

PERSPECTIVAS FUTURAS DO AQUECIMENTO RESIDENCIAL DE ÁGUA NO BRASIL: UMA ANÁLISE A PARTIR DA CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

Felipe de Albuquerque Sgarbi

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Energia do Instituto de
Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, Brasil
fasgarbi@gmail.com

Danielle Johann Guilherme

Mestranda no Programa de Pós-graduação em Energia do Instituto de
Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, Brasil
danielle@mdj.com.br

Taluia Croso

Mestranda no Programa de Pós-graduação em Energia do Instituto de
Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, Brasil
taluia.croso@gmail.com

Alberto Fossa

Doutor pelo Programa interdisciplinar de pós graduação em energia pela
Universidade de São Paulo, Brasil
afossa@mdj.com.br

Edmilson Moutinho dos Santos

Doutorado em Economia da Energia pelo Instituto Francês do Petróleo e
Université de Bourgogne, França
edsantos@iee.usp.br

Murilo Tadeu Werneck Fagá

Doutor em Física Energética pelo Institut National Polytechnique de
Grenoble - França
murfaga@iee.usp.br

RESUMO

Eletricidade é a principal forma de energia utilizada no aquecimento de água para banho no Brasil. O elevado consumo elétrico decorrente desse uso final, entretanto, tem atraído a atenção daqueles envolvidos no planejamento energético do país na medida em que análises indicam que a expansão da capacidade de geração elétrica deve ocorrer a partir da maior participação de fontes de energia não

renováveis em detrimento da hidroeletricidade. Além disso, a utilização maciça de chuveiros elétricos em um curto intervalo de tempo contribui significativamente para a formação de picos de demanda elétrica. Diante desse cenário, a promoção do consumo de gases combustíveis (mais especificamente, gases liquefeitos de petróleo e gás natural) para o aquecimento de água tem se apresentado como alternativa viável, do ponto de vista da eficiência e infraestrutura energética, à eletricidade. Neste trabalho, utiliza-se uma metodologia de cenários para mapear as variáveis e atores relacionados à utilização de chuveiros elétricos e avaliar o comportamento futuro dos principais elementos que condicionam a utilização dessa tecnologia. A partir disso, discutem-se estratégias e oportunidades para promover a racionalização do consumo dos recursos energéticos do país a partir da maior utilização de gases combustíveis para o aquecimento residencial de água.

PALAVRAS-CHAVE: Cenários energéticos. Chuveiros elétricos.

Gases combustíveis. Brasil. Usos finais residenciais.

FUTURE PROSPECTS OF RESIDENTIAL WATER HEATING IN BRAZIL: AN ANALYSIS FROM BUILDING STAGES

ABSTRACT

Electricity is the most common energy carrier used for water heating in Brazil. However, high electricity consumption resulting from this end use has been receiving increasing

attention from those involved in energy planning in the country the extent to which analysis indicates that the expansion of electricity generation capacity must occur by increasing the participation of non-renewable sources in detriment of hydroelectricity. Besides, massive usage of electric showerheads in a short period of a time significantly contributes to electricity peak load. In light of this, stimulating fuel gas consumption (more specifically liquefied petroleum gas and natural gas) for water heating has been seen as a viable alternative, from the point of view of energy efficiency and infrastructure, to electricity. In this work, a scenario methodology is used to map the variables and actors related to electric showerheads usage and analyze how the most relevant elements influencing the adoption could behave in the future. From this, opportunities to promote the rationalization of energy resources consumption in Brazil by expanding the use of fuel gas for residential water heating are discussed.

KEY-WORDS: Energy scenarios. Electric showerheads. Fuel gases. Brazil. Residential end uses.

1 INTRODUÇÃO

O consumo elétrico nos domicílios brasileiros, no ano de 2012, totalizou 117.646 GWh, montante equivalente a 23,6% do total da eletricidade consumida no país (Empresa de Pesquisa Energética [EPE], 2013). Nos últimos dez anos, a participação desse tipo de energia na matriz energética do setor residencial tem aumentando significativamente. Em 2003, a eletricidade correspondeu a 31,3% da energia consumida nos domicílios brasileiros; já em 2012, esse valor aproximava-se de 42% (Gráfico 1), indicando o gradativo aumento da relevância dos usos finais elétricos em comparação àqueles baseados em outras fontes de energia, como o gás natural, o gás liquefeito de petróleo (GLP) e a lenha.

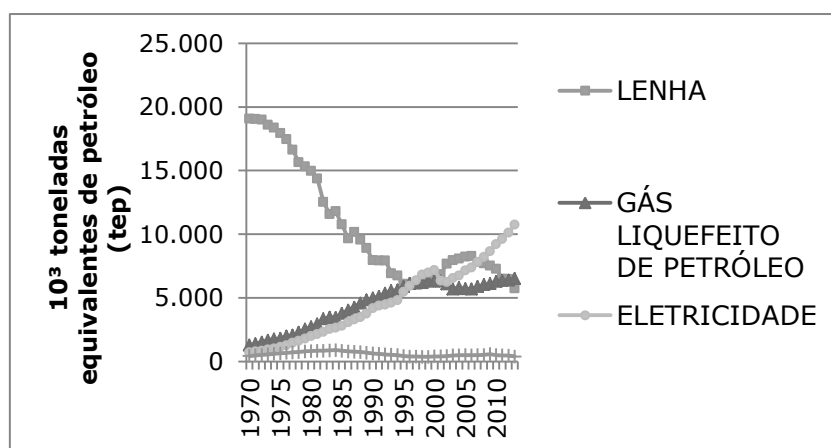


Gráfico 1: Evolução da matriz energética residencial brasileira no período 1970-2012

Nota: Querosene, gás canalizado e gás natural não estão representados devido à pequena contribuição histórica dessas fontes de energia para o setor residencial.

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2013)

O padrão de consumo residencial da eletricidade no país vem sendo alvo de análise de diferentes autores. Jannuzzi e Schipper (1991) indicam, a partir de dados coletados no estado de São Paulo, que refrigeração e aquecimento de água consistem nos usos finais

que mais consomem eletricidade nos domicílios amostrados (33% e 23%, respectivamente). Almeida, Schaeffer e Rovere (2001) apresentam a parcela de diferentes usos finais no consumo elétrico total do setor residencial dividido por regiões do país. Nos dados da pesquisa, aponta-se, de uma maneira geral, para o mesmo padrão de consumo encontrado por Jannuzzi e Schipper (1991): em média, o aquecimento de água é o segundo uso final que mais consome eletricidade nas residências brasileiras (20,7%), atrás apenas da refrigeração (34,1%). Finalmente, nos dados da última versão da Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo (Eletrobras, 2007), são corroborados os resultados apresentados pelos dois trabalhos citados anteriormente. Segundo esse estudo, chuveiros respondem, em média, por 24% do consumo elétrico residencial no Brasil.

