas de Redução do Uso da Eletricidade no Aquecimento de Água (principalmente no Setor Residencial) através da Substituição pelo Aquecimento a Gases Combustíveis”.



No texto que segue como sugestão para o novo Capítulo a ser incorporado na versão revisada do Plano Nacional de Eficiência Energética, demonstra-se que ações de redução do consumo de eletricidade no serviço de aquecimento de água, mesmo acompanhadas de aumentos de consumo de gases combustíveis (gás natural, gás LP e biogás) neste mesmo serviço energético, conduzem, efetivamente, a ganhos integrados de EE, já que permitem “atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto na natureza”.

Esta realidade já se apresenta dentro das atuais premissas adotadas pelo PNEf, ancoradas nos cenários de referência do PNE2030. A veracidade das vantagens de eficiência energética na substituição da eletricidade por gases combustíveis deverá ser confirmada e amplificada em todos os cenários energéticos a serem explorados no PNE 2050 e nas premissas de EE que poderão ser a ele vinculadas.



### 3. Plano de Ação - Objetivos, Metas e Estratégias

- Apresentar as contribuições e impactos, em termos de economia de eletricidade, que a disseminação do uso de gases combustíveis para o aquecimento de água, principalmente no setor residencial, podem gerar nesse mesmo serviço energético, e os consequentes ganhos de EE a serem obtidos e promovidos pelo PNEf.
- Discutir elementos estratégicos que precisam ser contemplados em “Programas de Redução do Uso da Eletricidade no Aquecimento de Água (principalmente no Setor Residencial) através da Substituição pelo Aquecimento a Gases Combustíveis (gás natural, gás LP e biogás)”, para que não se constituam barreiras de inibam a implantação e avanço dos Programas.
- Apresentar um conjunto de medidas, não exaustivas, mas necessárias para o enraizamento da ação de eficiência energética aqui proposta e para se promover uma transição energética de amplo alcance, caracterizada pela substituição do uso da eletricidade por gases combustíveis no aquecimento de água.



## 4. Implementação

Três cenários de substituição tecnológica foram estudados com o intuito de se explorar a potencial redução do consumo de eletricidade decorrente da disseminação mais ampla do uso de gases combustíveis para o aquecimento de água em domicílios. Esses cenários foram construídos tomando-se como referência as premissas e metas adotadas na primeira versão publicada do PNEf.

Cada um dos cenários apresentados representa um “grau de atenuação” na já esperada expansão do consumo de eletricidade em chuveiros, conforme apresentado na Tabela 1. Essa expansão está associada tanto à instalação de chuveiros elétricos em novos domicílios, que serão construídos ao longo do período analisado, quanto ao aumento do consumo de eletricidade em chuveiros nos domicílios já existentes (os quais se explicariam, por exemplo, pelo incremento de potência dos aparelhos instalados, motivados por uma busca por maior conforto no uso final, ou pelo adensamento do número de chuveiros nos domicílios).

As “atenuações” calculadas representam consumos de eletricidade em chuveiros evitados através da utilização de aquecedores a gás. Ano a ano, nos três cenários descritos, os “consumos evitados” podem ser considerados “adicionais de economia no consumo de eletricidade” a serem agregados às previsões de economia previstas inicialmente pelo PNE 2030. Para a elaboração dos cálculos, considerou-se que a participação do consumo elétrico em chuveiros, em relação ao consumo elétrico total observado no Brasil, permanecerá equivalente a 5,5% durante todo o período abarcado pelo PNE 2030. A seguir, os três cenários estudados são descritos.

- CENÁRIO 1 - Crescimento atenuado I - 25% do crescimento da demanda elétrica de chuveiros previsto é evitado a partir da disseminação do aquecimento residencial de água a partir de gases combustíveis.
- CENÁRIO 2 - Crescimento atenuado II - 50% do crescimento da demanda elétrica de chuveiros previsto é evitado a partir da disseminação do aquecimento residencial de água a partir de gases combustíveis.
- CENÁRIO 3 - Demanda congelada - 100% do crescimento da demanda elétrica de chuveiros previsto é evitado a partir da disseminação do aquecimento residencial de água a partir de gases combustíveis.

Uma vez que um período de tempo mínimo é necessário para possibilitar a organização das atividades complementares necessárias para a concretização dos cenários de substituição analisados, as estimativas apresentadas foram elaboradas a partir do ano 2018. O ano final do estudo, por sua vez, coincide com o fim do período no qual as metas de economia de eletricidade estabelecidas no PNE 2030 devem ser atingidas. Na Figura 1, é apresentada a diferença entre o consumo elétrico de chuveiros estimado e o consumo elétrico de chuveiros nos cenários estudados. Na Tabela 2, as economias de eletricidade cumulativas ao longo do período 2018 – 2030 gerada pelos cenários estudados são apresentadas.





