



CENÁRIOS DE CONSUMO DE ENERGIA DOMICILIAR NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO: A CONTRIBUIÇÃO DA EFICIENTIZAÇÃO PARA UMA REFLEXÃO
SOBRE A POBREZA ENERGÉTICA

Nathalia de Menezes Silva Pedreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Planejamento Energético.

Orientadores: Amaro Olimpio Pereira Jr.
Claude Adelia Moema
Jeanne Cohen

Março de 2017
Rio de Janeiro

CENÁRIOS DE CONSUMO DE ENERGIA DOMICILIAR NO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO: A CONTRIBUIÇÃO DA EFICIENTIZAÇÃO PARA UMA REFLEXÃO
SOBRE A POBREZA ENERGÉTICA

Nathalia de Menezes Silva Pedreira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
PLANEJAMENTO ENERGÉTICO.

Examinada por:

Prof. Amaro Olimpio Pereira Jr., D.Sc.

Prof^a. Claude Adelia Moema Jeanne Cohen, D.Sc.

Prof^a. Michelle Carvalho Metanias Hallack, D. Sc.

Prof. Emílio Lèbre La Rovere, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2017

Pedreira, Nathalia de Menezes Silva

Cenários de consumo de energia domiciliar no estado do Rio de Janeiro: a contribuição da efficientização para uma reflexão sobre a pobreza energética. /Nathalia de Menezes Silva Pedreira. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

XVI, 98 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Amaro Olímpio Pereira Junior

Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 88-98.

1. Eficiência energética. 2. Consumo de energia do setor residencial. 3. Pobreza energética. I. Pereira Jr., Amaro Olímpio *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Planejamento Energético. III. Título.

Ao meu avô, Ademar (em memória).

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família. Especialmente, meus pais, Gislene e Dilson, e meu avô, Ademar (em memória), que forneceram todo o suporte e incentivo ao estudo durante toda minha vida.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro oferecido durante este mestrado.

Aos meus orientadores, Prof. Amaro Olimpio Pereira Jr. e Profa. Claude Cohen, pela paciência em momentos de bloqueio e o estímulo em fazer oferecer o máximo possível para a confecção deste trabalho.

Aos Prof. Emílio La Rovere e Profa. Michelle Hallack que, como membros da banca de avaliação, deram contribuições valiosas com vistas a aperfeiçoar este trabalho.

Aos funcionários do PPE por serem sempre prestativos, especialmente, Paulo e Sandra.

À Christiane Uchôa, que foi extremamente importante na construção deste estudo, além de ter sempre palavras de incentivo.

Aos meus amigos pela compreensão em me ouvir falar em dissertação em quase todas as nossas conversas e, ainda assim, se interessarem e terem palavras de apoio e incentivo.

Aos meus amigos do PPE, Mariana Weiss, pela ajuda essencial no primeiro rumo que este estudo tomou, e Daniel Viana, por sempre tentar me ajudar e ter feito com que as aulas fossem mais divertidas.

Por fim, agradeço a quem mais me ouviu falar sobre esta dissertação, sobre os momentos de conquistas, mas também sobre os momentos de angústias e sempre esteve lá para me apoiar e estimular: Raphael, muito obrigada.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

CENÁRIOS DE CONSUMO DE ENERGIA DOMICILIAR NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: A CONTRIBUIÇÃO DA EFICIENTIZAÇÃO PARA UMA REFLEXÃO SOBRE A POBREZA ENERGÉTICA

Nathalia de Menezes Silva Pedreira

Março/2017

Orientadores: Amaro Olimpio Pereira Jr.

Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Programa: Planejamento Energético

A eficiência energética gera impactos em diversas esferas, como a economia, o meio ambiente e a qualidade de vida desfrutada pelos indivíduos, além do aperfeiçoamento da segurança do abastecimento energético. No Brasil, já existem alguns programas de eficiência energética para orientar e incentivar a prática da efficientização, incluindo também o incentivo à microgeração distribuída. Assim, a eficiência energética e a microgeração distribuída podem influenciar positivamente no processo de redução da pobreza energética. Em suma, esta representa a dificuldade ou incapacidade de acesso à escolha de serviços energéticos adequados, pode acontecer através de um viés mais técnico (ligado à infraestrutura básica) ou mais econômico (capacidade de pagamento das famílias). Desta forma, o presente estudo apresenta uma análise fundamentada na elaboração de dois cenários de consumo de energia domiciliar para um horizonte de tempo a se encerrar em 2030. Um cenário reproduz o consumo de energia tendencial, baseado na matriz energética do estado, e o outro abrange algumas medidas de eficiência energética e microgeração distribuída. Pretende-se mostrar que a aplicação das medidas de eficiências energética impacta diretamente o consumo de energia elétrica, reduzindo-o, obviamente. Esta redução fica evidente perante a comparação de ambos cenários e, conseqüentemente, atua sobre a capacidade de pagamento das famílias no que tange ao custo da energia. Assim, é possível evidenciar que a efficientização é um elemento que pode contribuir no combate à pobreza energética.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION SCENARIOS IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO: THE CONTRIBUTION OF EFFICIENCY TO A REFLECTION ON ENERGY POVERTY

Nathalia de Menezes Silva Pedreira

March/2017

Advisors: Amaro Olimpio Pereira Jr.

Claude Adélia Moema Jeanne Cohen

Department: Energy Planning

Energy efficiency has impacts in many areas, such as economy, environment and the quality of life enjoyed by individuals, as well as improved security of energy supply. In Brazil, there are already some energy efficiency programs to guide and encourage the practice of efficiency, including the incentive to distributed microgeneration. Thus, energy efficiency and distributed microgeneration can positively influence the process of reducing energy poverty. In short, this represents the difficulty or inability to access the choice of adequate energy services and can happen through a technical (linked to basic infrastructure) or economic bias (households' ability to pay). Therefore, the present study shows an analysis based on the elaboration of two home energy consumption scenarios for a time horizon to be finished in 2030. One scenario reproduces the trend energy consumption, based on the state energy matrix, and the other embraces some measures of energy efficiency and distributed microgeneration. It is intended to show that the application of the measures of energy efficiencies directly impacts the consumption of electric energy, reducing it, obviously. This reduction is evident from the comparison of both scenarios and, consequently, it acts on the households' ability to pay in relation to the cost of energy. So it is possible to show that energy efficiency is an element that can contribute to the fight against energy poverty.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E ENERGÉTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	3
2.1. Perfil socioeconômico do estado do Rio de Janeiro	3
2.2. Perfil energético do estado do Rio de Janeiro	8
2.3. Consumo de energia do setor residencial do estado	13
2.4. Pobreza energética	15
3. METODOLOGIA E DADOS	29
3.1. Metodologia	29
3.2. LEAP	33
3.3. Cenários	37
3.3.1. Cenário Referência	38
3.3.1.1. Iluminação	39
3.3.1.2. Aquecimento de água	41
3.3.1.3. Refrigeração de alimentos	44
3.3.1.4. Condicionamento de ar	46
3.3.1.5. Cocção	48
3.3.1.6. Outros usos	50
3.3.2. Cenário Alternativo	51
3.3.2.1. Iluminação	52
3.3.2.2. Aquecimento de água	55
3.3.2.3. Refrigeração de alimentos	57
3.3.2.4. Outros usos	59
3.3.2.5. Microgeração solar distribuída	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67

4.1 Cenário Referência	68
4.1.1. Iluminação	68
4.1.2. Aquecimento de água	69
4.1.3. Refrigeração de alimentos	69
4.1.4. Condicionamento de ar	70
4.1.5. Cocção	71
4.1.6. Outros usos	72
4.1.5. Consumo final total	73
4.2. Cenário Alternativo	76
4.2.1. Iluminação	76
4.2.2. Aquecimento de água	77
4.2.3. Refrigeração de alimentos	78
4.2.4. Outros usos	79
4.2.5. Consumo final total	80
4.3. Discussão	82
5. CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Percepção do peso da fatura de energia elétrica no orçamento familiar entre famílias moradoras de favelas, por faixas de renda – 2012.....	24
Figura 2 – Interface do <i>software</i> LEAP	34
Figura 3 – Árvore do modelo do LEAP para o Setor Residencial.....	35
Figura 4 – Fluxograma do modelo de simulação paramétrico aplicado ao setor residencial...	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição da riqueza e da população do estado por regiões administrativas – 2010.....	4
Tabela 2 – Produto Interno Bruto do Rio de Janeiro e do Brasil (em milhões) – 2002 a 2015 .5	
Tabela 3 – População e domicílios no Rio de Janeiro, segundo situação do domicílio (%) – 2014.....	6
Tabela 4 – População economicamente ativa, segundo situação de domicílio – 2014.....	7
Tabela 5 – Evolução do consumo final de energia no estado do Rio de Janeiro, segundo fonte energética – 10 ³ tep.....	9
Tabela 6 – Evolução do consumo final de energia no estado do Rio de Janeiro, segundo setor de consumo – 10 ³ tep.....	10
Tabela 7 – Evolução da participação setorial no consumo final de energia elétrica no estado do Rio de Janeiro (%).....	10
Tabela 8 – Consumo de energia elétrica por habitante (kWh/capita) – Rio de Janeiro e Brasil	11
Tabela 9 – Participação (%) das fontes na oferta primária de energia – Rio de Janeiro e Brasil – 2014.....	11
Tabela 10 – Participação das fontes na geração de eletricidade – Rio de Janeiro e Brasil – 2014.....	12
Tabela 11 – Preços da Energia – Rio de Janeiro e Brasil – 2014	12
Tabela 12 – Evolução do consumo final de energia no setor residencial por fonte no Rio de Janeiro –10 ³ tep.....	13
Tabela 13 – Evolução da participação (%) das fontes de energia no consumo final do setor residencial.....	14
Tabela 14 – Estrutura do consumo de energia final no setor residencial, segundo usos finais – 2014.....	14
Tabela 15 – Domicílios com bens duráveis por classe de renda no Rio de Janeiro (%) – 2014	15
Tabela 16 – Principais elementos da <i>energy poverty</i> e da <i>fuel poverty</i>	18
Tabela 17 – Fatores de vulnerabilidade energética, segundo sua esfera de ação	19

Tabela 18 – Percentual de unidades consumidoras beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica (%).....	22
Tabela 19 – Consumo anual de eletricidade por habitante (kWh/capita) – RJ e Brasil.....	24
Tabela 20 – Intensidade energética per capita (kW/R\$)	25
Tabela 21 – Usos finais do setor residencial, segundo equipamentos e fontes energéticas	31
Tabela 22 – Projeção de população e domicílios no Rio de Janeiro (em milhões)	38
Tabela 23 – Projeção do percentual de domicílios segundo situação do domicílio	39
Tabela 24 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas incandescentes – Cenário Referência.....	40
Tabela 25 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas fluorescentes, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	41
Tabela 26 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas LED, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	41
Tabela 27 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam sistema de aquecimento solar, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	43
Tabela 28 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro a GLP, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	43
Tabela 29 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro a gás natural, segundo domicílio – Cenário Referência	44
Tabela 30 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro elétrico, segundo domicílio – Cenário Referência	44
Tabela 31 - Projeção do percentual de domicílios que utilizam <i>freezer</i> , segundo situação do domicílio – Cenário Referência	46
Tabela 32 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam ar condicionado, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	47
Tabela 33 – Projeção do percentual de domicílios urbanos que utilizam ar condicionado, segundo modelo – Cenário Referência	47
Tabela 34 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam microondas, segundo situação do domicílio – Cenário Referência	49
Tabela 35 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão elétrico, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	49

Tabela 36 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão a GLP, segundo situação do domicílio – Cenário Referência	50
Tabela 37 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão a gás natural, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	50
Tabela 38 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam outros equipamentos, segundo situação do domicílio – Cenário Referência.....	51
Tabela 39 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas fluorescentes – Cenário Alternativo.....	53
Tabela 40 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas LED – Cenário Alternativo.....	54
Tabela 41 – Comparativo de viabilidade econômica da lâmpada LED.....	54
Tabela 42 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam sistema de aquecimento solar, segundo situação do domicílio – Cenário Alternativo.....	56
Tabela 43 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro elétrico, segundo domicílio – Cenário Alternativo	56
Tabela 44 – Comparativo de viabilidade econômica do aquecedor solar.....	57
Tabela 45 – Quantidade de unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida para o estado do Rio de Janeiro, por situação	62
Tabela 46 – Valores dos equipamentos para os domicílios de baixa renda	63
Tabela 47 – Valores dos equipamentos para os domicílios de alta renda.....	63
Tabela 48 – Programação da parcela dos domicílios que receberão a instalação dos equipamentos, por período	64
Tabela 49 – Investimento a ser realizado, por período e por faixa de renda (em milhões de R\$) – Cenário Baixa Renda.....	64
Tabela 50 – Investimento a ser realizado por período (em milhões de R\$) – Cenário Alta Renda	64
Tabela 51 – Capacidade mensal de microgeração fotovoltaica por faixa de renda (em MWh) – 2020 a 2030 – Cenário Baixa Renda.....	65
Tabela 52 – Capacidade mensal de microgeração fotovoltaica (em MWh) – 2020 a 2030 – Cenário Alta Renda.....	65
Tabela 53 – Comparativo entre valores do BEERJ e resultados obtidos no LEAP	67

Tabela 54 – Economia de energia (%) proporcionada pelas medidas de eficiência energética do Cenário Alternativo, segundo usos finais 82

Tabela 55 – Economia de energia (%) proporcionada pelas medidas de eficiência energética do Cenário Alternativo 82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Produto Interno Bruto <i>per capita</i> – 2002 a 2015	6
Gráfico 2 – Renda domiciliar <i>per capita</i> média do estado do Rio de Janeiro e do Brasil – 2004 a 2014.....	7
Gráfico 3 – Índice de Gini do estado do Rio de Janeiro e do Brasil – 2004 a 2014.....	8
Gráfico 4 – Evolução da tarifa média de energia elétrica do setor residencial – Rio de Janeiro, Sudeste e Brasil – 2006 a 2016.....	23
Gráfico 5 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Enel – 2010 a 2015.....	26
Gráfico 6 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Energisa Nova Friburgo – 2010 a 2015	26
Gráfico 7 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Light – 2010 a 2015	27
Gráfico 8 – Projeção do consumo final de energia do uso final iluminação – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	68
Gráfico 9 – Projeção do consumo final de energia do uso final aquecimento de água – 2015 a 2030 – Cenário Referência	69
Gráfico 10 – Projeção do consumo final de energia do uso final refrigeração de alimentos – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	70
Gráfico 11 – Projeção do consumo final de energia do uso final condicionamento de ar – 2015 a 2030 – Cenário Referência	71
Gráfico 12 – Projeção do consumo final de energia do uso final cocção – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	72
Gráfico 13 – Projeção do consumo final de energia do uso final outros usos – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	72
Gráfico 14 – Projeção do consumo final de energia elétrica do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	73
Gráfico 15 – Projeção do consumo final de gás natural do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	74
Gráfico 16 – Projeção do consumo final de GLP do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	74

Gráfico 17 – Projeção do consumo final de lenha do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência.....	75
Gráfico 18 – Evolução da participação (%) dos usos finais no consumo de energia do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência	76
Gráfico 19 – Projeção do consumo final de energia do uso final iluminação – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo.....	77
Gráfico 20 – Projeção do consumo final de energia do uso final aquecimento de água – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo	78
Gráfico 21 – Projeção do consumo final de energia do uso final refrigeração de alimentos – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo.....	79
Gráfico 22 – Projeção do consumo final de energia do uso final outros usos – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo.....	80
Gráfico 23 – Projeção do consumo final de energia elétrica do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo.....	81
Gráfico 24 – Evolução da participação (%) dos usos finais no consumo de energia do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo	81

1. INTRODUÇÃO

A eficiência energética pode ser definida como a relação entre a quantidade de energia final utilizada e a quantidade de um bem produzido ou serviço utilizado. Ao investir em sistemas eficientes, obtém-se a melhor relação custo-benefício, além de melhor qualidade, desempenho e confiabilidade. A eficiência energética resulta da modernização de equipamentos e aperfeiçoamento de processo que visam a redução do consumo de energia. (COSTA, 2016)

De acordo com Carneiro (2014), no Brasil, o apoio às ações de melhoria do uso final de energia elétrica vem desde a década de 80. Embora tenha iniciado de forma inconstante e limitada, incentivou iniciativas de cunho regulatório e legislativo que vemos nos dias atuais. Entretanto, em comparação a outros países, as iniciativas governamentais brasileiras ainda estão em fase primária, mesmo apresentando uma das tarifas mais elevadas. Ainda que tenha alta participação de fontes abundantes e renováveis, o Brasil não faz uso eficiente da energia. Os grandes programas de eficiência energética são o Programa de Eficiência Energética (PEE), o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás (Conpet).

Os impactos da eficiência energética refletem tanto no setor econômico quanto no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas. As ações de eficiência energética promovem ganhos para as empresas de distribuição, para os consumidores e para a sociedade como um todo. Consumidores reduzem o consumo de energia, a sociedade usufrui da melhor segurança do abastecimento energético e preservação do meio ambiente. Isto é, toda a cadeia se beneficia. (CARNEIRO, 2014)

A energia elétrica é considerada um elemento essencial em diversas esferas ligadas à agricultura, indústria e serviços, sendo também fundamental na atual sociedade da informação. O acesso à energia elétrica possibilita a utilização de bens de consumo domésticos de elevado nível tecnológico, vindo a ser crucial ao pleno desenvolvimento humano. No entanto, ressalta-se que a exclusão do acesso e uso de energia elétrica ocorre devido à indisponibilidade de infraestrutura básica, mas também em função dos altos preços da energia. (DIEESE, 2007)

O consumo energético é utilizado como proxy para estabelecer o nível de bem-estar dos indivíduos na sociedade moderna. Assim, a pobreza energética é considerada como uma das dimensões da situação de pobreza. Uma vez que seja escasso o suprimento energético, não apenas piora a qualidade de vida dos envolvidos na sua utilização, como também acarreta em limitações às oportunidades que surgem para superar a situação crônica de insuficiência de renda monetária para arcar com necessidades básicas das famílias. (OLIVEIRA, 2007)

Isto posto, o presente trabalho visa mostrar que, ao utilizar medidas de eficiência energética, o acesso à energia elétrica é melhorado. A partir disso, verifica-se se há alguma contribuição para amenizar a situação de pobreza energética, pelo enfoque da capacidade de pagamento. Para tal, é utilizado o setor residencial do Rio de Janeiro e seu consumo energético como objeto de estudo. Inicialmente, são analisadas as mais diversas questões concernentes ao consumo de energia no estado do Rio de Janeiro como um todo e, em específico, aquele que abastece as famílias fluminenses. Assim, é possível caracterizar o perfil energético do setor residencial. Mais adiante, é feito um levantamento teórico para obter uma visão mais completa do conceito de pobreza energética, com o propósito de identificar a existência ou não de características de pobreza energética no Rio de Janeiro e em que dimensão isto ocorre.

No capítulo seguinte, a metodologia é apresentada de forma detalhada. É descrita a forma como é construído o consumo de energia do setor residencial, esclarecendo quais são os fatores determinantes. Depois, disserta-se sobre a plataforma escolhida para executar o modelo desta análise, que é projetada em cenários cujo horizonte de tempo se encerra em 2030, além da origem dos dados aqui utilizados. Também reproduz minuciosamente cada uma das premissas dos dois cenários elaborados, com as respectivas justificativas. Um cenário é de referência, baseado na matriz energética do estado, e o outro, incorpora medidas de eficiência energética relacionadas aos equipamentos domésticos e de microgeração solar distribuída.

Por fim, tem-se os resultados dos cenários gerados pela plataforma utilizada. São expostos de acordo com o uso final e o tipo de energia. Para observar os possíveis impactos das medidas de eficiência energética, os resultados de ambos os cenários são comparados. E, desta forma, é feita uma discussão a partir dos resultados para entender se há algum impacto positivo da efficientização sobre a discussão referente à pobreza energética.

2. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E ENERGÉTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Este capítulo destina-se a realizar a caracterização socioeconômica e o perfil energético do estado do Rio de Janeiro para possibilitar uma compreensão mais ampla e detalhada do universo utilizado neste estudo. Posteriormente, é pretendido debruçar-se sobre o setor residencial em termos de consumo de energia para justificar as premissas que serão inseridas nos cenários propostos mais adiante.

2.1. Perfil socioeconômico do estado do Rio de Janeiro

Sendo um estado localizado na Região Sudeste do país, o Rio de Janeiro compartilha divisas com os estados de São Paulo (a oeste), Minas Gerais (ao norte e noroeste) e Espírito Santo (a nordeste). Esta é a região geoeconômica mais importante do país, compreendendo cerca de 50% do PIB brasileiro. É um dos menores estados do país, com extensão de 43.766 km², sendo maior apenas que Sergipe, Alagoas e Distrito Federal. Em 2015, a população estimada é de 16,5 milhões. (CEPERJ, 2016 e IBGE, 2016c)

O estado se encontra dividido em 8 das chamadas Regiões de Governo, pelas quais se distribuem os 92 municípios. A saber: Metropolitana, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense, Baixadas Litorâneas, Serrana, Centro-Sul Fluminense, Médio Paraíba e Costa Verde. As Regiões Metropolitana¹ e Norte Fluminense são as com maiores participações no PIB do estado, conforme ilustra a Tabela 1.

A primeira abrange a maioria absoluta da população, além de concentrar a maior parte das indústrias do estado, dando origem ao um parque industrial bastante diversificado. Já a segunda região de governo mais importante, embora seja tradicionalmente uma área de agroindústria açucareira, tem se destacado nos últimos anos pelo petróleo e pelo gás natural. A produção de petróleo e gás natural, a partir da extração da Bacia de Campos, tem sido uma variável fundamental no crescimento do PIB fluminense. (CEPERJ, 2016)

¹ A partir da publicação da Lei Complementar nº 158 de 26 de dezembro de 2013, a Região Metropolitana do Rio de Janeiro passou a ser composta por 21 municípios. Ou seja, 2 a mais quando da sua composição anterior. Foram incluídos os municípios Rio Bonito e Cachoeira de Macacu – ambos faziam parte da Região de Baixadas Litorâneas.

Tabela 1 – Distribuição da riqueza e da população do estado por regiões administrativas – 2010

Região administrativa	Nº de municípios	PIB		População	
		R\$ em trilhões	%	Habitantes em milhares	%
Estado	92	449,86	100	15994	100
Região Metropolitana	19	293,70	65,3	11836	74,0
Região Norte Fluminense	9	63,96	14,2	849	5,3
Região das Baixadas Litorâneas	12	28,94	6,4	811	5,1
Região do Médio Paraíba	12	30,09	6,7	856	5,4
Região Serrana	14	16,07	3,6	806	5,0
Região da Costa Verde	3	8,27	1,8	243	1,5
Região Centro-Sul Fluminense	10	4,87	1,1	272	1,7
Região Noroeste Fluminense	13	3,97	0,9	317	2,0

Fonte: Elaboração própria a partir de MEERJ (2016)

A Tabela 2 apresenta o produto interno bruto nacional e do estado do Rio de Janeiro para o período entre 2000 e 2015 – sendo o PIB deste último para o Rio de Janeiro uma estimativa feita pelo CEPERJ. Para o período, o PIB do Rio de Janeiro cresceu em menor proporção que o do Brasil. Também é possível observar a participação que o PIB fluminense possui dentro do PIB nacional. Nota-se que esta participação, ao longo dos 14 anos, se mostrou constante, variando entre cerca de 11,5% e 12,5%.

Tabela 2 – Produto Interno Bruto do Rio de Janeiro e do Brasil (em milhões) – 2002 a 2015

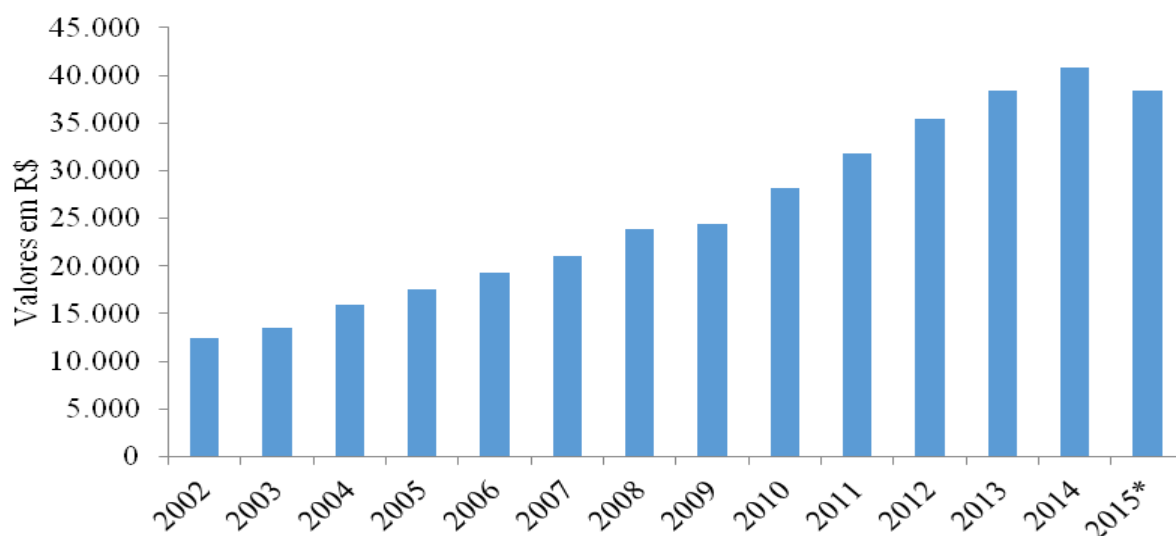
Anos	PIB (em milhões)		Relação PIB RJ / PIB Brasil (%)
	Rio de Janeiro	Brasil	
2002	184.311	1.488.787	12,38
2003	202.641	1.717.950	11,80
2004	241.207	1.957.751	12,32
2005	269.830	2.170.585	12,43
2006	299.738	2.409.450	12,44
2007	323.698	2.720.263	11,90
2008	378.286	3.109.803	12,16
2009	391.651	3.333.039	11,75
2010	449.858	3.885.847	11,58
2011	512.768	4.376.382	11,72
2012	574.885	4.814.760	11,94
2013	628.226	5.331.619	11,78
2014	671.077	5.778.953	11,61
2015*	676.922	5.904.331	11,46

Fonte: Elaboração própria a partir de CEPERJ (2017)

*Estimativa para o PIB regional

Quanto ao produto interno bruto *per capita*, observa-se a tendência permanente de crescimento, sendo o valor observado em 2014 três vezes maior que àquele observado em 2002. Todavia, a estimativa da CEPERJ para o ano de 2015 apresenta uma queda de aproximadamente 6%, estando em dissonância com o resultado de anos anteriores.

Gráfico 1 – Produto Interno Bruto *per capita* – 2002 a 2015



Fonte: Elaboração própria a partir de CEPERJ (2017)

*Estimativa para o ano de 2015

A maioria da população do estado (97,3%) concentra-se predominantemente em áreas urbanas, conforme apresentado na Tabela 3. Segundo CEPERJ (2016), a Região Metropolitana, dentre todas as regiões do Estado, apresentou a maior taxa de urbanização (99,5%), enquanto a Região Noroeste Fluminense apresentou a menor taxa (82,6%). Percebe-se também certa consistência entre população e domicílios, tanto na área rural quanto na área urbana. Quanto à média de moradores por residência, a área rural tende a apresentar um número maior (2,89), em comparação à área urbana (2,74) de moradores por residência. Entretanto, esta última tem valor semelhante àquele observado, quando considerado o estado como um todo.

Tabela 3 – População e domicílios no Rio de Janeiro, segundo situação do domicílio (%) – 2014

	Urbana	Rural	Total
População	97,3	2,7	100
Domicílios	97,5	2,5	100
Nº de moradores por domicílio	2,74	2,89	2,75

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2016a)

Ao considerar a população economicamente ativa do estado como um todo, esta representa 61,4%, estando equiparada àquela observada na área urbana, conforme apresenta a Tabela 4. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2014, as mulheres são menos participativas na população economicamente ativa tanto na área

urbana quanto na área rural, embora na segunda, a discrepância seja bem mais evidente, dado que 72,9% dos homens e 38% das mulheres são considerados economicamente ativos. Na área urbana, esta proporção é 73,6% para homens e 51,2% para mulheres.

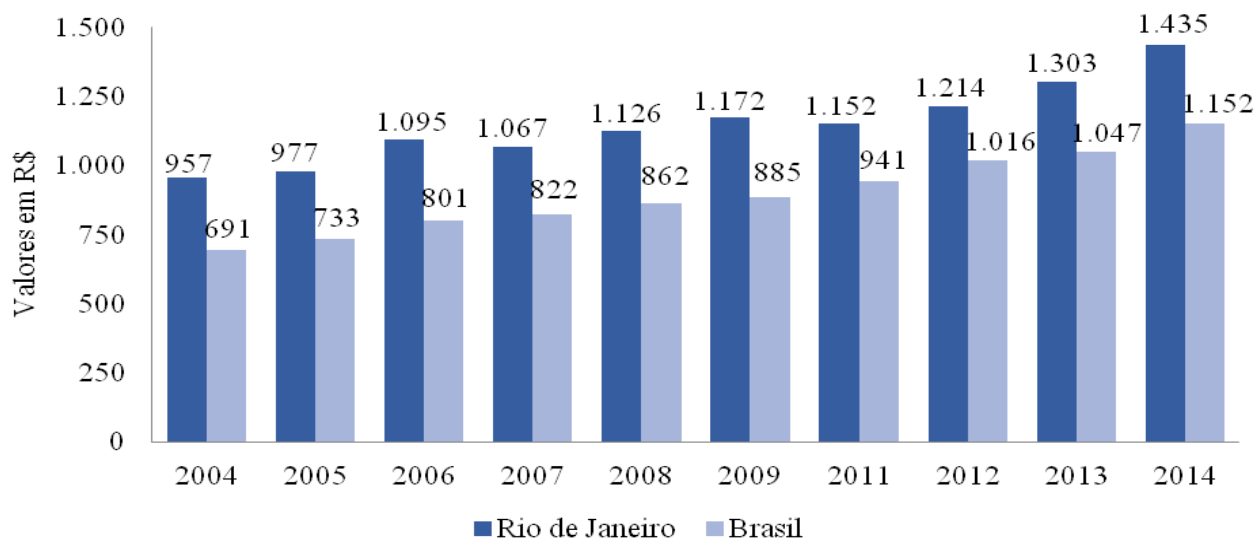
Tabela 4 – População economicamente ativa, segundo situação de domicílio – 2014

Situação	%
Urbana	61,5
Rural	55,6
Total	61,4

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2016a)

Outro ponto a se considerar é a renda domiciliar *per capita* média, apresentada no Gráfico 2 para o período compreendido entre os anos de 2004 e 2014. Percebe-se a tendência ascendente, com leves quedas nos anos de 2007 e 2011. Em 2014, o aumento é de 33,4% em relação ao primeiro ano considerado. Comparativamente à renda domiciliar *per capita* média nacional, a do Rio permanece sempre mais elevada, sendo superior em 20% no ano de 2014.