Considerando os dados mais recentes sobre o consumo elétrico de chuveiros –24% – (Eletrobras, 2007) e o consumo elétrico total pelo setor residencial –117.646.000 MWh (EPE, 2013) –, observa-se que esse uso final demanda 28.235.000MWh ao ano, valor equivalente a 5,5% de toda a eletricidade consumida no Brasil.

A grande quantidade de eletricidade empregada no aquecimento de água está associada ao uso disseminado de chuveiros elétricos no Brasil, um fenômeno que remonta às décadas de 1960 e 1970. Nesse período, a demanda elétrica do país não acompanhou o crescimento de sua capacidade de geração, impulsionada pela construção de usina de Itaipu. Para que o excedente fosse consumido, incentivou-se o uso desses aparelhos (Martins, Abreu & Pereira, 2012). Atualmente, 73,1% dos domicílios brasileiros possuem chuveiros elétricos. A variação da penetração dessa tecnologia entre as regiões, determinada principalmente por

condições climáticas locais, é grande: enquanto na região Sul, que apresenta as temperaturas mais baixas do Brasil durante o inverno, a proporção dos domicílios que possuem chuveiros elétricos é significativamente alta (98,6%), na quente e úmida região Norte, esse valor é de apenas 4% (Eletrobras, 2007).

Diferentes autores indicam que, em função de muitas conjunturas do setor elétrico, o Brasil passará por processos de mudanças estruturais na matriz elétrica, caracterizados pelo aumento da contribuição relativa de fontes térmicas não renováveis, principalmente a partir da queima do gás natural e outros combustíveis fósseis (eventualmente também com expansão da geração nuclear) em detrimento da geração hidrelétrica. Questões determinantes da expansão da geração termelétrica no Brasil já foram extensivamente discutidas e podem ser acessadas em Castro, Brandão e Dantas (2010), Birol (2013), Santos, Rosa, Arouca e Ribeiro (2013) e Nogueira et al. (2014).

Na medida em que uma parcela cada vez maior da eletricidade consumida no Brasil é produzida a partir de fontes térmicas, a eletrotermia (ou seja, o emprego de eletricidade para geração de calor, conforme ocorre em um chuveiro elétrico) torna-se mais condenável do ponto de vista da eficiência energética. Santos, Fagá e Santos (2013) exemplificam essa questão comparando a eficiência global do aquecimento de água a partir de um chuveiro elétrico que opera com eletricidade gerada a partir da queima de gás (37%) e de um aquecedor que utiliza o gás diretamente para o aquecimento de água em uma residência (72%) (para essa comparação os autores definem o conceito de "eficiência global" como sendo a eficiência de todos os processos envolvidos na transformação da energia primária

em energia útil, incluindo geração, transmissão, distribuição e conversão).

Além do elevado consumo de eletricidade e de questões relacionadas à eficiência energética, Behrens e Consonni (1990) e Geller, Jannuzzi, Schaeffer e Tolmasquim (1998) discutem também que a utilização maciça de chuveiros elétricos em um período de tempo diário relativamente curto, geralmente entre as 18h00 e 21h00, contribui para o aumento do pico de demanda elétrica. Nesse intervalo, a demanda elétrica de chuveiros chega a corresponder a cerca de 60% da demanda elétrica de uma residência (Naspolini, Militão & Rütther, 2010). Prado e Gonçalves (1998) apontam para um valor mais baixo, porém ainda bastante relevante. Entre 18h00 e 19h00, chuveiros responderiam por 46,7% da demanda elétrica média residencial. Considerando todos os setores da economia, Volpi, Jannuzzi e Gomes (2006) indicam que chuveiros elétricos são responsáveis por cerca de 20% do pico de demanda do Brasil, considerando todos os setores da economia. Além disso, os autores estimam que cada chuveiro gere a necessidade de investimento da ordem de US\$ 1.000,00 (assume-se que foi utilizado o câmbio do período em que o trabalho foi publicado) em aumento da capacidade de geração elétrica para operá-los (a precisão desse número nos dias atuais requer pesquisas mais apuradas e não encontradas na literatura. Porém, a partir da observação do Gráfico 2, percebe-se que a demanda agregada de chuveiros elétricos impõe a necessidade de infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de eletricidade, cuja ociosidade é bastante elevada ao longo dos demais horários do dia. Essa ociosidade representa uma ineficiência econômica na alocação do capital e dos investimentos).

O Gráfico 2 retrata a participação de diferentes eletrodomésticos na demanda elétrica residencial e indica a relevância da demanda elétrica provocada por chuveiros elétricos tanto no final do dia, como também no período da manhã.

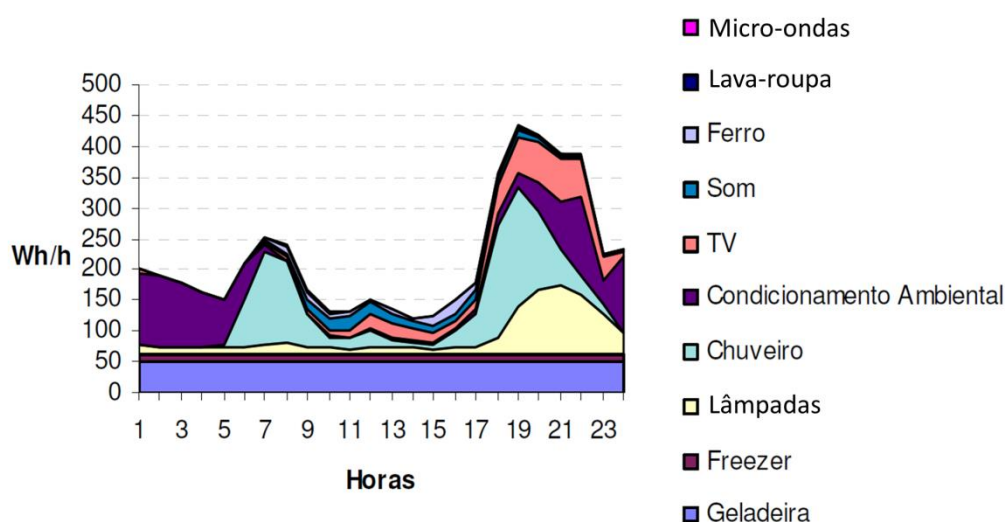


Gráfico 2: Curva média do consumo elétrico do setor residencial brasileiro

Fonte: Eletrobras (2007)

Diante das informações expostas, busca-se, neste trabalho, compreender as possibilidades de evolução do consumo de energia para o aquecimento residencial de água no Brasil a partir do emprego de uma metodologia de construção de cenários. As análises foram focadas na forma de energia atualmente mais utilizada para esse serviço energético (eletricidade) e em sua alternativa mais direta, isto é, o calor produzido a partir da queima de gases combustíveis (gases liquefeitos de petróleo – gases LP, e gás natural – GN). Os resultados e as análises apresentados no trabalho poderão subsidiar estratégias de planejamento voltadas para a promoção de maior racionalidade do uso dos recursos energéticos do país.