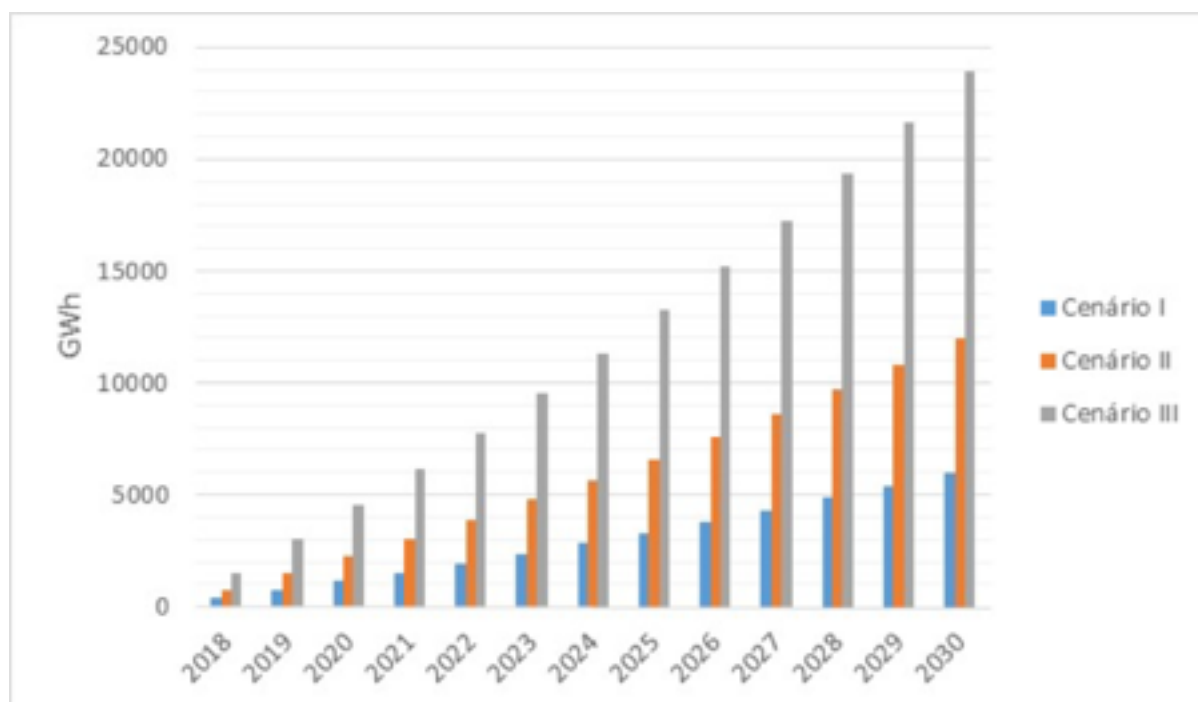
A análise dos cenários propostos demonstra que um eventual Plano de Substituição de Chuveiros Elétricos por Aquecedores a Gás pode contribuir de forma significativa para a redução do consumo elétrico no país. Os ganhos que podem ser obtidos são relevantes e se justificam como um processo de “progresso induzido”. De acordo com a amplitude e intensidade das políticas adotadas, a utilização de aquecedores a gás chuveiros elétricos pode resultar em uma economia de eletricidade que varia de cerca de 35% a mais de 100% da meta estabelecida pela versão inicial do PNEf.

**Tabela 1** – Estimativa de consumo total de eletricidade no Brasil, consumo de eletricidade em chuveiros elétricos e consumo de eletricidade em chuveiros elétricos nos cenários estudados durante o período 2018 – 2030.

|  | 2018    | 2019    | 2020    | 2021    | 2022    | 2023    | 2024    | 2025    | 2026    | 2027    | 2028    | 2029    | 2030      |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Consumo base projetado - PNEf (GWh)                | 619.021 | 646.877 | 674.693 | 703.705 | 733.964 | 765.525 | 798.442 | 832.775 | 868.584 | 905.934 | 944.889 | 985.519 | 1.027.896 |
| Consumo elétrico de chuveiros estimado (GWh)       | 34.046  | 35.578  | 37.108  | 38.704  | 40.368  | 42.104  | 43.914  | 45.803  | 47.772  | 49.826  | 51.969  | 54.204  | 56.534    |
| Consumo elétrico de chuveiros no Cenário I (GWh)   | 33.680  | 34.829  | 35.976  | 37.173  | 38.421  | 39.723  | 41.081  | 42.497  | 43.974  | 45.515  | 47.122  | 48.798  | 50.546    |
| Consumo elétrico de chuveiros no Cenário II (GWh)  | 33.313  | 34.079  | 34.844  | 35.642  | 36.474  | 37.342  | 38.247  | 39.192  | 40.176  | 41.203  | 42.275  | 43.392  | 44.557    |
| Consumo elétrico de chuveiros no Cenário III (GWh) | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.580  | 32.581  | 32.580    |



**Figura 1** – Redução do consumo elétrico anual provocada pela eventual concretização dos cenários estudados.



**Tabela 2** – Economia total de eletricidade possibilitada pelos cenários estudados ao longo do período 2018 - 2030.

|             | Economia de eletricidade total (GWh) | Porcentagem em relação à meta estabelecida pelo PNE 2030 (%) |
|-------------|--------------------------------------|--|
| Cenário I   | 38.597                               | 36,2   |
| Cenário II  | 77.195                               | 72,4   |
| Cenário III | 154.389                              | 144,8  |



A materialização dos cenários apresentados requer a adoção de medidas que permitam o adequado tratamento de elementos estratégicos estruturantes, os quais, se mal contemplados, podem transformar-se em barreiras restritivas ao aumento uso de gases combustíveis para aquecimento de água em domicílios. A seguir, os principais elementos são apresentados e discutidos.