Gráfico 2 – Renda domiciliar *per capita* média do estado do Rio de Janeiro e do Brasil – 2004 a 2014

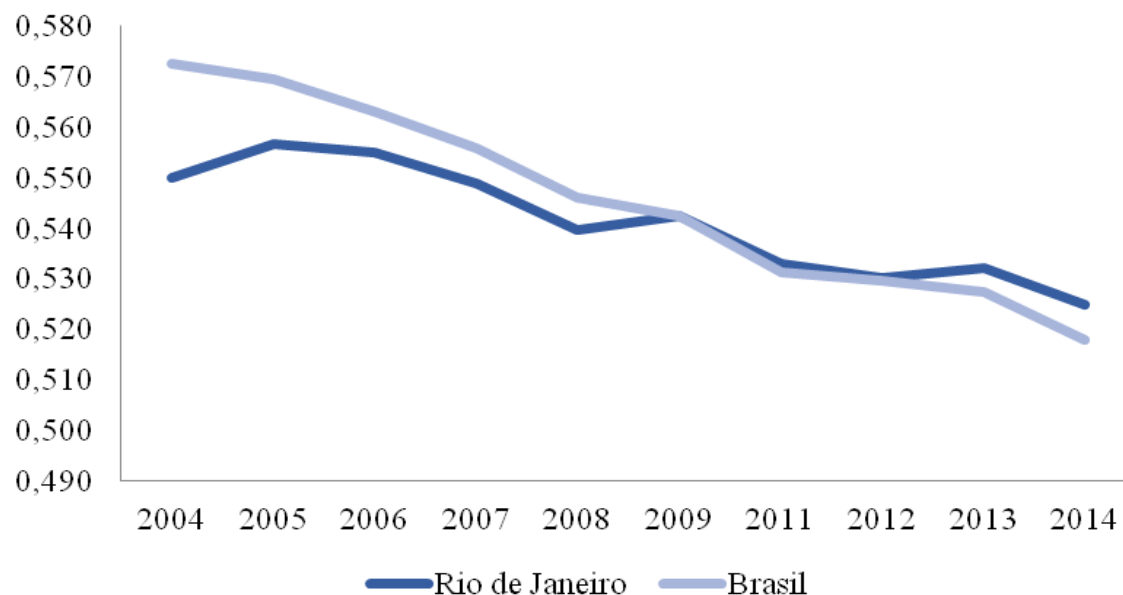


Fonte: Elaboração própria a partir de IPEA (2016)

De forma a confirmar os dados de renda domiciliar *per capita* média apresentados, o Gráfico 3 ilustra o histórico do Índice de Gini do estado entre 2004 a 2014. O índice vem diminuindo ao longo dos anos, alcançando o menor valor em 2014, significando que desigualdade sofreu redução dentro do intervalo de tempo considerado. No entanto, apesar do

índice observado no Rio de Janeiro ser historicamente inferior ao nacional, há uma mudança a partir do ano de 2009, passando a ser superior. Ou seja, o estado passa a apresentar mais desigualdade que o país como um todo.

Gráfico 3 – Índice de Gini do estado do Rio de Janeiro e do Brasil – 2004 a 2014



Fonte: Elaboração própria a partir de IPEA (2016)

2.2. Perfil energético do estado do Rio de Janeiro

A partir de dados do Balanço Energético do estado do Rio de Janeiro de 2014, será possível caracterizar e analisar o consumo energético final do estado, assim como informações referentes à oferta de energia que sejam pertinentes ao presente estudo. Na Tabela 5, observa-se o histórico do consumo final de energia – ou seja, abrangendo todas as fontes de energia utilizadas – para o intervalo de tempo compreendido entre os anos 1980 e 2014. Nota-se que enquanto gás natural seco e úmido aumentam sua participação no consumo final, gás manufacturado, óleo combustível e lenha reduzem consideravelmente – no caso do primeiro, o consumo deixa existir. Etanol, GLP e gasolina mantêm uma média de participação sem fortes alterações. Já eletricidade, em 2014, passa a ser a fonte de energia de maior participação no consumo final de energia, representando 22,7%. A segunda e a terceira são, respectivamente, óleo diesel (19,3%) e gás natural seco (13,7%).

Tabela 5 – Evolução do consumo final de energia no estado do Rio de Janeiro, segundo fonte energética – 10³ tep

Fonte energética	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Bagaço de cana	339,9	419,4	218,9	321,1	238,4	322,1	201,0	77,1
Carvão energético	28,1	89,2	62,2	19,7	5,8	14,3	2,2	0,9
Carvão vegetal	128,2	114,9	275,3	110,2	66,9	60,4	51,9	0,4
Coque de carvão mineral	850,6	1.418,4	1.462,8	1.585,1	1.496,9	1.413,2	1.913,8	1.332,1
Eletricidade	1.462,6	1.914,4	2.220,8	2.459,5	3.262,7	3.170,5	3.905,6	4.717,1
Etanol	224,1	499,4	779,6	702,3	341,8	324,8	630,4	678,9
GLP	420,9	440,8	542,1	571,0	587,8	564,4	594,4	621,7
Gás manufacturado	122,5	147,1	142,3	105,5	92,9	21,4	0,0	0,0
Gás natural seco	0,0	215,2	577,3	1.016,0	1.123,3	2.433,3	2.677,8	2.846,6
Gás natural úmido	2,2	502,0	255,2	246,8	587,8	1.012,7	1.465,0	1.647,7
Gasolina	1.113,1	757,6	815,6	1.147,4	1.086,7	1.005,2	1.097,5	1.656,0
Lenha	349,0	353,8	274,7	201,7	135,3	58,5	45,1	54,7
Óleo combustível	2.217,2	1.267,0	1.108,8	984,3	772,0	490,8	437,5	233,4
Óleo diesel	1.513,5	1.434,1	1.523,1	1.729,0	1.967,3	1.767,9	2.539,7	4.000,4
Outras fontes primárias	1,2	1,9	6,6	20,7	7,8	53,7	61,7	59,9
Outras secundárias de carvão mineral	429,7	546,6	504,1	555,6	531,2	521,7	633,0	970,1
Outras secundárias de petróleo	261,6	264,3	263,3	264,6	248,6	214,7	283,2	606,2
Produtos não energéticos de petróleo	244,5	240,9	236,5	249,8	229,6	250,3	263,8	230,7
Querosene	698,4	797,2	1.306,8	632,2	514,5	539,2	796,3	1.046,7
Total	10.407,3	11.424,2	12.576,0	12.922,5	13.297,3	14.239,1	17.599,9	20.780,6

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Na Tabela 6, é exposto o consumo final de energia de acordo com o setor de consumo. Os setores mais significativos dentro do consumo final de energia têm sido os de transportes e industrial – ambos variando de 30 a 35% do consumo final de energia total cada. O terceiro setor com maior participação é o energético, alcançando 23,4% no ano de 2014, levando a uma participação ligeiramente mais elevada que o setor industrial, inclusive.

Tabela 6 – Evolução do consumo final de energia no estado do Rio de Janeiro, segundo setor de consumo – 10³ tep

Setor de Consumo	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Energético	1.125,6	1.550,9	1.498,0	1.471,7	2.015,2	2.324,2	3.056,7	4.871,1
Não energético	340,2	298,3	312,4	309,7	278,4	286,6	302,3	230,7
Residencial	1.079,7	1.175,5	1.391,9	1.465,3	1.667,7	1.540,0	1.721,2	1.843,0
Comercial	397,0	391,7	474,5	553,7	662,5	694,9	829,8	1.074,4
Público	242,3	268,5	289,3	333,0	419,0	388,4	448,3	451,6
Agropecuário	84,8	81,7	104,4	130,3	134,5	104,3	115,5	33,6
Transportes	3.643,3	3.552,3	4.319,7	4.080,1	3.812,2	4.275,4	5.836,9	6.937,5
Industrial	3.494,6	4.105,4	4.185,7	4.578,6	4.307,8	4.625,6	5.289,1	4.701,7
Não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	637,4
Total	10.407,4	11.424,3	12.575,9	12.922,4	13.297,4	14.239,3	17.599,8	20.780,7

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Por outro lado, na Tabela 7, verifica-se a participação de cada setor dentro do consumo final de energia elétrica apenas, possibilitando a aproximação ao foco deste estudo se debruça sobre uma análise referente ao consumo de energia no setor residencial fluminense. Percebe-se que este setor representa aproximadamente um quarto (25,4%) de energia elétrica consumida, estando à frente dos setores industrial (18,1%) e comercial (19,8%). Historicamente, sempre teve forte participação, apesar de estar ligeiramente inferior em comparação àquela observada uma década antes.

Tabela 7 – Evolução da participação setorial no consumo final de energia elétrica no estado do Rio de Janeiro (%)

Setor de Consumo	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Energético	7,3	7,0	7,5	6,5	12,2	12,1	16,4	12,9
Não energético	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Residencial	26,6	24,2	28,1	29,5	29,2	27,8	27,1	25,4
Comercial	18,3	16,4	16,8	17,8	18,5	19,5	19,0	19,8
Público	9,5	9,6	9,1	9,6	10,0	10,6	10,1	8,9
Agropecuário	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6
Transportes	1,2	1,7	1,1	1,0	0,6	0,8	0,8	0,8
Industrial	36,9	40,8	36,8	35,0	28,9	28,7	25,9	18,1
Não identificado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,5
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Para dimensionar o consumo de energia elétrica do Rio de Janeiro dentro do contexto nacional, a Tabela 8 apresenta o consumo de energia elétrica *per capita* tanto para o estado quanto para o país. Em média, no Rio de Janeiro, este valor tende a ser mais que cinco vezes maior que o nacional.

Tabela 8 – Consumo de energia elétrica por habitante (kWh/capita) – Rio de Janeiro e Brasil

Ano	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
RJ	1.843	2.026	2.127	2.629	2.397	2.840	3.332
Brasil	243	332	400	488	447	546	654

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Outro ponto importante dentro do setor energético fluminense está associado à sua matriz energética, uma vez que esta é composta majoritariamente por fontes de energia não-renováveis. A Tabela 9 evidencia a composição da oferta primária de energia de acordo com as fontes, comparando Rio de Janeiro e Brasil. No Rio de Janeiro, a participação das fontes de energia não-renováveis é quase total, com 96%, contrastando com o Brasil que apresenta 61%.

Tabela 9 – Participação (%) das fontes na oferta primária de energia – Rio de Janeiro e Brasil – 2014

	RJ	Brasil
Energia não-renovável	96	61
Petróleo e derivados	27	39
Gás natural	44	14
Carvão mineral e derivados	12	6
Urânio (U ₃ O ₈) e derivados	14	1
Energia renovável	4	39
Hidráulica e Eletricidade	3	11
Lenha e Carvão vegetal	1	8
Derivados da cana-de-açúcar	0	16
Outras renováveis	0	4

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Mais especificamente, quanto à geração de energia elétrica, a participação das fontes de energia é observada na Tabela 10. Reforçando as informações observadas na tabela anterior, enquanto no Brasil, as hidrelétricas são responsáveis por 63% da energia elétrica gerada, esta parcela atinge apenas 11% no estado do Rio de Janeiro. Esta geração, a princípio,

fica fortemente concentrada nas térmicas que utilizam gás natural (55%) e depois, nas usinas nucleares (29%).

Tabela 10 – Participação das fontes na geração de eletricidade – Rio de Janeiro e Brasil – 2014

	RJ	Brasil
Hidrelétrica	11	63
Gás natural	55	14
Nuclear	29	3
Outras fósseis	6	5
Biomassa	0	8
Outras renováveis	0	2

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

A Tabela 11 mostra a comparação dos preços de energia no estado do Rio de Janeiro e no Brasil. A mesma evidencia uma forte diferença de preços quando se trata de energia elétrica e gás natural, enquanto gasolina, óleo diesel (estes dois estão envolvidos no consumo direto de energia das famílias no uso final força motriz para locomoção, que não será analisado no presente estudo) e GLP permanecem no mesmo nível de preços. Sob o aspecto da ótica do setor residencial, mais especificamente, a energia elétrica custa, em média, R\$ 0,47/kWh no Rio de Janeiro e R\$ 0,42/kWh no Brasil.

Tabela 11 – Preços da Energia – Rio de Janeiro e Brasil – 2014

Tipo de Energia	RJ	Brasil
Energia Elétrica (R\$/MWh)	359,03	205,6
Gasolina C (R\$/litro)	3,13	2,98
Óleo Diesel (R\$/litro)	2,47	2,51
GLP (R\$/kg)	3,25	3,32
Gás Natural	669,24	578,89

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

Assim, de acordo com os dados do Balanço Energético do estado do Rio de Janeiro do ano de 2014, é possível ressaltar duas questões que serão fundamentais ao longo deste estudo. Primeiro, a energia elétrica é a que tem maior participação dentre todos os tipos de energia utilizados dentro do estado. Dentro do consumo de energia elétrica, as famílias compõem o setor com maior participação. Além disso, a matriz energética fluminense pode ser considerada como “suja”, diferentemente da matriz energética nacional, com forte presença de hidrelétricas.

2.3. Consumo de energia do setor residencial do estado

Para ilustrar a evolução do consumo final de energia do setor residencial por fonte em 10³ tep nas duas últimas décadas, observa-se a Tabela 12. No setor residencial, os energéticos mais utilizados são, essencialmente, eletricidade, lenha, GLP e gás natural, uma vez que é considerada apenas a energia direta consumida². Percebe-se que, nos últimos anos, eletricidade e GLP têm se tornado mais significativos em comparação às outras fontes de energia. O consumo de lenha se reduziu, segundo EPE (2007), principalmente em função da entrada do GLP, que oferece grande vantagem em relação aos combustíveis sólidos e líquidos, dadas as suas características físico-químicas. Por outro lado, também é observado o crescimento do consumo de gás natural. Ademais, o setor residencial foi responsável por quase 9% do consumo de energia de todo o estado.

Tabela 12 – Evolução do consumo final de energia no setor residencial por fonte no Rio de Janeiro –10³ tep

Fonte de energia / ano	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Lenha	183,3	149,4	115,4	81,5	25,8	15,2	18,6
GLP	411,5	510,1	538,7	545	523,9	548,8	525,4
Querosene	11	13,5	2,5	1,7	0,4	0	0
Gás Natural Seco	0	3,1	10,8	26,2	96,1	98,3	99,9
Gás Manufaturado	105,9	91,3	73,2	61,7	12,6	0	0
Eletricidade	463,8	624,5	724,6	951,6	881,2	1.058,9	1.199,1
Total	1.175,5	1.391,9	1.465,3	1.667,7	1.540,0	1.721,2	1.843,0

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016)

O histórico do consumo energético do setor residencial fluminense evidencia a forte importância da energia elétrica. Segundo a Tabela 13, ao observar a participação de cada fonte de energia, fica bem claro que GLP e eletricidade são os mais significativos. No entanto, o primeiro diminui um pouco, ao passo que a segunda aumenta bastante. Ao pensar na eficiência da energia elétrica, o resultado se torna ainda mais relevante, uma vez que as fontes de energia estão equiparadas em unidade (tep). Quando se compara o primeiro (1985) e o último (2014) registros do BEERJ, nota-se que GLP e energia elétrica estavam quase equiparados e, ao fim, a segunda passa a ter uma participação mais que duas vezes maior que o primeiro.

² O consumo das fontes energéticas eletricidade, lenha, GLP, gás natural, carvão vegetal e querosene para usos finais domésticos e das fontes energéticas gasolina, álcool e diesel para uso final força matriz para a locomoção de veículos privados e próprios caracterizam o consumo direto de energia das famílias. Já o consumo indireto de energia representa a quantidade de energia embutida em produtos não-energéticos (tanto bens quanto serviços) consumidos pelas famílias. (ABREU, 2015)

Tabela 13 – Evolução da participação (%) das fontes de energia no consumo final do setor residencial

Fonte de energia / ano	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014
Lenha	15,6	10,7	7,9	4,9	1,7	0,9	1,0
GLP	35,0	36,6	36,8	32,7	34,0	31,9	28,5
Querosene	0,9	1,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
Gás Natural Seco	0,0	0,2	0,7	1,6	6,2	5,7	5,4
Gás Manufaturado	9,0	6,6	5,0	3,7	0,8	0,0	0,0
Eletricidade	39,5	44,9	49,5	57,1	57,2	61,5	65,1
Total	100	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração própria a partir do BEERJ (2016)

Quanto à estrutura da participação de cada um dos usos finais no consumo de energia no setor residencial para o ano de 2014, observa-se a Tabela 14. Nota-se que o uso final com maior participação é cocção para todas as situações de domicílio, sendo o que concentra fontes de energia tais como gás natural e GLP, além de conter a lenha – ainda presente na área rural, mesmo que com tendência constante de redução. Há uma forte importância também de condicionamento de ar, aquecimento de água e outros usos, na área urbana.

Tabela 14 – Estrutura do consumo de energia final no setor residencial, segundo usos finais – 2014

Usos finais	Participação no Consumo Total (%)		
	Total	Urbana	Rural
Cocção	33,3	32,6	55,7
Aquecimento de água	14,7	14,9	10,0
Iluminação	7,6	7,6	7,1
Refrigeração de alimentos	13,8	13,9	11,5
Condicionamento de ar	16,5	16,9	5,9
Outros Usos	14,0	14,2	9,8
Total	100,0	100,0	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

Observa-se na Tabela 15, quantas residências possuem cada um dos equipamentos indicados – informação esta que representa a posse média de tais equipamentos, importante para a aplicação da metodologia –, segundo a classe de renda, definida a partir de salários mínimos. O fogão, a televisão e a geladeira estão massivamente presentes nas residências fluminenses, em qualquer uma da classe renda que seja considerada. Por outro lado, o *freezer*

não é tão considerado como parte dos equipamentos necessários às famílias, no entanto, demonstra ser mais presente conforme aumenta a renda das famílias.

Tabela 15 – Domicílios com bens duráveis por classe de renda no Rio de Janeiro (%) – 2014

Posse de equipamentos	Classes de Renda (em salários mínimos)						
	Até 1	Mais de 1 a 2	Mais de 2 a 5	Mais de 5 a 10	Mais de 10 a 20	Mais de 20	Sem rendimento
Fogão	97,4	98,8	99,6	99,6	99,6	99,7	96,7
Filtro de água	61,7	68,4	75,5	84,6	89,6	90,4	70,0
Rádio	75,3	76,4	79,8	83,2	86,7	88,3	56,7
Televisão	96,6	98,0	99,3	99,7	99,6	100	96,7
Geladeira	96,8	99,2	99,8	99,9	100	100	93,4
<i>Freezer</i>	10,1	13,6	17,8	29,3	37,7	44,1	16,7
Máquina de lavar roupa	50,0	60,2	77,6	91,9	96,2	98,6	50,1

Fonte: Elaboração própria a partir de IBGE (2016a)

Portanto, ao analisar o consumo de energia no setor residencial, é imprescindível dedicar especial atenção à energia elétrica, em particular. Desta forma, é preciso abordar a questão do acesso à energia elétrica, na qual está inserido o conceito da universalização. Então, a seção seguinte se propõe a inserir a discussão referente ao conceito de pobreza energética que, em toda sua amplitude, abrange também a questão da universalização do acesso à energia elétrica.

2.4. Pobreza energética

A literatura referente às políticas de redução de pobreza tem tratado o assunto apenas sob a perspectiva monetária. Este é um fator de extrema importância, embora não compreenda a questão como um todo. O conceito de pobreza é complexo e diversificado. Contudo, a ideia de privação (restrição de escolhas) está no ponto de convergência das definições relacionadas ao tema. Assim, a pobreza também engloba a falha do alcance às capacidades (*capabilities*) e aos funcionamentos (*functionings*), que representam as necessidades básicas do indivíduo. As capacidades são vistas como oportunidades que permitem alcançar níveis mínimos de funcionamentos que, por sua vez, podem ser físicos (como vestimentas e abrigo adequados e evitar mortes prematuras) e sociais (como estar integrado à comunidade e se expor em público sem se envergonhar). (SEN, 1995)

Reforçando este ponto de vista, Pereira (2011) afirma que a literatura econômica considera a insuficiência de renda como a pobreza. Isto é, a pobreza se realiza entre as famílias que vivem com renda familiar per capita menor que o mínimo necessário para satisfazer as necessidades mais básicas. Entretanto, o entendimento da pobreza não deve estar limitado ao tema da renda, posto que a pobreza é múltipla e engloba outras esferas. Sendo assim, deve ser entendida como um fenômeno multidimensional, compreendendo as seguintes áreas: i) fraqueza física (subnutrição, saúde debilitada, alta dependência de adultos ativos); ii) isolamento (local isolado, precariedade ou ausência de acesso ao conhecimento ou informação); iii) renda (insuficiência de renda); iv) energética (insuficiência ou ausência do fornecimento de energia); v) vulnerabilidade (maior exposição a riscos de desastres naturais) e vi) impotência (escolhas e adaptação).

Para estabelecer políticas públicas que atuem no sentido de erradicar a pobreza, é preciso considerar a questão do acesso à energia, em especial a energia elétrica, assim como suas inter-relações sociais. O acesso aos serviços energéticos é reconhecido explicitamente pelas Nações Unidas como um elemento chave para o desenvolvimento sustentável. É importante destacar que o acesso limitado às fontes de energia é uma das formas de exclusão social das economias modernas, afetando a qualidade de vida e a influência sobre a disponibilidade de oportunidades que permitem superar a situação de pobreza. (PEREIRA, 2011 e PEDREIRA, 2013)

A questão energética é muito diferente quando se compara o hemisfério norte e o hemisfério sul. Pessoas em áreas rurais têm menos acesso à energia limpa e confiável e, por isso, usam combustíveis sólidos, como biomassa e carvão. Esta situação pode gerar vários impactos, como o aumento da poluição e piora na saúde de mulheres e crianças.³ Assim, ter acesso a energias limpas e acessíveis financeiramente se caracteriza como crucial para a realização de muitos dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. (DAY, WALKER e SIMCOCK, 2016)

É preponderante definir o conceito de pobreza energética. Na literatura existente sobre o tema, observa-se de forma recorrente a afirmação de que não há um consenso, inclusive pelo fato de estar também vinculado a realidades diferentes – por exemplo, o foco da definição utilizada em países europeus tende a diferir daquela utilizada no Brasil. Logo, no

³ A coleta dos combustíveis sólidos demanda tempo e é feita muitas vezes por mulheres e crianças (principalmente, meninas), limitando o tempo que podem dedicar ao trabalho e ao estudo, reforçando desigualdades de gênero, educação e econômica.

presente estudo, são apresentadas algumas visões sobre o assunto, buscando a melhor compreensão possível. Assim, tem-se as ferramentas para verificar a situação de pobreza energética no estado do Rio de Janeiro, considerando aspectos aqui expostos.

Nas últimas três décadas, de acordo com Papada e Kaliampakos (2016), o conceito de pobreza energética tem sido definido das mais diversas formas pelos mais diversos pesquisadores e instituições. Pode ser resumido como a dificuldade ou incapacidade da família em obter a cobertura adequada para suas necessidades energéticas, em função de custos elevados da energia, baixa renda familiar, ineficiências estruturais ou a combinação destes fatores. Os autores também veem a pobreza energética como uma questão multidisciplinar que pode ser abordada através de indicadores objetivos e subjetivos – inclusive, defendem que a melhor forma de identificar a pobreza energética é combinar estes dois tipos de indicadores, dado que não existe um método padrão ou que seja amplamente utilizado. Os indicadores objetivos se baseiam na parte da renda destinada aos gastos energéticos domésticos e os subjetivos em fatores como, a incapacidade de manter uma temperatura ambiente adequada (e os problemas de saúde relacionados), atrasos no pagamento das contas de energia, vazamentos e umidade nas residências e restrição de outras necessidades para arcar com os custos energéticos familiares.

Bouzarovski e Petrova (2015), em seu artigo, falam sobre a provação de energia nas residências e fazem a diferenciação entre “*energy poverty*” e “*fuel poverty*” (ver Tabela 16), embora ambos estejam associados a um ponto comum: a incapacidade de atingir um certo nível de serviços energéticos necessários social e materialmente. Neste artigo, é afirmado que, no Reino Unido, as famílias são consideradas pobres energeticamente quando gastam mais que 10% da sua renda para manter o ambiente em condições satisfatórias. Já em definição mais recente, usada principalmente na Inglaterra, a pobreza energética é estabelecida quando o custo da energia é superior à média nacional, pressionando a família para baixo da linha de pobreza oficial.

Na Tabela 16, são apresentados os elementos fundamentais referentes à *energy poverty* (atrelada aos países em desenvolvimento) e à *fuel poverty* (atrelada aos países desenvolvidos), de acordo com Bouzarovski e Petrova (2015). No caso da *energy poverty*, o surgimento de documentos dedicados data do início dos anos 70. Os níveis baixos de eletrificação e de outras formas de fornecimento de energia em rede por razões econômicas ou de instituições não funcionais são considerados sua força motriz. Expressa-se na falta de estrutura adequada

para a realização dos serviços energéticos domésticos. Já a *fuel poverty* começa a ser citada entre as décadas de 70 e 80. É impulsionada pelos altos preços da energia em contraponto às baixas rendas familiares, além de aparelhos, construções e sistema de aquecimento ineficientes. Está mais associada ao aquecimento de ambiente inadequado. Ambas as concepções implicam em impactos na saúde dos indivíduos e a *energy poverty*, em particular, influencia a desigualdade de gênero e a educação. As políticas públicas para ambas esbarram em questões de renda. Para a *energy poverty*, seria preciso estimular a transição para fontes modernas de energia e investir na expansão da geração e em renováveis de menor escala.

Tabela 16 – Principais elementos da *energy poverty* e da *fuel poverty*

Elemento	'Energy poverty' dos países em desenvolvimento	'Fuel poverty' dos países desenvolvidos
Reconhecimento	Explicitamente reconhecida em documentos isolados durante o início dos anos de 70. Debates posteriores focaram principalmente na expansão tecnológica. Pesquisas mais recentes mostram os desafios de participação e de governança.	Primeiras menções entre final dos anos de 70 e os anos de 80, principalmente se referindo ao aumento dos custos energéticos e ao 'direito ao combustível' em países como o Reino Unido. Pesquisa mais recente permitiu um maior entendimento do problema.
Determinantes	Inicialmente, baixos níveis de eletrificação e de outras formas de fornecimento energético em rede devido ao baixo desenvolvimento econômico e a existência de instituições não funcionais.	Preços altos ou crescentes em contraposição à baixa renda das famílias. Moradias, sistemas de aquecimento e aparelhos domésticos ineficientes.
Expressão	Falta de acesso a instalações adequadas de cocção, iluminação e de equipamentos elétricos, mas também a outros serviços como refrigeração e aquecimento do ambiente.	Principalmente, aquecimento inadequado; importância de outros serviços (particularmente refrigeração do ambiente, iluminação, equipamentos, transporte) tem sido cada vez mais reconhecida.
Consequências	Impactos negativos sobre a saúde, igualdade de gênero, educação e desenvolvimento econômico, de forma mais geral.	Saúde mental e física no longo e no curto-prazo. Participação inadequada na sociedade.
Principais políticas públicas	Apoio para transições para fontes 'modernas' de energia. Investimentos na expansão da rede elétrica ou em renováveis de menor escala; políticas de transferência de renda.	Combinação de políticas de transferência de renda, provisão de energia a menores custos, e investimentos em eficiência energética.

Fonte: Elaboração própria a partir de Bouzarovski e Petrova (2015)

Ademais, Bouzarovski e Petrova (2015) apontam para fatores de vulnerabilidade energética que ajudam a esclarecer como as forças motrizes da pobreza energética podem se originar de circunstâncias internas ou externas à rotina famílias, de acordo com a Tabela 17. Também permite identificar os grupos que podem se encontrar neste cenário no futuro, assim como a combinação social, política, econômica e de infraestrutura de fatores que levou as famílias à situação em que se encontram atualmente.