2 METODOLOGIA

Existem inúmeras formas de construir e classificar cenários (Börjeson, Höjer & Dreborg, 2006). Algumas revisões sobre o tema, apesar de não encerrarem a discussão, lançam luz sobre o desafio de categorizar precisamente a diversidade de técnicas de construção e formas de interpretação de cenários (Börjeson et al., 2006; Souza & Takahashi, 2013). Considerando a falta de consenso sobre as tipologias dessa ferramenta de análise (Börjeson et al., 2006), não é intenção dos autores classificar ou definir o tipo de cenário utilizado neste trabalho de acordo com uma determinada nomenclatura.

Independentemente das diferentes categorias de cenários existentes, a metodologia ora apresentada permitiu que fossem investigadas diferentes possibilidades de desenvolvimento das formas de aquecimento residencial de água no Brasil, e como os tomadores de decisão poderão posicionar-se perante tais encaminhamentos para que a eficiência e o uso racional dos recursos e da infraestrutura energética sejam promovidos no país.

Tomou-se como base de desenvolvimento metodológico o trabalho de Buarque (2003), que tem grande contribuição de autores como Michel Godet e Kees van der Heijden. Basicamente, foram desenvolvidos os passos ilustrados na Figura 1.

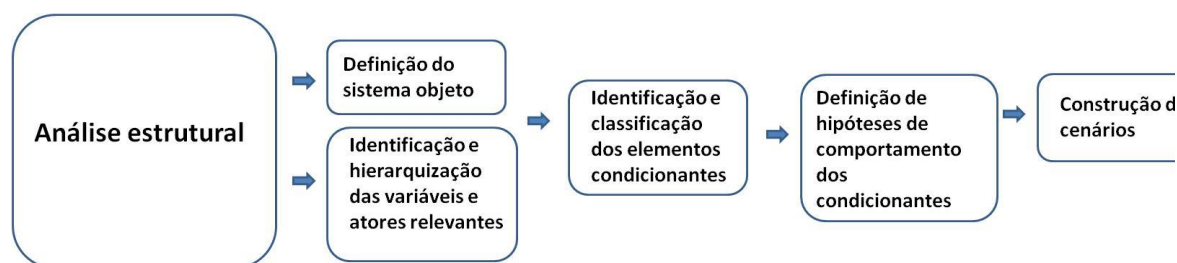


Figura 1: Etapas do processo de construção de cenários

2.1 ANÁLISE ESTRUTURAL

A análise estrutural do sistema-objeto constitui a etapa inicial do processo de construção de cenários. Antes de explorar as diferentes possibilidades de desenvolvimento do futuro e estabelecer de que maneira o sistema-objeto analisado poderá comportar-se em cada uma delas, atividades intrínsecas à metodologia dessa construção de cenários, deve ser construída uma robusta estrutura de conhecimento no entorno do alvo de tais elaborações.

Conforme se verificará ao longo desta seção, a análise estrutural do sistema-objeto organiza-se em etapas sequenciais que, seguidas ordenadamente, são capazes não só de organizar as informações existentes sobre o sistema-objeto, mas também de identificar lacunas de conhecimento sobre o tema analisado, cujas mitigações serão necessárias. Dessa forma, este procedimento torna-se imprescindível para que posteriores análises feitas ao longo do processo de construção de cenários se tornem mais assertivas, reduzindo, assim, o grau de incerteza dos resultados atingidos.

De maneira objetiva, a análise estrutural do sistema-objeto elaborada neste estudo seguiu os passos descritos a seguir.

- Definição do sistema-objeto – Etapa fundamental para assegurar que o processo de construção dos cenários reflita, de fato, a questão-chave do estudo.
- Identificação das variáveis – Seleção dos elementos “determinantes e de maior relevância para explicar o movimento do objeto de análise” (Buarque, 2003, p. 50).
- Identificação dos atores - Seleção dos agentes capazes de influenciar o sistema-objeto.
- Hierarquização das variáveis – Avaliação, a partir de uma matriz quadrada (variável x variável), da capacidade de influência de cada variável sobre as demais. Atribui-se o valor “1” para as situações

em que uma variável listada no eixo y seja capaz de influenciar uma variável listada no eixo x. Quando a relação de influência não for verificada, atribui-se o valor "0". A soma dos valores das linhas indica o poder de influência de cada variável (Tabela1).

Tabela 1: Exemplo de matriz de análise estrutural das variáveis

	Variável 1	Variável 2	Variável 3	Variável 4	...	Poder de Influência
Variável 1	0	0	0	1	1	= 0+0+0+1+1
Variável 2	1	0	0	0	1	2
Variável 3	0	0	1	0	0	1
Variável 4	1	1	0	0	1	3
...	0	1	0	0	0	1

- Hierarquização dos atores – Avaliação, a partir de uma matriz (ator x variável), da capacidade de influência dos atores sobre as variáveis. O processo de análise é semelhante ao da etapa anterior, porém neste caso levou-se em conta o grau de influência de cada variável. O índice de influência de cada ator, logo, é calculado a partir do somatório do produto entre o valor "1" e o poder de influência da variável sobre a qual o ator analisado é capaz de exercer influência (Tabela2).

Tabela 2: Exemplo de matriz de análise estrutural dos atores

	Variável 1	Variável 2	Variável 3	Variável 4	...	Poder de Influência do ator
Poder de Influência da variável →	2	2	1	3	1	
Ator 1	0	0	0	1	1	= 0x2+0x2+0x1+1x3+1x1
Ator 2	1	0	0	0	1	3
Ator 3	0	0	1		0	1
Ator 4	1	1	0	0	1	5
...	0	1	0	0	0	2

2.2 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS CONDICIONANTES

Os condicionantes do futuro constituem as tendências que começam a desenhar-se na atualidade e sinalizam os caminhos futuros (Buarque, 2003).

Os condicionantes selecionados devem ser analisados quanto a seus impactos, intensidades e incertezas. Por "impacto", entende-se a potencial alteração que o elemento condicionante pode provocar sobre o sistema objeto. "Intensidade" refere-se à visibilidade que o condicionante em análise possui na atualidade. Por fim, a "incerteza" expressa o grau de confiabilidade da real ocorrência do condicionante no futuro. Um valor referente a cada um desses critérios de análise é atribuído aos elementos condicionantes (tendo sido utilizado "1" para uma relação sutil, "3" para uma relação mediana e "5" para uma relação forte).