- Infraestrutura interna e externa para uso de gases combustíveis – Para que gases combustíveis possam ser utilizados para o aquecimento de água, redes internas de distribuição de gás e água quente são necessárias, respectivamente, para conduzir o combustível até o aquecedor e a água aquecida até o ponto de uso. Grande parte dos domicílios brasileiros, entretanto, não dispõe dessas redes, uma vez que predomina no país a utilização de eletricidade para o aquecimento de água. No caso do GLP, os botijões estão, normalmente, localizados próximos ao fogão. Os domicílios já conectados às redes de distribuição de gás natural também utilizam este combustível majoritariamente apenas para cocção. Em ambos os casos, torna-se necessário algum tipo de adaptação da infraestrutura existente. Além disso, o padrão construtivo dos domicílios existentes muitas vezes impõe desafios à adequação do ambiente quanto a requisitos de segurança para instalação de aquecedores a gás, como ventilação mínima e sistemas de exaustão dos gases de combustão.

Em relação à disponibilidade de sistemas de suprimento de gás para os domicílios, há de se identificar que, em relação ao gás natural, apenas cerca de 4% dos domicílios brasileiros são atendidos por redes de gás canalizado. No entanto, na região Sudeste, esse número aumenta significativamente e já se aproxima de 10%, superando 2,5 milhões de consumidores residenciais conectados às redes e utilizando o gás quase exclusivamente para a cocção. Os sistemas de distribuição de biogás ainda são inexistentes no país, porém diversas pesquisas e debates intensos desenvolvem-se no sentido de se promover formas mais adequadas de distribuição e uso desses gases, inclusive através da sua injeção nas redes de gás natural canalizado. Por fim, a malha de distribuição de gás LP é extensa e cobre acima de 90% dos domicílios brasileiros. Portanto, as eventuais restrições que ainda merecem ser analisadas no campo do acesso ao GN e ao biogás, encontram-se plenamente superadas quando se inclui o gás LP entre as opções a serem exploradas.

- Disponibilidade de equipamentos de aquecimento de água a gás e mão de obra instaladora – Os atuais mercados de aquecedores a gás e de mão de obra qualificada para a instalação e manutenção destes equipamentos são reduzidos quando comparados com aqueles da eletricidade. Eventual Programa amplo de substituição do uso da eletricidade por gases combustíveis no aquecimento de água em domicílios demandará uma expansão da oferta de equipamentos e serviços de instalação. Há de se enfatizar que equipamentos adequados e mão de obra treinada revelam-se como requisitos de segurança que não podem ser comprometidos.

Com uma adequada consolidação da fabricação e/ou importação de aparelhos, que atendam às normas de segurança, e da formação de técnicos competentes para execução dos serviços de infraestrutura, a instalação dos aparelhos de aquecimento a gás deixa de representar um obstáculo intransponível.

- Características técnicas dos aquecedores disponíveis no mercado - Aquecedores de passagem (ou instantâneos) representam a maior parcela do mercado nacional de aquecedores a gás. Duas questões relacionadas ao uso destes equipamentos merecem destaque: o seu consumo de água,



normalmente superior ao de chuveiros quando não utilizados duchas de baixa vazão, e a pressão mínima de entrada da água necessária para a sua operação. No caso da pressão de operação dos aquecedores, observa-se que, em geral, estes equipamentos são desenvolvidos para receber água fria a uma pressão mínima de funcionamento. Entretanto, essa pressão mínima para operação muitas vezes não é atingida em casas ou apartamentos localizados em andares altos, cujas caixas d'água encontram-se poucos metros acima da sua posição de instalação. Já sobre o consumo excessivo de água, há de se ponderar que os aquecedores disponíveis no mercado brasileiro são concebidos para consumidores que pleiteiam maiores confortos. No entanto, nos diferentes planos da tecnologia, pode-se idealizar soluções técnicas alternativas, que minimizam os efeitos mais perversos acima apontados e que podem operar dentro de uma visão mais alinhada com critérios de sustentabilidade.

Vale ressaltar que o desafio para se limitar as vazões das duchas de banho, está, em diversos países no mundo, consolidado por meio de estruturas regulatórias consolidadas que se aplicam a todos os tipos de sistemas de aquecimento, incluindo chuveiros elétricos, acumuladores elétricos, sistemas de aquecimento a gás e sistemas de aquecimento solar.

- Ausência de regulamentação para componentes auxiliares de aquecedores a gás – Apesar de os aquecedores a gás possuírem normas de segurança específicas e serem certificados pelo Inmetro, vários componentes auxiliares como válvulas, tubos e conexões, flexíveis e componentes do sistema de exaustão, muitas vezes não são contemplados por este tipo de regulamentação. Essa lacuna dificulta o controle dos requisitos de segurança das instalações e impõe restrições à adoção ampla das tecnologias em discussão. No entanto, trata-se de um hiato com solução atingível através de apropriados esforços regulatórios a serem implantados pari passu aos esforços de promoção do aquecimento de água a gás.
- Receio dos usuários finais em relação a segurança dos equipamentos – Com exceção de locais onde o emprego de gases combustíveis para o aquecimento de água constitui uma prática comum, como, por exemplo, na cidade do Rio de Janeiro, os demais usuários de chuveiros elétricos possuem, em geral, temores relativos aos aspectos de segurança associados a aquecedores a gás. Essa percepção de insegurança decorre principalmente do desconhecimento da tecnologia uma vez que não há evidências científicas que a suportem. Ao contrário, desprezam-se frequentemente os riscos superiores associados a instalações inapropriadas de dispositivos elétricos no local de banho, prática proibida em vários países do mundo. Tais restrições culturais não devem ser minimizadas, porém há de se reconhecer que os comportamentos de consumidores podem ser alterados através de combinações adequadas de políticas públicas, esforços de marketing, divulgação da informação e difusão de experiências individuais positivas.
- Custos de aquisição de equipamentos e instalação – A utilização de aquecedores a gás, de uma maneira geral, apresenta maiores custos de instalação e manutenção quando comparada àquela dos chuveiros elétricos. Essa característica está normalmente associada a aspectos como a maior complexidade da instalação dos aquecedores, que envolve não apenas a rede de água fria, mas também de gás e água quente, bem como a necessidade de manutenção mais frequente e o maior custo inicial dos equipamentos. Essa dimensão econômica merece ser tratada nos planos tanto financeiro como tecnológico. As distâncias em termos de custos entre sistemas elétricos e a gás reduzem-se substancialmente quando as infraestruturas energéticas são planejadas de forma integrada



