

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Renato Andrade Freitas

Análise da Influência de Modelos Domiciliares de Eficiência Energética na  
Economia Brasileira

Campina Grande

2012

RENATO ANDRADE FREITAS

Análise da Influência de Modelos Domiciliares de Eficiência Energética na  
Economia Brasileira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
na Universidade Federal de Campina Grande,  
como requisito para obtenção do diploma de  
graduação em Engenharia Elétrica

**Orientador:** Leimar de Oliveira

Campina Grande

2012

**Renato Andrade Freitas**

Análise da Influência de Modelos Domiciliares de Eficiência Energética na  
Economia Brasileira

Apresentado em \_\_/\_\_/\_\_\_\_

---

Renato Andrade Freitas

Aluno de Graduação em Engenharia Elétrica

---

Leimar de Oliveira

Professor Orientador

---

Professor Convidado

Campina Grande

2012

**Dedicatória:**

Dedico esse trabalho aos meus pais, Jodemir e Angélica.

**Agradecimentos:**

Primeiramente devo agradecer aos meus pais pelo apoio que sempre me deram e aos sacrifícios que fizeram por mim. Lembro também do suporte sincero dado por meus tios e tias e pela minha avó Josefa. Não posso deixar de mencionar meu avô Álvaro, que faleceu no meio do meu curso, mas que sei que continua me apoiando e cuidando de mim.

No antro acadêmico devo citar a tutoria e ajuda dada pelo meu orientador Leimar que me ajudou bastante na reta final do meu curso. Alguns outros professores também me ajudaram durante minha graduação, em especial professor Benedito Antonio Luciano, professor Edson Guedes, professor Gutemberg Lira e professor Chagas.

Também faço um agradecimento especial a minha namorada, Fernanda, por me aturar e acima de tudo aguentar a concorrência do meu curso.

“Lembre-se que o resultado é mais importante que a ferramenta.”

Robson Feitosa

**Lista de Ilustrações:**

Figura 1: Consumo Final de Energia [EPE, 2010] .....	12
Figura 2: Consumo Energético final por fonte [EPE, 2010] .....	13
Figura 3: Consumo Energético Residencial [EPE, 2010].....	13
Figura 4: Fontes Energéticas Residenciais [EPE, 2010] .....	14
Figura 5: Consumo de Energia Elétrica Residencial [EPE, 2010] .....	15
Figura 6: Ciclo de Refrigeração mecânica .....	16
Figura 7: Gráfico comparativo entre o consumo atual e o novo consumo .....	30
Figura 8: Consumo de Energia Elétrica Residencial alterado .....	31
Figura 9: Consumo Energético Residencial Alterado .....	31

**Lista de Tabelas:**

Tabela 1: Classificação de Etiqueta para Condicionador de Ar .....	16
Tabela 2: Classificação de Etiqueta para Chuveiro Elétrico .....	17
Tabela 3: Classificação de Etiqueta para Máquina de Lavar Roupas.....	18
Tabela 4: Classificação de Etiqueta para Televisores .....	19
Tabela 5: Posse média de equipamentos eletrodomésticos .....	21
Tabela 6: Ar condicionados da situação real .....	22
Tabela 7: Ar condicionados da nova situação .....	23
Tabela 8: Geladeiras da situação atual .....	23
Tabela 9: Geladeiras da nova situação .....	24
Tabela 10: Congeladores da Situação atual .....	24
Tabela 11: Congeladores da nova situação.....	25
Tabela 12: Chuveiros Elétricos da situação atual .....	25
Tabela 13: Chuveiros Elétricos da nova situação .....	26
Tabela 14: Potência do aparelho por marca e capacidade .....	26
Tabela 15: Máquina de Lavar Roupa da situação atual.....	26
Tabela 16: Máquina de Lavar Roupa da nova situação.....	27
Tabela 17: Televisores da situação real .....	27
Tabela 18: Televisores da nova situação .....	28
Tabela 19: Lâmpadas da situação real .....	28
Tabela 20: Lâmpadas da nova situação .....	29
Tabela 21: Tabela Geral de economia .....	30



**Lista de Abreviaturas e siglas:**

**PROCEL** – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

**CONPET** – Programa Nacional de Racionalização do uso dos derivados do Petróleo e gás Natural

**PBE** – Programa Brasileiro de Etiquetagem

**PEE** – Programa de Eficiência Energética

**MME** – Ministério de Minas e Energia

**ESCOs** – Empresas Prestadoras de Serviços em Energia

**ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica

**CNPE** – Conselho Nacional de Política Energética

**ANP** – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível

**ROL** – Receita Operacional Líquida

**FNDCT** – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**CGIEE** – Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética

**MDIC** – Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio.

**MCT** – Ministério de Ciência e Tecnologia.

**CONFEA** – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

**CEPEL** – Centro de Pesquisa em Energia Elétrica

**INT** – Instituto Nacional de Tecnologia

**IPT** – Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo

**ABINEE** – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

**EPE** – Empresa de Pesquisa Energética

**MCT** – Ministério de Ciência e Tecnologia

**FINEP** – Fundo de Incentivo a Estudos e Projetos

**CNPq** – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**PNMC** – Plano Nacional de Mudanças do Clima

**MDL** – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

**CRT** – Tubo de Raios Catódicos

**LCD** – Display de Cristal Líquido

**LED** – Diodo emissor de Luz

**Sumário:**

Dedicatória: .....	I
Agradecimentos: .....	II
Lista de Ilustrações: .....	IV
Lista de Tabelas: .....	V
Lista de Abreviaturas e siglas: .....	VI
1. Introdução: .....	1
2. Fundamentação Teórica: .....	3
2.1. Programas de Eficiência Energética: .....	3
2.2. Consumo Energético Nacional: .....	12
2.3. Distribuição do Consumo Residencial: .....	15
3. Metodologia: .....	20
4. Pesquisa-Referência: .....	21
4.1. Ar Condicionado: .....	21
4.2. Geladeiras: .....	23
4.3. Congelador: .....	24
4.4. Chuveiro Elétrico: .....	25
4.5. Máquina de Lavar Roupas: .....	26
4.6. Televisão: .....	27
4.7. Lâmpadas: .....	28
4.8. Dados Finais: .....	29
5. Conclusão .....	32
<b>Referências Bibliográficas: .....</b>	<b>33</b>

## 1. Introdução:

De acordo com a definição de Maxwell, formulada em 1872, “*energia é aquilo que permite a mudança de configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a essa mudança*”. [Haddad, 2001] Essa definição é a mais adequada para conceituar a energia e abrangente as várias formas de energia.