O procedimento final desta etapa da metodologia consiste na geração de um índice numérico único para cada condicionante, chamado de "densidade", composto pela multiplicação das pontuações obtidas na análise dos três critérios mencionados. A densidade – ao sintetizar informações sobre o impacto, a intensidade e a incerteza dos condicionantes – identifica os condicionantes "críticos", ou seja, aqueles que deverão receber maior atenção dos interessados nos encaminhamentos futuros do sistema objeto.

2.3 DEFINIÇÃO DE HIPÓTESES DE COMPORTAMENTO DOS CONDICIONANTES

Nesta etapa, focam-se apenas os elementos condicionantes críticos, aos quais são atribuídas hipóteses de comportamento futuro. Esse processo consiste em um exercício de reflexão sobre os possíveis encaminhamentos que cada elemento condicionante

avaliado poderia tomar, com base em análises de dados que possam embasar a formulação das hipóteses. Para cada elemento condicionante, duas ou três hipóteses de comportamento foram criadas.

2.4 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E IDENTIFICAÇÃO DE ATORES-CHAVE

Esta etapa final consiste na seleção de diferentes combinações de comportamentos dos condicionantes, estabelecendo diferentes cenários. Como a combinação aleatória de todas as possibilidades de comportamento do conjunto total dos elementos condicionantes geraria um número de opções de cenários demasiado grande para ser avaliado, adotou-se uma abordagem subjetiva em que cenários específicos foram construídos.

A partir dos cenários construídos, buscaram-se identificar os atores ou interlocutores capazes de provocar, em cada elemento condicionante, as mudanças necessárias para que o cenário tendencial se aproxime do cenário pretendido pelo estudo.

3 RESULTADOS

Apresentam-se, a seguir, os resultados da aplicação da metodologia acima descrita para o estudo ora elaborado. Pode-se verificar a dificuldade do exercício desde a etapa inicial de definição do sistema-objeto, que não se revela óbvio no âmbito de um estudo que envolve aspectos do planejamento energético, associado à temática da substituição tecnológica, áreas essencialmente complexas e reconhecidamente multidisciplinares. Procurou-se atentar para que a miríade de temas relacionados à área de conhecimento abordada pelo estudo não interferisse em sua objetividade, mas pudesse, ao mesmo tempo, enriquecer as análises.

Procurou-se, então, que o sistema-objeto estivesse, por um lado, focado no objetivo geral do trabalho e, por outro, garantisse a contribuição de variáveis provenientes de diferentes arcabouços teóricos.

3.1 ANÁLISE ESTRUTURAL

O “aquecimento residencial de água a partir de chuveiros elétricos” foi definido como sistema objeto do estudo. Os processos de identificação de variáveis determinantes, de atores e elementos condicionantes consistiram na análise de literatura específica e na organização de reuniões em que a metodologia de *brainstorm* foi desenvolvida pelos integrantes da equipe técnica do trabalho. Após diversas rodadas de discussão, ocasiões em que as percepções de cada pesquisador sobre o comportamento do sistema-objeto, no curto, médio e longo prazos, foram compartilhadas e debatidas, geraram-se listas finais de variáveis, atores e elementos condicionantes do futuro, os quais são discutidos a seguir.

Ao todos, foram analisados 23 variáveis e 17 atores, conforme apresentado nos Quadros 1 e 2, respectivamente.

Variável	Descrição
Preço da eletricidade	Representa o preço pago pelo consumo residencial de eletricidade.
Preço das energias finais alternativas	Refere-se ao preço de energéticos alternativos à eletricidade que podem ser utilizados para o atendimento da demanda residencial por aquecimento de água.
Preço do chuveiro elétrico (aparelho, instalação e manutenção).	Representa os valores pagos pela aquisição do equipamento, sua instalação e manutenção.
Preço do sistema alternativo aquecimento (aparelho, instalação e manutenção).	Está associada aos valores pagos pela aquisição, instalação e manutenção de sistemas residenciais de aquecimento de água alternativos ao chuveiro elétrico.
Preço da infraestrutura do chuveiro elétrico (construção e manutenção)	Custos envolvidos na construção e manutenção da infraestrutura predial necessária para a operação de chuveiros elétricos.
Continua	
Continuação	
Preço da infraestrutura dos sistemas alternativos de aquecimento (construção e	Custos envolvidos na construção e manutenção da infraestrutura predial necessária para a operação de sistemas residenciais de aquecimento de água alternativos ao chuveiro elétrico.

manutenção)	
Poder aquisitivo do usuário	Está associada ao comprometimento da renda de uma família ou domicílio com despesas periódicas ou de grande magnitude.
Tipos de infraestrutura	Refere-se aos aspectos técnicos relacionados à infraestrutura necessária para a instalação e operação das diferentes tecnologias de aquecimento residencial de água.
Tipos de tecnologia	Refere-se às diferentes tecnologias de aquecimento residencial de água que "competem" por um mesmo mercado consumidor.
Dificuldade de <i>retrofit</i> de infraestrutura	Representa os desafios técnicos associados à instalação de sistemas residenciais de aquecimento de água baseados em fontes de energia alternativas em domicílios cujos projetos estruturais previam apenas o uso de eletricidade para esse fim.
Conforto	Consiste nos requisitos técnicos associados ao conforto proporcionado por um equipamento residencial de aquecimento de água (vazão e temperatura das águas atingidas).
Usabilidade	Variável associada à praticidade da interface entre os equipamentos residenciais de aquecimento de água e o usuário final.
Segurança de chuveiros elétricos	Refere-se aos aspectos relacionados à segurança do equipamento, tanto no que diz respeito aos riscos intrínsecos ao aparelho, quanto aos riscos decorrentes de sua instalação indevida.
Segurança dos sistemas alternativos de aquecimento	Refere-se aos aspectos relacionados à segurança do equipamento, tanto no que diz respeito aos riscos intrínsecos ao aparelho, quanto aos riscos decorrentes de sua instalação indevida.
Eficiência energética	Eficiência das diferentes tecnologias de equipamentos residenciais de aquecimento de água.
Percepção de segurança em relação ao chuveiro elétrico	Está associada à noção de segurança que o usuário final possui em relação ao chuveiro elétrico.
Percepção de segurança em relação aos sistemas alternativos de aquecimento	Está associada à noção de segurança que o usuário final possui em relação a sistemas residenciais de aquecimento de água.
Conhecimento das tecnologias	Refere-se ao acesso a informações sobre as diferentes tecnologias de aquecimento residencial de água disponíveis no mercado.
Regulamentação dos chuveiros elétricos	Representa os requisitos técnicos exigidos para a fabricação e instalação de chuveiros elétricos exigidos por órgãos reguladores da atividade.
Regulamentação dos sistemas alternativos de aquecimento	Representa os requisitos técnicos mínimos para fabricação e instalação de sistemas residenciais de aquecimento de água alternativos ao chuveiro elétrico exigidos por órgãos reguladores da atividade.
Acesso à eletricidade e disponibilidade dela	Refere-se não apenas ao acesso (no sentido de estar conectados à rede elétrica), mas também à capacidade (financeira) de os usuários finais custearem o consumo elétrico necessário para o atendimento da demanda residencial de água quente.
Acesso a outras fontes e disponibilidade delas	Refere-se não apenas ao acesso (no sentido de ser atendido pela rede de distribuição de gases combustíveis), mas também à capacidade (financeira) de os usuários finais custearem o consumo energético não elétrico necessário para o atendimento da demanda residencial de água quente.
Continua	
Continuação	
Características climáticas	Refere-se aos efeitos do clima local (principalmente temperatura ambiental e sazonalidade) sobre os hábitos de uso de água

	quente. A inserção desta variável nas análises apresentadas busca refletir a diversidade climática do Brasil e sua consequente influência sobre a demanda de água quente residencial nas diferentes regiões do país.
--	--