e desde as fases iniciais da construção. Além disso, potenciais economias de escala e de escopo ainda podem ser exploradas no campo das tecnologias a gás, bastante embrionário no país. Por fim, há de se reconhecer que as distâncias de custo entre os sistemas elétricos e a gás já se encontram em queda na medida em que se difundem equipamentos elétricos de maior potência e que buscam entregar confortos similares àqueles hoje obtidos com as tecnologias a gás disponíveis no mercado.

A análise das informações ora expostas sugere que as possíveis restrições que podem inibir a eventual concretização da transição energética almejada, mesmo os limitantes mais evidentes, podem ser adequadamente superados. A própria indústria dos gases combustíveis dispõe dos mecanismos internos para promover as mudanças requeridas e eliminar eventuais barreiras que possam inibir os processos da transformação tecnológica ora discutida.

Entretanto, utilizando os próprios conceitos do PNEf, pode-se afirmar que a ação conjugada de agentes do mercado, envolvendo também a participação dos próprios consumidores, dificilmente será realizada na forma de um “progresso natural”. Trata-se, na verdade, de um “progresso induzido”, no qual os atores com maior poder de influência encontram-se na esfera pública, no âmbito dos formuladores de políticas públicas e de ações regulatórias convergentes.

Existem, assim, dois grupos de ações que se complementam em uma estratégia integrada de promoção do uso de gases combustíveis para o aquecimento de água em substituição à eletricidade. Por um lado, “ações indutivas”, adotadas pelo governo, devem configurar uma indicação clara e objetiva da intenção, por parte do Estado, de se desestimular a utilização de chuveiros elétricos para o aquecimento de água em domicílios. Tais medidas são ao mesmo tempo essenciais e suficientes para estimular os agentes de mercado a adotar “ações adaptativas”, que levarão à superação dos desafios discutidos no item anterior. A seguir, essas ações são descritas.

#### 4.1 Ações indutivas a serem adotadas na esfera pública

- **Aplicação obrigatória da “tarifa branca” para consumidores de baixa tensão** – A demanda por eletricidade heterogeneamente distribuída ao longo do dia representa uma ineficiência econômica na alocação do capital e dos investimentos dedicados ao setor elétrico. Em linhas gerais, este fenômeno obriga a existência de uma infraestrutura de transmissão e distribuição robusta o suficiente para atender as elevadas cargas demandadas em um curto período de tempo (classicamente compreendido, aproximadamente, entre às 18:00 e 21:00<sup>1</sup>), mas que permanecerá ociosa no restante do dia. No contexto do setor residencial, chuveiros elétricos constituem um dos principais equipamentos que contribuem para a formação do pico de demanda elétrica no final do dia.

---

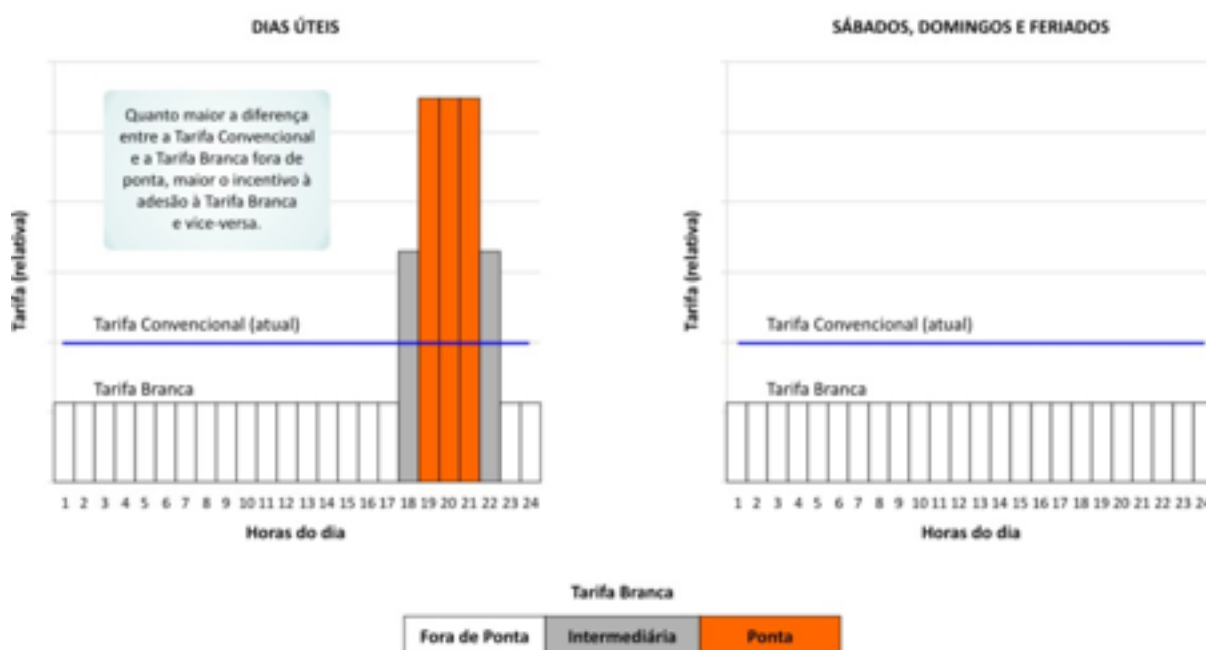
<sup>1</sup> Apesar de dados do Operador Nacional do Sistema (ONS) indicarem que os picos de demanda, particularmente nos dias mais quentes, deslocam-se para o início da tarde, quando há acionamento generalizado de aparelhos condicionadores de ar, o horário de pico oficialmente reconhecido (e refletido na tarifa branca) ainda é aquele referente ao final do dia, associado ao uso generalizado de chuveiros elétricos.