A energia é um dos principais constituintes da sociedade moderna. Ela é necessária para se criar bens a partir dos recursos naturais e para fornecer muitos dos serviços dos quais temos nos beneficiado. O desenvolvimento econômico e os altos padrões de vida são processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. [Hinrichs, 2008]

As grandes razões para se utilizar a energia elétrica são a facilidade de transporte de grandes quantidades de energia ao longo de grandes distâncias, assim como a facilidade de transformação de energia elétrica em outras formas de energia que se fazem necessárias. [Haddad, 2001]

É recente a preocupação, tanto mundial quanto no Brasil, com a eficiência energética em qualquer setor da economia, pois durante muitos anos a energia foi considerada um bem praticamente inesgotável e não existia assim, uma necessidade de conservá-la e atenuar seu consumo.

A partir de meados dos anos 70, com a crise mundial do petróleo, se põe em marcha programas de conservação de energia na Europa Ocidental e nos Estados Unidos da América. Como forma de reduzir o crescente aumento de demanda energética mundial países desenvolvidos buscam formas de utilizar sua energia de maneira mais racional, iniciando assim uma mentalidade mundial de conservação de energia, inclusive para os Estados Unidos os padrões de eficiência energética para equipamentos de uso residencial e comercial são a maior fonte de economia de energia.

No Brasil, estes programas começaram a partir dos anos 80, com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, o Procel, criado com o intuito de se estabelecer estratégias e metodologias de se combater o desperdício de energia elétrica, além de mobilizar a sociedade a aderir a esse combate. [Haddad, 2001].

Ainda no cenário nacional, somente no ano de 2001 foi criada a Lei de Conservação e Uso Racional de Energia, a qual implanta índices mínimos de eficiência energética, que são mecanismos de políticas públicas que restringem a comercialização de produtos não adequados a requerimentos específicos de consumo energético, ou seja, elimina-se do mercado produtos que são ineficientes e promove-se assim a conservação de energia.

Neste contexto, no dia 24 de dezembro de 2007, foram publicadas três portarias interministeriais referentes à regulamentação específica para três equipamentos, refrigeradores e congeladores, fogões e fornos a gás e condicionadores de ar. [Melo, 2009]

O crescimento econômico mundial faz com que cada vez mais se torne necessário o uso de grandes quantidades de energia, essa demanda exacerbada de energia faz com que se tornem inevitáveis as buscas por novos potenciais energéticos.

Outra opção extremamente viável para se controlar essa demanda energética é através de políticas de conservação de energia. E é envolto a esse cenário que o conceito de eficiência energética vem à tona na atualidade.

Quando observada a situação ambiental do planeta é notório que um dos fatores que influencia para a sua degradação é a busca incansável por fontes de energia que possam suprir as necessidades de um mundo em pleno desenvolvimento. Em outras palavras, pode-se dizer que, a eficiência energética esta intimamente ligada ao ambiente, desta forma a preservação ambiental é um dos principais motivadores para a elaboração deste projeto.

Objetiva-se com esse trabalho, fazer um estudo sobre as possibilidades de aplicação de modelos de eficiência energética em domicílios no Brasil. Para tal, deve ser feita uma pesquisa sobre as novas tendências no tocante à eficiência energética e como aplicá-las em domicílios brasileiros.

Entretanto, para dar credibilidade aos modelos aplicados e a pesquisa deve-se fazer uma análise da viabilidade econômica das substituições previstas e das economias líquidas e percentuais de energia.

No Capítulo II, aborda-se as leis que regulamentam a eficiência energética no Brasil, os conceitos básicos da energia elétrica no contexto da eficiência energética, assim como se faz uma introdução teórica acerca do funcionamento dos equipamentos residenciais que serão estudados nos tópicos subseqüentes.

No Capítulo III, apresenta-se inicialmente a metodologia empregada no trabalho, ressaltando os métodos de abordagem utilizados.

No Capítulo IV reflete na realidade a própria pesquisa – referência, inicialmente faz-se uma indagação sobre os principais equipamentos elétricos residenciais assim como suas quantidades médias e propõem-se a substituição dos mesmos por equivalentes mais eficientes e, ao fim desse processo, calcula-se a economia resultante da aplicação desse modelo.

O Capítulo V é conclusivo e reflete os principais aspectos abordados nesse estudo, busca-se através da experiência adquirida no trabalho, da análise do material bibliográfico e de conversa com especialistas da área fazer sugestões de medidas de eficiência energética no setor residencial. Recomenda-se que se façam estudos para estabelecer padrões técnicos nacionais.

## **2. Fundamentação Teórica:**

Este capítulo, entre outros assuntos, falará sobre os mecanismos para a promoção da conservação da energia, em se tratando de Brasil têm-se alguns programas que ganham destaque tais como: Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), Conpet (Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural), PEE (Programa de Eficiência Energética) e PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem). Outro fator que merece destaque é também a Lei de Eficiência Energética, nº10.295/2001, que dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia. Nesse contexto algumas instituições se destacam em suas atuações, entre elas, o MME, Eletrobrás, Petrobras, Aneel e Inmetro. [De Souza, 2009]

### **2.1. Programas de Eficiência Energética<sup>1</sup>:**

A década de setenta é o ponto crucial para o início das medidas de eficiência energética no Brasil e no mundo, motivadas pela crise dos preços do petróleo as mesmas foram surgindo aos poucos. Iniciando assim medidas de incentivos fiscais, descontos tarifários para aquisição de equipamentos mais eficientes.