Quadro1: Descrição das variáveis selecionadas para análise

Atores	Descrição
Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)	Órgão público responsável pela regulação do sistema elétrico brasileiro.
Agências reguladoras de outras energias	Refere-se aos órgãos públicos federais e estaduais responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades de distribuição de gás natural e GLP.
Governo – políticas energéticas	Setores do governo responsáveis por, entre outras funções, atividades relacionadas à organização do setor energético do país, como o planejamento da expansão da oferta de eletricidade e a adoção de medidas de eficiência energética e de redução de consumo elétrico. Exemplo: Ministério de Minas e Energia.
Governo – outras políticas	Setores do governo capazes de planejar e implementar políticas tributárias ou fiscais que possam interferir no sistema-objeto em estudo.
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)	Criado na década de 1980 pelo governo federal, o Procel tem como objetivo promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica.
Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet)	Criado na década de 1990 pelo governo federal, o Conpet tem como objetivo promover o uso racional dos derivados do petróleo e do gás natural.
Construtoras e incorporadores	Constituem as empresas responsáveis pelo projeto, construção e comercialização de imóveis.
Instalador e mão de obra	Constituem os profissionais envolvidos na instalação e na manutenção dos aparelhos de aquecimento residencial de água.
Projetista	Constitui o profissional responsável pela definição da topografia dos diferentes sistemas de aquecimento residencial de água.
Consumidor	Refere-se àqueles que utilizarão os sistemas residenciais de aquecimento de água.
Fornecedores de chuveiros elétricos	Trata-se das empresas que fabricam ou importam chuveiros elétricos para o mercado residencial.
Fornecedores de sistemas alternativos de aquecimento	Trata-se das empresas que fabricam ou importam aquecedores a gás ou outras tecnologias de aquecedores de água para o mercado residencial.
Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	A ABNT é uma entidade civil, sem fins lucrativos, credenciada como único Fórum Nacional de Normalização, responsável pela elaboração das normas brasileiras.
Gerador e transmissor de energia elétrica	Constituem as empresas responsáveis pela geração e transmissão de eletricidade no país. Especial atenção é dada ao papel da Eletrobras, empresa estatal que possui relevante participação no mercado e facilidade de interlocução direta com o governo.

Continua

Continuação

Distribuidor de energia elétrica	São as empresas responsáveis pela distribuição e pelo fornecimento direto de eletricidade ao usuário final.
----------------------------------	---

Distribuidor de outras energias	Constituem as empresas responsáveis pela distribuição e venda de fontes de energias alternativas à eletricidade utilizadas para o aquecimento de água, como o gás natural e o GLP.
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro)	O Inmetro é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e tem a finalidade de formular e executar a política nacional de metrologia, normalização industrial e certificação de qualidade de produtos industriais.

Quadro 2: Descrição dos atores selecionados para análise

A hierarquização das variáveis e dos atores, conforme o procedimento descrito na seção anterior, pode ser visualizada nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Hierarquização das variáveis

Variáveis	Poder de influência
Tipos de tecnologia	15
Tipos de infraestrutura	13
Poder aquisitivo do usuário	11
Características climáticas	9
Regulamentação dos sistemas alternativos de aquecimento	9
Regulamentação dos chuveiros elétricos	8
Conforto	7
Usabilidade	7
Segurança de chuveiros elétricos	6
Segurança dos sistemas alternativos de aquecimento	6
Acesso à eletricidade e disponibilidade dela	5
Acesso a outras fontes de energia e disponibilidade delas	5
Conhecimento das tecnologias	5
Dificuldade de <i>retrofit</i> de infraestrutura	5
Preço da eletricidade	5
Preço das energias finais alternativas	5
Preço dos sistemas alternativos de aquecimento (aparelho, instalação e manutenção)	5
Eficiência energética	4
Percepção de segurança em relação aos sistemas alternativos de aquecimento	4
Percepção de segurança em relação ao chuveiro elétrico	4
Preço do chuveiro elétrico (aparelho, instalação e manutenção)	4
Continua	
Continuação	
Preço da infraestrutura dos sistemas alternativos de aquecimento (construção e manutenção)	3

Preço da infraestrutura do chuveiro elétrico (construção e manutenção)	3
--	---

Tabela 4: Hierarquização dos atores

Ator	Poder de influência
Procel	70
Construtoras e incorporadores	68
Conpet	63
Projetista	62
Governo – políticas energéticas	61
Fornecedores de sistemas alternativos de aquecimento	53
Fornecedores de chuveiros elétricos	52
ABNT	52
Inmetro	52
Governo – outras políticas	51
Consumidor	28
Distribuidor de outras energias	27
Instalador e mão de obra	26
Distribuidor de energia elétrica	19
Agências reguladoras de outras energias	15
Gerador e transmissor de energia elétrica	10
Aneel	10

3.2 ELEMENTOS CONDICIONANTES

Onze elementos condicionantes foram definidos a partir da análise das informações geradas durante a fase de análise estrutural do trabalho. A descrição detalhada desses elementos é apresentada a seguir. O resultado da análise de hierarquização dos condicionantes e a seleção daqueles considerados críticos (com maior densidade) para a definição das possibilidades de desenvolvimento futuro do sistema-objeto são apresentados na Tabela 5

- **Valorização da água:**

- A preocupação de diferentes setores da sociedade em relação à utilização racional dos recursos hídricos tende a influenciar a escolha de

determinado sistema residencial de aquecimento de água. Com as tecnologias hoje disponíveis no Brasil (e também bastante difundidas no mundo), sistemas de aquecimento a gás podem apresentar maior consumo de água que chuveiros elétricos, principalmente em função da maior vazão de suas duchas. Em um contexto de valorização do uso racional da água, tecnologias que apresentarem consumo hídrico comparativamente alto se tornarão menos atrativas para o mercado consumidor, agentes públicos e demais setores relacionados.