A Tarifa Branca, instituída pela Resolução Normativa Nº 414/2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, tem como objetivo principal o desestímulo do consumo de eletricidade durante o horário de pico. Conforme ilustrado na Figura 2, esta modalidade de tarifa prevê a cobrança diferenciada pela eletricidade consumida em períodos distintos do dia. Comparada à Tarifa Convencional, a Tarifa Branca é mais alta no período de maior demanda (final do dia), e mais baixa no período de demanda reduzida. Entre os períodos de tarifas altas e baixas é cobrada uma tarifa intermediária.

Da forma como está estruturada, a Tarifa Branca tende a tornar a utilização de chuveiros menos atrativa para os consumidores finais. Ainda que a alteração do horário de banho, e consequente manutenção do chuveiro, seja possível em determinadas situações, é razoável considerar que, para uma parcela relevante dos usuários residenciais, a utilização destes equipamentos se torne menos desejada do ponto de vista econômico. Neste cenário, a adoção de tecnologias de aquecimento de água distintas, principalmente baseadas em gases combustíveis, (*e.g.* aquecedores a gás de passagem ou acumulação<sup>2</sup>) se apresenta como alternativa aos chuveiros elétricos.

**Figura 2** – Comparação entre o comportamento dos preços da Tarifa Branca e a Tarifa Convencional. Fonte: ANEEL (2015).



<sup>2</sup> Além de aquecedores baseados em gases combustíveis, tecnologias baseadas em eletricidade, mas que não impliquem elevado consumo energético instantâneo (*e.g.* aquecedores elétricos de acumulação), também podem constituir alternativas para o cenário retratado. Uma vez que mantém um volume de água constantemente aquecido, esse tipo de aquecedor opera com baixas potências contribuindo de forma tímida para o horário de pico. Neste caso, medidas restritivas voltadas especificamente para estas tecnologias também se fazem necessárias.



A imposição da Tarifa Branca aos usuários residenciais é limitada, entretanto, pela ainda baixa penetração de medidores eletrônicos nos domicílios brasileiros. Estes, diferentemente dos tradicionalmente utilizados medidores eletromecânicos, permitem o registo temporal do consumo elétrico, o que os tornam, portanto, imprescindíveis para a implementação da modalidade de tarifa em pauta. Atualmente, a legislação prevê que os custos de aquisição e instalação de tais medidores sejam assumidos pelas concessionárias de distribuição de eletricidade. Em um cenário de utilização maciça destes equipamentos, será necessário que se discutam mecanismos que impeçam que essas empresas sejam demasiadamente oneradas financeiramente pela obrigatoriedade de aquisição e instalação de medidores eletrônicos para todos os consumidores residenciais do país. Por outro lado, há também de se reconhecer as dimensões fiscais associadas às cargas tributárias embutidas nas tarifas elétricas. Em momentos de restrições orçamentárias dos agentes públicos, há de se estruturar uma solução de Tarifa Branca que seja, pelo menos, “neutra” em sua dimensão arrecadatória.

- **Restrição de chuveiros por classe de potência** – O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) avalia, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, o consumo elétrico dos chuveiros comercializados no Brasil. O resultado dessa avaliação é expresso no formato da Etiqueta Nacional de Consumo de Energia – ENCE, de acordo com a qual as potências dos equipamentos avaliados são classificadas<sup>3</sup>, conforme apresentado na Tabela 3. De acordo com a portaria n.º 164 do Inmetro, os “objetos sujeitos à avaliação da conformidade, no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), deverão ostentar (...) a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE”.

**Tabela 3** – Classes de potência avaliadas no âmbito do PBE para a etiquetagem de chuveiros elétricos. Fonte: Inmetro (2015).

| CLASSES DE POTENCIA | POTENCIA (W)           |
|---------------------|------------------------|
| A                   | $P \leq 2.400$         |
| B                   | $2.400 > P \leq 3.500$ |
| C                   | $3.500 > P \leq 4.600$ |
| D                   | $4.600 > P \leq 5.700$ |
| E                   | $5.700 > P \leq 6.800$ |
| F                   | $6.800 > P \leq 7.900$ |
| G                   | $P > 7.900$            |

<sup>3</sup> Normalmente, os equipamentos elétricos avaliados no âmbito do PBE são classificados quanto às suas eficiências. Os chuveiros elétricos, por converterem a eletricidade em calor com eficiência alta, são classificados de acordo com as suas potências máximas nominais.