Na década subsequente, em inúmeros países, surgiram medidas de otimização energética, tanto com Gerenciamento do Lado da Demanda quanto com Planejamento Integrado de Recursos. Nesse momento nos Estados Unidos, Canadá e Dinamarca ocorreu um processo de busca de novas fontes para expansão da oferta de energia. E, por fim, completando os anos oitenta, verificou-se nos Estados Unidos o surgimento de métodos de regulação tarifária por incentivos, que almejavam compartilhar, entre concessionárias monopolistas e seus consumidores, eventuais benefícios associados à melhora no desempenho econômico destas concessionárias. Diante deste contexto, consagraram-se legislações estabelecendo níveis mínimos de eficiência obrigatórios para equipamentos, veículos e prédios, por meio de programas de etiquetagem.

Surgiram na década de noventa, iniciativas para modificar a estrutura institucional dos setores elétricos e de gás canalizado por todo o mundo, de modo que ambientes competitivos fossem criados nas etapas de produção/importação e comercialização de eletricidade e gás natural. Isso influenciou o surgimento de alguns programas em eficiência energética que promoveram transformação de mercado. Ocorreram acordos voluntários entre classes de consumidores e governos, com o intuito de aumento da conservação de energia. Foi nesse período que surgiu intensa participação e incentivo às empresas prestadoras de serviços de energia – ESCOs - e a celebração de contratos de desempenho entre estas e seus clientes.

A atual década é marcada pela expansão do uso de leilões de eficiência energética, movimento iniciado na década de noventa, nos mercados atacadistas de energia elétrica e de gás natural. Nos Estados Unidos, leilões começaram a serem utilizados para implantar novos programas de eficiência energética. Leilões pela demanda, como são conhecidos nos EUA,

---

<sup>1</sup> Esse tópico do trabalho é usado como referência o artigo “Reflexões sobre os principais programas de eficiência energética existentes no Brasil” de Hamilton Moss de Souza, publicado na Revista brasileira de energia.

envolvem, em geral, ofertas de projetos de eficiência energética recomendados e implementados por clientes dos setores comercial e industrial de empresas concessionárias, em alguns casos via ESCOs.

No Brasil a consistência de programas nacionais que combinem adesões voluntárias com legislação compulsória, e um suporte proporcionado pelos recursos decorrentes das receitas das concessionárias, fez do País referência internacional no que diz respeito a programas de eficiência energética.

No caso brasileiro, o governo optou em utilizar suas empresas estatais – Eletrobrás e Petrobrás – para executar os dois programas nacionais de conservação de energia e a ANEEL para supervisionar o Programa de Eficiência Energética (PEE), executado pelas concessionárias distribuidoras de eletricidade no País. A etiquetagem de equipamentos constitui-se em outro vigoroso instrumento de que o Brasil faz uso para a promoção da eficiência energética, complementados pela distinção promovida pelos Selos Procel e Conpet.

Diversos mecanismos de promoção a eficiência energética e conservação de energia oriundos do apoio e incentivo do Ministério de Minas e Energia, tanto do ponto de vista de leis e decretos que regulamentam a matéria, quanto de programas. Nos subtópicos abaixo serão explicitados os principais programas.

#### **2.1.1. Lei N° 9.478, de 6 Agosto de 1997:**

A Lei n° 9.478, de 6 de agosto de 1997, restabelece os princípios e objetivos da “Política Energética Nacional” que define, em seu artigo 1º, a competência do Estado brasileiro quanto à proteção ao meio ambiente e à promoção da conservação de energia, dentre outros assuntos. Esta lei instituiu o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE. Entre outras competências, o CNPE deve “Promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do País”. Para o exercício de suas atribuições, o “CNPE contará com o apoio técnico dos órgãos reguladores do setor energético”, onde vemos uma premissa para a atuação de Agências Reguladoras como Aneel (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

#### **2.1.2. Lei N° 9.991, de 24 de Julho de 2000:**

A Lei n° 9.991, de 24 de julho de 2000, determina a aplicação do montante de 0,5% da receita operacional líquida – ROL – das concessionárias distribuidoras de energia elétrica em projetos de eficiência energética voltados ao uso final.

Esta Lei estabelece ainda os percentuais mínimos para investimento em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico (incluindo eficiência energética) pelas concessionárias de geração, transmissão e distribuição.

Estes recursos são investidos em programas diretos das próprias empresas, ou por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, além de parcela destinada ao MME para estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema

energético, bem como os de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

O objetivo desses programas é demonstrar à sociedade a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Para isso, busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada no âmbito desses programas. Busca-se, enfim, a transformação do mercado de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos racionais de uso da energia elétrica.

Em 28 de março de 2007, a Lei nº 11.465 alterou os incisos I e III do caput do art. 1º da Lei 9.991, de 24 de julho de 2000, prorrogando, até 31 de dezembro de 2010, a obrigação de as concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica aplicarem, no mínimo 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida em programas de eficiência energética no uso final.

### **2.1.3. Lei Nº 10.295 de 17 de Outubro de 2001 e o Decreto de Nº 4.059, de Dezembro de 2001:**

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, também conhecida como a “Lei de Eficiência Energética” (regulamentada pelo Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001), estabelece o procedimento para a adoção de “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País”. A Lei prevê, ainda, a evolução dos níveis por meio de programa de metas, específico para cada equipamento.

São estabelecidos prazos diferenciais para fabricação e importação, e para comercialização. Já foram regulamentados os índices mínimos para motores elétricos trifásicos, lâmpadas fluorescentes compactas, refrigeradores e congeladores, condicionadores de ar, fogões e fornos a gás, e aquecedores de água a gás. A regulamentação desses equipamentos, considerando-se a etiquetagem e o Selo PROCEL, possibilita uma economia anual estimada em 4 TWh (Eletrobrás/Procel, 2009).