- Deve-se considerar, adicionalmente, o volume hídrico descartado até que a água aquecida atinja a ducha. Chuveiros elétricos são fontes de calor no ponto de utilização final da água quente. Já os aquecedores a gás, por questões de segurança, são instalados em áreas ventiladas, quase sempre distantes dos banheiros onde a água quente será utilizada. A água que permanece armazenada no trecho do encanamento entre a ducha e o aquecedor é normalmente descartada por não estar adequadamente aquecida. Tais volumes, entretanto, tendem a ser pouco significativos em relação àquele consumido durante um banho.

- **Preço relativo da eletricidade em relação a suas alternativas:**

- Este é um tema que envolve grandes incertezas, dada a gama de fatores que influencia o preço da eletricidade e dos gases combustíveis. Assume-se que o preço relativo da fonte de energia influencia a escolha dos diferentes sistemas de aquecimento residencial de água.

- **Implantação da tarifa branca:**

- O principal objetivo da tarifação discriminatória consiste em inibir o consumo elétrico no horário de pico, penalizando os consumidores com tarifas mais elevadas durante as três horas do dia em que há maior demanda elétrica, entre 18h00 e 21h00 (Eletrobras, 2007). Essa medida poder ter dois efeitos importantes: tornar o uso do chuveiro elétrico menos atrativo e, conseqüentemente, aumentar o apelo comercial de aquecedores de água baseados em outras formas de energia ou provocar uma adaptação no padrão de utilização dos chuveiros elétricos às novas condições do mercado, deslocando seu uso para horários em que a eletricidade apresente custos mais baixos.

- **Valorização do conforto:**

- O aumento da renda ocorrido nos últimos anos viabilizou o acesso a produtos e serviços de melhor qualidade para as faixas de renda mais baixas da população. Se em um primeiro momento o excedente financeiro normalmente é direcionado para o suprimento da demanda, anteriormente reprimida, por itens considerados básicos, como eletrodomésticos e telefones celulares, por exemplo, a busca por serviços energéticos de melhor qualidade e que propiciem maior conforto pode constituir uma tendência secundária. Nesse contexto, sistemas de aquecimento residencial de água que proporcionem maior conforto ao usuário final podem ganhar maior parcela do mercado apesar de apresentarem custos superiores e frequentemente implicarem maior consumo de água.

- **Oferta de gases combustíveis energia final:**

- Este elemento condicionante faz referência à infraestrutura necessária para que os gases combustíveis possam ser utilizados como energia final pelo setor residencial. Inicialmente, há que se considerar a existência e a amplitude da infraestrutura de distribuição desses energéticos. Ao contrário do que se observa no caso dos gases LP, cuja rede de distribuição a granel abrange a quase totalidade do território brasileiro, a infraestrutura dutoviária limitada tem sido um impeditivo para a maior penetração do gás natural no setor residencial (no Brasil, a infraestrutura dutoviária para gases LP também é precária, concentrando-se em poucos condomínios fechados em algumas áreas nobres das principais zonas metropolitanas do país. No entanto, a escassez de dutos afeta, mormente, o uso residencial do gás natural, pois outros modais a granel – via gás natural comprimido (GNC), ou gás natural liquefeito (GNL) – ainda se revelam pouco atrativos para usos em pequena escala).

- A ausência de novos projetos de expansão da malha de gasodutos, apresentada no Plano Decenal de Expansão da Malha de Transporte Dutoviário – PEMAT 2022 (EPE, 2014), indica a manutenção desse quadro durante grande parte do período de tempo analisado neste trabalho.

- A disponibilização dos gases combustíveis como energia final depende também da existência de redes residenciais internas que possibilitem seu emprego em aparelhos de uso final, como aquecedores de água. Nesse caso, a incorporação de projetos de redes internas nas unidades residenciais novas pode desempenhar um papel importante no processo de ampliação da disponibilidade de gases combustíveis como energia final dados os conhecidos desafios da instalação de redes em domicílios já construídos.

- **Oferta de gases combustíveis – energia primária e secundária:**
 - O consumo de gases combustíveis para aquecimento residencial de água pode gerar, de acordo com o grau de disseminação do hábito, um aumento significativo da demanda por esses energéticos. Atualmente, importa-se cerca de 30% e 20% do GN e gases LP consumidos no país, respectivamente (EPE, 2013). O aumento da produção interna de gases combustíveis e/ou a garantia de abastecimento externo seguro são condições necessárias para que a expansão de seu consumo possa ocorrer de forma sustentável do ponto de vista do balanço oferta/demanda desses energéticos.
- **Meta de economia de 10% de eletricidade em 2030 (PNEf):** O Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf (MME, 2011) prevê uma meta de redução do consumo de energia elétrica de 10% para o ano de 2030 a partir da adoção de diferentes ações de eficiência energética. Conforme informado anteriormente, os chuveiros elétricos respondem por significativa parcela do consumo de eletricidade do país. Dependendo do empenho dos agentes públicos em atender à meta proposta pelo plano, chuveiros elétricos podem apresentar-se como alvo de ações voltadas para a redução do consumo dessa forma de energia.
- **Ausência de competência para projeto e execução de sistemas de aquecimento de água:** São raros os cursos de formação profissional que tratam, de forma adequada, das competências necessárias para o projeto, instalação e manutenção de sistemas de aquecimento de água a gás. A falta de disponibilidade de mão de obra especializada pode inibir a escolha desses sistemas.

- **Programa de etiquetagem de edificações públicas, comerciais e residenciais:** A Etiqueta de Eficiência Energética em edificações faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e foi desenvolvida em parceria entre a estatal Eletrobras e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). Seu objetivo é promover a eficiência energética nas edificações. Caso imóveis residenciais etiquetados passem a tornar-se mais valorizados no mercado, a penalização do uso de chuveiros elétricos pode gerar estímulos para a utilização de sistemas de aquecimento residencial de água alternativos, como aqueles baseados em gases combustíveis.
- **Subdimensionamento da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica:** O ritmo de crescimento da demanda elétrica tem sido superior à capacidade de expansão da rede de distribuição e transmissão de eletricidade no Brasil, o que tem provocado constantes sobrecargas no sistema, principalmente nos horários de pico. Esse fenômeno tende a valorizar ações voltadas para a substituição do consumo elétrico, particularmente de chuveiros, por outras fontes de energia.
- **Futuro da matriz elétrica:** A evolução da matriz de geração elétrica pode influenciar a criação de políticas públicas voltadas para os usos finais da energia. Caso a participação de termoeletricidade a partir de combustíveis fósseis se torne mais significativa, a tolerância à eletrotermia em chuveiros elétricos, por exemplo, tenderá a diminuir em função dos fatores discutidos anteriormente.