Apesar da etiquetagem obrigatória, não há, até o momento, conforme pode ser observado na Tabela 3, limite superior para a potência de chuveiros elétricos. Isto significa, na prática, que a aplicação da ENCE, embora possa desestimular a aquisição de chuveiros de potências elevadas, uma vez que estes apresentarão avaliação mais negativa que aqueles com potências mais baixas, não restringe nenhum tipo de equipamento atualmente comercializado.

Atualmente, o regulamento técnico de qualidade de aquecedores instantâneos de água elétricos está sendo revisto. Uma das propostas de alteração concentra-se justamente na definição de limites superiores permitidos para estes equipamentos.

Nesse sentido, duas modificações na ENCE, inter-relacionadas e complementares entre si, aplicadas a chuveiros elétricos podem contribuir para a transição tecnológica dos sistemas residenciais de aquecimento de água:

- 1) O estabelecimento de limites máximos para a potência dos equipamentos avaliados;
- 2) A revisão das classes de potência, tornando mais curtos os intervalos relativos a cada “letra” da etiqueta e, conseqüentemente, reduzindo os limites máximos de potência permitidos.

Tais medidas, integradas em um plano de longo prazo, de evolução gradual e preestabelecida, tende a acarretar uma lenta, porém efetiva, substituição de chuveiros elétricos por tecnologias alternativas, como os aquecedores a gás, à medida que chuveiros com potências mais altas deixam, gradualmente, de ser disponibilizados comercialmente. Este fenômeno, é interessante notar, se concentrará prioritariamente nas regiões mais frias do Brasil, onde chuveiros de alta potência normalmente são demandados mais intensamente. Por outro lado, domicílios que aquecem água para banho<sup>4</sup> localizados em regiões mais quentes, onde equipamentos de baixas potências (e, portanto, que causam impacto pouco acentuado no sistema elétrico) são utilizados apenas em alguns dias do ano, serão poupados das restrições<sup>5</sup>.

- **Aplicação da verba do Programa de Eficiência Energética (PEE) da Aneel para substituição de chuveiros elétricos por aquecedores a gás** – A Lei Nº 9.991 de 24 de julho de 2000 estipula que concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica devem investir um percentual mínimo de suas receitas operacionais líquidas (ROL) em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE). Para gerenciar a verba relativa aos projetos de EE, a Aneel criou o PEE, cujo objetivo é *“promover o uso eficiente e racional de energia elétrica em todos os setores da economia por meio de projetos que demonstrem a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia”* (ANEEL, 2013).

---

<sup>4</sup> De acordo com Eletrobras (2007), em uma parcela significativa dos domicílios brasileiros, equivalente a 18,2% do total, a água não é aquecida para banho.

<sup>5</sup> Há de se enfatizar que mecanismo semelhante (igualmente gradativo), porém baseado em níveis mínimos de eficiência, ao contrário de níveis máximos de potência, foi adotado com sucesso como ferramenta para retirar lâmpadas incandescentes do mercado (ver Portaria Interministerial nº 1007 de 2010). Trata-se, portanto, de experiência que se encontra ao alcance e dentro da cultura de atuação dos formuladores de políticas públicas brasileiros.





De uma forma simplificada, os projetos de PEE são aprovados com base nos seus custos, potencial de redução do consumo de eletricidade e de mitigação da demanda no horário de pico. Desde 2007, mais de 4 bilhões<sup>6</sup> de reais já foram investidos apenas em projetos de EE, a maior parte deles direcionados, obrigatoriamente, para clientes residenciais de baixa renda<sup>7</sup>.

No âmbito dos projetos destinados a consumidores de baixa renda, a doação de equipamentos elétricos eficientes, conjugada ao descarte daquele anteriormente utilizado, responde por grande parte dos investimentos. Normalmente, geladeiras e lâmpadas fluorescentes ou diodos emissores de luz (LED<sup>8</sup>) são os principais equipamentos disponibilizados.

Apesar de chuveiros elétricos também serem passíveis de substituição (ANEEL, 2013), os projetos aprovados pelas distribuidoras não os contemplam como alvo das ações previstas. Isso ocorre porque chuveiros, analisados isoladamente, possuem eficiências altíssimas, normalmente superiores a 95%. Nestes casos, a redução do consumo elétrico só poderá ser atingida, sem o abandono de equipamentos elétricos, a partir da utilização de aparelhos com potências mais baixas, o que dificilmente será bem recebido pelo consumidor final, que terá a qualidade do uso final demandado (ou seja, o banho) prejudicada.

No entanto, conforme já demonstrado em parágrafos anteriores, a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores a gás consiste em uma alternativa de ação com impactos significativos sobre o consumo de eletricidade e sobre a demanda de pico. Para algumas distribuidoras de eletricidade, esta opção de gestão de demanda pode apresentar-se economicamente atrativa.

Assim, as diretrizes da ANEEL referentes ao PEE poderiam explicitar para as distribuidoras que tais substituições energéticas são recomendadas e mesmo incentivadas. Desde 2015, a destinação dos recursos relativos ao PEE é feita por meio de chamadas públicas de projetos anuais organizadas pelas próprias empresas. No edital por meio do qual as informações sobre essas chamadas públicas são veiculadas, as concessionárias estabelecem quais tipologias de projetos poderão concorrer a parcelas do orçamento total que será investido naquele ano. Na maioria destes editais, senão em todos eles, são vetados os projetos que visam à substituição de eletricidade por outras formas de energia, tais como os gases combustíveis.