O Decreto nº 4.059, que define os procedimentos e as responsabilidades para o estabelecimento dos indicadores e dos níveis de eficiência energética, instituiu o Comitê Gestor de Indicadores e de Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, composto pelo Ministério de Minas e Energia - MME, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, um representante de universidade e um cidadão brasileiro, especialistas em matéria de energia, com mandatos de dois anos. A Lei nº 10.295/2001 veio preencher uma lacuna importante não abordada em regulamentações anteriores e, ao mesmo tempo, contribuir para estruturar o combate ao desperdício de energia no Brasil.



Para a implementação da Lei de Eficiência Energética foi elaborado e aprovado pelo CGIEE um Plano de Trabalho, cuja referência foi a experiência do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE. O grande avanço trazido pela Lei foi tornar compulsórios os limites mínimos de eficiência energética, sendo que todos os fabricantes e importadores de aparelhos consumidores de energia passaram a ser obrigados a adotar medidas para que fossem obedecidas as regulamentações específicas estabelecidas por meio de Portarias Interministeriais. Os primeiros equipamentos selecionados pelo CGIEE para serem regulamentados foram os motores elétricos de indução trifásicos, cujo Comitê Técnico foi criado por ocasião da primeira reunião formal do CGIEE. Assim, em 11 de dezembro de 2002 foi publicada a primeira regulamentação referenciada pela Lei de Eficiência Energética, o Decreto nº 4.508, que define os níveis mínimos de eficiência energética de motores elétricos trifásicos de indução rotor gaiola de esquilo, de fabricação nacional ou importados, para comercialização ou uso no Brasil.

Desde então, o CGIEE criou os seguintes comitês técnicos (CGIEE, 2008):

- a) Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País - GT- Edifica, criado em 13 de dezembro de 2002, e composto pelo Ministério de Minas e Energia, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério das Cidades, Ministério da Ciência e Tecnologia, PROCEL, CONPET, Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CONFEA, Instituto dos Arquitetos do Brasil -IAB e representante da Academia.
- b) Comitê Técnico de Sistemas de Iluminação, aprovado em 12 de fevereiro de 2004, e composto pelo Ministério de Minas e Energia – MME, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, pelo Centro de Pesquisa em Energia Elétrica – CEPEL e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL/ELETROBRÁS.
- c) Comitê Técnico de Condicionadores de Ar, aprovado em 12 de fevereiro de 2004, e composto pelo Ministério de Minas e Energia – MME, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, pelo Centro de Pesquisa em Energia Elétrica – CEPEL e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL/ELETROBRÁS.
- d) Comitê Técnico de Refrigeradores e Congeladores, aprovado em 12 de fevereiro de 2004, e composto pelo Ministério de Minas e Energia – MME, pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, pelo Centro de Pesquisa em Energia Elétrica – CEPEL e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia – PROCEL/ELETROBRÁS.
- e) Comitê Técnico de Aquecedores de Água a Gás, criado em 14 de dezembro de 2005, e composto pelo Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural - CONPET/PETROBRÁS, que o preside, pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras - CENPES, pelo Instituto Nacional de Tecnologia - INT, pelo Instituto de Pesquisas

Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

- f) Comitê Técnico de Fogões e Fornos, criado em 14 de dezembro de 2005, e composto pelo Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural - CONPET/PETROBRÁS, que o preside, pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello da Petrobras - CENPES, pelo Instituto Nacional de Tecnologia - INT, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

A implementação da Lei de Eficiência Energética objetiva promover transformações estruturais no mercado dos equipamentos consumidores de energia. Pretende-se, com ela, disponibilizar para o mercado consumidor, a médio e longo prazo, produtos com inovações tecnológicas induzidas pela eficiência energética. O estabelecimento dos níveis máximos de consumo específico de energia e a evolução dos Programas de Metas possibilitam, na prática, o desenvolvimento e implementação de tais avanços.

Outras áreas de interesse público beneficiam-se com os resultados da implementação de Lei de Eficiência Energética, tais como a diminuição do consumo de água e economia com materiais de construção. Além disso, o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos térmicos e eletro-eletrônicos produzidos no Brasil, deverá torná-los mais competitivos no mercado externo.

Por fim, a Lei de Eficiência Energética também traz benefícios diretos ao meio ambiente, pela adoção de equipamentos eficientes livres de gases que agridem a camada de ozônio, ou com a redução da emissão de gases de efeito estufa. Devemos levar também em consideração que a economia de energia proporcionada pela implementação da Lei evitará significativos investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia, no horizonte de longo prazo.

No curto e médio prazos, vislumbram-se como próximos objetivos do CGIEE a regulamentação dos seguintes equipamentos: Lâmpadas a Vapor de Sódio; Lâmpadas Fluorescentes Tubulares; Reatores Eletromagnéticos para Lâmpadas Fluorescentes Tubulares; Reatores Eletromagnéticos para Lâmpadas a Vapor de Sódio; Set Top Box para TV a Cabo e Digital; Máquinas de Lavar e Ventiladores de Teto.

#### **2.1.4. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL:**

Criado em 1985, coordenado pelo MME e operacionalizado pela Eletrobrás, o PROCEL foi convertido em Programa de Governo por meio de Decreto em 1991. O Programa é constituído por diversos subprogramas, dentre os quais se destacam ações nas áreas de iluminação pública, industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, gestão energética municipal, informações, desenvolvimento tecnológico e divulgação. As ações de marketing, notadamente a Etiquetagem, o Selo e o Prêmio PROCEL, são responsáveis por cerca de 98% dos resultados do Programa.

O Programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão - RGR - fundo federal constituído com recursos das concessionárias, proporcionais ao investimento de cada uma. Utiliza, também, recursos de entidades internacionais.