Tabela 5: Hierarquização dos elementos condicionantes

Elementos condicionantes críticos	Elementos condicionantes	Intensidade	Impacto	Incerteza	Densidade
	Meta de economia de 10% de eletricidade em 2030 (PNEf)	5	5	5	125
	Valorização da água	5	3	5	75
	Oferta de gases combustíveis – energia primária e secundária	3	5	5	75
	Oferta de gases combustíveis - energia final	5	5	3	75
	Preço relativo da eletricidade em relação a suas alternativas	3	3	5	45
	Futuro da matriz elétrica	5	3	3	45
	Implantação da tarifa branca	5	3	1	15
	Programa de etiquetagem de edificações públicas, comerciais e residenciais	1	5	3	15
	Subdimensionamento da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica	5	3	1	15
	Maior valorização do conforto (água quente)	3	3	1	9
	Ausência de competência para projeto e execução de sistemas de aquecimento de água	3	3	1	9

3.3 HIPÓTESE DE COMPORTAMENTO E CENÁRIOS FUTUROS DOS CONDICIONANTES CRÍTICOS

As hipóteses de comportamento dos elementos condicionantes críticos são apresentadas no Quadro 3, em que o comportamento “mais esperado” para os condicionantes analisados encontra-se destacado.

Condicionantes	Hipóteses de comportamento

Meta de economia de 10% de eletricidade em 2030 (PNEf)	Não atendimento	Atendimento parcial	Atendimento total
Valorização da água	Hábitos de consumo permanecem inalterados (percepção da escassez hídrica não é difundida na sociedade)	Hábitos de consumo mudam parcialmente (percepção da escassez hídrica é parcialmente difundida na sociedade)	Mudança radical nos hábitos de consumo (percepção da escassez hídrica é difundida na sociedade)
Oferta de gases combustíveis – energia primária e secundária	Projeções de aumento de oferta não se concretizam	Projeções de aumento de oferta concretizam-se parcialmente	Aumento de oferta concretiza-se (consequente ampliação do mercado de gases combustíveis)
Oferta de gases combustíveis – energia final	Não há ampliação da infraestrutura para suportar o aumento da oferta	A ampliação da infraestrutura restringe-se aos grandes centros consumidores	Ampliação da infraestrutura é suficiente para suportar o aumento de oferta
Preço da eletricidade em relação a suas alternativas	Diminuição	Manutenção da proporção atual	Aumento
Futuro da matriz elétrica	Manutenção da matriz atual (predominantemente hidrelétrica)	Modificação da configuração da matriz com redução da participação hidrelétrica	Aumento substancial da geração termelétrica a partir de combustíveis fósseis

Quadro 3: Hipóteses de comportamento futuro dos elementos condicionantes críticos

4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A partir da contraposição entre o cenário tendencial, destacado no Quadro 3, e a imagem de futuro compatível com os propósitos deste estudo, buscou-se identificar os atores ou interlocutores capazes de provocar, nos elementos condicionantes apropriados, as mudanças entendidas como necessárias para que aquecedores de água a gás se tornem mais populares no setor residencial, conduzindo a uma maior racionalidade do uso da energia em residências.

Na transformação tecnológica do aquecimento residencial de água, partindo-se de chuveiros elétricos e buscando-se uma substituição destes por aquecedores a gás, a maioria dos atores mais influentes concentra-se na esfera governamental (em especial na esfera federal): Procel, Conpet, governo e sua vocação de formular políticas energéticas, ABNT, Inmetro e outros. Além desses, figuram no conjunto de atores mais influentes as construtoras e incorporadores de edificações, bem como os projetistas e os fornecedores de sistemas alternativos de aquecimento.

Dada a ausência de indicadores de mudanças significativas em suas trajetórias atuais, atribui-se a alguns elementos condicionantes um comportamento neutro do ponto de vista da ampliação do consumo de gases combustíveis para aquecimento de água no setor residencial. É o caso, por exemplo, dos condicionantes relacionados ao atendimento das metas do PNEf, à disponibilidade de gases combustíveis como energia final e aos preços das fontes de energia.

Caso se pretenda modificar o comportamento futuro desses elementos condicionantes e, assim, induzir a uma condição mais favorável a promoção da racionalização do uso dos recursos energéticos do país, algum tipo de interação com os atores relevantes identificados neste trabalho pode ser necessário. Nesse sentido, o Procel, o Conpet e o governo, mais especificamente suas repartições diretamente relacionadas às políticas energéticas, como o Ministério de Minas e Energia (MME), destacam-se como interlocutores centrais e influentes na definição do comportamento futuro desses elementos condicionantes críticos. Adicionalmente, atores considerados menos influentes no contexto deste estudo, como a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e agências reguladoras de outras energias podem também gerar contribuições marginais. Além de formularem e implantarem políticas energéticas estruturais, capazes, por exemplo, de afetar diretamente o preço dos gases combustíveis e da

eletricidade, ou de planejar a expansão da infraestrutura de transporte (e distribuição) de gases combustíveis, esses atores são os responsáveis, direta ou indiretamente, pela determinação do cumprimento das metas estabelecidas pelo PNEf.

Em um contexto amplo, que ultrapassa as ações restritas ao setor energético, o governo federal (e também os estaduais), através das políticas fiscais, por exemplo, detém a capacidade de alterar os preços das diferentes formas de energia analisadas neste trabalho (eletricidade, GLP, gás natural).

Por outro lado, a disponibilidade de gases combustíveis como energia primária e secundária apresenta tendência de comportamento favorável aos sistemas de aquecimento de água baseados em gás (de acordo com dados oficiais (EPE, 2013b), assim, tanto a oferta de gases LP, quanto aquela de GN, deve aumentar significativamente nos próximos dez anos). A mesma tendência é observada no caso da evolução da matriz elétrica, que, conforme discutido na introdução deste trabalho, provavelmente contará com um gradativo aumento da participação de geração térmica a partir de combustíveis fósseis.

A valorização da água, como um recurso natural de disponibilidade muitas vezes incerta, indica a necessidade de inclusão de medidas de redução do consumo hídrico nas estratégias de difusão de aquecedores a gás. Nesse caso, ações como a adoção da eficiência hídrica como premissa de projetos de redes residenciais de água quente, além da utilização de equipamentos redutores de vazão e duchas de vazão reduzidas, podem ser eficazes para a redução do consumo hídrico desses sistemas de aquecimento de água.

A partir dos resultados expostos pelo trabalho, revela-se que o aquecimento residencial de água a partir de chuveiros elétricos constitui um tema influenciado por variáveis pertencentes a uma ampla gama de esferas, variando desde aspectos técnicos (tipos de

tecnologia e infraestrutura, conforto, usabilidade), regulatórios (regulamentação dos chuveiros elétricos e dos sistemas alternativos de aquecimento), climáticos e até mercadológicos (poder aquisitivo do usuário).