Tabela 17 – Fatores de vulnerabilidade energética, segundo sua esfera de ação

Fator	Determinantes	Esfera de ação
Acesso (<i>access</i>)	Baixa disponibilidade de transportadores de energia que permitam o abastecimento das necessidades dos domicílios	Externa/interna
Capacidade de pagamento (<i>affordability</i>)	Alta proporção entre os custos dos combustíveis e a renda das famílias, incluindo os tributos. Incapacidade de investir em novas infraestruturas para a energia.	Externa/interna
Flexibilidade (<i>flexibility</i>)	Incapacidade de mudar para uma forma de provisão de serviços energéticos que seja apropriada para as necessidades dos domicílios.	Interna/externa
Eficiência energética (<i>energy efficiency</i>)	Perda desproporcionalmente alta de energia útil durante a conversão nos domicílios.	Interna
Necessidades (<i>needs</i>)	Desencontro entre as necessidades energéticas dos domicílios e os serviços energéticos disponíveis; por razões sociais, culturais, econômicas, ou de saúde.	Interna/externa
Práticas (<i>practices</i>)	Falta de conhecimento sobre programas de apoio ou formas de uso eficiente de energia nas residências.	Interna/externa

Fonte: Elaboração própria a partir de Bouzarovski e Petrova (2015)

Observa-se na Tabela 17 os fatores de vulnerabilidade energética. O primeiro fator, *access* (acesso), refere-se à pouca disponibilidade de serviços energéticos adequados às necessidades das famílias. Já a alta proporção entre os custos da energia e as rendas familiares representa *affordability* (capacidade de pagamento). O terceiro fator é *flexibility* (flexibilidade), a incapacidade de transitar para uma outra fonte de energia que seja mais adequada. *Energy efficiency* (eficiência energética) representa a alta perda de energia útil ocorrida no processo de conversão de energia. A incompatibilidade entre a demanda

energética familiar e os serviços energéticos providos são *needs* (necessidades). Por fim, o último fator é *practices* (práticas), ou seja, a falta de conhecimento com relação às formas de uso eficiente da energia na residência. Todos os fatores são tidos como alcançados uma por uma esfera de ação tanto interna quanto externa – exceto pelo *energy efficiency*, que engloba apenas ações exercidas dentro do domicílio pelas próprias famílias ou a troca de equipamentos.

Day, Walker e Simcock (2016) aplicam a teoria das capacidades de Amartya Sen e Martha Nussbaum à conceituação da razão do uso e da necessidade da energia, propondo uma definição multidimensional e sensível às características locais. Sendo assim, definem a pobreza energética como uma incapacidade de realizar as capacidades essenciais como resultado direto ou indireto do acesso insuficiente aos serviços energéticos confiáveis, seguros e acessíveis financeiramente e levando em consideração meios alternativos razoáveis disponíveis para realizar estas capacidades.

Portanto, o conceito de pobreza energética pode ser resumido como a falta de acesso ou falta de possibilidade de escolher serviços energéticos que sejam adequados, confiáveis e de qualidade, além de estarem alinhados aos pilares do desenvolvimento sustentável. Todavia, a pobreza energética pode se estabelecer através de duas perspectivas: técnica e econômica. Quando ocorre sob a perspectiva técnica, está associada a questões de infraestrutura. No caso da energia elétrica, significa não estar inserido na rede de fornecimento. Já a perspectiva econômica trata da capacidade de pagamento dos custos decorrentes do serviço energético. Assim, define-se que:

A universalização dos serviços públicos apresenta duas dimensões: a primeira é assegurar a oferta desses serviços a toda a população (exclusão) e a segunda é assegurar que todos tenham condições de pagamento suficiente para níveis mínimos de suprimento de tais serviços, de modo a atender às necessidades básicas de todos da população. (TAVARES, 2003, p. 110)

A partir do ano de 2002, por meio da Lei nº 10.438⁴, foi estabelecido que deveria ser realizada a universalização dos serviços públicos de energia elétrica, obedecendo horizontes temporais e critérios determinados pela ANEEL. No ano seguinte, o Programa Luz para Todos foi criado pelo Decreto nº 4.873 para auxiliar no cumprimento deste objetivo, porém atendendo especificamente a área rural, sendo coordenado pelo Ministério de Minas e

⁴ A Lei nº 10.438 foi alterada em novembro de 2003, pela Lei nº 10.762.

Energia, operacionalizado pela Eletrobras e implementado pela concessionárias e cooperativas de eletrificação rural junto aos governos estaduais. (ANEEL, 2016c e MME, 2016)

Entretanto, ao tratar do contexto do estado do Rio de Janeiro, em específico, segundo ANEEL (2016a), a universalização já foi alcançada. Para cada uma das três concessionárias atuante no estado, houve um prazo para conclusão deste processo. A Energisa Nova Friburgo, responsável por atender apenas o referido município, atingiu este objetivo na área urbana em 2004 e na área rural em 2005. Já a Light, que atende 31 municípios que juntos concentram a maior parte da população, realizou a universalização em ambas as áreas em 2004. Sendo a última a concluir, a Enel (antiga Ampla), que atende 66 municípios, universalizou o acesso à energia elétrica na área urbana em 2004 e na área rural em 2010. Por outro lado, é de extrema importância ressaltar que, embora ANEEL (2016a) indique que a universalização do acesso à energia elétrica se tornou realidade em 2010, o modelo utilizado neste estudo considera os dados de IBGE (2011) que apontam haver ainda uma ínfima parcela das residências excluída da rede de fornecimento de energia.

Com relação à perspectiva econômica da pobreza energética, ressalta-se a importância de Tarifa Social de Energia Elétrica (TSEE) vigente no país. Trata-se de um benefício oferecido às famílias de baixa renda, pelo qual é oferecido um desconto sobre a tarifa cheia de energia elétrica. O percentual do desconto varia de com a faixa de consumo (0 a 30; 31 a 80; 81 a 200 kWh/mês) das famílias, ficando entre 10 e 65%. Para se caracterizar como beneficiário, o solicitante precisar estar inserido no Cadastro Único do Governo para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) e possuir renda familiar *per capita* mensal igual ou inferior a meio salário mínimo⁵. (PEDREIRA, 2013)

Ao longo dos últimos 5 anos, o universo dos beneficiados pela TSEE vem diminuindo lentamente, mas segue a tendência nacional. A Tabela 18 mostra o percentual de famílias beneficiadas tanto no estado quanto no país, nos últimos anos. Percebe-se que o universo de beneficiários é menor no Rio de Janeiro – geralmente, metade do observado no restante do país. Separando por distribuidora (e desconsiderando a Energisa Nova Friburgo por atender a

⁵ Outras famílias enquadradas como potenciais beneficiárias são as que possuem membro receptor do Benefício de Prestação Continuada (BPC) e as que possuem renda famílias mensal de até 3 salários mínimos e membro portador de doença ou patologia que necessite do uso contínuo de aparelho elétricos. A última alteração dos critérios da TSEE passou a abranger também famílias quilombolas e indígenas, oferecendo 100% de desconto àquelas apresentem um consumo mensal máximo de 50 kWh, estado inseridas no CadÚnico ou possuindo membro beneficiário do BPC. (PEDREIRA, 2013)

apenas um município), até 2014, a Ampla apresentava valores maiores (sempre próximos a 12%) em comparação à Light (variando entre 3,8 e 7%). Contudo, nos anos de 2015, os números caíram bastante nos domicílios atendidos pela Ampla, permanecendo em cerca de 5,8%.

Tabela 18 – Percentual de unidades consumidoras beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica (%)

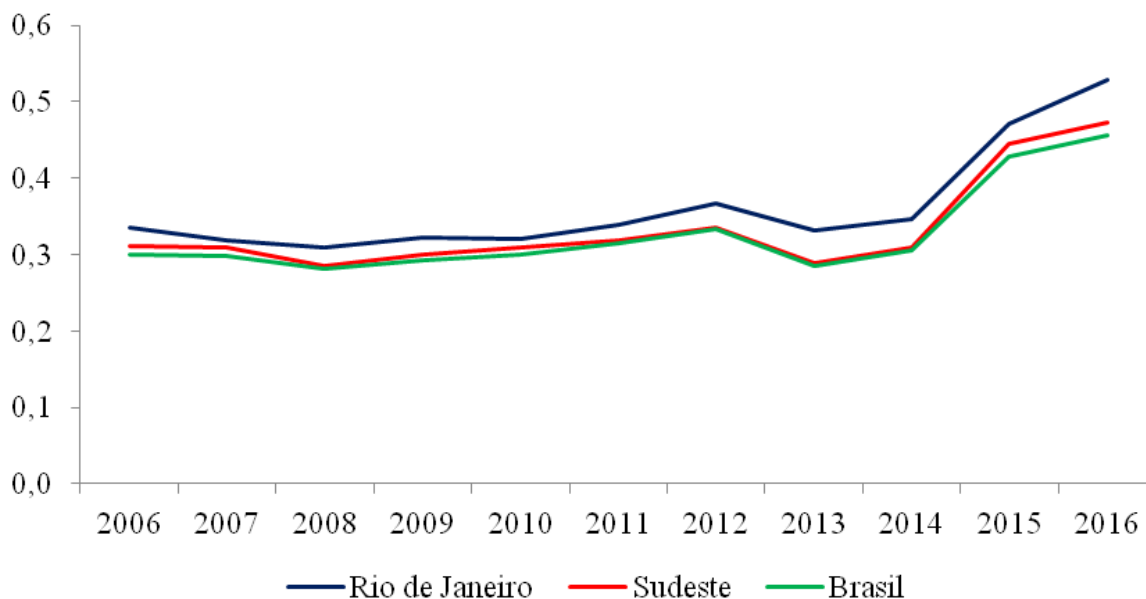
	Anos				
	2012	2013	2014	2015	2016*
Rio de Janeiro	7,3	8,0	9,1	5,0	6,2
Brasil	18,8	19,8	20,0	13,1	13,2

Fonte: Elaboração própria a partir de ANEEL (2016b)

* Dados registrados até setembro de 2016

O Gráfico 4 apresenta a evolução da tarifa média da energia elétrica para o setor residencial, comparando os valores do estado do Rio de Janeiro, da região Sudeste e do Brasil. Percebe-se que a tarifa mantém uma certa estabilidade no seu preço, porém, nos últimos três anos, esteve em mais elevada. Além disso, durante todos os 10 anos apresentado no gráfico, a tarifa média do estado esteve superior tanto à tarifa média da região Sudeste quanto à nacional. Vale ressaltar que, nestes anos, a tarifa passou a ser influenciada pelo sistema de bandeiras tarifárias – foi estabelecida a existência de três bandeiras que definem o nível de preço de acordo com as condições de geração de energia elétrica, a depender da utilização de termelétricas, encarecendo o preço.

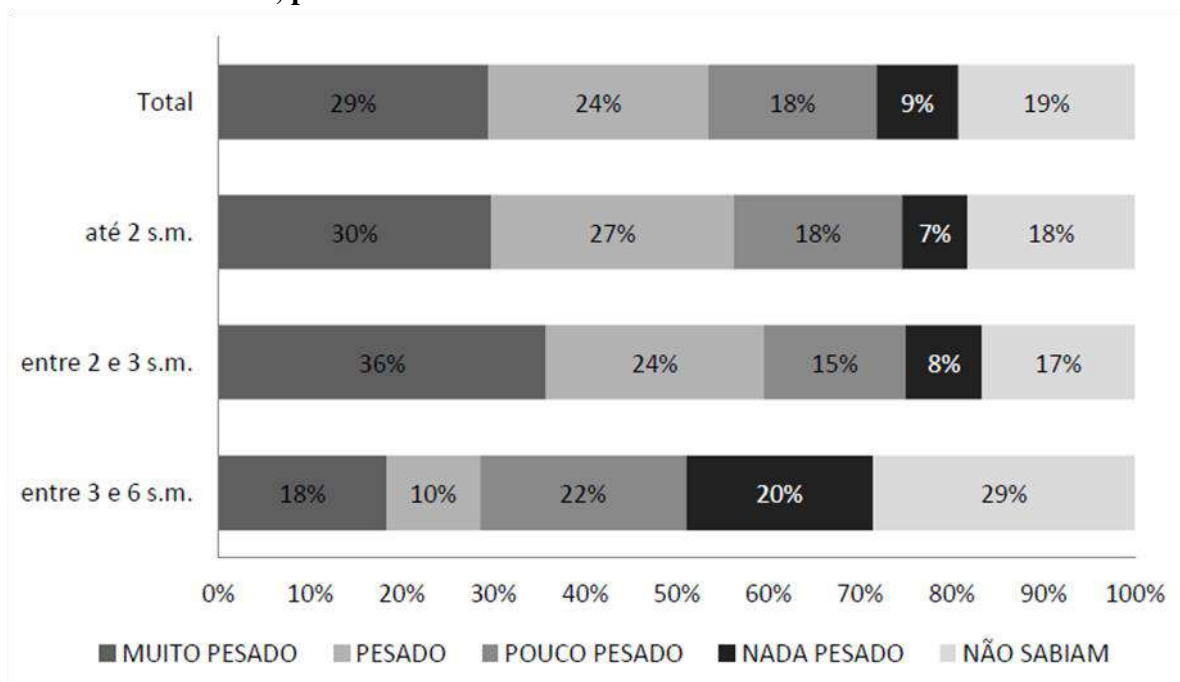
Gráfico 4 – Evolução da tarifa média de energia elétrica do setor residencial – Rio de Janeiro, Sudeste e Brasil – 2006 a 2016



Fonte: ANEEL (2017a)

A Figura 1 apresenta um gráfico com a percepção que famílias moradoras de áreas de favelas têm com relação ao peso que a fatura de energia elétrica exerce sobre o orçamento familiar. Embora seja resultado de uma pesquisa realizada tendo como foco um grupo específico da população fluminense (famílias que residem em favelas), ajuda a compreender melhor como os custos com energia afetam o rendimento famílias. Observa-se que mais da metade dos entrevistados afirmam que este gasto é considerado “pesado” e “muito pesado” dentro do orçamento familiar.

Figura 1 – Percepção do peso da fatura de energia elétrica no orçamento familiar entre famílias moradoras de favelas, por faixas de renda – 2012



Fonte: Pedreira (2013)

Para tratar o consumo de energia elétrica por habitante, considerando apenas aquele observado no setor residencial, são apresentados os valores referentes ao período de 2010 a 2014 na Tabela 19. Para estes 5 anos, o Rio de Janeiro permanece com um consumo *per capita* médio superior ao do Brasil. Tomando o dado mais recente, de 2014, e passando para uma informação mensal, o consumo médio mensal por habitante seria de 70,7 kWh. Ao multiplicar este consumo pela tarifa vigente em 2014 (acrescentando encargos setoriais, tributos e valores de transmissão e distribuição), o gasto de energia elétrica seria de R\$ 68,77 *per capita*. Logo, representaria quase 5% da renda domiciliar *per capita* média, que consta no Gráfico 2.

Tabela 19 – Consumo anual de eletricidade por habitante (kWh/capita) – RJ e Brasil

	2010	2011	2012	2013	2014
Rio de Janeiro	735,9	786,5	791,9	796,9	848,4
Brasil	548,5	567,3	590,6	621,1	652,3

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2015 e 2016) e IBGE (2016c)

*Considerando apenas o consumo final de eletricidade do setor residencial

A Tabela 20 apresenta a intensidade energética per capita, considerando o consumo de energia elétrica por habitante e renda domiciliar média *per capita*. Os resultados reforçam aqueles mostrados na tabela anterior, indicando que a intensidade energética do setor residencial é maior no Rio de Janeiro em comparação ao Brasil. Isto pode ser considerado positivo ao pensar que as famílias fluminenses tendem a concentrar mais sua utilização de energia na eletricidade e utilizar menos combustíveis como a lenha, como ocorre em outras regiões do país.

Tabela 20 – Intensidade energética per capita (kW/R\$)

	2010	2011	2012	2013	2014
Rio de Janeiro	0,628	0,682	0,652	0,612	0,591
Brasil	0,619	0,602	0,581	0,593	0,566

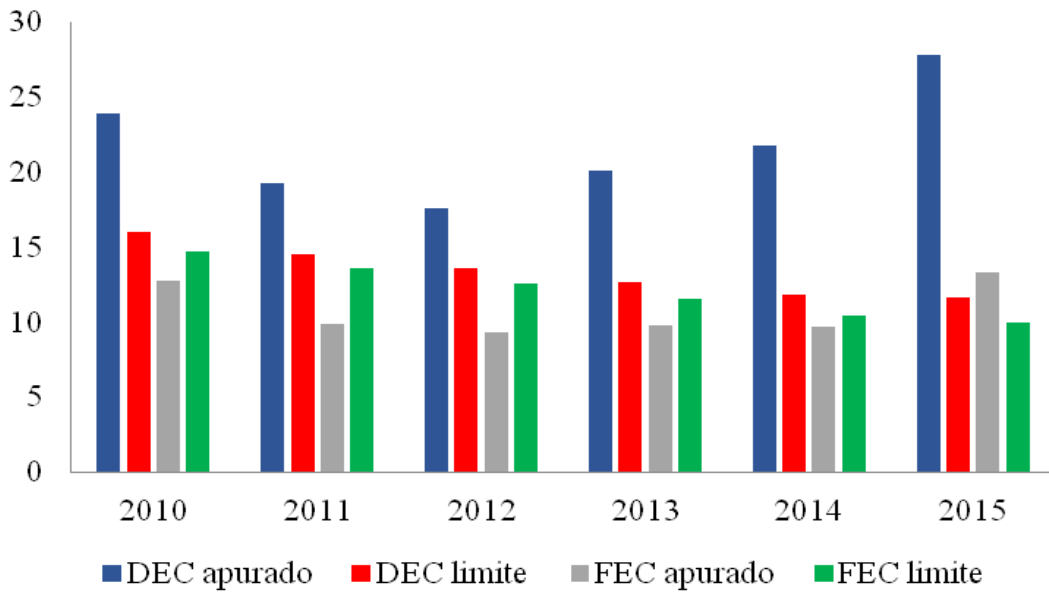
Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2015 e 2016) e IBGE (2016c)

Dentro da questão da possibilidade de arcar ou não com os custos da energia, pode-se levar em consideração os níveis de inadimplência. Neste caso, são considerados os cortes de fornecimento decorrentes do atraso do pagamento da fatura de energia elétrica. Em 2016, na média do estado, cerca de 5,8%⁶ das unidades consumidoras atendidas pelas distribuidoras sofreram interrupção forçada do fornecimento de energia elétrica, em função do atraso do pagamento da conta. Considera-se uma parcela razoável, na medida em que, para o mesmo período, a média do país foi de 14,7%.

No que tange à qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica oferecido (estando dentro da perspectiva técnica da pobreza energética), é possível analisar os indicadores coletivos de continuidade – DEC e FEC. DEC, isto é, duração equivalente continuada que mede a duração das interrupções do fornecimento de energia elétrica. Já FEC, frequência equivalente continuada, é a frequência na qual estas interrupções ocorrem. Os Gráficos Gráfico 5, Gráfico 6 e Gráfico 7 apresentam estes valores respectivamente para as distribuidoras Enel, Energisa Nova Friburgo e Light. A média do DEC apurado tanto para Enel quanto para Light supera em ampla distância o limite estabelecido pela ANEEL em todos os anos. O FEC apurado permanece inferior ao limite na maioria dos períodos, exceto por 2015, na Enel, e 2012 e 2013, na Light.

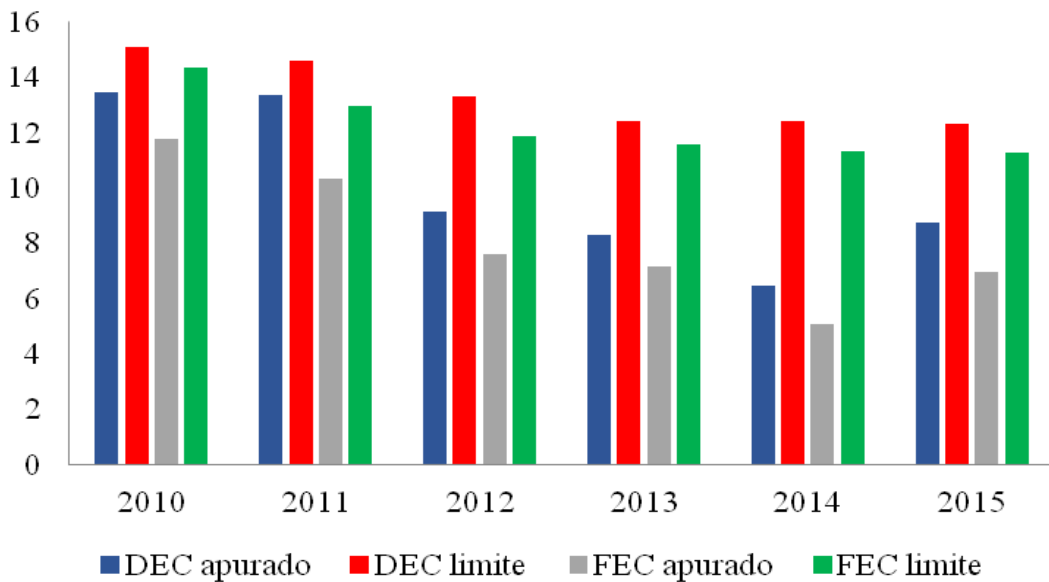
⁶ De acordo como o último registro disponibilizado pela ANEEL, de agosto de 2016.

Gráfico 5 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Enel – 2010 a 2015



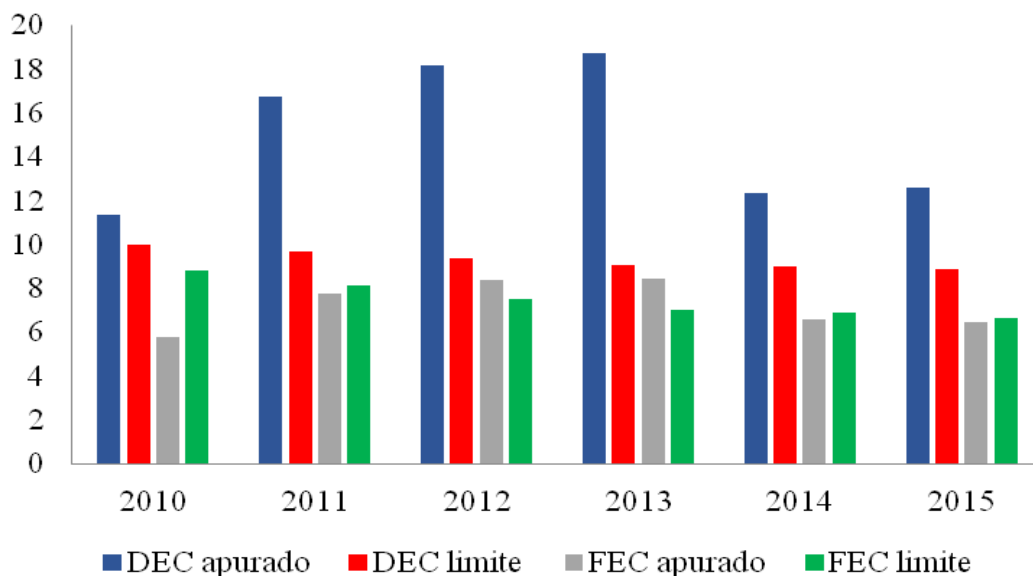
Fonte: ANEEL (2017b)

Gráfico 6 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Energisa Nova Friburgo – 2010 a 2015



Fonte: ANEEL (2017b)

Gráfico 7 – Indicadores coletivos de continuidade referentes às unidades consumidoras atendidas pela Light – 2010 a 2015



Fonte: ANEEL (2017b)

Outro aspecto relevante dentro da discussão dedicada ao consumo de energia das famílias fluminenses é o furto de energia. Em 2007, a cidade do Rio de Janeiro era considerada a área com maior incidência de ligações clandestinas, totalizando cerca de 200 mil destas. A maior parte deste consumo de energia elétrica não registrado se origina em comunidade de baixa renda – especialmente, em favelas, onde há um histórico de negligência da garantia de direitos básicos de cidadania. Embora seja difícil padronizar um perfil de comportamento energético para as famílias residentes desta região, percebe-se um certo nível de “ineficiência energética”, de certa forma justificada por questões como a alta densidade habitacional, a precariedade das residências e a posse de equipamentos mais antigos e ineficientes. (NADAUD, 2012)

A implantação de Unidades de Polícia Pacificadora (UPPs) facilitou o acesso da concessionária às favelas e, conseqüentemente, o processo de regularização dos usuários. Embora esta medida tenha possibilitado a redução de 90% das ligações clandestinas em favelas pacificadas, ainda é uma situação presente em outras regiões. Isto gera um impacto sobre a tarifa paga por todo o setor residencial, aumentando em 17%. (NADAUD, 2012) No ano de 2015, a Light registrou perda comercial de 40,7%, ou seja apresenta um valor alto, mesmo que esteja reduzindo gradativamente ao longo dos anos, enquanto a Enel, apresentou perda comercial de 8,75%. (LIGHT, 2015 e ENEL, 2015)

Desta forma, analisando as informações apresentadas neste capítulo, é possível observar que o setor residencial do estado do Rio de Janeiro não exibe alto nível de pobreza energética quando considerada a perspectiva técnica, visto que está quase⁷ totalmente inserido na rede de fornecimento de energia elétrica, algo que já permite atender quase integralmente as necessidades humanas associadas aos usos finais. No entanto, ao verificar às informações relacionadas à perspectiva econômica – afetada essencialmente pelo fator de vulnerabilidade energética *affordability* (capacidade de pagamento), apontado por Bouzarovski e Petrova (2015) –, são percebidos pontos que impactam negativamente as famílias. Obviamente, existem famílias que não podem arcar com o valor da fatura de energia elétrica por exercer forte peso sobre seu orçamento mensal.⁸ Contudo, é oferecido o benefício de Tarifa Social de Energia Elétrica com vistas a mitigar esse problema. Por outro lado, não deve ser esquecido o fato de que, no estado, existe um alto índice de furto de energia, fazendo com que as famílias atendam suas necessidades, mesmo que seja de maneira ilegal – algo que também pode ser reduzido por meio da TSEE, nos casos das famílias de baixa renda.

Logo, a análise do consumo de energia do setor residencial permite perceber que ele apresenta dois grandes potenciais. O primeiro se refere à implantação de medidas de eficiência energética (mais especificamente, de eficiência elétrica) com o objetivo de reduzir o consumo de energia, porém sem afetar a qualidade de vida oferecida pelo mesmo. Inclusive, a crise do racionamento ocorrida em 2001 demonstrou que, através de campanhas e ações educativas e até mesmo incentivos financeiros, o setor residencial é capaz de responder satisfatoriamente ao consumo eficiente de energia. O segundo potencial está na inclusão da oferta de energia, através de mecanismos de microgeração distribuída. Assim, seria possível contribuir positivamente para a construção de uma matriz energética estadual mais “limpa”, reduzindo a utilização de combustíveis fósseis para a geração de energia elétrica, assim como ajudar na diminuição da carga do sistema. Ambos estes potenciais serão explorados no capítulo seguinte, na construção de cenários que permitirão uma discussão a partir da análise dos resultados.

⁷ Lembrar das divergências entre dados de ANEEL (2016c) e IBGE (2011).

⁸ Em uma pesquisa realizada, em 2012, em favelas do município do Rio de Janeiro, foi perguntado sobre a percepção que as famílias têm sobre o peso que o valor da fatura de energia elétrica exerce sobre o orçamento familiar. Cerca de 53% das famílias responderam que consideram “pesado” e “muito pesado”. (PEDREIRA, 2013)

3. METODOLOGIA E DADOS

Neste capítulo, será apresentada toda a metodologia utilizada neste estudo. Inicialmente, observa-se a lógica por trás da construção da estrutura do consumo de energia do setor residencial. Logo após, é indicado o *software* selecionado para abrigar o modelo aqui produzido e a forma como funciona.

Por fim, os dois cenários são detalhados em suas premissas. O Cenário Referência buscar reproduzir o consumo energético de forma mais próxima possível do que se acredita que será a realidade, de acordo com o contexto atual. Já o Cenário Alternativo considera ações que tornam o consumo mais eficiente. Assim, é apresentada toda a fundamentação que vai servir de pilar para os resultados expostos no capítulo seguinte.

3.1. Metodologia

De forma semelhante àquela empregada no Plano Nacional de Energia, produzido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a análise e a projeção do consumo energético residencial são realizadas por meio de modelo do tipo *bottom-up*, sendo um modelo desagregado que parte da demanda até alcançar o recurso energético. A escolha da abordagem justifica-se no fato de a estrutura e o nível de demanda do setor residencial dependerem de fatores sociais (como a densidade demográfica, o número de habitantes por residência e a posse e uso de equipamentos), socioeconômicos (como o poder aquisitivo familiar e a política de universalização do acesso à energia elétrica), puramente econômicos (como os preços dos equipamentos e das fontes de energia) e puramente tecnológicos (como a evolução das eficiências energéticas dos equipamentos e a inserção de novas tecnologias ou tipos de energia no mercado). (EPE, 2007 e SCARI, 2011)

Carneiro (2014) ressalta que nível de consumo de energia das residências sofre influência de aspectos sociais, econômicos e ambientais. Não só as características da população, mas também as características da cidade – tais como clima, localização e relevo – influenciam o consumo de energia. Por outro lado, aponta ser importante mencionar que a

estrutura urbana – ou seja, o tamanho da cidade, a densidade urbana e a maneira como a área urbana está organizada – também interfere no uso de energia das famílias.

A estrutura do consumo de energia do setor residencial se baseia numa divisão entre os chamados usos finais, que agrupam os equipamentos dos domicílios de acordo com os serviços energéticos providos. As definições de usos finais aplicadas neste estudo são semelhantes às de EPE (2016):

- Iluminação: se refere aos serviços energéticos utilizados em função de realizar a iluminação do ambiente;
- Aquecimento de água: se refere aos serviços energéticos utilizados para possibilitar a manipulação da temperatura da água utilizada para banho;
- Cocção: se refere aos serviços energéticos utilizados no preparo de alimentos e/ou bebidas;
- Condicionamento de ar: se refere aos serviços energéticos utilizados para possibilitar a manipulação da temperatura ambiente, oferecendo conforto térmico;
- Refrigeração de alimentos: se refere aos serviços energéticos utilizados para a conservação e manutenção de alimentos em baixa temperatura;
- Outros usos: se refere aos serviços energéticos que permitam a utilização de outros eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos que não estão associados exatamente a necessidades básicas, mas, em geral, situações de lazer e entretenimento, assim como facilitar tarefas cotidianas.