#### **2.1.5. Programa Nacional da Racionalização do uso dos Derivados do petróleo e do gás natural – CONPET:**

O CONPET é um Programa do Ministério de Minas e Energia, cuja Secretaria Executiva é exercida pela Petrobras, cabendo a esta empresa fornecer recursos técnicos, administrativos e financeiros ao Programa. A Gerência Executiva de Desenvolvimento Energético / Suporte ao CONPET é o órgão da Companhia que exerce a função de Secretaria Executiva do CONPET, sendo responsável por elaborar projetos, operacionalizar as estratégias, promover a articulação institucional e divulgar as ações do Programa.

O CONPET foi instituído por Decreto em 1991, como Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. Seu principal objetivo é incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária.

O programa, com o apoio da Petrobras, estabelece convênios de cooperação técnica e parcerias com órgãos governamentais, não-governamentais, representantes de entidades ligadas ao tema e também organiza e promove projetos. As ações do programa para racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural contribuem na articulação de estratégias econômicas, ambientais e institucionais.

#### **2.1.6. Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE:**

O PBE resultou do Protocolo firmado em 1984 entre o então Ministério da Indústria e do Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE, com a interveniência do Ministério das Minas e Energia.

O Programa Brasileiro de Etiquetagem visa prover os consumidores de informações que lhes permitam avaliar e aperfeiçoar o consumo de energia dos equipamentos eletrodomésticos, selecionar produtos de maior eficiência em relação ao consumo, possibilitando economia nos custos de energia. Para isto, o PBE atua através de etiquetas informativas, com o objetivo de alertar o consumidor quanto à eficiência energética de alguns dos principais eletrodomésticos nacionais.

O Programa incentiva a melhoria contínua do desempenho dos eletrodomésticos, buscando otimizar o processo de qualidade dos mesmos. Isso estimula a competitividade do mercado, já que, a cada nova avaliação, a tendência é que os fabricantes procurem atingir níveis de desempenho melhores em relação à avaliação anterior. Cada linha de eletrodoméstico possui sua própria etiqueta, apresentando as características técnicas de cada produto.

A adesão ao Programa é voluntária, em primeira instância, convertendo-se em obrigatória quando o mercado evolui, consoante a maturidade observada em cada segmento. Até o presente momento, há mais de 40 equipamentos etiquetados.

### **2.1.7. Os Fundos Setoriais:**

Em 31 de julho de 1969, foi criado o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT – pelo Decreto-Lei n.º 719, com o objetivo de dar apoio financeiro a programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico nacionais. Sua constituição foi pensada de modo flexível, podendo receber recursos orçamentários, provenientes de incentivos fiscais, de empréstimos de instituições financeiras ou de outras entidades, de contribuições e doações de entidades públicas e privadas e recursos de outras fontes. Em 1971, o Decreto n.º 68.784 definiu que a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, criada em 1967, tornou-se Secretaria Executiva do FNDCT.

No final da década de 1990, o Brasil enfrentava desafios em ciência, tecnologia e inovação que comprometiam seu desenvolvimento. Percebia-se a necessidade da ampliação da estrutura de produção de ciência, tecnologia e inovação, de criação de sinergia entre a universidade e o setor empresarial, de incentivos à pesquisa e desenvolvimento para o setor empresarial e de fomento ao desenvolvimento tecnológico em bases competitivas e sustentáveis. Ademais, inexistia uma política de ciência e tecnologia claramente definida e de longo prazo que viabilizasse o estabelecimento de um novo padrão de financiamento para a inovação tecnológica e que tivesse foco nas áreas críticas e na busca de resultados efetivos.

A partir dessa percepção e das dificuldades fiscais enfrentadas pelo País, foi delineado, pelo governo federal, um modelo de financiamento das atividades de ciência e tecnologia com receitas provenientes de novas fontes.

Nesse cenário, os Fundos Setoriais foram criados com o objetivo de financiar projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil e contribuir para a expansão nacional em ciência, tecnologia e inovação.

Alguns destes Fundos Setoriais são pertinentes ao Setor Energético. Dentre os Fundos Setoriais existentes, aqueles mais diretamente relacionados ao tema energia são o de Energia (CT-Energ), o de Recursos Hídricos (CT-Hidro), o Mineral (CT-Mineral) e o de Petróleo e Gás Natural (CT-Petro). Este mecanismo tem por objetivo atender ao desenvolvimento dos respectivos setores, e pode ser utilizado para o fomento ao desenvolvimento de tecnologias para a promoção da eficiência energética, como é o caso, por exemplo, do CT-Energ.

Criado através da Lei n.º 9991 de 24 de junho de 2000 e regulamentado pelo decreto n.º 3867 de 16 de julho de 2001, o Fundo Setorial de Energia (CT-ENERG) tem como objetivo fundamental o financiamento de atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, bem como de projetos que busquem o aumento da eficiência no uso final de energia.

No que se refere ao Setor Elétrico Nacional, a Lei n.º 9991/00, complementada pela Lei n.º 10.848/04, exige, especificamente de todas as empresas de geração e transmissão que o compõe, a aplicação de 1% de suas Receitas Operacionais Líquidas em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento, assim distribuídos: (i) 0,2% destinado à Empresa de Pesquisa Energética – EPE; (ii) 0,4% destinado ao Fundo Setorial de Energia – CT-ENERG; e (iii) 0,4% aplicado pelas próprias empresas, sendo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, legalmente, o Agente responsável pelas aprovações dos projetos, a partir de regulamentação específica.

O modelo de gestão concebido para os Fundos Setoriais é baseado na existência de Comitês Gestores, que são presididos pelo representante do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT - e integrados por representantes dos Ministérios afins, Agências Reguladoras, setores acadêmicos e empresariais, além das agências do próprio MCT, como a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP - e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq. Os Comitês Gestores têm a prerrogativa legal de definir as diretrizes, ações e planos de investimentos.

Os instrumentos de convocação de propostas são lançados pelas agências de fomento, CNPq ou FINEP, que podem ser classificados como Edital ou Chamada Pública, Carta-Convite e Encomenda.