O abandono do cenário tendencial, de elevada participação dessa tecnologia, rumo ao cenário desejado, de utilização disseminada de aquecedores a gás, dificilmente será obtido sem ampla e bem articulada ação dos atores governamentais (e não governamentais) influentes. Por outro lado, as ações desses atores, para poderem ser verdadeiramente efetivas, devem levar em consideração o aspecto multidimensional da questão.

Trata-se, sem dúvida, de um problema de redefinição de política pública, e de abandono de conceitos e diretrizes energéticas fortemente enraizados na sociedade brasileira. As externalidades negativas dos chuveiros elétricos, na configuração dos picos das curvas de carga (onerando os investimentos em infraestrutura) e na ineficiência energética de substituir usos diretos dos gases combustíveis por processos indiretos de transformação (gerando, cada vez mais, eletricidade em termelétricas a gás e depois consumindo a eletricidade produzida em eletrotermia), representam desvantagens importantes que podem (e devem) ser gradualmente eliminadas do perfil de uso da energia final no Brasil.

A identificação de variáveis-chave, atores influentes e elementos condicionantes críticos permite compor um mapa sobre o qual poderão ser traçadas as políticas públicas que poderão modificar o cenário do uso final da energia nos ambientes residenciais. Neste trabalho, não foi possível testar todas as sugestões mais viáveis e críveis de políticas públicas a serem implantadas. Essa tarefa passa a constituir o escopo da continuidade da pesquisa. Espera-se, em breve, poder apresentar esses resultados em uma nova publicação.

REFERÊNCIAS

Almeida, M., Schaeffer, R., & Rovere, E. La. (2001). The potential for electricity conservation and peak load reduction in the residential sector of Brazil. *Energy*, 26(4), 413-429. Recuperado em 04 de janeiro, 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544200000712>

Behrens, A., & Consonni, S. (1990). Hot showers for ethanol rich countries. *Energy*, 15(9). Recuperado em 04 de janeiro, 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/036054429090121H>

Birol, F. (2013). *World energy outlook - 2013* (p. 708). Paris. Recuperado em 22 de maio, 2014, de [http://www.deltalinqsenergyforum.nl/documents/2014/IEA presentatie World Energy Outlook 2013-2035.pdf](http://www.deltalinqsenergyforum.nl/documents/2014/IEA%20presentatie%20World%20Energy%20Outlook%202013-2035.pdf)

Börjeson, L., Höjer, M., & Dreborg, K. (2006). Scenario types and techniques: towards a user's guide. *Futures*, 38(7), 723-739. doi:10.1016/j.futures.2005.12.002

Buarque, S. (2003). *Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais* (Texto para discussão n. 939). Ipea: Brasília. Recuperado em 10 de janeiro, 2014, de <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2865>

Castro, N. J. de, Brandão, R., & Dantas, G. de A. (2010). *Considerações sobre a ampliação da geração complementar ao parque hídrico brasileiro* (Textos de discussão do setor elétrico n. 15). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Recuperado em 21 de maio, 2014, de <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/TDSE15.pdf>

Eletrobras. (2007). Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso - Ano-Base 2005. Rio de Janeiro. Recuperado em 06 de janeiro, 2014, de <http://www.procelinfo.com.br/services/procel-info/Simuladores/DownloadSimulator.asp?DocumentID={A9E26523-80B8-41E2-8D75-083A20E85867}&ServiceInstUID={5E202C83-F05D-4280-9004-3D59B20BEA4F}>

Empresa de Pesquisa Energética. (2013). Balanço energético nacional - Ano-base 2012. Rio de Janeiro. Recuperado em 16 de dezembro, 2013, de http://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf

Empresa de Pesquisa Energética. (2013b). Plano decenal de expansão de energia - PDE 2022 (p. 410). Rio de Janeiro. Recuperado em 27 de agosto, 2014, de http://www.epe.gov.br/PDEE/20140124_1.pdf

Empresa de Pesquisa Energética -EPE. (2014). Plano decenal de expansão da malha de transporte dutoviária - PEMAT 2022. Rio de Janeiro.

Geller, H., Jannuzzi, G. D. M., Schaeffer, R., & Tolmasquim, M. T. (1998). The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. *Energy Policy*, 26(11), 859-872. doi:10.1016/S0301-4215(98)00006-8

Jannuzzi, G. M., & Schipper, L. (1991). The structure of electricity demand in the Brazilian household sector. *Energy Policy*, 19(9), 879-891. Recuperado em 05 de janeiro, 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030142159190013E>

Martins, F. R., Abreu, S. L., & Pereira, E. B. (2012). Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil. *Energy Policy*, 48, 640-649. doi:10.1016/j.enpol.2012.05.082

Ministerio de Minas e Energia- MME. (2011). Plano Nacional de Eficiência Energética. Brasília.

Naspolini, H. F., Militão, H. S. G., & Rüther, R. (2010). The role and benefits of solar water heating in the energy demands of low-income dwellings in Brazil. *Energy Conversion and Management*, 51(12), 2835-2845. doi:10.1016/j.enconman.2010.06.021

Nogueira, L. P. P., Frossard Pereira de Lucena, A., Rathmann, R., Rua Rodriguez Rochedo, P., Szklo, A., & Schaeffer, R. (2014). Will thermal power plants with CCS play a role in Brazil's future electric power generation? *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 24, 115-123. doi:10.1016/j.ijggc.2014.03.002

Prado, R., & Gonçalves, O. (1998). Water heating through electric shower and energy demand. *Energy and Buildings*, 29(1), 77-82. Recuperado em 05 de janeiro, 2014, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778898000346>

Santos, A. H. C. dos, Fagá, M. T. W., & Santos, E. M. dos. (2013). The risks of an energy efficiency policy for buildings based solely on the consumption evaluation of final energy. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 44(1), 70-77. doi:10.1016/j.ijepes.2012.07.017

Santos, R. L. P. dos, Rosa, L. P., Arouca, M. C., & Ribeiro, A. E. D. (2013). The importance of nuclear energy for the expansion of Brazil's electricity grid. *Energy Policy*, 60, 284-289. doi:10.1016/j.enpol.2013.05.020

Souza, I. da S., & Takahashi, V. (2013). A visão de futuro por meio de cenários prospectivos: uma ferramenta para a antecipação da inovação disruptiva. *Future Studies Research Journal*, 4(2), 102-132. Recuperado em 22 de agosto, 2014, de <http://revistafuture.org/FSRJ/article/view/110>

Volpi, G., Jannuzzi, G. M., & Gomes, R. D. M. (2006). A sustainable electricity blueprint for Brazil. *Energy for Sustainable Development*, 10(4), 14-24. doi:10.1016/S0973-0826(08)60552-9