Então, a Tabela 21 apresenta a conexão entre os usos finais e as fontes de energia às quais estão relacionados. É reforçada a ideia de que a fonte de energia mais presente no setor residencial é a energia elétrica ao observarmos que está inserida em todos os usos finais e, em três deles, é a única utilizada. Ressalta-se que no uso final iluminação, lâmpião está incluído apenas como definição, posto que não entra na contabilização aqui proposta por ser considerada a universalização do acesso à energia elétrica, inclusive em áreas rurais – consequentemente, não há consumo de querosene para o horizonte de tempo deste estudo.

Tabela 21 – Usos finais do setor residencial, segundo equipamentos e fontes energéticas

Uso final	Principais equipamentos	Fontes
Iluminação	Lâmpada e lampião	Energia elétrica, GLP e querosene
Aquecimento de água	Chuveiro elétrico e aquecedor de água	Energia elétrica, gás manufacturado, GLP e gás natural
Cocção	Fogão, forno elétrico, forno à lenha e microondas	GLP, gás manufacturado, energia elétrica, lenha, gás natural
Condicionamento de ar	Ventilador e ar condicionado	Energia elétrica
Refrigeração de alimentos	Geladeira e freezer	Energia elétrica
Outros usos	Televisão, DVD, ferro elétrico, máquina de lavar roupa, entre outros	Energia elétrica

Fonte: Elaboração própria a partir de adaptação de Achão (2003)

Optou-se por utilizar um modelo aplicando a divisão dos domicílios pela sua situação, ou seja, se estão em área urbana ou rural e também pelo acesso à energia elétrica, tendo em vista as diferenças nos padrões de consumo de energia que precisam estar representados na análise. Para realizar a divisão quanto à situação, foram utilizadas informações retiradas do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2011). É importante dizer que a divisão entre domicílios eletrificados e não eletrificados foi feita para garantir que fossem consideradas as diferenças neste aspecto, apesar de a percentagem de domicílios rurais não eletrificados⁹ ser muito pequena (inferior a 1%) e partir-se do pressuposto que, até o final do horizonte de tempo, isto será solucionado por meio do Programa Luz para Todos.

A demanda final anual total de energia direta de um equipamento relacionado a um determinado uso final de um domicílio pode ser calculada considerando a posse média do equipamento utilizado, o tempo diário médio de utilização do mesmo, a quantidade mensal média de dias nos quais é utilizado, a quantidade média de meses por ano nos quais é

⁹ Na área urbana, a eletrificação é considerada 100%.

utilizado e a potência média do equipamento (JANUZZI & SWISHER, 1997). Assim, a demanda final total anual de energia para o setor residencial é estimada através de:

$$E_R = \sum_{i=1}^{i=n} E_R^i$$

Onde:

E_R^i = consumo específico médio do uso final i no setor residencial;

i = iluminação, refrigeração; aquecimento de água; condicionamento de ar; cocção de alimentos; outros usos.

E, para o consumo específico médio do uso final i no setor residencial, o cálculo é feito da seguinte forma:

$$E_R^i = \sum_{j=1}^{j=n} N_i \cdot P_i^j \cdot M_i^j \cdot I_i^j$$

Onde:

N_i = número total de domicílios com uso final i ;

P_i^j = posse média de equipamento j por domicílio com uso final i ;

M_i^j = número médio de meses em que o equipamento j do uso final i é utilizado no ano por um domicílio;

I_i^j = intensidade energética média mensal ou consumo específico de energia médio mensal do equipamento j do uso final i por domicílio.

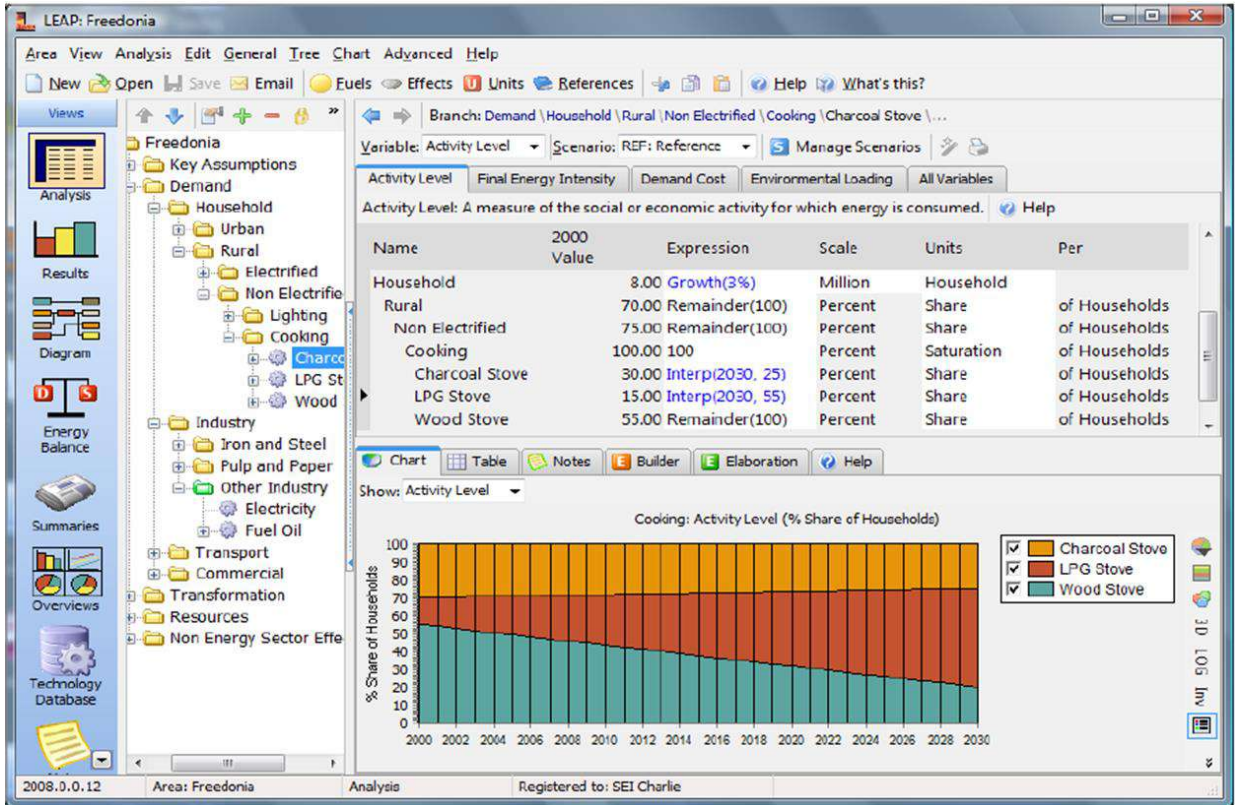
A partir das equações estabelecidas, são determinadas as demandas finais anuais totais de energia direta para o setor residencial fluminense. Este resultado é gerado através do LEAP – *software* selecionado, descrito na seção seguinte. Uma das formas de conferir credibilidade ao modelo criado é a intenção de equiparar os resultados gerados pelo modelo aos valores apresentados no Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro, a partir de 2010 (escolhido como ano-base apenas para inserção de dados no *software* utilizado, mas também pôde ser aproveitado neste sentido de verificação de resultados) até 2014 (último registro de consumo de energia do estado publicado).

Com relação aos dados utilizados para alimentar o modelo proposto, estes foram absorvidos – e, em determinados momentos, ajustados – de diversas fontes. A maioria foi retirada da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 (IBGE, 2016b), do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011), da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2014 (IBGE, 2016a), da Projeção da população do Brasil e de unidades da federação (IBGE, 2016c), da estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com uso hipotético de PROCEL (2016), de informes anuais publicados pela Gás Natural Fenosa (CEG, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 e CEG RIO, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015), de CONPET (2016a e 2016b), LIQUIGAS (2016), CRUZ (2016), ANEEL (2016a e 2016c), do Plano Decenal de Expansão de Energia 2015-2024 (EPE, 2015) e da Nota Técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050 (EPE, 2016).

3.2. LEAP

Para executar os objetivos deste estudo, foi necessário implementar um modelo baseado em cenários e na projeção do consumo residencial do Rio de Janeiro. Para tal, optou-se por utilizar o *software* LEAP – *Long Range Energy Alternatives Planning System*. Criada pelo *Stockholm Environment Institute*, é uma ferramenta de modelagem integrada que permite realizar projeções de consumo e produção de energia e extração de recursos em todos os setores da economia, sendo amplamente utilizada para analisar políticas energéticas, assim como de mitigação das mudanças climáticas. Sua interface é apresentada na Figura 2.

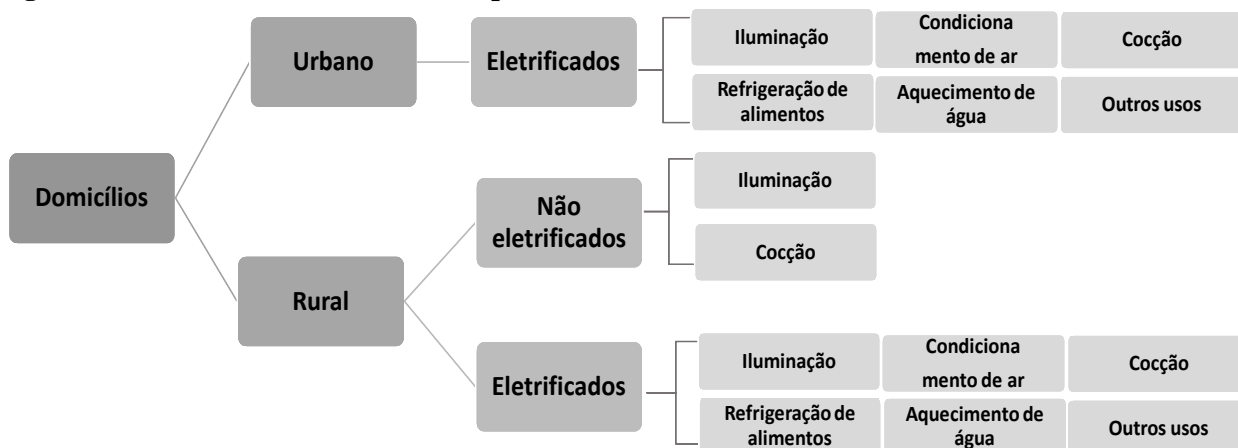
Figura 2 – Interface do software LEAP



Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2008)

Os dados são inseridos em uma estrutura de árvore, cujas ramificações são definidas pelo usuário (vide a Figura 3, que ilustra esta aplicação para o setor residencial). Não parte de algo pré-determinado, podendo ser editada de acordo com seus objetivos a qualquer momento.

Figura 3 – Árvore do modelo do LEAP para o Setor Residencial



Fonte: Elaboração própria

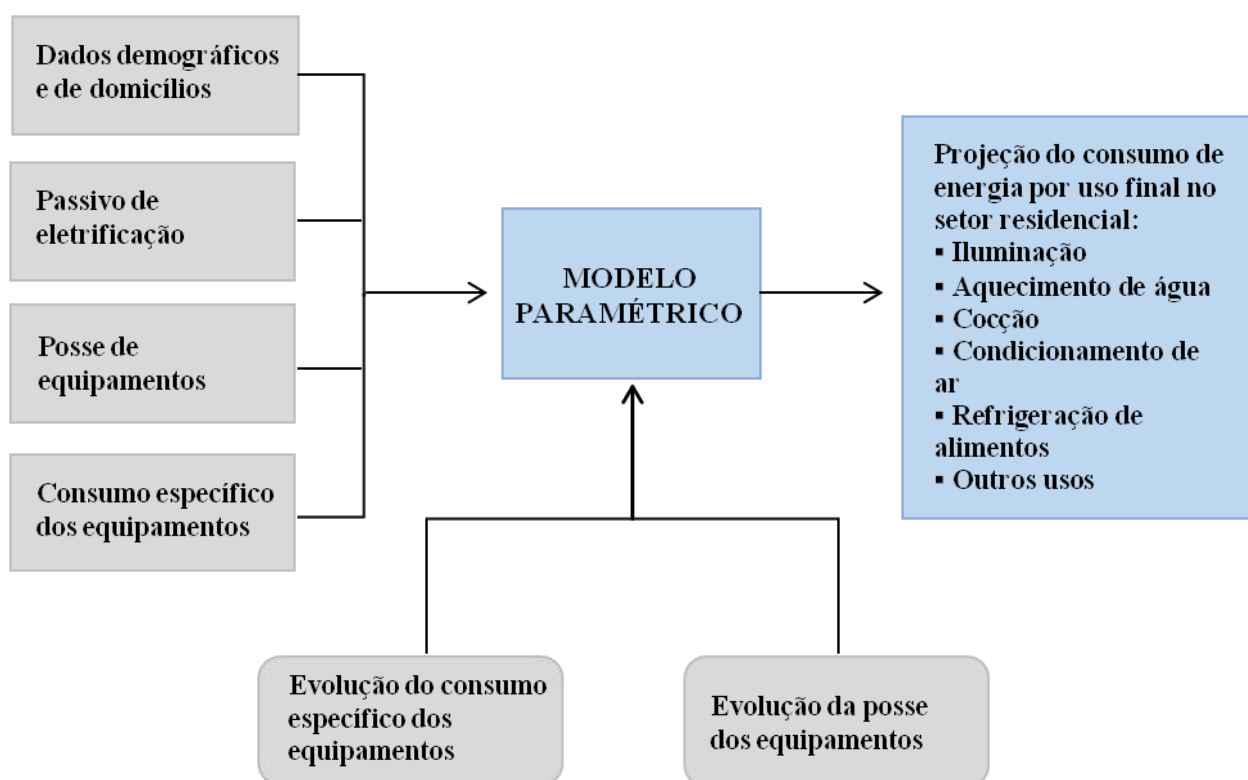
Ademais, o LEAP foi criado a partir de um conceito de análise de cenários de longa duração. Os cenários oferecem contextos consistentes de como o sistema energético pode evoluir ao longo do tempo. Assim, é possível criar e avaliar estes cenários comparando demandas de energia, custos sociais e benefícios, bem como os impactos ambientais. Por outro lado, o LEAP é conhecido por oferecer uma análise energética complexa de forma transparente e intuitiva, ao mesmo tempo em que apresenta flexibilidade e facilidade de uso. (HEAPS, 2008)

Esta plataforma também é caracterizada por ser um modelo *bottom-up* do tipo técnico-paramétrico, assim consegue representar o sistema energético com considerável precisão ao detalhar as tecnologias utilizadas no consumo de energia. Isto possibilita observar diversos efeitos sobre o comportamento do consumo da energia final dentro de um determinado intervalo de tempo. Para EPE (2007), em se tratando de um modelo *bottom-up*, o contexto econômico exerce influência no setor residencial que se reflete em certos parâmetros da modelagem – principalmente, na posse de equipamentos – e, dessa forma, resulta em uma estrutura de consumo de energia que corresponde ao cenário econômico considerado.

Quanto ao funcionamento da simulação do consumo de energia no setor residencial que ocorre no LEAP, a Figura 4 permite uma melhor compreensão. A primeira etapa consiste na construção de um ano-base, no qual se insere uma série de dados que serão ajustados posteriormente com o objetivo de montar os cenários. O ano selecionado foi 2010, em função dos dados demográficos mais bem determinados, a partir da realização do Censo 2010. Além disto, oferece grande proximidade com a realização da última Pesquisa de Orçamentos

Familiares (POF), no ano de 2009. Esta última possibilitou obter dados referentes a posse de equipamentos específicos ao estado do Rio de Janeiro, sendo, portanto, mais precisos, uma vez que os dados da Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso feita pelo PROCEL, no ano de 2007, oferece dados para o âmbito nacional, embora sejam mais variados.

Figura 4 – Fluxograma do modelo de simulação paramétrico aplicado ao setor residencial



Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2007)

Os dados necessários ao ano-base são aqueles apresentados na linha de quadros à esquerda da Figura 4: i) dados demográficos e de domicílios (consiste essencialmente no número de habitantes e de domicílios existentes no estado); ii) passivo de eletrificação (consiste nas parcelas dos domicílios que estão e não estão inseridas na rede de fornecimento de energia elétrica); iii) posse de equipamentos (a presença dos equipamentos nas residências) e iv) consumo específico dos equipamentos (quanto cada equipamento consome em energia).

Depois, a modelagem segue no sentido de criar o Cenário Referência, com a finalidade de chegar ao consumo de energia do setor residencial fluminense tido como esperado. Isto significa que são usadas as expectativas já existentes no que concerne ao comportamento das variáveis demográficas e de domicílios e também das variáveis de posse e consumo específico dos equipamentos. O segundo cenário aqui será chamado de Cenário

Alternativo, em função do seu objetivo de propor medidas de consumo de energia mais eficiente. Neste, as variáveis que sofrerão ajustes serão unicamente aquelas referentes aos equipamentos: posse e consumo específico.

Segundo EPE (2007), os parâmetros relevantes para a projeção do consumo final de energia do setor residencial por tipo de energia são definidos como:

- Energia elétrica: percentual de domicílios ligados à rede de fornecimento de energia elétrica e consumo específico de energia elétrica por domicílio ligado à rede – determinado por: posse dos principais equipamentos, hábitos de consumo das famílias e das potências dos equipamentos, fazendo com que sejam incorporados os ganhos de eficiências;
- Gás natural: percentual de domicílios ligados à rede de fornecimento de gás natural e consumo específico de gás natural por domicílio ligado à rede, incorporando ganhos de eficiência dos equipamentos ao longo do tempo;
- Lenha: percentual de domicílios com fogão à lenha – determinado por algumas especificidades, como domicílios localizados em áreas rurais e em regiões mais frias – e consumo específico de lenha por domicílio;
- GLP: percentual de domicílios com fogão a GLP e o consumo específico de GLP por domicílio, incorporando ganhos de eficiência dos equipamentos.

Portanto, o LEAP realiza uma simulação do consumo de energia do setor residencial do estado do Rio de Janeiro, partindo de um ano-base que vai servir de pilar para a criação de outros dois cenários (Referência e Alternativo), permitindo que seja realizada uma comparação entre ambos. A seção seguinte detalha de forma acurada todas as premissas envolvidas no desenvolvimento destes cenários.

3.3. Cenários

Segundo explicitado em seção anterior, o modelo deste estudo é baseado em cenários, de forma a realizar uma projeção do consumo de energia do setor residencial fluminense dentro do horizonte de tempo de 2015 a 2030, bem como reproduzir o consumo verificado no ano de 2014, para atestar sua confiabilidade. Em ambos os cenários, as premissas aplicadas

aos equipamentos estarão divididas de acordo com a categoria de uso final a que pertencem, visando uma organização mais coerente.

3.3.1. Cenário Referência

O Cenário Referência tem como objetivo projetar o consumo de energia do setor residencial fluminense para estar de forma mais próxima possível ao que será observado. Os dados utilizados para a projeção de habitantes foram retirados das estimativas de projeção de IBGE (2016c). Quanto aos domicílios, não existe uma estimativa oficial. Então, foram considerados os resultados obtidos nos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010. Ou seja, o quanto os domicílios aumentaram (aproximadamente 18,5%) a cada intervalo de 10 anos, quando realizado o próximo Censo. Assim, essa taxa foi aplicada para o período 2010-2020 e 2020-2030, obtendo-se uma estimativa para o número de domicílios fluminenses para os referidos períodos (vide Tabela 22).

Tabela 22 – Projeção de população e domicílios no Rio de Janeiro (em milhões)

Ano	População	Domicílios	Ano	População	Domicílios
2010	15,99	5,24	2021	17,02	6,30
2011	16,10	5,34	2022	17,08	6,40
2012	16,21	5,44	2023	17,14	6,51
2013	16,33	5,53	2024	17,20	6,62
2014	16,44	5,63	2025	17,25	6,73
2015	16,55	5,72	2026	17,30	6,84
2016	16,64	5,82	2027	17,34	6,96
2017	16,73	5,91	2028	17,38	7,07
2018	16,81	6,00	2029	17,41	7,19
2019	16,88	6,10	2030	17,44	7,31
2020	16,95	6,19			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016) e IBGE (2016c)

Quanto à divisão dos domicílios em áreas urbanas e rurais, no ano base, 96,7% estão na área urbana e 3,3% na área rural. Logo, passou-se a considerar que, até o ano de 2030, 98% dos domicílios estarão em situação urbana, enquanto 2% estarão em situação rural (Tabela 23). No mais, o número médio de moradores por domicílio foi determinado na divisão do número de habitantes pelo número de domicílios. Ressalta-se que, na média, o Rio de Janeiro apresentará um baixo número de pessoas por residência.

Tabela 23 – Projeção do percentual de domicílios segundo situação do domicílio

Ano	Urbano	Rural	Ano	Urbano	Rural
2010	96,7	3,3	2021	97,5	2,5
2011	96,8	3,2	2022	97,6	2,4
2012	96,8	3,2	2023	97,6	2,4
2013	96,9	3,1	2024	97,7	2,3
2014	97,0	3,0	2025	97,7	2,3
2015	97,1	2,9	2026	97,8	2,2
2016	97,1	2,9	2027	97,8	2,2
2017	97,2	2,8	2028	97,9	2,1
2018	97,3	2,7	2029	98,0	2,0
2019	97,4	2,6	2030	98,0	2,0
2020	97,4	2,6			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.1. Iluminação

Para o uso final iluminação, será considerada a utilização exclusiva da lâmpada, uma vez que, desde 2009, o BEERJ apresenta o consumo de querosene zerado para o setor residencial. Logo, é possível excluir o uso de lampiões em áreas rurais. Assim, este uso final engloba um importante fator que é a escolha do tipo de lâmpada a ser usada na residência, podendo ser incandescente, fluorescente ou LED.

Em dezembro de 2010, com a publicação da Portaria Interministerial nº 1.007, são estabelecidos critérios para a comercialização e, logo após, o impedimento desta comercialização de lâmpadas incandescentes domésticas. Com etapas definidas pela potência, as lâmpadas incandescentes vão gradativamente saindo do mercado durante o período de 2012 a 2016. (MME, 2016). Portanto, é possível estabelecer um prazo no qual não haverá mais a utilização das lâmpadas incandescente por parte das famílias, levando em consideração sua vida útil e a possibilidade de que tenham feito algum estoque.

Desta forma, a premissa aplicada ao modelo para o uso final iluminação estabelece que até o ano de 2018, 90% dos domicílios urbanos utilizarão lâmpadas fluorescentes e os 10% restantes, lâmpadas LED, considerando que não haverá mais a utilização de lâmpadas incandescentes. Para o ano de 2030, a penetração de lâmpadas LED aumentará, alcançando 40% (e as fluorescentes, os outros 60%). Já para os domicílios da área rural, até o ano de 2018, 95% utilizarão lâmpadas fluorescentes e os outros 5%, lâmpadas LED. Para o ano de

2030, a proporção ficará 70% de domicílios utilizando lâmpadas fluorescentes e 30%, utilizando lâmpadas LED – vide Tabela 24.

Ocorrida em 2015, a regulamentação das lâmpadas LED implica, de certa forma, em uma diferenciação de preços até que todas marcas se adequem, dado que aquelas que possuem certificação do INMETRO podem apresentar um preço ligeiramente superior. Isto pode levar a um leve aumento do preço das lâmpadas LED, que já vem apresentando quedas, nos anos imediatamente posteriores à regulamentação. Entretanto, a tendência de queda de preços deve ressurgir, facilitando a ampliação da penetração destas lâmpadas nas residências das famílias fluminenses.

Tabela 24 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas incandescentes – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano
2010	50,0	50,0
2011	43,8	43,8
2012	37,5	37,5
2013	31,3	31,3
2014	25,0	25,0
2015	18,8	18,8
2016	12,5	12,5
2017	6,3	6,3
2020	-	-
2025	-	-
2030	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 25 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas fluorescentes, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	50,0	48,0	2021	88,8	82,5
2011	55,6	53,3	2022	86,7	80,0
2012	61,3	58,5	2023	84,6	77,5
2013	66,9	63,8	2024	82,5	75,0
2014	72,5	69,0	2025	80,4	72,5
2015	78,1	74,3	2026	78,3	70,0
2016	83,8	79,5	2027	76,3	67,5
2017	89,4	84,8	2028	74,2	65,0
2018	95,0	90,0	2029	72,1	62,5
2019	92,9	87,5	2030	70,0	60,0
2020	90,8	85,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 26 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas LED, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	-	2,0	2021	11,3	17,5
2011	0,6	3,0	2022	13,3	20,0
2012	1,3	4,0	2023	15,4	22,5
2013	1,9	5,0	2024	17,5	25,0
2014	2,5	6,0	2025	19,6	27,5
2015	3,1	7,0	2026	21,7	30,0
2016	3,8	8,0	2027	23,8	32,5
2017	4,4	9,0	2028	25,8	35,0
2018	5,0	10,0	2029	27,9	37,5
2019	7,1	12,5	2030	30,0	40,0
2020	9,2	15,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.2. Aquecimento de água

O aquecimento de água para banho envolve uma variedade de opções de equipamentos e, conseqüentemente, de tipos de energia utilizadas: chuveiro elétrico, a gás natural, a GLP e os aquecedores solares. De acordo com dados da POF 2008-2009, utilizados na construção do ano-base, na área urbana, 85,9% dos domicílios utilizam chuveiro elétrico, 8,8% utilizam

chuveiro a gás (4,4% de gás natural e 4,4% de GLP)¹⁰ e 5,3% de aquecimento solar. Na área rural, 87,3% dos domicílios utilizam chuveiro elétrico, 1,1% utilizam chuveiro a GLP e 0,5% de aquecimento solar. Ou seja, a maioria absoluta usa o chuveiro elétrico como forma de realizar o aquecimento de água para banho.

Para as projeções de chuveiros a gás natural, é preciso considerar a expansão da malha de distribuição e/ou o surgimento de novos domicílios e somente a área urbana. No entanto, as projeções foram baseadas essencialmente em informações oferecidas pela própria Gás Fenosa Brasil, que realiza o serviço de fornecimento de gás natural para todo o estado do Rio de Janeiro. A empresa liberou dados sobre quais são suas projeções até o ano de 2020. Isto, juntamente aos informes anuais da empresa (CEG, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 e CEG RIO, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015), possibilitou que se chegasse a uma taxa média de crescimento anual dos domicílios atendidos pela empresa (aproximadamente 3,7%). Esta taxa foi aplicada sobre a posse inicial (a partir do ano de 2010). Assim, obteve-se a evolução da participação de chuveiros a gás natural presente na Tabela 29. É importante ressaltar que a utilização de gás natural é considerada apenas na área urbana.

Para a área urbana, com relação ao aquecimento de água através da energia solar, a POF 2008-2009 se mostra inferior à projeção feita pela EPE (2016) para o ano de 2013. Então, a projeção estabelecida para o ano de 2030, é de que 13% dos domicílios farão uso de aquecedores solares. É uma projeção ligeiramente mais modesta que aquela feita por EPE (2016) para todo o Brasil (13,8%), mas totalmente razoável tendo em vista que este é o cenário que pretende reproduzir a realidade. A Tabela 27 apresenta a evolução da participação dos sistemas de aquecimento solar.

Já os chuveiros elétricos, que são os mais presentes, tendem a se reduzir um pouco ao longo dos anos, dando lugar aos aquecedores solares e aos chuveiros a gás natural – embora este segundo seja em menor grau. Entretanto, os chuveiros elétricos continuarão sendo os de maior posse, ao menos até o ano de 2030. Os chuveiros a GLP tendem a ser mais residuais e diminuirão também ao passo que aumentam os chuveiros a gás natural. Para compreender a evolução da participação de ambos (chuveiro elétrico e a GLP), observa-se as Tabela 29 e Tabela 30.

¹⁰ Na POF, não há especificação do tipo de gás, então a partir de estimativa própria, baseada na calibração do modelo, decidiu-se que seriam 4,4% de gás natural e 4,4% de GLP.

No tocante à área rural, de acordo com os dados da POF 2008-2009, 0,5% das residências faz uso do sistema de aquecimento solar, 1,1% utilizam chuveiro a GLP e 87,3% possuem chuveiro elétrico¹¹. Para o ano de 2030, dobra-se a pequena participação do aquecimento solar, ficando em 1%, GLP passa a ser 4% e o chuveiro elétrico, 95%.

Tabela 27 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam sistema de aquecimento solar, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	0,5	5,3	2021	0,8	9,5
2011	0,5	5,7	2022	0,8	9,9
2012	0,6	6,1	2023	0,8	10,3
2013	0,6	6,5	2024	0,9	10,7
2014	0,6	6,8	2025	0,9	11,1
2015	0,6	7,2	2026	0,9	11,5
2016	0,7	7,6	2027	0,9	11,8
2017	0,7	8,0	2028	1,0	12,2
2018	0,7	8,4	2029	1,0	12,6
2019	0,7	8,8	2030	1,0	13,0
2020	0,8	9,2			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 28 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro a GLP, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	1,1	4,4	2021	2,7	6,7
2011	1,2	4,7	2022	2,8	6,8
2012	1,4	4,9	2023	3,0	7,0
2013	1,5	5,0	2024	3,1	7,2
2014	1,7	5,2	2025	3,3	7,3
2015	1,8	5,4	2026	3,4	7,5
2016	2,0	5,6	2027	3,6	7,7
2017	2,1	5,8	2028	3,7	7,8
2018	2,3	6,1	2029	3,9	8,0
2019	2,4	6,3	2030	4,0	8,2
2020	2,6	6,5			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

¹¹ Para o ano-base, ou seja, utilizando os dados da POF 2008-2009 para aquecimento de água na área rural, as porcentagens não somam 100 porque foi incluído outro item para outras fontes não determinadas, que não foi considerado neste estudo. No entanto, para as projeções, passou-se a considerar um somatório de 100%.