#### **2.1.8. Proesco:**

Em 19 de maio de 2006, o BNDES aprovou o PROESCO, programa destinado a financiar projetos de eficiência energética. O Programa visa apoiar a implementação de projetos que comprovadamente contribuam para a economia de energia, com focos de ação em iluminação, motores, otimização de processos, ar comprimido, bombeamento, ar-condicionado e ventilação, refrigeração e resfriamento, produção e distribuição de vapor, aquecimento, automação e controle, distribuição de energia e gerenciamento energético. A linha de financiamento contempla ainda os usuários finais de energia, interessados em financiar a compra de equipamentos eficientes. Executado nos mesmos padrões e na linha dos projetos de defesa ambiental, o PROESCO abre uma linha de crédito de R\$ 100 milhões para fazer frente a até 80% do valor total dos projetos. São financiáveis pelo PROESCO: estudos e projetos; obras e instalações; máquinas e equipamentos; serviços técnicos especializados; sistemas de informação, monitoramento, controle e fiscalização.

#### **2.1.9. Plano Nacional de Mudanças do Clima – PNMC:**

Em novembro de 2007, foi promulgado o Decreto Presidencial n° 6.263/2007, pelo qual o governo federal criou, em caráter permanente, o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e seu Grupo Executivo (GEx), com a função de elaborar a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

Valendo-se do apoio do MME, e de outros Ministérios, o PNMC visa incentivar o desenvolvimento e aprimoramento de ações de mitigação no Brasil, colaborando com o

esforço mundial de redução das emissões de gases de efeito estufa, bem como objetiva a criação de condições internas para lidar com os impactos das mudanças climáticas globais.

As medidas mitigadoras, bem como as medidas de adaptação e o desenvolvimento de pesquisas, citados no PNMC, visam ao alcance dos principais objetivos específicos mencionados a seguir:

- Fomentar aumentos de eficiência no desempenho dos setores da economia na busca constante do alcance das melhores práticas.
- Buscar manter elevada a participação de energia renovável na matriz elétrica, preservando posição de destaque que o Brasil sempre ocupou no cenário internacional.
- Fomentar o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz de transportes nacional e, ainda, atuar com vistas à estruturação de um mercado internacional de biocombustíveis sustentáveis.
- Buscar a redução sustentada das taxas de desmatamento, em sua média quadrienal, em todos os biomas brasileiros, até que se atinja o desmatamento ilegal zero.
- Eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil, até 2015.
- Fortalecer ações intersetoriais voltadas para redução das vulnerabilidades das populações.
- Procurar identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos sócio-econômicos de adaptação do País.

O Plano Nacional de Mudança do Clima está estruturado em quatro eixos: oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; educação, capacitação e comunicação.

Neste contexto, o PNMC se utilizará de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL, especialmente do MDL programático, para estimular a implementação de ações e programas nacionais de eficiência energética, o que propiciará o surgimento de incentivos para a produção e a comercialização de equipamentos mais eficientes.

São consideradas no PNMC, dentre as tecnologias e práticas de mitigação por setor, as mais relevantes ações para os seguintes setores: Setor de Energia; Setor de Transportes; Setor de Edificações; Setor de Indústria; Setor Agrícola; Setor de Silvicultura/Florestas; Setor de Resíduos.

O PNMC destaca, para o setor de Energia, entre outras, ações correlatas à Eficiência Energética que são denominadas “Ações em Implantação”, onde se destaca Ações para “Redução de Consumo de Energia”, nesse caso ações já comentadas neste trabalho, tais como: Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE; Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL; Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural – CONPET; Programas de Eficiência Energética das Concessionárias Distribuidoras – PEE; Lei da Eficiência Energética.

O PNMC enfatiza, ainda, para o setor de Energia, ações que são denominadas “Ações em Fase de Concepção” onde são realçados: o Programa de Etiquetagem Veicular; o Programa de Incentivo ao Uso de Aquecimento Solar de Água; os Decretos de Compras Públicas Eficientes; a Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

## 2.2. Consumo Energético Nacional:

É sabido que o consumo energético nacional é crescente, fazendo com que se exista a necessidade de criação de novas alternativas energéticas, de acordo com o Balanço Energético Nacional 2010, tem-se que o consumo energético nacional de 1970 até 2009 é representado pelo gráfico da Figura 1.