Independentemente de a restrição à substituição de chuveiros elétricos por aquecedores a gás estar associada à forma como o PEE estrutura-se ou a determinações impostas pelas próprias distribuidoras de eletricidade, o considerável potencial de redução do consumo elétrico e redução da demanda de pico advindo desta transição tecnológica justifica o desenvolvimento de ferramentas regulatórias que possibilitem que ela possa ser contemplada pelo programa em discussão.

Se, por um lado, é compreensível a aparente contradição em se estimular a **substituição elétrica** no contexto de um programa de **eficiência do uso da eletricidade**, os significativos impactos que

<sup>6</sup> Relação de projetos disponível em: [www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls](http://www.aneel.gov.br/arquivos/Excel/PEE%20Projetos.xls)

<sup>7</sup> De acordo com o Parágrafo 1º, inciso V da Lei 9.991 de 24 de julho de 2000, “as concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica deverão aplicar, no mínimo, 60% (sessenta por cento), podendo aplicar até 80% (oitenta por cento), dos recursos voltados aos seus programas de eficiência energética nas unidades consumidoras rurais, ou nas unidades pertencentes à comunidade de baixa renda ou cadastradas na Tarifa Social de Energia Elétrica”.

<sup>8</sup> Sigla do termo em inglês: “*light emission diode*”.



um equipamento elétrico cuja eficiência se aproxima dos limites teóricos possíveis causa sobre o sistema elétrico são indícios de que um programa focado exclusivamente na eficiência de equipamentos de uso final possui limitações. Além da justificada e coerente busca pelo consumo racional da eletricidade promovida pelo PEE, a ampliação do seu escopo no sentido de permitir o reconhecimento de situações em que o uso final no qual a eletricidade vem sendo empregada simplesmente não se justifica e deveria, portanto, ser desestimulado pode otimizar seus resultados. O uso de chuveiros elétricos para o aquecimento de água, salvo em condições específicas<sup>9</sup>, constitui um destes casos.

- **Adoção de sistemas de aquecimento a gás como *backup* de sistemas de aquecimento solar instalados no âmbito de programas governamentais** – Moradias construídas no âmbito de alguns programas de habitação popular, em especial o “Minha Casa Minha Vida”, conduzido pelo governo federal, possuem, obrigatoriamente, sistemas de aquecimento de água solar. Uma vez que esta tecnologia depende de uma fonte de energia intermitente, ou seja, a radiação solar, as moradias que as recebem necessitam de um sistema de aquecimento secundário, utilizado com *backup* nas situações em que a radiação solar disponível não é suficiente para elevar a temperatura da água até o ponto ótimo de utilização para banho.

Na maior parte dos casos, senão em todos eles, o chuveiro elétrico é utilizado como sistema auxiliar. Ainda que não sejam acionados com frequência, a instalação de chuveiros elétricos como *backup* torna necessário que toda a infraestrutura de distribuição elétrica, assim como a rede interna de eletricidade da moradia, seja dimensionada para atender a carga potencialmente demandada nas ocasiões em que estes equipamentos forem utilizados.

A criação de incentivos ou mecanismos legais que acarretassem a instalação de aquecedores a gás (ao invés de chuveiros elétricos) nessas situações eliminaria por completo a demanda elétrica para aquecimento de água do domicílio, assim como permitiria que uma rede elétrica menos robusta, não dimensionada para as altas cargas características destes equipamentos, fosse utilizada. Medidas semelhantes também poderiam ser previstas para aos sistemas de aquecimento solar instalados no âmbito do PEE da Aneel, cujo *backup*, assim como no caso dos programas de habitação popular, normalmente é constituído por chuveiros elétricos.

A introdução de sistemas de aquecimento a gás como backup, substituindo a previsão dos chuveiros elétricos, pode não representar custo adicional à infraestrutura das instalações, pois os custos relacionados a introdução de aquecedores a gás muitas vezes são menores do que a infraestrutura elétrica para atender a demanda de carga dos chuveiros elétricos, principalmente em empreendimentos com muitas unidades habitacionais.

---

<sup>9</sup> Em regiões quentes, onde o aquecimento de água se faz necessário apenas raramente, chuveiros elétricos de baixa potência e, portanto, de baixo custo, podem constituir alternativas adequadas aos aquecedores a gás, que normalmente apresentam custos de aquisição e instalação mais elevados. Neste caso, por se tratar de chuveiros de baixa potência, o impacto do seu funcionamento sobre a rede elétrica tende a ser minimizado.



#### **4.2 Ações adaptativas a serem adotadas por agentes de mercado ou demais partes interessadas**

##### *Divulgação do uso de gases combustíveis como solução de aquecimento de água em domicílios*

- Desenvolvimento de ações de divulgação dos sistemas de aquecimento a gás como backup de sistemas de aquecimento solar;
- Fomento à utilização de sistemas de aquecimento como estratégia para obtenção de Etiqueta PBE Edifica;
- Criação de um Plano Nacional de Difusão de Sistemas de Aquecimento de Água a Gás que inclua mecanismos de divulgação continuada e permanente da tecnologia e de seus benefícios, considerando as peculiaridades de cada região do país;
- Elaboração de material técnico sobre os diversos tipos de sistemas de aquecimento de água em domicílios a partir de gases combustíveis, voltado para atores do mercado da construção civil (projetistas, instaladores e construtoras etc.).