Tabela 29 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro a gás natural, segundo domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	-	4,4	2021	-	6,6
2011	-	4,5	2022	-	6,9
2012	-	4,8	2023	-	7,1
2013	-	5,0	2024	-	7,4
2014	-	5,2	2025	-	7,6
2015	-	5,5	2026	-	7,9
2016	-	5,7	2027	-	8,1
2017	-	5,8	2028	-	8,3
2018	-	6,0	2029	-	8,6
2019	-	6,2	2030	-	8,8
2020	-	6,4			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 30 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro elétrico, segundo domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	87,3	85,9	2021	91,5	77,2
2011	87,7	85,1	2022	91,9	76,4
2012	88,1	84,3	2023	92,3	75,6
2013	88,5	83,5	2024	92,7	74,8
2014	88,8	82,7	2025	93,1	74,0
2015	89,2	81,9	2026	93,5	73,2
2016	89,6	81,1	2027	93,8	72,4
2017	90,0	80,3	2028	94,2	71,6
2018	90,4	79,5	2029	94,6	70,8
2019	90,8	78,7	2030	95,0	70,0
2020	91,2	78,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.3. Refrigeração de alimentos

Este uso abrange a utilização de dois equipamentos: *freezer* e geladeira. Ambos utilizam apenas a energia elétrica. É importante ressaltar que, embora exista certa variedade de opções de modelos, para este estudo, foram considerados um *freezer* médio e uma geladeira média, visando simplificar a inserção de dados no modelo. No geral, percebe-se que a geladeira está presente na quase totalidade dos domicílios fluminenses.

Segundo a POF 2008-2009, todos os domicílios¹² possuem geladeira tanto os em situação rural quanto os em situação urbana. Logo, isto permaneceu nas projeções, fazendo com que a penetração de geladeiras nas residências fluminenses seja de 100% por todo o intervalo de 2015 a 2030. Por outro lado, foi considerada uma redução em 0,2% do consumo específico, estando de acordo com o aumento de eficiência aplicado em EPE (2015).

Este cenário também inclui a substituição de geladeiras obsoletas ou em péssimo estado de conservação por modelos mais eficientes realizada pelas distribuidoras que atuam no estado. No caso da Light, ocorre através do programa Comunidade Eficiente, que promove ações de cunho educacional, realiza reformas elétricas e a troca de equipamentos, tais como lâmpadas e geladeiras. No período entre 2010 e 2015, a Light substituiu 95.345 geladeiras. Por outro lado, a Enel (antiga Ampla) realiza ações bastante semelhantes com o Consciência Ampla Eficiente (em relatório mais recente, chamado de Luz Solidária) e, para o mesmo período mencionado, substituiu 72.863 geladeiras. (LIGHT, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015; ENDESA BRASIL, 2010, 2011, 2012, 2013 e ENEL, 2014 e 2015)

Considerando que a substituição seja feita trocando apenas uma geladeira por residência, representam um total de 168.208 residências entre 2010 e 2015 – ou seja, 3% dos domicílios do estado. O público-alvo destas ações são as famílias de baixa renda, que são classificadas desta forma pelas distribuidoras caso sejam beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica. Até o final do ano de 2016, 6,1% das famílias do estado do Rio de Janeiro eram beneficiárias da TSEE.

Logo, pensando em haver a continuidade da quantidade de substituições e tendo em vista o andamento atual dos programas, foi projetado para 2030 que até 6% dos domicílios totais seriam beneficiados pelas trocas. Ou seja, atingiria a totalidade dos beneficiários da TSEE. Isto foi feito inserindo uma outra geladeira média no modelo que desconsiderasse o consumo de geladeiras antigas.

Quanto à presença dos *freezers*, estão presentes em 20,5% dos domicílios urbanos e 11,9 dos domicílios rurais. Reproduzindo a tendência geral observada nos últimos anos, acredita-se na contínua queda da utilização de *freezers*. Sendo assim, as projeções estimam que, até 2030, os *freezers* estarão presentes em 15,2% dos domicílios urbanos e em 10% dos

¹² Todos os dados apresentados com relação à presença de equipamentos nas residências fluminenses consideram apenas os domicílios eletrificados. Logo, é plausível que haja geladeira em todas.

domicílios rurais, conforme mostra a Tabela 31. Também foi utilizada a redução do consumo específico de EPE (2015), ou seja, uma variação de -0,9%.

Tabela 31 - Projeção do percentual de domicílios que utilizam *freezer*, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	11,9	20,5	2021	10,9	16,7
2011	11,8	19,0	2022	10,8	16,5
2012	11,7	18,5	2023	10,7	16,4
2013	11,6	18,0	2024	10,6	16,2
2014	11,5	17,8	2025	10,5	16,1
2015	11,4	17,7	2026	10,4	15,9
2016	11,3	17,5	2027	10,3	15,7
2017	11,2	17,4	2028	10,2	15,6
2018	11,1	17,2	2029	10,1	15,4
2019	11,0	17,0	2030	10,0	15,2
2020	11,0	16,9			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.4. Condicionamento de ar

O uso final condicionamento de ar inclui dois equipamentos: ventilador e ar condicionado. Considerando as informações da POF 2008-2009, o ventilador está presente em 100% das residências do estado. Para este, no entanto, não foram realizadas projeções para posse ou o consumo específico, dado seu baixo consumo de energia.

Já para o caso do ar condicionado, a POF 2008-2009 aponta que 40% dos domicílios urbanos e 4,3% dos rurais o possuem. Como projeções para 2030, foi estabelecido o aumento para 60% na área urbana e a área rural permanece inalterada. Dentro desta utilização do ar condicionado, diferencia-se os aparelhos do tipo janela e do tipo *split* (inseridos no modelo como modelo janela médio e modelo *split* médio). Este último tem se destacado na preferência dos consumidores, além de oferecer um consumo de energia mais eficiente.

Conforme descrito por Biajante (2013), a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) afirma que, no ano de 2003, o segmento de ar condicionado estava concentrado em modelos do tipo janela (60%) em comparação ao tipo *split* (40%). Todavia, a ABRAVA defende que esta situação de inverteu,

após 10 anos. Os aparelhos do tipo *split* passaram a ser usados em mais de 70% das residências e empreendimentos. Logo, por não haver distinção entre residências e empreendimentos nesta porcentagem, será aplicada como projeção para 2030 sobre os 60% de domicílios que possuirão ar condicionado, assim como os 30% referente àqueles que usam o modelo do tipo janela.

Tabela 32 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam ar condicionado, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	4,3	39,9	2021	4,3	51,0
2011	4,3	40,9	2022	4,3	52,0
2012	4,3	41,9	2023	4,3	53,0
2013	4,3	42,9	2024	4,3	54,0
2014	4,3	43,9	2025	4,3	55,0
2015	4,3	44,9	2026	4,3	56,0
2016	4,3	46,0	2027	4,3	57,0
2017	4,3	47,0	2028	4,3	58,0
2018	4,3	48,0	2029	4,3	59,0
2019	4,3	49,0	2030	4,3	60,0
2020	4,3	50,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 33 – Projeção do percentual de domicílios urbanos que utilizam ar condicionado, segundo modelo – Cenário Referência

Ano	Janela	Split	Ano	Janela	Split
2010	55,0	45,0	2021	41,3	58,8
2011	53,8	46,3	2022	40,0	60,0
2012	52,5	47,5	2023	38,8	61,3
2013	51,3	48,8	2024	37,5	62,5
2014	50,0	50,0	2025	36,3	63,8
2015	48,8	51,3	2026	35,0	65,0
2016	47,5	52,5	2027	33,8	66,3
2017	46,3	53,8	2028	32,5	67,5
2018	45,0	55,0	2029	31,3	68,8
2019	43,8	56,3	2030	30,0	70,0
2020	42,5	57,5			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.5. Cocção

Para o uso final cocção, apenas dois tipos de equipamentos são considerados: fogão e microondas. Contudo, a utilização de fogões está associada a muitos tipos de energia (eletricidade, gás natural, GLP e lenha)¹³, enquanto microondas utilizam somente eletricidade. Logo, este uso final é o que incorpora a maior variedade de tipos de energia. Segundo a POF 2008-2009, para a área urbana, 0,1% dos domicílios utilizam fogão elétrico, 14,7% utilizam fogão a gás natural e 85,2% utilizam fogão a GLP. Em se tratando de microondas, é utilizado em 32,5% das residências urbanas.

Em termos de projeção, foi possível obter uma precisão maior da proporção dos domicílios que utilizam gás natural, através dos números obtidos diretamente com a empresa responsável pelo fornecimento no estado e informes anuais publicados pela mesma (CEG, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015 e CEG RIO, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2015), assim como já mencionado no uso final aquecimento de água. Entretanto, neste caso, foi considerado o exato percentual de domicílios ligados à rede de gás natural. Embora a empresa tenha oferecido estimativas somente até 2020, cálculos permitiram reproduzir as estimativas para o período 2021-2030. Assim, até 2030, 22,6% das residências urbanas farão uso do gás natural para fins de cocção, conforme tendência apresentada na Tabela 37.

À medida em que a utilização de fogões a gás natural aumenta, a de fogões à GLP se reduz proporcionalmente. Contudo, o segundo é o tipo de energia mais presente nas residências em termos de cocção e continuará sendo até 2030, mesmo diminuindo. Quanto ao fogão elétrico, este se mostra pouco significativo no ano-base e é estimado que alcançará 1% em 2030, enquanto os fogões a GLP representarão 76,4%, como é mostrado pela Tabela 36. Para o microondas, é esperado o aumento de posse média por uma tendência natural também reforçada pelo aumento de pessoas morando sozinhas, estimando cerca de 54%.

No que se refere à área rural, o GLP também apresenta a maior participação (93,5%). Neste caso, há a inclusão dos domicílios que utilizam fogão a lenha que, de acordo com a POF 2008-2009, são cerca de 6,5%. Os que fazem uso do microondas representam 16%. Optou-se por manter as constantes as participações na área rural, neste caso.

¹³ O carvão vegetal também pode ser utilizado em fogões, mas não registro no histórico do consumo de energia do setor residencial do estado do Rio de Janeiro.

Tabela 34 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam microondas, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	16,0	32,5	2021	16,0	44,3
2011	16,0	33,5	2022	16,0	45,4
2012	16,0	34,6	2023	16,0	46,5
2013	16,0	35,7	2024	16,0	47,5
2014	16,0	36,8	2025	16,0	48,6
2015	16,0	37,8	2026	16,0	49,7
2016	16,0	38,9	2027	16,0	50,8
2017	16,0	40,0	2028	16,0	51,8
2018	16,0	41,1	2029	16,0	52,9
2019	16,0	42,1	2030	16,0	54,0
2020	16,0	43,2			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 35 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão elétrico, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	-	0,1	2021	-	0,6
2011	-	0,1	2022	-	0,6
2012	-	0,2	2023	-	0,7
2013	-	0,2	2024	-	0,7
2014	-	0,3	2025	-	0,8
2015	-	0,3	2026	-	0,8
2016	-	0,4	2027	-	0,9
2017	-	0,4	2028	-	0,9
2018	-	0,5	2029	-	1,0
2019	-	0,5	2030	-	1,0
2020	-	0,6			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 36 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão a GLP, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	93,5	85,2	2021	93,5	80,7
2011	93,5	85,0	2022	93,5	80,2
2012	93,5	84,7	2023	93,5	79,8
2013	93,5	84,5	2024	93,5	79,4
2014	93,5	84,1	2025	93,5	78,9
2015	93,5	83,7	2026	93,5	78,4
2016	93,5	82,9	2027	93,5	77,9
2017	93,5	82,4	2028	93,5	77,4
2018	93,5	82,0	2029	93,5	76,9
2019	93,5	81,6	2030	93,5	76,4
2020	93,5	81,1			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 37 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam fogão a gás natural, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	-	14,7	2021	-	18,7
2011	-	14,9	2022	-	19,1
2012	-	15,1	2023	-	19,5
2013	-	15,3	2024	-	19,9
2014	-	15,6	2025	-	20,3
2015	-	16,0	2026	-	20,8
2016	-	16,7	2027	-	21,2
2017	-	17,2	2028	-	21,7
2018	-	17,6	2029	-	22,1
2019	-	17,9	2030	-	22,6
2020	-	18,3			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.1.6. Outros usos

O uso final outros usos considera a existência de diversos equipamentos nas residências que não tem sua utilização atrelada a necessidades básicas como acontece em outros finais. Os equipamentos têm como função a facilitação de ações do dia-a-dia, o entretenimento e ou o lazer. Destaca-se também que estes equipamentos utilizam exclusivamente energia elétrica. Existe uma diversa gama de equipamentos que se enquadram neste uso final. No entanto, foram selecionados apenas alguns para simplificar a inclusão no modelo e também para escolher aqueles que são mais significativos em termos de consumo

energético e/ou presença nos domicílios – de acordo com os dados da PÒF 2008-2009. Estes são o televisor, o aparelho de som, o computador, o aparelho de TV a cabo, o rádio, a máquina de lavar roupas, o ferro elétrico e o DVD.

Para simplificar a montagem do modelo, foi criado um item “outros equipamentos média”, a partir do médio do consumo específico dos aparelhos já indicados. A fonte de dados para este uso final referente ao consumo específico é o estudo realizado por Dantas (2014). Ressalta-se que também foram inseridos no cálculo os consumos energéticos de cada aparelho quando em modo de espera.

Para o ano-base, foi estabelecido que 70% dos domicílios urbanos e 55% dos domicílios rurais possuem outros aparelhos eletroeletrônicos que se enquadram no uso final Outros Usos. Então, é projetado para 2030 que esta participação passe a ser 77% na área rural e 87% na área urbana (Tabela 38).

Tabela 38 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam outros equipamentos, segundo situação do domicílio – Cenário Referência

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	55,0	70,0	2021	68,0	85,0
2011	56,7	73,3	2022	69,0	85,2
2012	58,3	76,7	2023	70,0	85,4
2013	60,0	80,0	2024	71,0	85,7
2014	61,0	80,6	2025	72,0	85,9
2015	62,0	81,3	2026	73,0	86,1
2016	63,0	81,9	2027	74,0	86,3
2017	64,0	82,5	2028	75,0	86,6
2018	65,0	83,1	2029	76,0	86,8
2019	66,0	83,8	2030	77,0	87,0
2020	67,0	84,4			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

3.3.2. Cenário Alternativo

Este cenário é construído, no LEAP, a partir da duplicação do Cenário Referência. Em seguida, os dados são alterados de forma a atender às novas premissas. A proposta de microgeração distribuída não é inserida no LEAP. No entanto, são descritos a fundamentação, a implementação e os impactos que a medida pode gerar.

Assim, são apresentadas as medidas que compõem o Cenário Alternativo, com o objetivo de explorar os dois potenciais observados anteriormente. A aplicação de ações pontuais de eficiência energética, tendo em vista um consumo de energia inferior por parte do setor residencial, sem afetar a qualidade de vida oferecida por este que pode ser considerado uma das dimensões do bem-estar dos indivíduos. E também oferecer uma opção de geração de energia elétrica, contribuindo para uma matriz energética estadual mais “limpa” e, conseqüentemente, menos dependente de combustíveis fósseis.

Cabe ressaltar que, para este estudo, optou-se por incorporar medidas de eficiência energética associadas ao uso da energia elétrica somente. Inclusive pelo fato de serem possibilidades otimistas, porém vinculadas, de certa forma, a ideias pré-existentes ou terem uma aplicação que pode ser visualizada como viável. É tida como mais útil a análise de resultados oriundos de ações que não estejam descoladas do contexto que vivemos hoje, visto que o horizonte de tempo considerado não é tão longo. Além disso, a fonte de energia predominantemente presente no consumo residencial é a energia elétrica. Logo, torna-se mais relevante toda e qualquer influência exercida sobre esta.

Então, em função das razões apresentadas acima, o uso final Cocção não sofrerá alterações no Cenário Alternativo porque está associado essencialmente ao uso de GLP e gás natural. Por sua vez, o uso final Condicionamento de Ar, embora inclua somente a utilização de energia elétrica, abrange equipamentos que não vislumbram possibilidades de propor incentivos ou políticas públicas que facilitem a economia de energia, principalmente com relação ao ar condicionado que ainda é tido como artigo de luxo, apesar das altas temperaturas verificadas no estado.

3.3.2.1. Iluminação

A medida para o uso final Iluminação partem do pressuposto de promover um cenário mais otimista quanto à proporção de lâmpadas do tipo LED utilizadas pelas famílias, uma vez que esta se apresenta como mais econômica porque sua eficiência luminosa é superior à de outras lâmpadas. Assim, gera a mesma iluminação, embora gaste menos energia. Além disso, oferece uma vida útil mais longa, produz menor impacto ambiental (não possui mercúrio, logo não contamina o ambiente, dispensando a necessidade de tratamento especial no descarte), não emite radiações ultravioleta e infravermelha (isto acarreta em mais conforto aos olhos dos usuários e são mais difíceis de quebrar (mesmo em caso de quebra, possui um revestimento

especial que impede a dispersão de cacos, preservando a saúde e a segurança dos usuários). (GUARINELLO, 2013 e INMETRO, 2016).

Propor o uso massivo de lâmpadas LED nas residências fluminenses, em detrimento das lâmpadas fluorescentes, é perfeitamente plausível tendo em vista os benefícios expostos. Ademais, admite-se que seja do interesse do poder público permanecer incentivando medidas que atuem na redução do consumo de energia e dos impactos gerados sobre o meio ambiente, estando em consonância com a realização de um desenvolvimento sustentável. Tudo isto soma-se ao fato de que os preços de lâmpadas LED, embora ainda sejam superiores aos de lâmpadas fluorescentes, estão apresentando uma tendência decrescente. (GUARINELLO, 2013). Inclusive a projeção de ABILUX (2016) estima que, até o ano de 2020, cerca de 70% do faturamento do mercado de iluminação corresponderá às lâmpadas LED, indicando a ampliação da sua participação em todos os setores.

Logo, a medida proposta para o uso final iluminação visa, de certa forma, reproduzir a Portaria Interministerial nº 1.007. Contudo, o objetivo passa a ser migrar para as lâmpadas LED. Tal medida se justificaria em todas as questões já apresentadas. Ou seja, aventa-se a possibilidade de o governo impor uma proibição de comercialização de lâmpadas fluorescentes, a ser finalizada até o ano de 2025, no máximo¹⁴. Assim, projeta-se para o ano de 2030, que a totalidade dos domicílios, sejam estes rurais ou urbanos, estará usando lâmpadas do tipo LED (Tabela 40) e não haverá o uso de lâmpadas fluorescentes (Tabela 39).

Tabela 39 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas fluorescentes – Cenário Alternativo

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	50,0	48,0	2021	71,3	67,5
2011	55,6	53,3	2022	63,3	60,0
2012	61,3	58,5	2023	55,4	52,5
2013	66,9	63,8	2024	47,5	45,0
2014	72,5	69,0	2025	39,6	37,5
2015	78,1	74,3	2026	31,7	30,0
2016	83,8	79,5	2027	23,8	22,5
2017	89,4	84,8	2028	15,8	15,0
2018	95,0	90,0	2029	7,9	7,5
2019	87,1	82,5	2030	-	-
2020	79,2	75,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

¹⁴ Considerando uma janela de tempo que englobe a vida útil das lâmpadas fluorescentes e as trocas possam ter sido feitas integralmente nos domicílios.

Tabela 40 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam lâmpadas LED – Cenário Alternativo

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	-	2,0	2021	28,8	32,5
2011	0,6	3,0	2022	36,7	40,0
2012	1,3	4,0	2023	44,6	47,5
2013	1,9	5,0	2024	52,5	55,0
2014	2,5	6,0	2025	60,4	62,5
2015	3,1	7,0	2026	68,3	70,0
2016	3,8	8,0	2027	76,3	77,5
2017	4,4	9,0	2028	84,2	85,0
2018	5,0	10,0	2029	92,1	92,5
2019	12,9	17,5	2030	100,0	100,0
2020	20,8	25,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Na Tabela 41, observa-se o resultado de uma simulação com o objetivo de analisar a viabilidade econômica comparando um modelo de lâmpada fluorescente de 15W com 10.000 horas de vida útil e um modelo de lâmpada LED de 10W com 25.000 horas de vida útil, sendo ambas as lâmpadas com uma quantidade de lumens equivalente. Ressalta-se que os fatores de anualização levam em conta a vida útil da lâmpada assim como uma determinada taxa de desconto (8% ao ano). O investimento anualizado representa a multiplicação do preço da lâmpada pelo fator de anualização e o custo de operação é obtido através da multiplicação do consumo de energia da lâmpada pela tarifa de energia elétrica. A vantagem econômica da lâmpada LED é reforçada, uma vez que representa uma economia anual de R\$ 7,18 por lâmpada, além da economia de energia de 9,12 kWh.

Tabela 41 – Comparativo de viabilidade econômica da lâmpada LED

Tipo de lâmpada	Investimento anualizado (R\$)	Consumo anual (kWh)	Custo de Operação (R\$)	Custo Total
Fluorescente	9,41	27,37	13,18	22,60
LED	6,45	18,25	8,79	15,24

Fonte: Elaboração própria

A troca por lâmpadas LED acarreta uma economia de energia que contribui para a redução da carga do sistema. Assim, segundo é apontado por Guarinello (2013), algumas ações se mostram como necessárias, tais como: a) promover estudo de viabilidade de criação

de uma indústria nacional de lâmpadas LED de alta potência; b) estudar a possibilidade de oferecer incentivos fiscais àqueles equipamentos de iluminação que possuem selo PROCEL; c) criação de programas educativos de eficiência energética e d) estudar a possibilidade de oferecer lâmpadas gratuitamente às famílias de baixa renda.

Os itens c e d já são aplicados no estado do Rio de Janeiro pela Ampla e pela Light. Ambas realizam programas de conscientização de consumo de energia, assim como substituição de equipamentos, inclusive lâmpadas, embora sejam as fluorescentes. Tais programas de eficiência energética estão voltados para as famílias classificadas como baixa renda. No entanto, os dados dos últimos anos evidenciam que estes programas estão perdendo o ritmo. Por outro lado, devido a alterações recentes na legislação, não existe mais a obrigatoriedade de aplicar os recursos destinados à eficiência energética majoritariamente em benefício das famílias de baixa renda. Portanto, é preciso que haja estímulo por parte do governo para que estes programas não se extingam, assim como estimular que a substituição seja feita por lâmpadas LED, ao invés das fluorescentes.

3.3.2.2. Aquecimento de água

O chuveiro elétrico é o equipamento com maior participação tanto no consumo final residencial quanto no horário de ponto – período composto por três horas diárias, geralmente de 18h às 21h, definido pela concessionária. Isto gera um problema quanto à necessidade de sustentar o aumento do consumo de energia elétrica, requisitando a energia gerada por usinas termelétricas (elevando o custo). Consequentemente, implica-se exigência em investir em infraestrutura, geração e transmissão de energia por parte da concessionária. (CRUZ, 2016)

É proposto que, até o ano de 2030, 23% dos domicílios fluminenses urbanos possuam o sistema de aquecimento solar. Tal estimativa supera aquela elaborada por EPE (2016). Contudo, está embasada no estudo realizado por Cruz (2016), que busca analisar o potencial técnico e econômico da inserção da energia solar térmica para o aquecimento de água de banho no setor residencial brasileiro. Neste estudo, afirma-se que há um potencial de aquecimento solar de 23,4% na região Sudeste do país. Acrescenta-se que este crescimento da utilização do aquecimento solar ocorre em detrimento da utilização do chuveiro elétrico (ver Tabela 42 e Tabela 43).

Tabela 42 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam sistema de aquecimento solar, segundo situação do domicílio – Cenário Alternativo

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	0,5	5,3	2021	0,8	13,1
2011	0,5	5,7	2022	0,8	14,2
2012	0,6	6,1	2023	0,8	15,3
2013	0,6	6,5	2024	0,9	16,4
2014	0,6	6,8	2025	0,9	17,5
2015	0,6	7,2	2026	0,9	18,6
2016	0,7	7,6	2027	0,9	19,7
2017	0,7	8,7	2028	1,0	20,8
2018	0,7	9,8	2029	1,0	21,9
2019	0,7	10,9	2030	1,0	23,0
2020	0,8	12,0			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Tabela 43 – Projeção do percentual de domicílios que utilizam chuveiro elétrico, segundo domicílio – Cenário Alternativo

Ano	Rural	Urbano	Ano	Rural	Urbano
2010	87,3	85,9	2021	91,5	73,6
2011	87,7	85,1	2022	91,9	72,1
2012	88,1	84,3	2023	92,3	70,6
2013	88,5	83,5	2024	92,7	69,1
2014	88,8	82,7	2025	93,1	67,5
2015	89,2	81,9	2026	93,5	66,0
2016	89,6	81,1	2027	93,8	64,5
2017	90,0	79,6	2028	94,2	63,0
2018	90,4	78,1	2029	94,6	61,5
2019	90,8	76,6	2030	95,0	60,0
2020	91,2	75,1			

Fonte: Elaboração própria a partir de HEAPS (2016)

Por estar propondo a maior utilização do aquecimento solar, se torna relevante mostrar o custo decorrente desta decisão assim como compará-lo ao custo de utilização do chuveiro elétrico que, até o momento, tem sido a opção mais escolhida pelas famílias. Assim, as informações referentes ao tipo e ao valor dos equipamentos necessários à aplicação da medida foram obtidas por meio de pesquisas de mercado. Considerando uma família média de 4 pessoas, os seguintes equipamentos são necessários: 1 boiler de 200L de alta pressão horizontal e 2 coletores solares de alumínio, medindo 1m² cada, com vida útil de 20 anos. Os equipamentos juntos somariam R\$ 2.536,43 e a mão de obra, assim como materiais

necessários à instalação, custaria R\$1.944,59, resultando em um valor de R\$ 4.481,02 por domicílio, em valores de 2014.

Para verificar a viabilidade econômica do sistema de aquecimento solar (vide Tabela 44), foi feita uma análise comparativa. A comparação se deu entre a utilização de um chuveiro elétrico (com potência de 5500W e vida útil de 15 anos) e “chuveiro solar equivalente” (que se refere ao sistema composto pelos equipamentos explicitados anteriormente) com economia de energia de 75%. A aplicação da metodologia de cálculo ocorre analogamente àquela utilizada na análise de comparação entre lâmpadas fluorescentes e LED. Considera-se uma família média de 4 pessoas que tomem um banho diário de duração de 10 minutos. Nota-se que o custo total do sistema de aquecimento solar é um pouco superior. Entretanto, o consumo anual do chuveiro elétrico típico é mais que 4 vezes maior. Isto significa que o aquecedor solar se mostra como viável, principalmente em termos de economia de energia.

Tabela 44 – Comparativo de viabilidade econômica do aquecedor solar

Tipo de chuveiro	Investimento anualizado (R\$)	Consumo anual (kWh)	Custo de Operação (R\$)	Custo Total
Elétrico	9,39	1.405,25	676,73	686,12
Solar	539,82	351,31	169,18	709,00

Fonte: Elaboração própria

3.3.2.3. Refrigeração de alimentos

A legislação determinava que as concessionárias destinem 1% da sua receita operacional líquida para promover a eficiência energética, sendo 0,5% para pesquisa e desenvolvimento P&D) e 0,5% para programas de eficiência energética (PEE). Deste 0,5% para PEEs, no mínimo, 60% deve ser para prover projetos que beneficiem unidades consumidoras beneficiárias da TSEE e o restante para projetos destinados aos setores em geral, inclusive o próprio setor residencial. Contudo, em maio de 2016, com a publicação da Lei nº 13.280¹⁵, ” a parcela dos programas de eficiência destinada aos beneficiários de TSEE deixa ser mais obrigatória, mas passa a ter um limite maior (80%) e incorpora comunidades de baixa renda e rurais. (LIGHT, 2014 e BRASIL, 2000 e 2016). A saber:

¹⁵ Altera a Lei nº 9.991.

As concessionárias e permissionárias de distribuição de energia elétrica poderão aplicar até 80% (oitenta por cento) dos recursos de seus programas de eficiência energética em unidades consumidoras beneficiadas pela Tarifa Social de Energia Elétrica, em comunidades de baixa renda e em comunidades rurais. (BRASIL, 2016)

Em seus programas de eficiência energética que realizam trocas de equipamentos, as famílias selecionadas são aquelas beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica. A TSEE é aplicada quando considerados essencialmente dois critérios: a renda familiar *per capita* mensal (que deve ser inferior ou igual a meio salário mínimo) e o consumo energético mensal familiar (deve se enquadrar em alguma das 3 faixas de desconto: até 30 kWh, entre 30 kWh e 100 kWh e entre 100 kWh e 200 kWh). No ano de 2016, o estado do Rio de Janeiro apresentou como beneficiárias da TSEE aproximadamente 6,1% das unidades consumidoras residenciais totais.

A família beneficiária precisa estar inserida no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico). Este identifica e caracteriza as famílias de baixa renda, fazendo com que seja possível conhecer sua realidade socioeconômica. Atualmente, em 2016, cerca de 27% das famílias fluminenses estão inseridas no CadÚnico e 14,1% são beneficiárias do Programa Bolsa Família. (MDS, 2017)

Com a alteração provocada pela Lei nº 13.280, a obrigatoriedade de focar nas famílias de baixa renda com relação aos programas de eficiência energética deixa de existir. Entretanto, os resultados indicam impactos positivos na medida em que estas ações contribuem para um consumo de fato mais eficiente por parte das famílias (que recebem instruções educativas também), além de realinhar seu consumo à capacidade real de pagamento. Ademais, em Light (2013), é indicada a demanda por uma logística mais complexa e custosa em decorrência da restrição aos beneficiários da TSEE, localizados em domicílios dispersos em favelas do estado.

Portanto, considerando a modificação da lei que amplia o percentual destinado à parcela da população de baixa renda para 80% e focando principalmente neste aspecto da renda, foi proposto ampliar a abrangência da substituição das geladeiras. Na realidade, duplicar esta abrangência, atingindo 12% dos domicílios em 2030. Acredita-se ser um número razoável tendo em vista do público o Bolsa Família (14,1% das famílias fluminenses, em 2016), sendo um bom parâmetro para estabelecer a parcela da população de baixa renda.