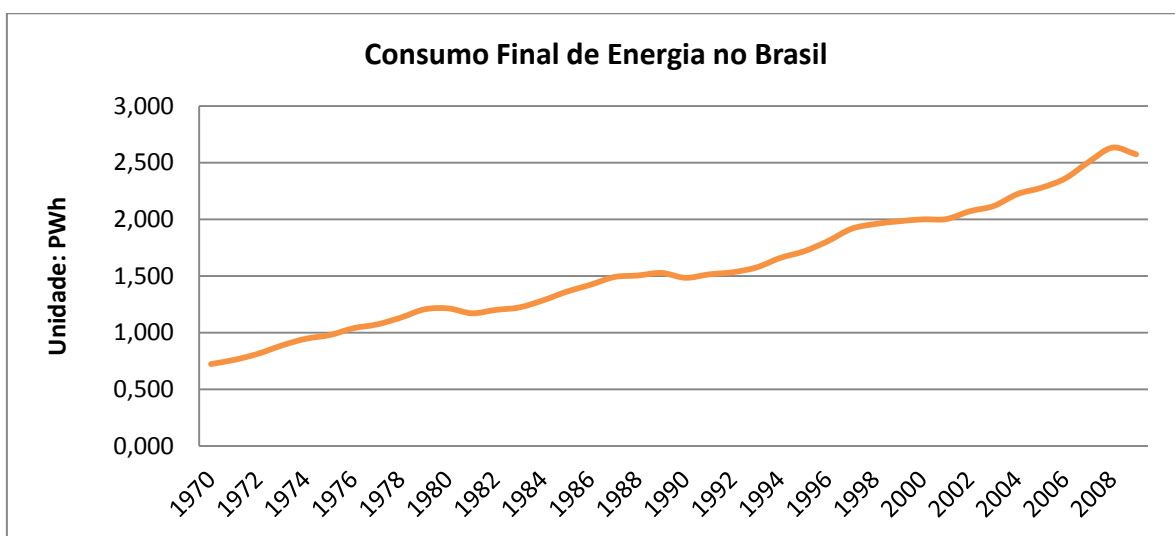
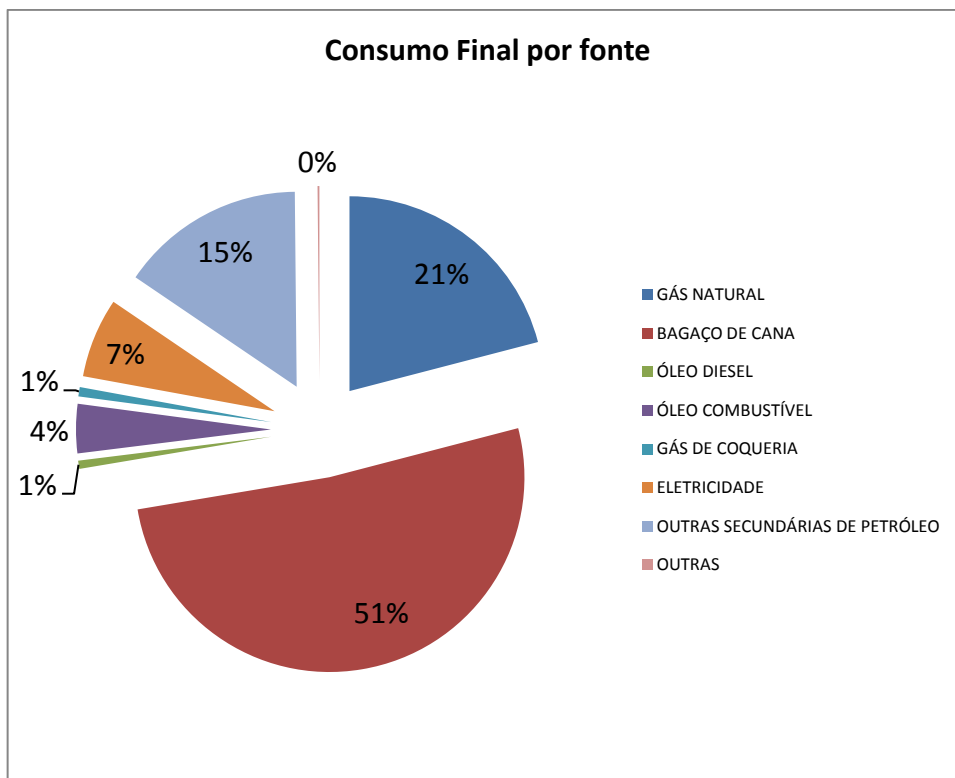


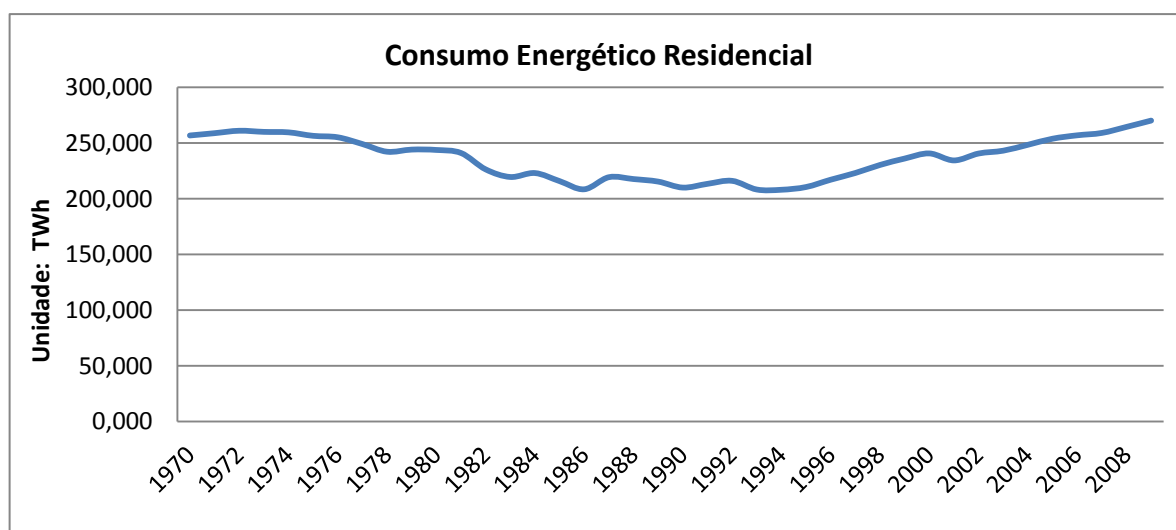
Figura 1: Consumo Final de Energia [EPE, 2010]

Dos quais, as fontes energéticas podem ser divididas conforme ilustra o gráfico da Figura 2.



**Figura 2: Consumo Energético final por fonte [EPE, 2010]**

Desse consumo, algo em torno de 250 TWh representa a fração do consumo residencial de energia, de acordo com [EPE, 2010], conforme ilustra o gráfico da Figura 3.