##### *Aperfeiçoamento de marcos regulatórios de tecnológicos*

- Incentivo e promoção do desenvolvimento de normalização técnica no âmbito do Inmetro e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que atendam às demandas do mercado, de forma a reforçar a segurança das instalações a gás em domicílios;
- Desenvolvimento de tecnologias de aquecedores que funcionem de acordo com as condições de pressão de água na maioria dos domicílios brasileiros;
- Divulgação de mecanismos eficazes de redução do consumo de água, tais como sistemas de recirculação de água, restritores de vazão e outras tecnologias;
- Introdução de limites de vazões em duchas de banho comercializados no Brasil, assim como ocorre nos Estados Unidos e em diversos países europeus;
- Estímulo à produção nacional de aquecedores de água a gás. Formação de polos produtivos que fomentem o ganho em escala e conseqüente redução dos custos dos equipamentos.

##### *Qualificação do mercado de prestação de serviços relacionados a sistemas de aquecimento de água a gás*

- Criação de centros de treinamento profissional visando à formação de mão-de-obra capacitada. Parcerias com instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) podem ampliar o impacto desta medida;
- Inserção de temas relacionados a sistemas de aquecimento nas grades curriculares de cursos de engenharia, arquitetura etc.
- Implementação de cursos de atualização profissional em sistemas de aquecimento de água por meio dos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (CREA) e outras entidades de classe.



*Ações complementares relacionadas a sistemas de aquecimento de água a gás*

- Estabelecimento de parcerias entre fabricantes de equipamentos e empresas distribuidoras de gás para permitir maior penetração da tecnologia nos domicílios de baixa renda;
- Desenvolvimento, por parte de distribuidoras de gás, de mecanismos de financiamento de aquecedores e serviço de instalação atrelados a contratos de fornecimento de longo prazo.



## 5. Indicadores de desempenho

O projeto contempla interface governamental e fomento de políticas públicas, caracterizando-se pela definição de ações setoriais estratégicas. O indicador potencial é a incorporação das sugestões apresentadas neste documento na eventual revisão do PNEf.

Para todas as dimensões aqui descritas, os diferentes gases combustíveis, gás LP, biogás e o gás natural podem ser considerados indistintos, uma vez que podem, de forma indiferenciada, ser utilizados praticamente em todos os mesmos usos finais, após simples conversões de equipamentos. Nesse sentido, pensar em atuações conjuntas para eles garante maiores alcances para as propostas aqui encaminhadas. Ademais, contemplar usos combinados de gases combustíveis de origem fóssil e de fontes renováveis alinha-se com práticas internacionais de maior sustentabilidade para a indústria dos gases.

É importante mencionar que a substituição energética em discussão pode ocorrer mais facilmente se for concentrada prioritariamente em novas construções. Essa estratégia evita que ações de retrofit em domicílios já construídos, sabidamente custosas e, na maioria das vezes, inconvenientes para seus habitantes, tenham que ser antecipadas e adotadas em larga escala. A interlocução com atores do mercado imobiliário, mais especificamente construtoras e incorporadoras, torna-se importante para que estes também sejam parceiros e trabalhem no sentido de sedimentar a prática de novos domicílios já contarem com a infraestrutura interna necessária para a utilização de gases combustíveis para o aquecimento de água.

Determinados incentivos contribuirão à introdução dos sistemas de aquecimento de água a gás em edificações existentes aproveitando movimentos naturais de mercado de atualização do imóvel retrofit), e através dos programas de expansão de redes de gás das Concessionárias e Distribuidoras de gases combustíveis.

Finalmente, é importante enfatizar sobre a coerência das medidas de EE aqui propostas em função das evoluções maiores que o país deverá experimentar em sua matriz energética. Com o desenvolvimento crescente da produção de petróleo e gás nas camadas rochosas do pré-sal, o Brasil deverá experimentar mudanças significativas no seu perfil de oferta energética, com participação crescente dos gases combustíveis na matriz energética até 2050.

Portanto, o PNEf reconhece e promove ganhos de EE maiores, que apenas podem ser conquistados através da adequação do perfil de consumo da energia às transformações em curso na feição da matriz e da disponibilidade energética do país.



## 6. Referências bibliográficas

- Agencia Nacional de Energia Elétrica - Aneel. 2013. “Procedimentos Do Programa de Eficiência Energética – PROPEE.” [http://www.aneel.gov.br/pt/programa-eficiencia-energetica/-/asset\\_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsujbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=http://www.aneel.gov.br/pt/programa-eficiencia-energetica?p\\_p\\_id=101\\_INSTANCE\\_94kK2](http://www.aneel.gov.br/pt/programa-eficiencia-energetica/-/asset_publisher/94kK2bHDLPmo/content/ojfljkdasfbskd-vsujbdf/656831?inheritRedirect=false&redirect=http://www.aneel.gov.br/pt/programa-eficiencia-energetica?p_p_id=101_INSTANCE_94kK2).
- . 2015. “Tarifa Branca.” [http://www.aneel.gov.br/home?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&\\_101\\_struts\\_action=/asset\\_publisher/view\\_content&\\_101\\_redirect=/home?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2](http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=/asset_publisher/view_content&_101_redirect=/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2) (March 16, 2016).
- Eletrobras. 2007. “Pesquisa de Posse de Equipamentos E Hábitos de Uso - Ano Base 2005.” : 185. <http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID={A9E26523-80B8-41E2-8D75-083A20E85867}&ServiceInstUID={5E202C83-F05D-4280-9004-3D59B20BEA4F}>.
- Inmetro. 2015. “Tabela de Consumo de Energia Elétrica - Chuveiros Elétricos - Edição 01/2015.” [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/aquecedorAgua\\_2015.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/aquecedorAgua_2015.pdf) (January 1, 2015).