3.3.2.4. Outros usos

O modo em espera – ou modo *standby* – indica que o aparelho está em repouso de forma temporária. Isto significa que não está desligado, ao passo que aguarda o comando para exercer sua função principal, logo permanece consumindo energia. (RODRIGUES, 2009) Aparelhos que consomem energia em modo de espera não são exclusividade do uso final Outros Usos (microondas e ar condicionado, por exemplo, apresentam esta funcionalidade), porém a maioria dos que se enquadram neste uso final implicam neste consumo energético extra.

O fato de se pensar em medidas que impactem positivamente o consumo de energia de aparelhos quando em modo de espera é justificado tendo em vista que estes são característicos de mudanças de padrão de consumo das famílias. Isto significa que, a partir de determinado nível de renda, as famílias passam a adquirir novos equipamentos. Individualmente, estes equipamentos utilizam uma quantidade reduzida de energia, em comparação aos outros presentes nos domicílios, porém a ampla utilização acarreta em um grande montante de energia.

Existem equipamentos que esbarram em uma utilização máxima, independentemente de qual seja o rendimento da família. Por exemplo, a família possui um chuveiro elétrico, do qual desfrutam tomando 2 banhos diários. Não é razoável imaginar que passarão a tomar mais banhos pelo simples fato de terem ampliado a renda familiar. No entanto, a elevação da renda leva a família a comprar mais televisores e computadores, além de optar por ter o serviço de TV por assinatura (consequentemente, o aparelho que consome muito mais energia em *standby* do que realizando sua função principal), dentre outros. Estes tipos de aparelho acarretam em consumo de energia em modo *standby*. Uma vez que haja a continuidade da redução da desigualdade observado nos últimos anos, somada ao surgimento de cada vez mais aparelhos facilitadores de tarefas cotidianas, a tendência é o aumento da participação do uso final Outros Usos na composição do consumo de energia do setor residencial.

Logo, a medida de eficiência energética para este uso final foi escolhida considerando as questões apresentadas e o estudo realizado por Rodrigues (2009), com a finalidade de simular maneiras de reduzir o consumo energético através de aparelhos que possuem modo de espera. Dentre as possibilidades testadas e analisadas, “a política de redução do consumo em

standby para valores inferiores ou iguais 1W, se for adotada no país, proporcionaria uma redução significativa do consumo de energia e é a melhor atitude a ser tomada pelas entidades envolvidas” (RODRIGUES, 2009, p. 89).

A ideia de impor este limite se baseia no Projeto de Lei nº 3983 de 2004, de autoria do então deputado federal Fernando Gabeira. O PL, por sua vez, se inspira em casos de países como Estados Unidos e Austrália. No Artigo 3º, ficaria estabelecido o limite de 1W de consumo de eletricidade por aparelhos eletroeletrônicos quando em modo de espera. Contudo, ressalta-se que este PL foi arquivado em 2011. (BRASIL, 2004)

Em seu estudo, Rodrigues (2009) verificou que, ao aplicar este limite de consumo, seria possível reduzir em cerca de 77% a participação do consumo de energia quando em modo de espera dentro da composição do consumo energético residencial. Assim, este percentual de redução foi aplicado ao consumo específico dos aparelhos considerados quando em modo de espera.

3.3.2.5. Microgeração solar distribuída

De acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BEN), produzido anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), para o ano de 2014, observa-se que o setor residencial aparece como o segundo setor com maior participação no consumo final de energia elétrica (24,8%), sendo superado apenas pelo setor industrial (38,9%). Também é possível notar que, ao longo dos anos, esta participação vem aumentando gradativamente – assim como a participação da indústria tem diminuído. Logo, é sensato pensar em alternativas de geração que afetem positivamente um setor tão relevante para o consumo de energia elétrica como é o residencial.

Em estudo realizado por Cohen e Uchôa (2013), é verificado que cresce o consumo de energia em domicílios que rompem com a linha de pobreza. Tal estudo, que analisa pobreza e consumo de energia, apresenta um exame da série histórica de dados da PNAD do ano de 2002 ao ano 2013, através do qual percebe-se que se mantém crescente o número de domicílios que ultrapassem a barreira da linha de pobreza.

Portanto, é preciso pensar nestas alternativas para a geração de energia elétrica de forma a considerar as classes de baixa renda. Por outro lado, em sua análise, Cohen (2002)

aponta que também é importante levar em consideração o consumo de energia gerado pelas classes de maior poder aquisitivo. Assim, o presente estudo irá considerar ambos os grupos. Isto é, tanto as famílias de baixa renda quanto as de alta renda, definidas a partir de critérios detalhados no decorrer desta seção.

A inclusão de famílias de baixa renda se torna pertinente no sentido em que reflete o arcabouço jurídico que define quem é o usuário de baixa renda e como poderá ser feita a alocação de recursos destinados a programas de eficiência energética com vistas a beneficiar as famílias enquadradas nesta classe de renda. Desta forma, deve-se considerar a Lei nº 13.280 de 3 de maio de 2016 (que altera a Lei nº 9.991, que regulamenta a aplicação dos recursos em programas de eficiência energética) e a Resolução nº 687 de 24 de novembro de 2015 (que altera a Resolução nº 482, cujo objetivo é estabelecer as condições gerais para a micro e minigeração distribuída).

A geração distribuída consiste em instalar geradores de pequeno porte que utilizem, geralmente, energias renováveis ou até mesmo combustíveis fósseis, pero dos centros de consumo de energia elétrica. Este tipo de geração oferece benefícios para o sistema elétrico, como o adiamento de investimento em expansão concernente à distribuição e à transmissão, impactos ambientais de menor intensidade, melhoria do nível de tensão da rede em horários de carga pesada e a diversificação da matriz energética. (ANEEL, 2016d)

Em 17 de abril de 2012, a ANEEL produziu a Resolução Normativa nº 482, que estabeleceu as diretrizes para o acesso de micro e minigeração¹⁶ distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, assim como criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Nos últimos anos, foram identificadas necessidades de aprimorar a referida resolução e, em 2015, foi publicada a Resolução nº 687 – com o fim de diminuir os custos e o tempo preciso para a conexão da micro e da minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica às condições gerais de fornecimento, ampliar o público-alvo e melhorar as informações exibidas na fatura. (ANEEL, 2016d)

Os grupos selecionados estão de acordo com um critério de renda, como mencionado anteriormente. O cenário de baixa renda refere-se às unidades do programa Minha Casa Minha Vida. Considera-se 50% das unidades contratadas (entregues e por entregar) até 2016,

¹⁶ Para melhor compreensão, evidencia-se que a microgeração distribuída é atribuída à central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75 kW. Já a minigeração corresponde às centrais geradoras com potência superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW (para fonte hídrica) ou 5 MW (demais fontes). (ANEEL, 2016d)

vide Tabela 45. A opção de não considerar todas as unidades se justifica pelo equipamento escolhido para a simulação. Como cada equipamento visa atender 3 domicílios, o ideal é que seja instalado em prédios, atendendo aos apartamentos. Ademais, de acordo com Cruz (2016), para a primeira faixa de renda do programa existe a obrigação de inclusão de sistemas de aquecimento solar em habitações unifamiliares (ou seja, domicílios do tipo casa).

Tabela 45 – Quantidade de unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida para o estado do Rio de Janeiro, por situação

Faixa de renda	Unidades habitacionais por situação		
	Contradadas	Entregues	Por entregar
Faixa 1	57.200	30.013	27.187
Faixa 2	34.534	23.277	11.257
Faixa 3	23.656	9.910	13.747

Fonte: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Habitação (2016)

Quanto ao cenário de alta renda, foram escolhidas 30% das casas pertencentes aos dois últimos decis de renda (os dois com maior renda média, D9 e D10), a partir de dados da POF 2008-2009. Isto representa 152.683 domicílios. Foram escolhidas apenas essas porque, para este cenário, o ato de instalar painéis fotovoltaicos está vinculado somente à decisão da família, enquanto no cenário de baixa renda está associado à possibilidade de haver incentivo por parte do poder público e/ou investimento por parte de empresas. Logo, para o cenário de alta renda, foi escolhido o equipamento que atende somente a um domicílio.

Evidencia-se que a metodologia deste cenário de microgeração solar distribuída está baseada no estudo realizado por Cohen, Martins e Weiss (2015). Este estudo fez uma análise de custo de oportunidade de três diferentes cenários de microgeração distribuída fotovoltaica. Dos três cenários, foram escolhidos dois (cenários 1 e 2) para serem reproduzidos aqui.

Para o cenário de baixa renda, foi escolhido o cenário 2 do estudo de Cohen, Martins e Weiss (2015). Para cada grupo de três domicílios, instala-se um kit solar *grid-tied* com 18 painéis fotovoltaicos (sendo 6 por domicílio) e um inversor com 4,6 kWp de potência e eficiência de 97,8%. Cada painel possui potência de 255 Wp, atingindo a potência total instalada de 1,53 kWp, e eficiência de 15,8%, além de apresentar o selo A do PROCEL. Os painéis possuem 1,61 m² de área cada um, somando cerca de 10m². Cada kit *grid-tied* (cujo valor está na Tabela 46, acrescidos R\$ 300 anuais de custos de operação e manutenção) atende três domicílios e cada unidade residencial produz 189,25 kWh/mês.

Tabela 46 – Valores dos equipamentos para os domicílios de baixa renda

Tipo de investimento	Valor em R\$*
Equipamento	27.017,50
Instalação	1.848,24
Total	28.865,74

Fonte: Cohen, Martins e Weiss (2015)

*valores de outubro/2014

Já o cenário 2 do estudo de Cohen, Martins e Weiss (2015) foi o escolhido para ser aplicado dentro do contexto de alta renda. O kit solar *grid-tied* com 6 painéis fotovoltaicos e um inversor com 1,5 kWp de potência e eficiência de 97,8% é instalado para cada domicílio. Cada painel possui potência de 510 Wp atingindo a potência total instalada de 3,06 kWp, e eficiência de 15,8%, além de apresentar o selo A do PROCEL. Cada kit *grid-tied* (cujo valor está na Tabela 47, acrescidos R\$ 300 anuais de custos de operação e manutenção) atende apenas um domicílio e cada residência produz 378,5 kWh/mês. Igual ao cenário 2, cada painel tem uma área de 1,61m², totalizando 10m² a serem ocupados no telhado de cada domicílio.

Tabela 47 – Valores dos equipamentos para os domicílios de alta renda

Tipo de investimento	Valor em R\$*
Equipamento	21.201,11
Instalação	3.696,47
Total	24.897,58

Fonte: Cohen, Martins e Weiss (2015)

*valores de outubro/2014

Dado que o horizonte temporal do cenário considerado no presente estudo vai até 2030, na Tabela 48 são apresentados os percentuais de instalação dos equipamentos para ambos os cenários dos domicílios. Ressalta-se que é admitido o início (e término) das instalações de cada grupo sempre no ano imediatamente anterior – isto é, os 35% de 2020 terão a instalação iniciada e concluída em 2019.

Tabela 48 – Programação da parcela dos domicílios que receberão a instalação dos equipamentos, por período

Período		
2020	2025	2030
35%	35%	30%

Fonte: Elaboração própria

Posto que já foram definidos e apresentados os equipamentos, os valores de cada e os domicílios que seriam beneficiados, tanto para o cenário de baixa renda quanto para o de alta renda, tal qual a programação de instalação dos equipamentos, é possível observar nas Tabela 49 e Tabela 50 valores totais a serem investidos para ambos os cenários.

Tabela 49 – Investimento a ser realizado, por período e por faixa de renda (em milhões de R\$) – Cenário Baixa Renda

Unidades habitacionais por situação	Período			Total por faixa
	2020	2025	2030	
Faixa 1				
Entregues	101,07	101,07	86,63	Faixa 1
Por entregar	91,56	91,56	78,48	
Total	192,63	192,63	165,11	
Faixa 2				
Entregues	78,39	78,39	67,19	Faixa 2
Por entregar	37,91	37,91	32,49	
Total	116,30	116,30	99,68	
Faixa 3				
Entregues	33,37	33,37	28,60	Faixa 3
Por entregar	46,29	46,29	39,68	
Total	79,67	79,67	68,28	
Total por período	388,59	388,59	333,08	1.110,26

Fonte: Elaboração própria

*valores de outubro/2014

Tabela 50 – Investimento a ser realizado por período (em milhões de R\$) – Cenário Alta Renda

Período			Total
2020	2025	2030	
1.330,50	1.330,50	1.140,43	3.801,44

Fonte: Elaboração própria

*valores de outubro/2014

Na Tabela 51, é apresentada a expansão da capacidade de microgeração fotovoltaica para cada faixa de renda em cada período de tempo, considerando os percentuais de instalação dos equipamentos já definidos anteriormente. Enquanto, na Tabela 52 são apresentados os dados para os domicílios de alta renda.

Tabela 51 – Capacidade mensal de microgeração fotovoltaica por faixa de renda (em MWh) – 2020 a 2030 – Cenário Baixa Renda

Unidades habitacionais por situação	Período		
	2020	2025	2030
Faixa 1			
Entregues	1.988,0	1.988,0	1.704,0
Por entregar	1.800,8	1.800,8	1.543,5
Total	3.788,8	3.788,8	3.247,5
Faixa 2			
Entregues	1.541,8	1.541,8	1.321,6
Por entregar	745,6	745,6	639,1
Total	2.287,4	2.287,4	1.960,6
Faixa 3			
Entregues	656,4	656,4	562,6
Por entregar	910,5	910,5	780,5
Total	1.566,9	1.566,9	1.343,1
Total por período	7.643,1	7.643,1	6.551,2

Fonte: Elaboração própria

Tabela 52 – Capacidade mensal de microgeração fotovoltaica (em MWh) – 2020 a 2030 – Cenário Alta Renda

Período		
2020	2025	2030
20.226,7	20.226,7	17.337,2

Fonte: Elaboração própria

Este cenário de microgeração solar distribuída pode ser reproduzido de forma semelhante ao Projeto Geração Renda e Energia, que funciona em dois condomínios do programa Minha Casa Minha Vida localizados na cidade de Juazeiro, no estado da Bahia. Realizado com investimento não-reembolsável oriundo do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, foram instaladas mais de 9 mil placas fotovoltaicas (e seis torres eólicas) nos telhados dos blocos dos condomínios. A execução do projeto ficou a cargo de uma empresa privada, que também inseriu um investimento de menor parte. Esta empresa capacitou e treinou alguns moradores do local para que fossem capazes de realizar a

instalação e permanecer na função dos responsáveis pela manutenção dos equipamentos, implicando em geração de empregos na região. (PORTAL BRASIL, 2016)

Em pouco mais de um ano, a energia produzida proporcionou um rendimento líquido de quase R\$ 2 milhões. Este rendimento é usado para diversos fins: a maior parte é destinada diretamente às famílias como um tipo de renda mensal; outra parte é aplicada no fundo de investimento dos condomínios e, por fim, há uma parte utilizada para cobrir despesas de manutenção. Além disso, é feita a realização de melhorias e prestação de serviços aos moradores (tais como atendimento odontológico e aulas de informática) com este valor. Para que seja feita uma boa gestão do dinheiro, os moradores se dispuseram a criar duas associações e um conselho consultivo. (PORTAL BRASIL, 2016)

Outro caso interessante é o projeto realizado pela *startup* Insolar na favela Santa Marta, na zona sul da cidade do Rio de Janeiro. Dentro da programação de 30 instalações solares, 20 já foram concluídas, beneficiando todas as creches da região, associação de moradores, organizações não-governamentais, centros esportivos e igrejas. Serão instalados 50 kWp, no total (algumas instalações são *off grid*, como as estações do plano inclinado, *stands* de turismo e pontos para recarregar celular).

Embora a primeira instalação tenha sido feita através de um edital de chamada pública dos projetos de eficiência energética da ANEEL, todo o restante está sendo financiado dentro do escopo do projeto *Make the Future*, da Shell. Até o momento, este projeto atingiu apenas ¹⁷locais voltados à coletividade. No entanto, será ampliado para que moradores possam solicitar assistência financeira à Insolar Fund. e instalar painéis solares em suas residências.

Uma vez que foram detalhadamente explicitadas as premissas para os Cenários Referência e Alternativo, o próximo capítulo se propõe a analisar os resultados obtidos através do modelo gerado a partir de tais premissas, observando como se relacionam com indicadores de pobreza energética apresentados no Capítulo 1. Desta forma, será possível compreender como as medidas de eficiência energética podem atuar no sentido de amenizar a pobreza energética no âmbito econômico.

¹⁷ É importante ressaltar o agradecimento à equipe da Insolar, em especial, Lucas Lima Reis de Pinho e Henrique Drumond, que gentilmente cederam informações a serem utilizadas neste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo se destina a apresentar os resultados oriundos de toda a metodologia empregada e explicada detalhadamente no capítulo anterior. Assim, serão analisados os resultados referentes às projeções do consumo de energia para o setor residencial até o ano de 2030 através dos cenários montados. O Cenário Referência segue premissas que indicam um comportamento mais tendencial, então oferece o consumo energético considerado esperado para as famílias nos próximos anos. Já o Cenário Alternativo indica para o mesmo período de tempo qual seria o consumo energético quando são consideradas algumas ações de eficiência energética. Ou seja, quanto de energia poderia ser poupada no futuro mediante a execução destas ações.

Os resultados serão apresentados divididos de acordo com o cenário e com os usos finais. Cabe destacar que não serão discutidos no Cenário Alternativo os usos finais que não sofreram a inclusão de medidas de eficiências (por não consumir energia elétrica de forma significativa ou por não ter um perfil que possibilite o incentivo à eficiência energética, como no caso do ar condicionado que é considerado um artigo de luxo).

Inicialmente, é possível ver na Tabela 53 uma comparação entre o consumo de energia verificado no setor residencial do estado do Rio de Janeiro e os resultados gerados pelo LEAP. O primeiro foi retirado das publicações do Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro (BEERJ). Assim, nota-se que há confiabilidade no modelo na medida que consegue reproduzir com bastante proximidade o consumo de energia dos anos já publicados.

Tabela 53 – Comparativo entre valores do BEERJ e resultados obtidos no LEAP

		Eletricidade	Gás Natural	GLP	Lenha
2010	BEERJ	1.058,9	98,3	548,8	15,2
	LEAP	1.060,0	98,8	545,6	15,2
2011	BEERJ	1.088,9	102,5	543,2	14,4
	LEAP	1.098,0	103,3	544,4	14,3
2012	BEERJ	1.104,0	103,1	548,6	13,6
	LEAP	1.121,5	102,5	549,7	13,3
2013	BEERJ	1.118,7	102,6	556,1	12,2
	LEAP	1.149,8	102,6	555,7	12,4
2014	BEERJ	1.199,1	99,9	525,4	18,6
	LEAP	1.193,1	99,5	534,7	17,1

Fonte: Elaboração própria a partir de BEERJ (2016) e Heaps (2016)

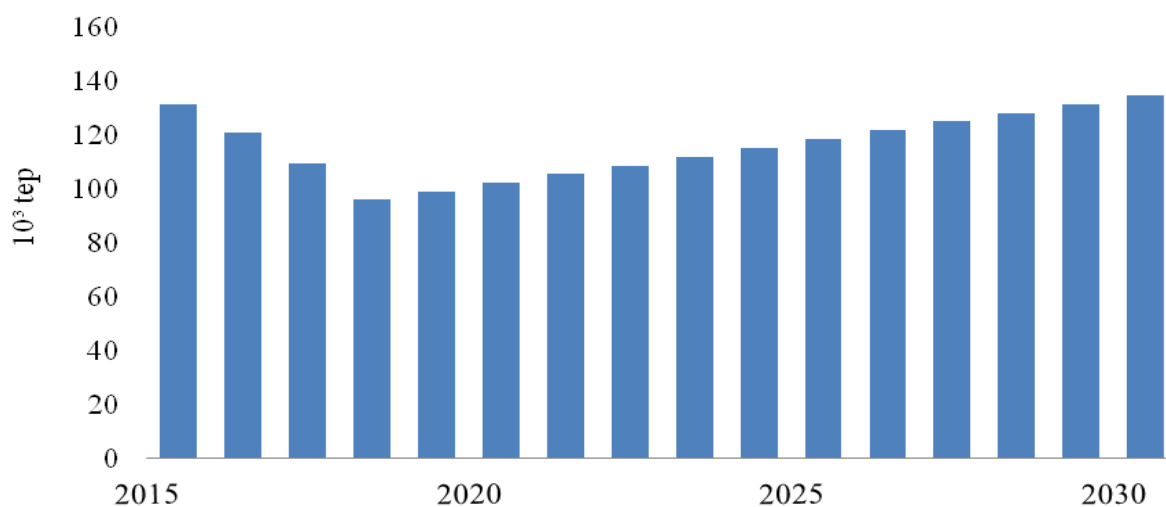
4.1 Cenário Referência

4.1.1. Iluminação

Para o uso final iluminação, foi considerada a utilização de lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED. As lâmpadas incandescentes foram alvo da proibição da sua comercialização, devendo ser encerrada totalmente até o fim de junho de 2016. Logo, admitiu-se que até 2018, no máximo, não haveria mais a utilização de lâmpadas incandescentes (levando em conta um possível que estoque que famílias poderiam ter feito). Assim, migrariam as lâmpadas fluorescentes majoritariamente, pois ainda são mais baratas comparativamente às de LED. Em função disto, ocorrerá uma queda no consumo de energia referente ao uso final iluminação, como é possível perceber no Gráfico 8.

Com esta transição, o consumo de energia relacionado à iluminação sofre quedas até 2018, com as maiores nos períodos 2016-2017 (-10,8%) e 2017-2018 (-13,8%). A partir daí, considera-se que toda a população está usando apenas lâmpadas fluorescentes e de LED, então o consumo de energia volta a ter tendência ascendente, acompanhando o crescimento dos domicílios. O impacto da retirada das lâmpadas incandescentes é significativo, visto que o valor do consumo verificado em 2015 só é retomado a partir de 2029.

Gráfico 8 – Projeção do consumo final de energia do uso final iluminação – 2015 a 2030 – Cenário Referência



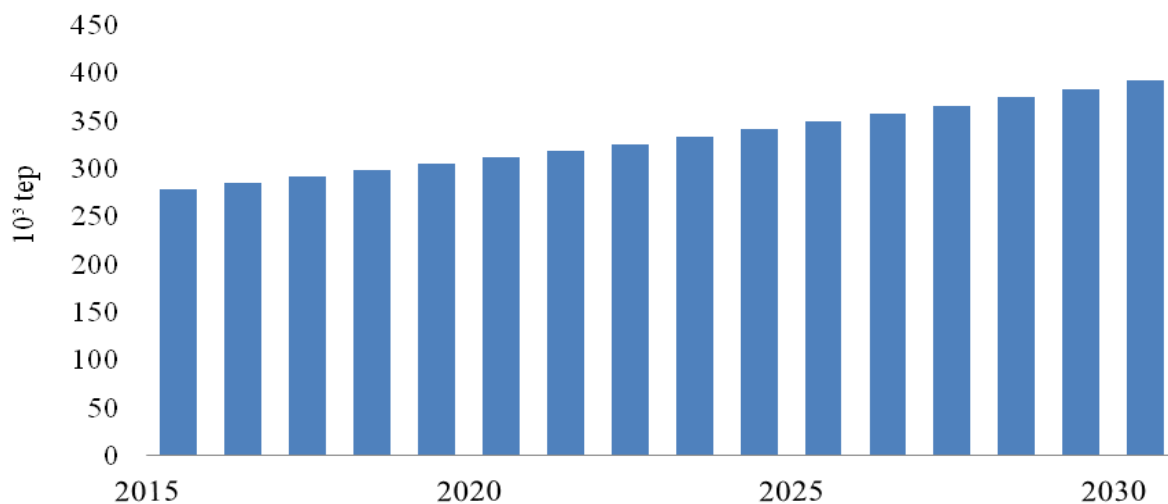
Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.1.2. Aquecimento de água

O uso final aquecimento de água incorpora chuveiros elétricos, a GLP, a gás natural e o sistema de aquecimento solar. Diante destas possibilidades, considerou-se ao aumento da utilização do GLP em função do número de domicílios apenas, do gás natural em função das projeções da CEG e a diminuição da utilização dos chuveiros elétricos em detrimento dos sistemas de aquecimento solar, seguindo projeção semelhante àquela observada em EPE (2016).

Assim, como mostra o Gráfico 9, o consumo de energia referente a este uso final segue crescendo, inclusive por admitir um leve aumento dos domicílios que realizam o aquecimento de água, dentro de uma média de 2,3% ao ano. O consumo do último ano do horizonte supera o consumo de 2015 em cerca de 29%.

Gráfico 9 – Projeção do consumo final de energia do uso final aquecimento de água – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

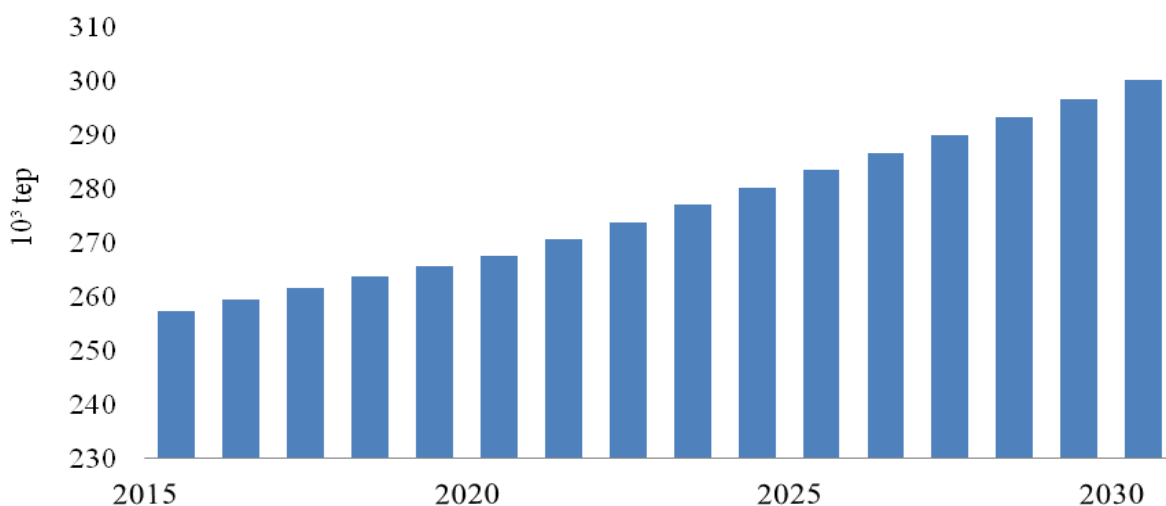
4.1.3. Refrigeração de alimentos

Este uso final abrange dos equipamentos com perfil opostos quanto à aquisição por parte das famílias. Enquanto a geladeira está presente em todos os domicílios, o *freezer* apresenta uma posse bem inferior e com tendência a uma redução gradativa – conforme se

afasta do período em que as famílias se viam obrigadas a estocar alimentos, dada a situação econômica do país, e era razoável ter um *freezer* para atender a esta necessidade.

O Gráfico 10 mostra a evolução do consumo de energia projetado para o uso final refrigeração de alimentos. O consumo segue aumentando, de acordo com o crescimento do número de domicílios, em média 1% ao ano. Ao comparar o consumo de energia deste uso final em 2015 e em 2030, o crescimento é de 14,2%.

Gráfico 10 – Projeção do consumo final de energia do uso final refrigeração de alimentos – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

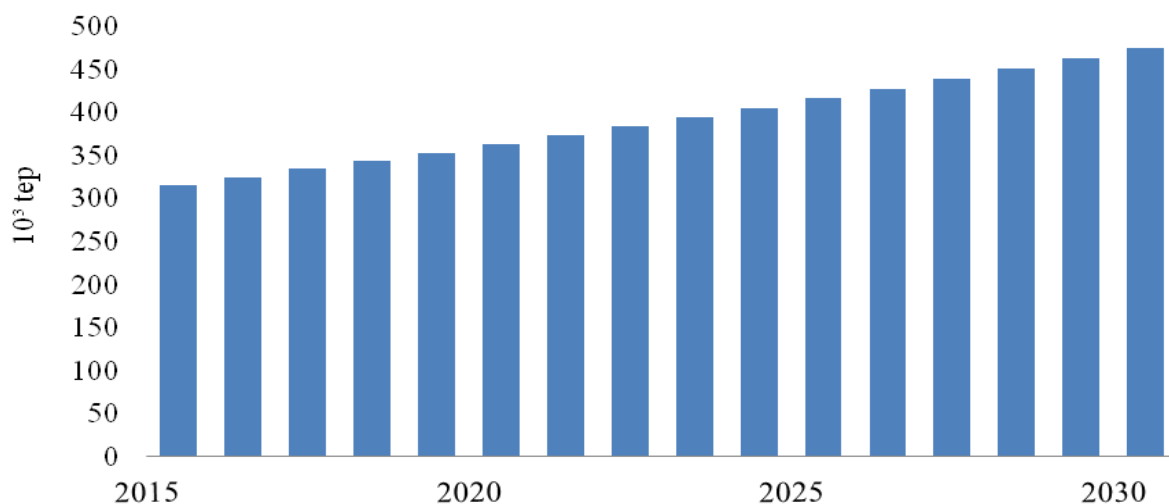
4.1.4. Condicionamento de ar

Levando em conta o crescimento da proporção dos domicílios que utilizam o aparelho de ar condicionado – assim como a aumentos dos que possuem aparelhos do tipo *split* com relação aos que possuem do tipo janela – e que a totalidade das famílias utiliza ventilador, o uso final condicionamento de ar apresenta a maior elevação do consumo de energia em 33,5% do ano de 2015 ao ano de 2030. O crescimento médio anual deste consumo é de, aproximadamente, 2,7%.

A diferença entre 2015 e 2030 é grande, em função das famílias que passarão a adquirir aparelhos de ar condicionado, embora seja estas aquisições estejam muito mais voltadas para os modelos *split*. Mesmo ainda sendo tido como artigo de luxo, o ar condicionado pode ser um forte aliado na melhoria da qualidade de vida das famílias, tendo

em vista as altas temperaturas registradas durante todo o ano no estado do Rio de Janeiro. Assim, é totalmente esperado que as famílias realmente passem a adquirir mais aparelhos. No entanto, os valores ainda são altos, assim como o consumo de energia, então ainda esbarra em algumas questões, como a renda familiar.

Gráfico 11 – Projeção do consumo final de energia do uso final condicionamento de ar – 2015 a 2030 – Cenário Referência



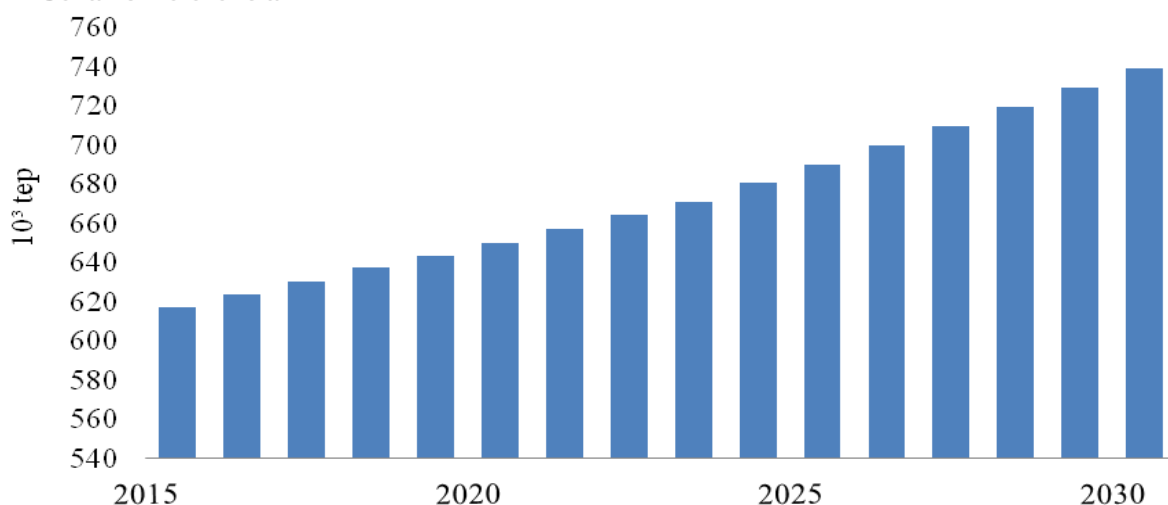
Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.1.5. Cocção

Englobando todos os tipos de energia utilizados no setor residencial (gás natural, eletricidade, GLP e lenha), a evolução da projeção do consumo de energia do uso final cocção pode ser observada no Gráfico 12. É um dos usos finais que, comparando o ano de 2015 ao de 2030, apresentam o menor crescimento relativo, junto à refrigeração de alimentos. A cocção está presente em todos os domicílios, então seu crescimento também fica sujeito ao aumento dos domicílios. Por outro lado, também há a redução gradativa do uso da lenha.

Na projeção realizada no presente estudo, o crescimento médio anual se aproxima de 1,2% e entre 2015 e 2030, o consumo de energia se amplia em 16,5%.

Gráfico 12 – Projeção do consumo final de energia do uso final cocção – 2015 a 2030 – Cenário Referência

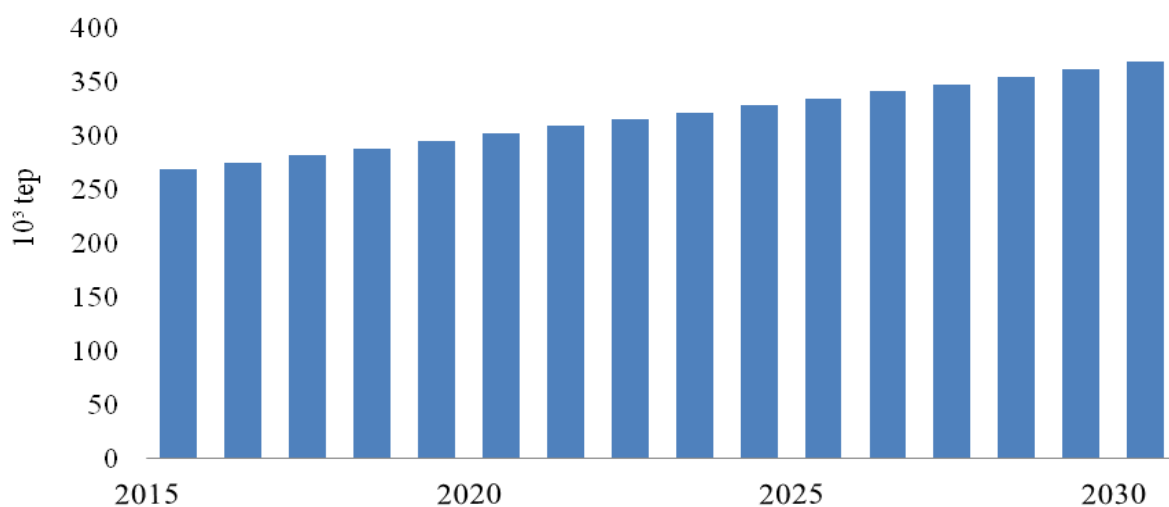


Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.1.6. Outros usos

O montante de energia gerado pelo uso de outros equipamentos, inseridos na categoria de uso final outros usos, foi projetado no Gráfico 13. Apresenta uma média anual de crescimento de 2,2%. De 2015 a 2030, espera-se aumento de 27,1% do consumo de energia relacionado aos aparelhos de outros usos. Este aumento pode se concretizar principalmente se continuar ocorrendo o aumento da renda das famílias, posto que são adquiridos em mudanças de padrão de renda, com o objetivo de ampliar as opções de entretenimento e lazer da família ou de facilitar as tarefas cotidianas.

Gráfico 13 – Projeção do consumo final de energia do uso final outros usos – 2015 a 2030 – Cenário Referência

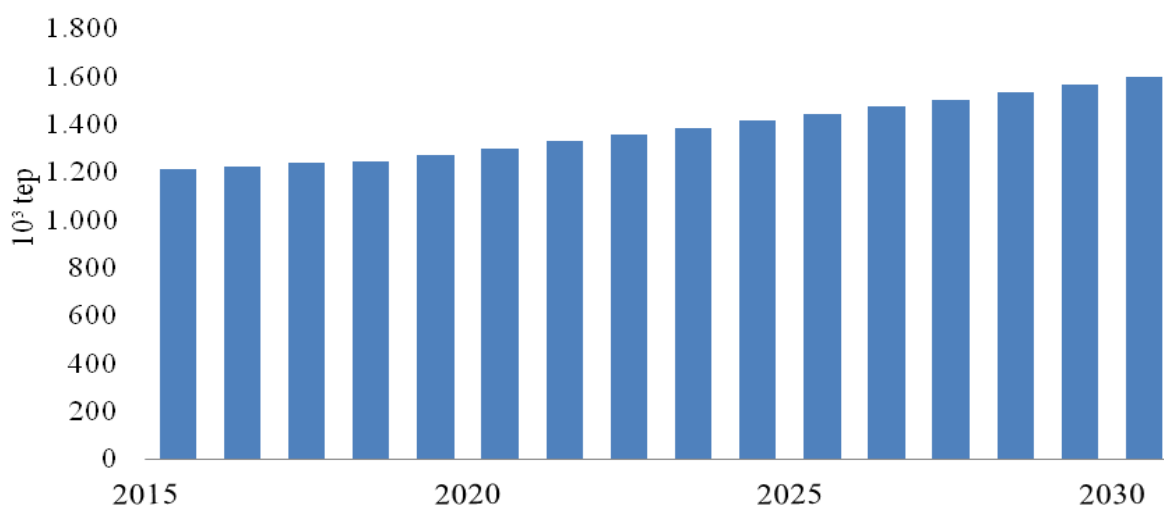


Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.1.5. Consumo final total

Com relação ao consumo final total, segundo o tipo de energia, o Gráfico 14 mostra os resultados para o consumo de energia elétrica projetado até 2030. O crescimento ocorre de forma relativamente constante. Até 2018, cresce 1% ao ano e a partir de 2019, 2% ao ano, em média. Em termos de participação dentro do consumo final total, a energia elétrica deve passar dos 65,1% registrados em 2014 para, ao menos, 66,3% em 2030.

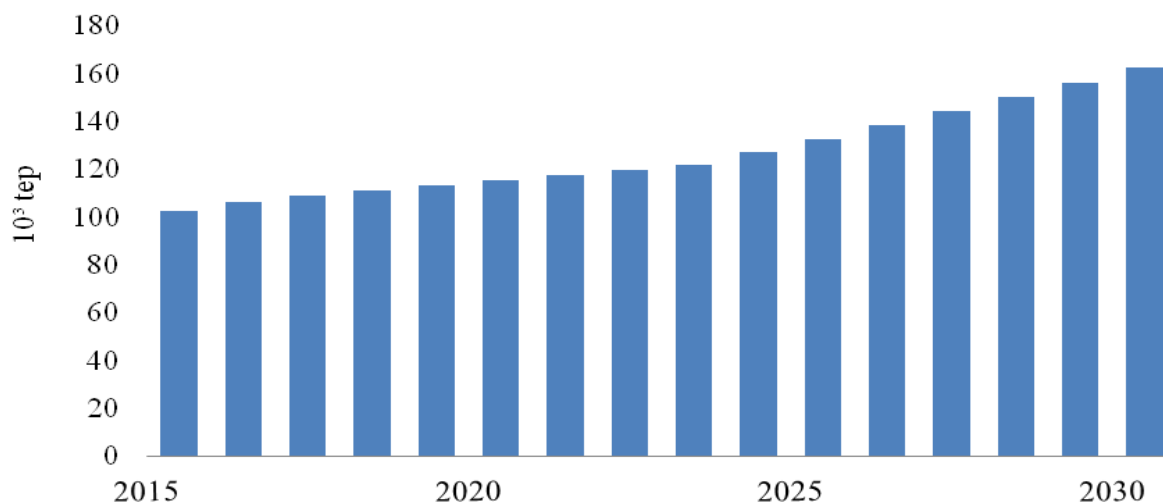
Gráfico 14 – Projeção do consumo final de energia elétrica do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

O Gráfico 15 apresenta a projeção do consumo de energia de gás natural do setor residencial. Como o gráfico indica, há um crescimento um pouco mais moderado, aproximadamente até 2013, permanecendo numa média de 1,8%. A partir de 2024, o aumento passa a seguir uma média de 4%, se tornando um ligeiramente mais acelerado. Cabe lembrar que todas as projeções referentes ao gás natural (tanto de cocção quanto de aquecimento de água) foram baseadas em relatórios e projeções da própria CEG. Com relação ao ano de 2015, é verificado um aumento de 37% no ano de 2030 – o maior dentre os quatro tipos de energia.

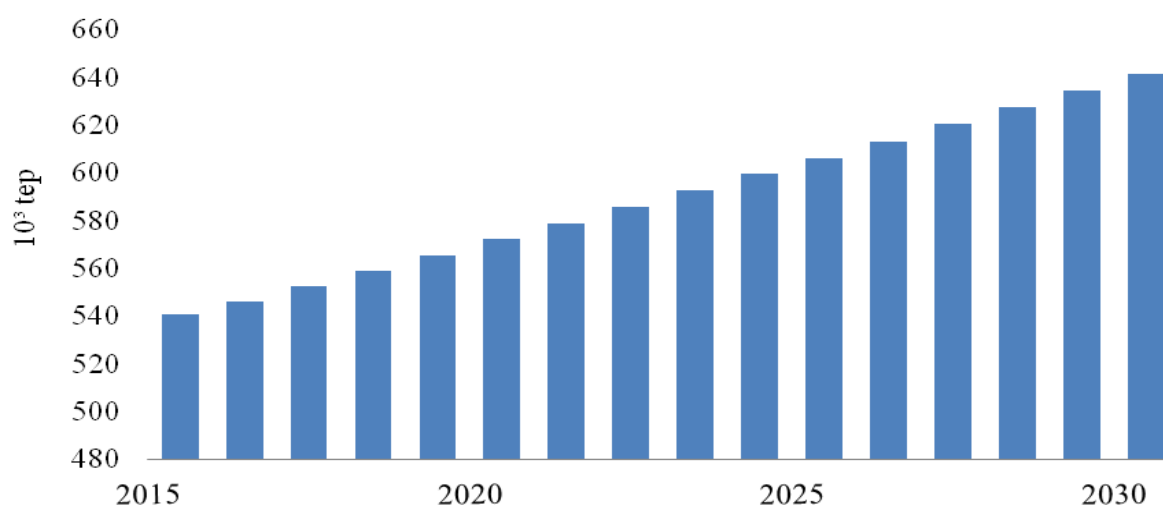
Gráfico 15 – Projeção do consumo final de gás natural do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

O consumo de GLP no setor residencial projetado cresce, assim como o de energia elétrica de forma constante, conforme Gráfico 16. Relativo ao ano de 2015, 2030 apresenta um aumento de 15,7%, sendo o crescimento médio anual cerca de 1,1%.

Gráfico 16 – Projeção do consumo final de GLP do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência

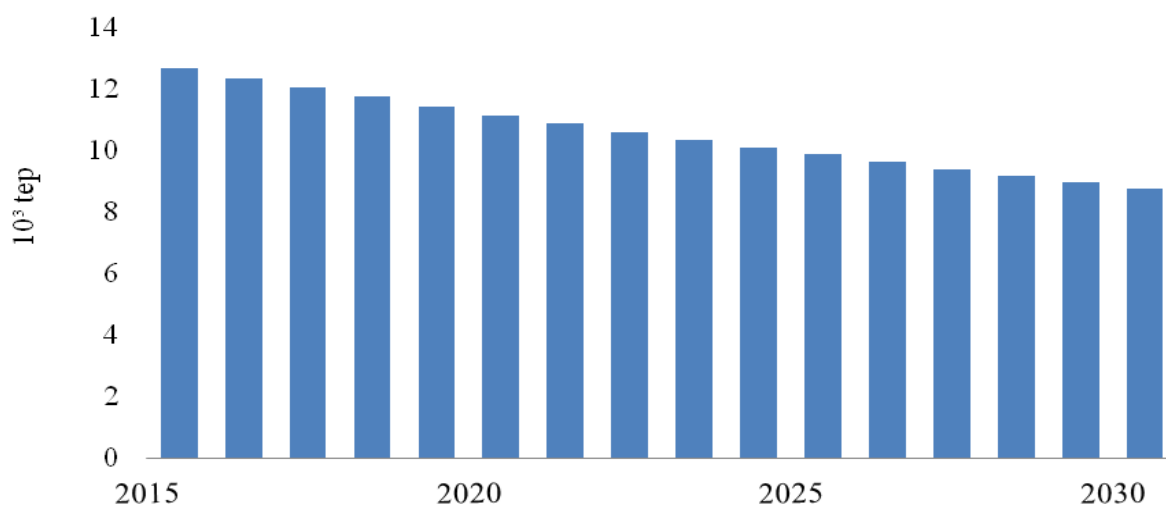


Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

Por fim, em se tratando das fontes de energia utilizadas no setor residencial, o Gráfico 17 mostra o consumo de energia referente à lenha. Sendo a fonte mais ineficiente, apresenta uma projeção de queda. A expectativa é seguir a tendência de redução já observada no

BEERJ, apesar do pico registrado em 2014. Além disso, nas premissas, estão contidas a eletrificação total dos domicílios e uma pequena redução da população rural. Assim, é totalmente esperado que o consumo de lenha caia de fato. Essa redução ocorrerá na média de 2,5% ao ano e, em 2030, terá diminuído em 44,6%.

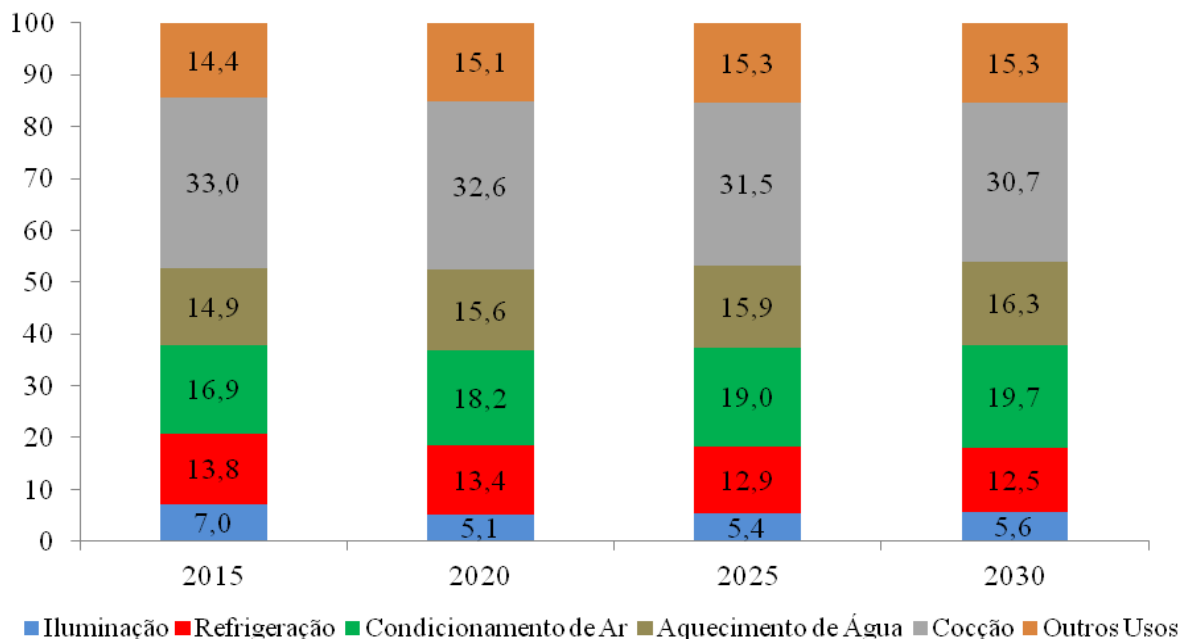
Gráfico 17 – Projeção do consumo final de lenha do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

A participação dos usos finais dentro da composição do consumo total de energia do setor residencial também varia. Conforme apresenta o Gráfico 18, o uso final iluminação tem sua participação reduzida na composição do consumo final de energia, assim como cocção e refrigeração. Por outro lado, aquecimento de água e outros usos ficam um pouco mais participativos.

Gráfico 18 – Evolução da participação (%) dos usos finais no consumo de energia do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Referência



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.2. Cenário Alternativo

4.2.1. Iluminação

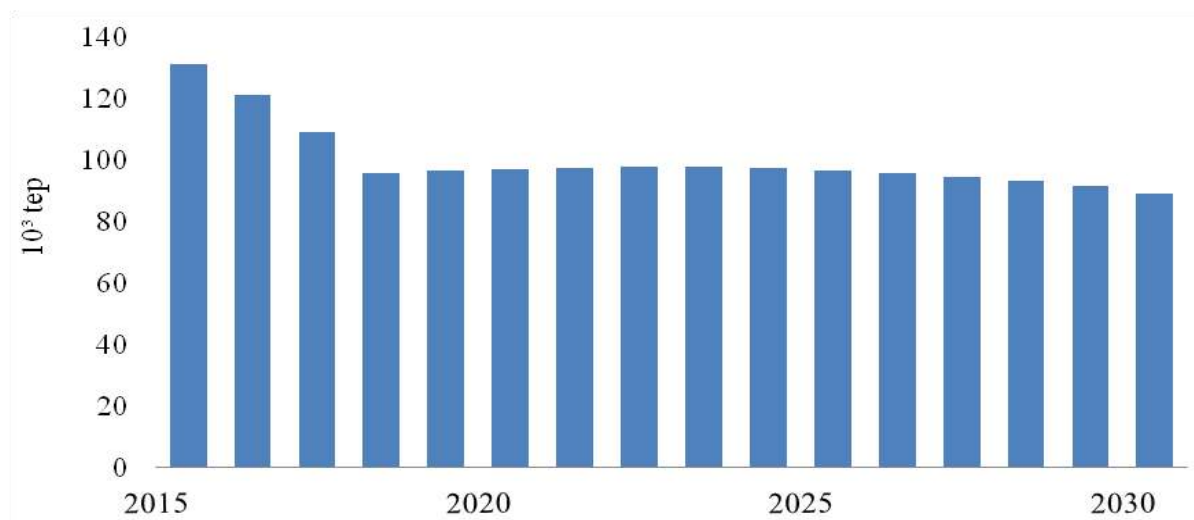
A proposta relacionada ao uso final iluminação tem como objetivo se assemelhar à proibição da comercialização das lâmpadas incandescentes, o que resultará na inexistência delas nas residências brasileiras. No entanto, isto seria feito com lâmpadas fluorescentes, voltando o uso apenas para as lâmpadas de LED, dadas as vantagens já apresentadas em diversos aspectos.

Como resultado da utilização exclusiva de lâmpadas LED até o ano de 2030, verifica-se a projeção apresentada no Gráfico 19. É importante explicar que os resultados de 2015 e 2016 são exatamente os mesmos do Cenário Referência para todos os usos finais e fontes de energia. Embora, não tenha sido ainda publicado o BEERJ referente a estes anos, representam um consumo que já foi realizado no momento da execução deste estudo. Logo, não podem ser alterados.

Esta medida gerou um forte impacto sobre o consumo, observando-se uma redução em 5,2% em 2020, 22,5% em 2025 e 50,7% em 2030, com relação ao uso da energia elétrica para

fins de iluminação (vide Tabela 54). Percebe-se que é uma redução extremamente significativa. Para o ano de 2030, o consumo de energia elétrica do uso final iluminação passa de 134,6 mil tep para 89,3 mil tep.

Gráfico 19 – Projeção do consumo final de energia do uso final iluminação – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo



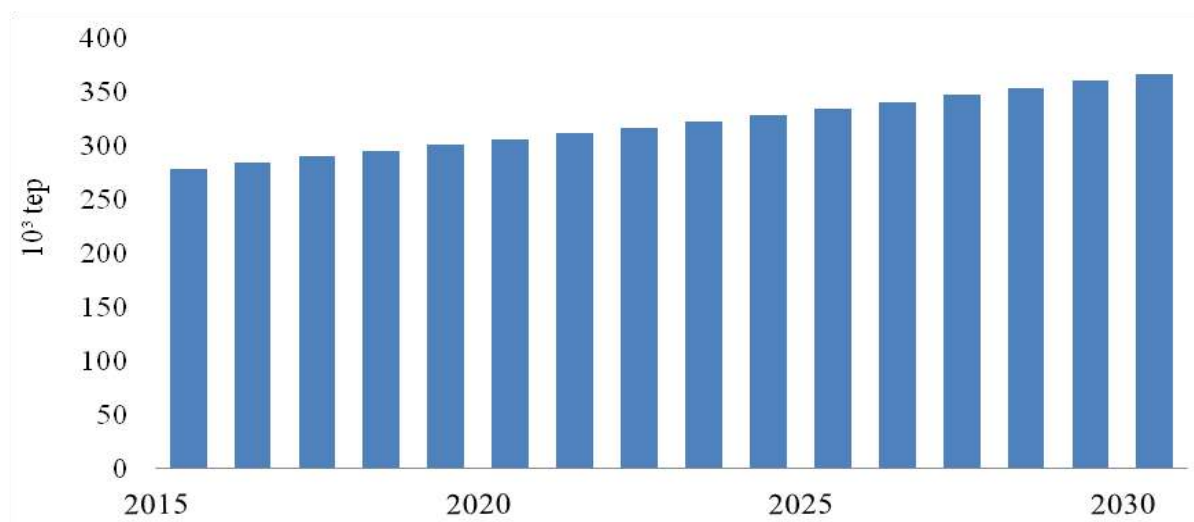
Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.2.2. Aquecimento de água

O foco do aquecimento de água permaneceu em ampliar a utilização de sistemas de aquecimento solares, tendo em vista o potencial para a região Sudeste indicado por Cruz (2016) em estudo de sua autoria. Assim, os domicílios que fazem uso da energia solar para o aquecimento de água para banho aumentariam em 10% com relação à projeção para o Cenário Referência.

Assim, em resposta a esta ampliação, está a projeção exposta no Gráfico 20. Para este caso, a redução do consumo de energia elétrica se apresenta em 1,9%, e 4,4% para os anos de 2020 e 2025, respectivamente. No ano de 2030, passaria de 392,3 mil tep para 366,8 mil tep, diminuindo então em quase 7%, segundo apresentando na Tabela 54.

Gráfico 20 – Projeção do consumo final de energia do uso final aquecimento de água – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo



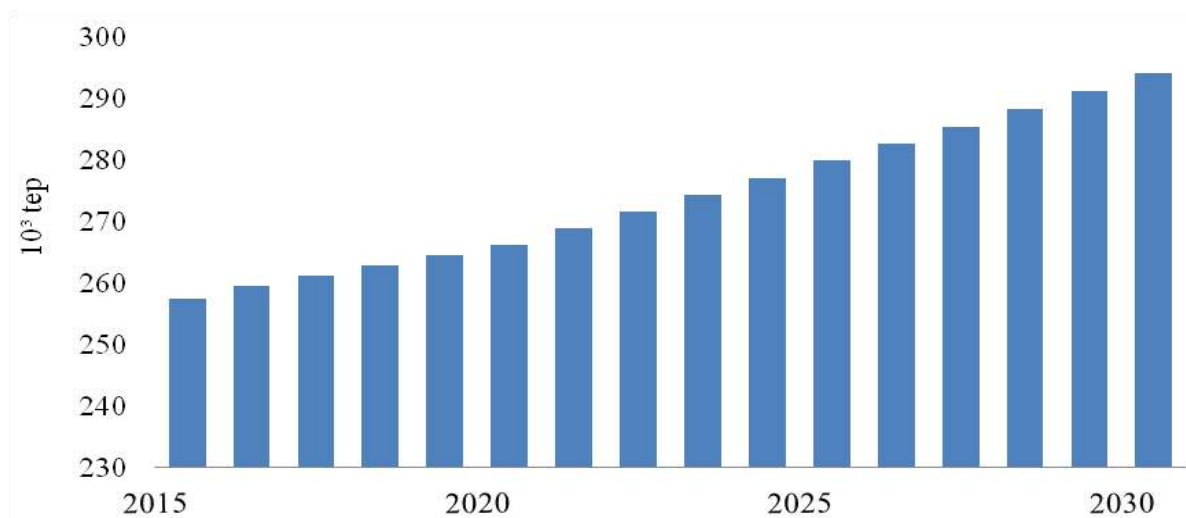
Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.2.3. Refrigeração de alimentos

Priorizando o uso das geladeiras, uma vez que os *freezers* estão presentes numa parcela menor e reduzindo gradativamente, foi pensada uma forma de ampliar a substituição de troca de geladeiras realizada por meio de programas existentes nas distribuidoras que atuam no estado do Rio de Janeiro. Isto é possível quando a classificação de baixa renda deixa de ser somente através da condição de beneficiário da Tarifa Social de Energia Elétrica, e passa a ser estar inserido no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal.

Esta proposta de eficiência energética foi a que ocasionou na menor redução de energia elétrica consumida, sendo 0,5% em 2020 e 1,4% em 2025 (Tabela 54). A projeção para consumo de energia do uso final refrigeração de alimentos, que consta no Gráfico 21, prevê uma redução de 2,1% em 2030 no Cenário Alternativo. O consumo de energia diminuiu de 300,1 mil tep para 294,1 mil tep.

Gráfico 21 – Projeção do consumo final de energia do uso final refrigeração de alimentos – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo



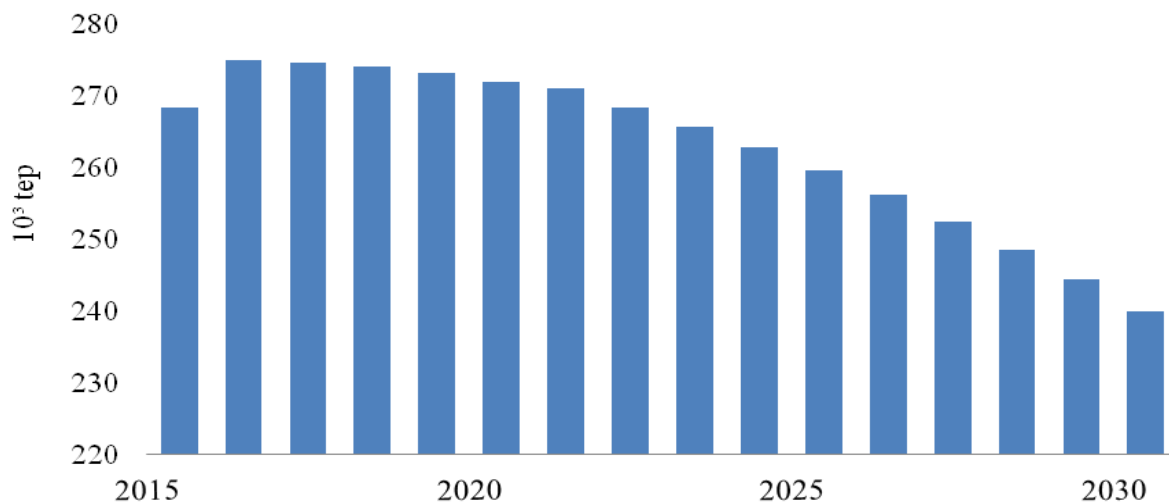
Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.2.4. Outros usos

Finalmente, o último uso final é outros usos. Como inclui equipamentos que não exercem um consumo de energia muito alto, mas a grupo dos equipamentos juntos podem somar um montante de energia considerável. Por isso, foi pensada uma forma de reduzir de alguma forma o consumo de energia de cada, reduzindo assim o total. Ou seja, propôs-se que fosse estabelecido um limite para o consumo de energia destes equipamentos quando em modo de espera, que, em geral, é um tempo maior do que o tempo de utilização.

Isto produziu a maior economia de energia do Cenário Alternativo, o que pode ser claramente observado no Gráfico 22. Como foi considerada uma adesão gradativa deste limite no consumo em modo de espera, a diminuição do consumo também foi ocorrendo de forma constante. Em 2020, o consumo de energia elétrica do uso final outros usos é 11,1% menor e, em 2025, 28,9%. Ao fim do período, em 2030, redução é de 53,5% (Tabela 54).

Gráfico 22 – Projeção do consumo final de energia do uso final outros usos – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo

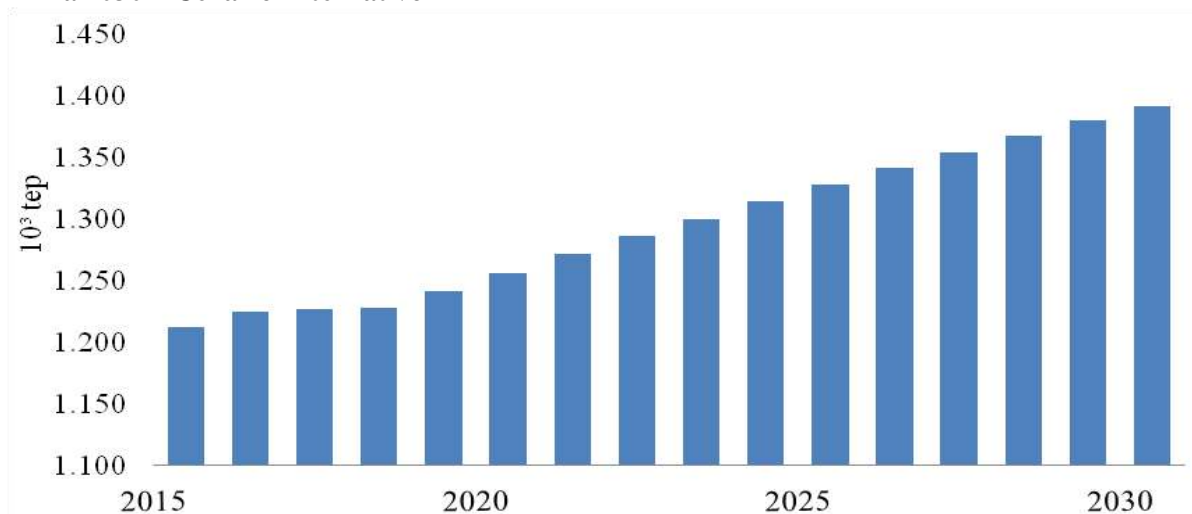


Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.2.5. Consumo final total

No tocante diretamente ao consumo final total de energia elétrica do setor residencial (Gráfico 23 e Tabela 55). Em função das reduções diluídas entre os usos finais, o crescimento do consumo de energia elétrica diminui um pouco o ritmo a partir de 2025. Em termos de economia efetiva de energia, a redução representa 3,4% em 2020, 8,7 em 2025 e 14,8% em 2030. Considerando o consumo final total que engloba todos as fontes de energia, reduz-se em 2,2%, 5,5% e 9,3% para os anos de 2020, 2025 e 2030, respectivamente.

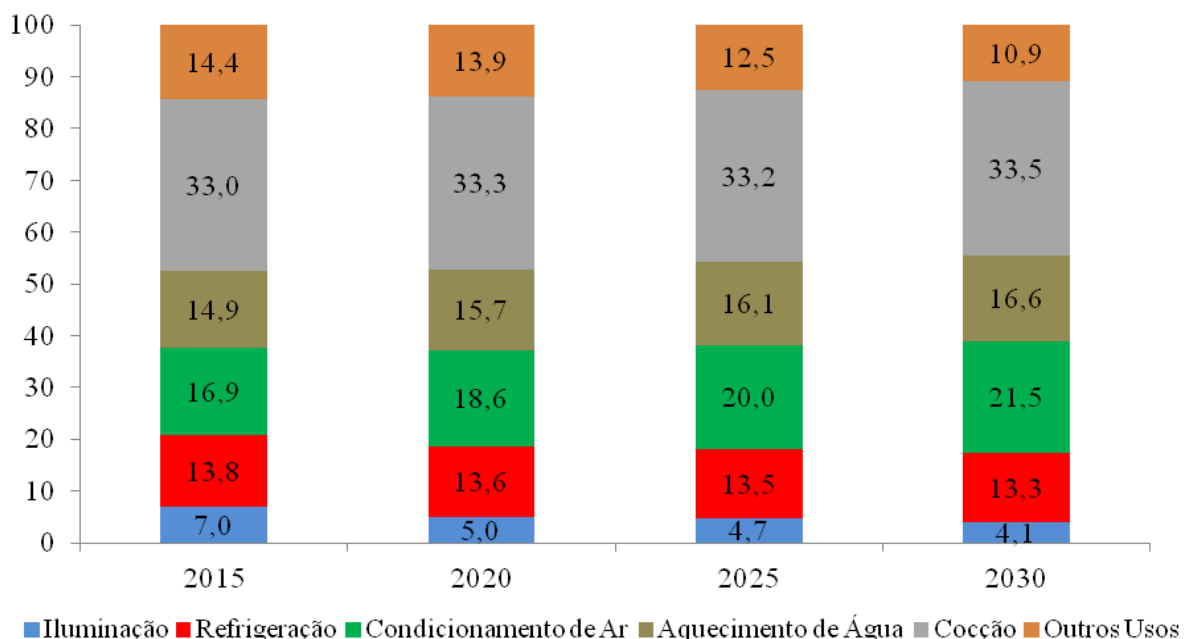
Gráfico 23 – Projeção do consumo final de energia elétrica do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

Comparando a evolução da participação dos usos finais na composição do consumo final de energia do Cenário Referência (Gráfico 18) e do Cenário Alternativo (Gráfico 24), nota-se que há a diminuição da participação de iluminação e outros usos, de forma mais significativa, e de aquecimento de água, de forma mais tímida.

Gráfico 24 – Evolução da participação (%) dos usos finais no consumo de energia do setor residencial – 2015 a 2030 – Cenário Alternativo



Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

Tabela 54 – Economia de energia (%) proporcionada pelas medidas de eficiência energética do Cenário Alternativo, segundo usos finais

Usos finais	2015	2020	2025	2030
Iluminação	0,0	5,2	22,5	50,7
Aquecimento de água	0,0	1,9	4,4	6,9
Refrigeração de alimentos	0,0	0,5	1,4	2,1
Outros usos	0,0	11,1	28,9	53,5
Total	0,0	2,2	5,5	9,3

Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

Tabela 55 – Economia de energia (%) proporcionada pelas medidas de eficiência energética do Cenário Alternativo

Anos	Energia elétrica	Consumo final de energia
2015	0,0	0,0
2020	3,4	2,2
2025	8,7	5,5
2030	14,8	9,3

Fonte: Elaboração própria a partir de Heaps (2016)

4.3. Discussão

De acordo com os resultados apresentados na seção anterior, percebe-se uma clara redução do consumo de energia elétrica do setor residencial. Mais especificamente, tratando do consumo mensal por domicílio, no ano de 2030, no Cenário Referência, seria 211,8 kWh/mês e no Alternativo, 184,6 kWh/mês, aproximadamente. Um consumo menor obviamente implica em uma fatura de energia elétrica reduzida. Evidentemente, isto facilita que as famílias possam arcar com os custos da energia e garantir a utilização deste bem de extrema necessidade no mundo contemporâneo. Inclusive, a queda do consumo médio de energia elétrica significa que famílias isoladamente têm um consumo menor. Desta forma, aumenta o número de famílias que estarão dentro dos critérios de elegibilidade de se tornarem beneficiárias da Tarifa Social de Energia Elétrica.

Segundo Pedreira (2013), é comum a existência de famílias muito numerosas na população de baixa renda e que fazem uso de equipamentos elétricos ineficientes. O consumo acumulado da residência será elevado, mas ao considerar individualmente, será

significativamente menor. Então, uma parcela das famílias de baixa renda que atendiam o critério de renda, mas não atendiam ao critério de consumo energético para terem direito à TSEE, pode passar a ter.

Por outro lado, a redução do consumo de energia das famílias sem alterar a qualidade do serviço energético prestado pode servir como um desestímulo à realização do furto de energia. Consequentemente, a partir da incidência menor de ligações clandestinas, as distribuidoras incorrerão em menor perda comercial, que é repassada ao consumidor. Logo, há a possibilidade de ocorrer a diminuição das tarifas como um efeito secundário.

Tendo em vista apenas o aspecto da garantia do acesso e do uso da energia elétrica, seria possível atribuir à prática de realização de ligações clandestinas um certo caráter de política de mitigação de pobreza energética. As autoridades competentes e as distribuidoras (inclusive pelo fato de ser uma questão difícil de resolver, uma vez que demanda um grande esforço de fiscalização) fariam “vista grossa” para a questão e as famílias de baixa renda teriam como fazer uso da energia elétrica. Todavia, isto implicaria em consentir com uma prática ilegal e perigosa, dadas as possibilidades de acidentes. Além disso, ser indiferente aos “gatos” contribuiria para o desperdício no consumo de energia, indo de encontro ao consumo eficiente. Então, percebe-se que há uma conexão entre furto de energia, pobreza energética e eficiência energética.

Outra questão interessante a ser discutida consiste na diferença da importância dada ao conforto térmico dentro do conceito de pobreza energética para países do Sul e do Norte. Os países europeus, especialmente, centram este conceito na necessidade de manter o domicílio devidamente aquecido em função das temperaturas extremamente baixas, podendo ocasionar em mortes. Quando se trata dos países do Sul, como o Brasil, de temperaturas mais elevadas, o conforto térmico não é tratado como um fator de tanta importância. Isto pode ter começado no processo de adequação do conceito quando absorvido o conceito europeu. Isto é, por não haver um frio intenso, esta questão teve sua importância reduzida nos países do hemisfério sul. Entretanto, as altas temperaturas podem promover uma situação insalubre e fortes impactos na rotina dos indivíduos, assim também como problemas de saúde. É um ponto que se torna ainda mais relevante ao lembrar que o aquecimento global vem aumentando as temperaturas, impactando mais as áreas que já apresentam temperaturas elevadas.

Anteriormente, no capítulo metodológico, justifica-se a exclusão do uso final condicionamento de ar na aplicação de medidas de eficiência energética pelo fato de

aparelhos de ar condicionado serem considerados artigos de luxo. Isto, de certa forma, converge com a questão apontada com relação à importância do conforto térmico dentro da conceituação da pobreza energética. Considerando a incidência de altas temperaturas em regiões como o Brasil, isto deveria ser diferente. O ar condicionado deveria ser considerado necessário. Também existe uma situação na qual famílias possuem aparelhos, mas não os utilizam em função das tarifas elevadas da energia elétrica.

Retomando os fatores de vulnerabilidade energética apontados por Bouzarovski e Petrova (2015), pode-se afirmar que no presente estudo foram tomadas medidas que atuam sobre três deles. Inicialmente, *energy efficiency* (eficiência energética) e *practices* (práticas) foram representados pelas propostas realizadas no Cenário Alternativo que permitem evitar o desperdício de energia útil assim como o incentivo ao uso eficiente de energia. De acordo com Day, Walker e Simcock (2016), tais intervenções atuam no espaço entre a oferta de energia e os serviços energéticos, oferecendo um maior montante do serviço pelo mesmo nível de oferta.

Depois, a *affordability* (capacidade de pagamento) é impactada pelo efeito que eficiência energética exerce sobre o consumo de energia, reduzindo-o sem afetar a qualidade de vida proporcionada. Logo, há uma diminuição da proporção entre os custos da energia e a renda familiar através da diminuição do consumo, mesmo que isso ocorra sem a alteração dos preços da energia.

Ademais, a outra forma apresentada para interferir na garantia do uso da energia elétrica é a microgeração solar distribuída. Neste caso, afeta não apenas aquelas famílias diretamente beneficiadas pela instalação dos painéis solares como também a sociedade como um todo. A microgeração também auxiliar em evitar que o sistema fique sobrecarregado, influenciando assim na qualidade do serviço de fornecimento de energia elétrica prestado às famílias.

Portanto, percebe-se que a aplicação de medidas de eficiência energética pode contribuir com o debate referente à redução da pobreza energética através da amenização de um dos aspectos que são relevantes nesta questão, que é a capacidade de pagamento. A atuação proposta neste estudo ajuda a melhorar a capacidade de pagamento das famílias no tocante aos custos da energia elétrica.

5. CONCLUSÕES

O setor residencial representa quase 9% do consumo de energia final do estado do Rio de Janeiro. Entretanto, considerando apenas a energia elétrica, esta participação passa a corresponder a 25,4%, ou seja, praticamente um quarto do consumo total de energia elétrica do estado, sendo superior à participação de setores como o industrial (18,1%) e o comercial (19,8%)

Aprofundando para o consumo de energia referente apenas ao setor residencial do estado, verifica-se que é marcado por 65,1% de energia elétrica. O segundo tipo de energia mais participativo, o GLP, não tem nem metade deste valor (28,5%). Este consumo de energia elétrica cresceu bastante desde 1985, quando representava 39,5%, embora já fosse a maior participação.

Dada esta importância da energia elétrica dentro do setor residencial, é preciso explorar a questão do acesso e do uso de energia elétrica, que está inserida em um conceito maior, o de pobreza energética. Em suma, a pobreza energética representa a dificuldade ou falta de acesso à escolha de serviços energéticos confiáveis, adequados, de qualidade e alinhados ao desenvolvimento sustentável.

Sob a perspectiva técnica, não se pode afirmar que há alto nível de pobreza energética, considerando que os domicílios estão quase totalmente inseridos na rede de fornecimento de energia elétrica, que é uma fonte moderna de energia. Contudo, pela perspectiva econômica, existem fatores que afetam negativamente o consumo energético das famílias.

Sendo assim, foram identificados dois potenciais dentro do setor residencial que são capazes de auxiliar no combate à pobreza energética. O primeiro é a aplicação de medidas de eficiência energética que reduzam o consumo de energia elétrica das famílias, mas não influenciam a qualidade de vida. Já o segundo é a possibilidade de implementação da microgeração solar distribuída, podendo reduzir drasticamente (ou, inclusive, zerar) a fatura de energia elétrica, além de contribuir para a existência de uma matriz energética mais “limpa” no estado.

Para simular estes potenciais e verificar os possíveis impactos, foi elaborada uma análise baseada na construção de cenários, com o objetivo de projetar o consumo de energia

até o ano de 2030 e fazer estudo comparativo entre os cenários. Os dois cenários criados são: Referência (cujas premissas estão seguindo o que é esperado para os próximos anos) e Alternativo (inclui medidas de eficiência energética aplicadas aos equipamentos da residência e a microgeração solar distribuída).

O *software* escolhido para concretizar esta simulação é o LEAP – *Long Range Energy Alternatives Planning System*. É uma plataforma do tipo *bottom up* que permite representar o sistema energético com considerável precisão. Na árvore (estrutura) do modelo, os domicílios foram divididos em urbanos e rurais e eletrificados e não eletrificados, além da divisão por usos finais.

Com os resultados, foi percebido que é possível reduzir o consumo de energia elétrica referente à iluminação em 50,7%, abolindo o uso de lâmpadas fluorescentes para usar exclusivamente as do tipo LED. O uso final aquecimento de água pode consumir 6,9% menos de energia, ampliando a utilização dos sistemas de aquecimento de solar. Com o incentivo à substituição de geladeiras já realizada pelas distribuidoras atuantes no estado, o consumo de energia elétrica tem potencial de redução em 2,1%. E, por fim a limitação do consumo energético quando em modo de espera de aparelhos que possuam esta funcionalidade leva a redução de 53,5%.

Assim, o consumo de energia elétrica em 2030, seria reduzido em 9,3%. O consumo médio mensal por domicílio passaria de 211,8 kWh (Referência) para 184,6 kWh (Alternativo). Com o sistema das bandeiras tarifárias, esta redução pode ser ainda mais necessária. Além disso, seria capaz de tornar mais famílias elegíveis ao benefício da Tarifa Social de Energia Elétrica e desestimular a prática do furto de energia.

Portanto, a eficiência energética atua diretamente na redução do consumo de energia elétrica, implicando em uma fatura de energia elétrica com valor menor. Isto é, melhor a capacidade de pagamento das famílias, uma vez que a renda destas permaneça constante. Então, apesar de não ser possível afirmar que há uma redução efetiva da pobreza energética (para tal, seria necessário um estudo mais complexo, incluindo uma separação por classes de renda), certamente há uma contribuição para a discussão da atenuação da pobreza energética pelo viés econômico. Assim, as medidas de eficiência energética devem ser continuamente mais incentivadas e divulgadas, através de ações educacionais, além de abrangerem cada vez mais aparelhos e opções.

Ressalta-se que este trabalho se deparou com algumas limitações, tais como não ter capacidade de medir o impacto gerado sobre a rede pela proposta de inclusão de microgeração solar distribuída. Além disso, não foi feita uma análise econômica que indique diretamente quem vai arcar com os custos das medidas propostas, exceto pelas lâmpadas (um custo assumido pelas próprias famílias) e pelas geladeiras (substituídas pelas empresas distribuidoras, dentro de seus programas de eficiência energética).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABILUX. Associação Brasileira de Indústria de Iluminação. Disponível em: <http://www.abilux.com.br/portal/>. Acessado em: 01 de julho de 2016.

ABREU, M. W. *Análise do consumo de energia direta e indireta das famílias brasileiras por faixa de renda*. 2015. 166 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ACHÃO, C. C. L.. *Análise da estrutura de consumo de energia pelo setor residencial brasileiro*. 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

AGUIAR, A. C. J.; SZKLO, A. S.; SCHAEFFER, R.; COHEN, C. *Projeção do consumo energético brasileiro no setor residencial: 2005-2035*. IN: Congresso Brasileiro de Energia, 12, 2008, Rio de Janeiro, RJ. Rio de Janeiro: CBE/COPPE/UFRJ, 2008.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 687 de 24 de novembro de 2015.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Anos de universalização*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/anos-de-universalizacao>. Acessado em: 30 de novembro de 2016a.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Indicadores de distribuição*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/indicadores-da-distribuicao>. Acessado em: 30 de novembro de 2016b.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Universalização*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/universalizacao>. Acessado em: 30 de novembro de 2016c.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica*. Cadernos Temáticos ANEEL, 2 ed., Brasília, maio de 2016d.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Relatórios de consumo e receita*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/relatorios-de-consumo-e-receita>. Acessado em: 04 de março de 2017a.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. *Indicadores coletivos de continuidade (DEC e FEC)*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>. Acessado em: 04 de março de 2017b.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Entendendo a tarifa. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa>. Acessado em: 11 de março de 2017c.

BIAJANTE, C. FEBRAVA 2013: Antecipando tendências. Disponível em: <http://www.revistainfra.com.br/Print/14178>. Acessado em: 30 de janeiro de 2017.

BLEY, F. B. *LEDs versus Lâmpadas convencionais: viabilizando a troca*. Especialize IPOG. Maio de 2012.

BOUZAROVSKI, S.; PETROVA. S. *A global perspective on domestic energy deprivation*. Manchester: Energy Research and Social Science, n. 10, p. 31 – 40, 2015.

BRASIL. Projeto de Lei nº 3893 de 2004. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=259696>. Acessado em: 19 de fevereiro de 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Portaria interministerial nº 1.007 de 2010.

BRASIL. Lei nº 13.280 de 3 de maio de 2016. Altera a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, para disciplinar a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética.

CARDOSO, R. B.. *Avaliação da Economia de Energia atribuída ao Programa Selo Procel em Freezers e Refrigeradores*. Itajubá: UNIFEI. 2008.

CARNEIRO, P. L. *Economias de densidade e eficiência energética nas áreas urbanas do estado da Bahia*. 60 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

COSTA, C. *Um estudo sobre adaptações para redução do consumo de energia elétrica em sistemas de ar condicionado*. 103 f. Dissertação (Mestre Profissional em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2010*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297131796450/142%5C827%5CrelatoCre-CEG2010,2.pdf>. Acessado em: 11 de agosto de 2016a.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2011*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297131796397/572%5C104%5CrelatoCrelat2011,0.pdf>. Acessado em: 11 de agosto de 2016b.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2012*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297143857145/relatorio2012_miolo_cce_fz.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016c.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2013*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297142474605/GNF_RelatorioAnual201_2014.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016d.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2014*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297147500929/Rel.AnualCEG_2014_20032015_CAs.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016e.

CEG. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2015*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297151841807/05_CEG_informe_anu_an_2016_web,0.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016f.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2010*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297131796542/524%5C799%5CrelatoCre-CEGRIO2010.pdf>. Acessado em: 11 de agosto de 2016a.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2011*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297131796432/64%5C492%5CrelatorCrelator2011.pdf>. Acessado em: 11 de agosto de 2016b.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2012*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297135210388/relatorio2012_miolo_cegri_fz.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016c.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2013*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297142469731/CEGRIO_miolo_relatrela13_14.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016d.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2014*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297147689178/Informe_CegRio_2014.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016e.

CEG RIO. GÁS NATURAL FENOSA. *Informe Anual 2015*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.gasnaturalfenosa.com.br/servlet/ficheros/1297151861784/CEGRIO_informe_ana_nu_completo_2016_web.pdf. Acessado em: 11 de agosto de 2016f.

CEPERJ – FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO. *Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2013*. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/Anuario2013/index.html>. Acessado em: 02 de maio de 2016.

CEPERJ – FUNDAÇÃO CENTRO ESTADUAL DE ESTATÍSTICAS, PESQUISAS E FORMAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS DO RIO DE JANEIRO. *Produto Interno Bruto do Rio de Janeiro*. Disponível em: <http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/pib/pib.html>. Acessado em: 02 de janeiro de 2017.

COHEN, C. A. M. J. *Padrões de consumo: desenvolvimento, meio ambiente e energia no Brasil*. 2002. 237 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-

graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

COHEN, C; MARTINS, V.; WEISS, M. *Introdução da Geração Distribuída no Programa de Eficiência Energética da Light: Uma Simulação de Microgeração Solar na Comunidade da Mangueira*. In: XVI Congresso Brasileiro de Energia, 2015, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2015. v. C. p. 1-20.

COHEN, C; UCHÔA, C. B. E. *Análise das fontes de energia elétrica dos domicílios, planejamento da oferta e impactos sobre o bem-estar – Brasil – 2008-2009*. In: XV Congresso Brasileiro de Energia, 2013, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2013. v. 1. p. 27-40.

CONPET. Consulta de Aquecedores de Água a Gás – Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <http://consultaaquecedores.petrobras.com.br/Forms/TabelaConsumo.aspx>. Acessado em: 20 de junho de 2016a.

CONPET. Consulta de Fogões e Fornos a Gás – Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <http://consultafofoes.petrobras.com.br/Forms/TabelaConsumo.aspx>. Acessado em: 20 de junho de 2016b.

CRUZ, T. B. *Análise do potencial de inserção de energia solar térmica para aquecimento de água em residências unifamiliares no Brasil*. 2016. 188 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

DANTAS, B. F. *Estimativa do impacto do consumo de energia causado pelo standby dos aparelhos eletroeletrônicos*. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação) – Programa de Pós-Graduação em Metrologia/PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2014.

DAY, R.; WALKER, G.; SIMCOCK, N. *Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework*. Reino Unido: Energy Policy, n. 93, p. 255-264, 2016.

DIEESE. *As tarifas de energia elétrica no Brasil: sistemática de correção e evolução dos valores*. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Nota técnica, n. 58, dez./2007. Disponível em:

www.dieese.org.br/notatecnica/2014/notaTec134SetorEletrico.pdf. Acessado em: 13 de março de 2017.

ENDESA BRASIL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2010*. Niterói. Disponível em: https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2010/sustentabilidade_2010.pdf. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017a.

ENDESA BRASIL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2011*. Niterói. Disponível em: https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2011/sustentabilidade_2011.pdf. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017b.

ENDESA BRASIL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2012*. Niterói. Disponível em: <https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2012/2012.pdf>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017c.

ENDESA BRASIL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2013*. Niterói. Disponível em: https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2013/sustentabilidade_2013.pdf. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017d.

ENEL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2014*. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2014/2014.pdf>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017a.

ENEL. *Relatório Anual de Sustentabilidade 2015*. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.enel.com.br/content/dam/enel-br/quemsomos/relatorios-anuais/2015/ENELBRASIL_SUSTENTABILIDADE_2015.pdf. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017b.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Nacional de Energia 2030*. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2007.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Plano Decenal de Expansão de Energia 2015-2024*. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – *Nota Técnica DEA 13/15: Demanda de Energia 2050*. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia – MME. 2016.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica*. Rio de Janeiro: ano X, nº 113, MME/EPE, fevereiro de 2017.

GOUVELLO, C et al. *Estudo de baixo carbono para o Brasil*. Banco Mundial. Washington: 2010. Disponível em http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/38171661276778791019/Relatorio_Principal_integra_Portugues.pdf. Acessado em: 30 de setembro de 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, ENERGIA, INDÚSTRIA E SERVIÇOS. Balanço Energético do estado do Rio de Janeiro 2014. Rio de Janeiro, 2016.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, ENERGIA, INDÚSTRIA E SERVIÇOS. Matriz Energética do estado do Rio de Janeiro 2015 - 2030. Rio de Janeiro, 2016.

GUARINELLO, T. Q. *Tecnologia de estado sólido: impactos ambientais e econômicos*. 2013. 99 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Curso de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

HEAPS, C.. Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2015.0.19.0]. Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. Disponível em: <http://www.energycommunity.org>. Acessado em: 28 de dezembro 2016.

HEAPS, C. *Long-range Energy Alternatives Planning System (LEAP) – An introduction to LEAP*. 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro, IBGE, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios 2014*. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2014/default.shtm>
m. Acessado em: 26 de abril de 2016a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa de Orçamentos Familiares – 2008/2009*. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/xml/pof_2008_2009.shtm. Acessado em: 26 de abril de 2016b.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acessado em: 26 de junho de 2016c

INMETRO. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. *Lâmpada LED*. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>. Acessado em: 18 de dezembro de 2016.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Ipeadata. *Dados sociais regionais*. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acessado em: 26 de abril de 2016.

JANUZZI, G.; SWISHER, J. *Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis*. Campinas: Autores Associados. 1997.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2010*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2011*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2012*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2013*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2014*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIGHT. *Manual do Trabalho Educativo – Projeto Comunidade Eficiente da Light*. 4 ed. Light: Rio de Janeiro, 2014.

LIGHT. *Relatório de Sustentabilidade 2015*. Rio de Janeiro. Disponível: <http://ri.light.com.br/ptb/relatos>. Acessado em: 20 de fevereiro de 2017.

LIQUIGAS. *Perguntas Frequentes – Questionamentos Técnicos*. Disponível em: http://www.liquigas.com.br/wps/portal/!ut/p/c1/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hvPwMjIw93IwN_Cy9TAyM_L6_AAPNAI39zE_2CbEdFAPmfWrg!/ Acessado em: 29 de junho de 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – SECRETARIA NACIONAL DE HABITAÇÃO. *Programa Minha Casa Minha Vida – Estado do Rio de Janeiro*. Agosto de 2016.

MDS – MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E AGRÁRIO. Relatório de Programas e Ações do MDSA – Estado: Rio de Janeiro – Ano: 2016. Disponível em: <http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi/ri/relatorios/mds/index.php>. Acessado em 21 de fevereiro de 2017.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Programa Luz para Todos. Disponível em: . Acessado em: 13 de dezembro de 2016.

NADAUD, G. C. A. *Acesso à energia elétrica de populações urbanas de baixa renda: o caso das favelas do Rio de Janeiro*. 2012. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, A. et. al. *Pobreza energética – Complexo do Caju*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2005. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/ENERGIAEPOBREZAFINALMAIO2005PORT.pdf>. Acessado em: 13 de março de 2017.

PAPADA, L.; KALIAMPAKOS, D. *Measuring energy poverty in Greece*. Atenas: Energy Policy, n. 94, p. 157 – 165, 2016.

PEDREIRA, N. M. S. *Políticas focalizadas no Brasil: uma análise da Tarifa Social de Energia Elétrica no caso das favelas cariocas* – 2012. 68 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

PEREIRA, M. G. *Políticas públicas de eletrificação rural na superação da pobreza energética brasileira: estudo de caso da bacia do Rio Acre-Amazônia*. 2011. 334 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PORTAL BRASIL. *Energia solar financia melhorias em condomínios do Minha Casa Minha Vida*. Portal Brasil, Bahia, 29 de setembro de 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/09/energia-solar-financia-melhorias-em-condominios-do-minha-casa-minha-vida>. Acessado em: 19 de setembro de 2016.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. *Tabela de estimativa de consumo médio mensal de eletrodomésticos de acordo com um uso hipotético*. Disponível em: <http://diariodoverde.com/wp-content/uploads/2013/01/Tabela-Consumo-Equipamentos-Procet-Eletronbras.pdf>. Acessado em: 25 de abril 2016.

RODRIGUES, J. R. F. *Avaliação da utilização do modo standby em eletrodomésticos e de propostas de soluções mitigadores para redução do seu consumo energético*. 2009. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica/PPGEE, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

RIO DE JANEIRO. GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto-Lei nº 247 de 21 de julho de 1975. Dispõe sobre a segurança contra incêndio e pânico. Disponível em: http://www.cbmerj.rj.gov.br/documentos/coscip/Codigo_de_Seguranca_Contra_Incendio_e_Panico.pdf. Acessado em 15 de julho de 2016.

ROLNIK ET AL. *O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação*. São Paulo: Caderno Metropolitano, v.17, n.33, PP. 127-154, maio de 2015.

SCARI, M. E. *Estudo do consumo de energia elétrica no setor residencial de Belo Horizonte*. 2011. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Técnicas Nucleares) – Programa de Pós-

Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SEN, A. The political economy of targeting. In: VAN DE WALLE, D.; KIMBERLY, N. *Public spending and the poor: theory and evidence*. London: John Hopkins; World Bank, 1995.

TAVARES, M. L. *Análise e Evolução da Tarifa Social de Energia Elétrica no Brasil, 1985/2002*. 2003. 152 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade do Estado de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2003.