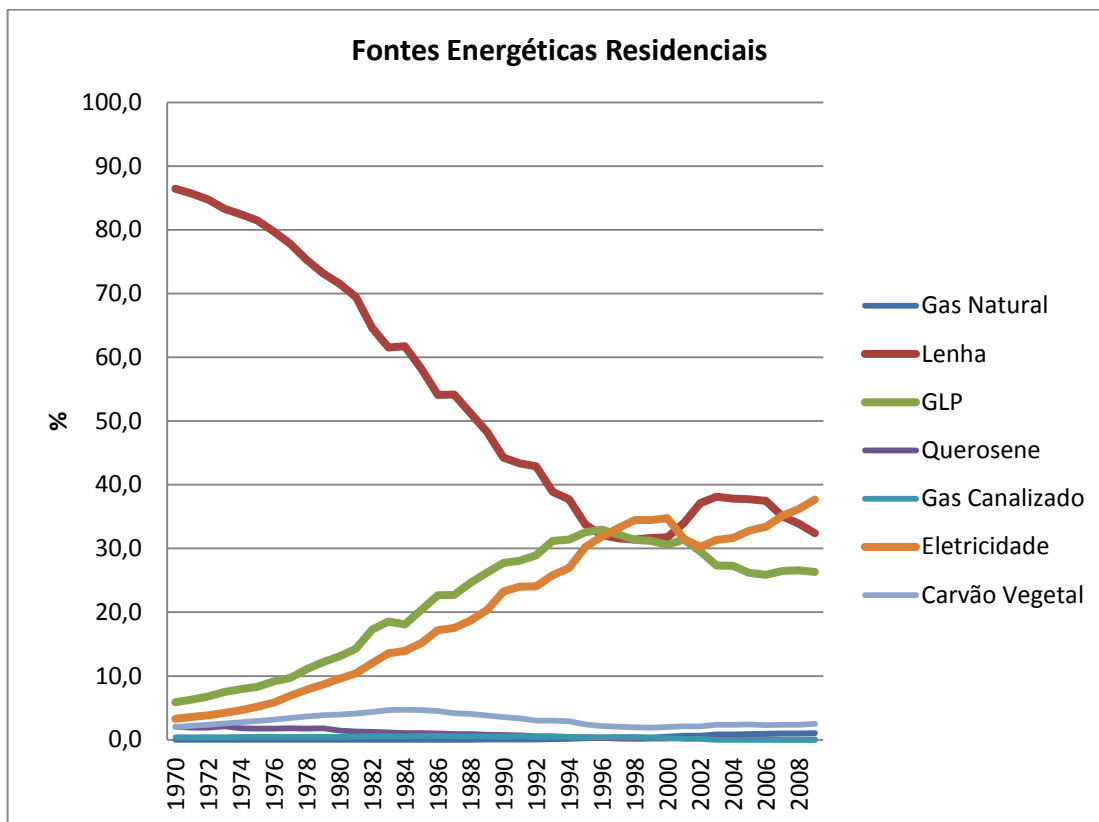


**Figura 3: Consumo Energético Residencial [EPE, 2010]**

Desta forma, é perceptível que o consumo energético residencial permaneceu quase que constante durante o período analisado (de 1970 à 2009), apesar de ser evidente que o aumento populacional acarretou um aumento significativo do número de residências, fazendo com que se fosse esperado um aumento do consumo, em contra partida ao aumento de consumidores residenciais ocorre também uma alteração significativa das fontes energéticas nesse setor, fazendo com que a lenha, por exemplo, responsável por 86,5% da energia no setor



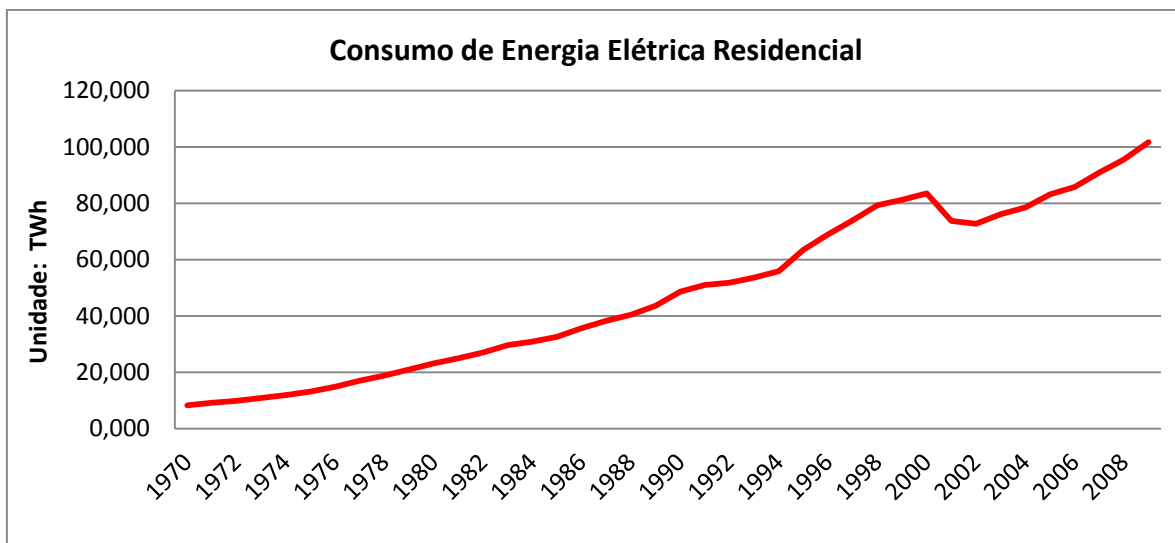
em 1970 caísse para 32,4% em 2009. Enquanto a energia elétrica era responsável por 3,3% em 1970, passou a ser responsável por 37,7%. Esse efeito pode ser ilustrado no gráfico da Figura 4.



**Figura 4: Fontes Energéticas Residenciais [EPE, 2010]**

Em outras palavras, a própria substituição de fontes energéticas menos eficientes por fontes mais eficientes garantiram a manutenção do consumo de energia no setor residencial brasileiro.

Um dos fatores que motivam esse trabalho é o crescimento do uso da eletricidade, (mostrado o gráfico da Figura 5) para suprir as necessidades residenciais, de tal sorte que um uso mais eficiente da energia elétrica proporcione uma manutenção e quiçá uma redução do consumo energético residencial.



**Figura 5: Consumo de Energia Elétrica Residencial [EPE, 2010]**

Percebe-se, que se analisada a curva de consumo de energia elétrica residencial, no ano de 2001, quando foi criada a Lei de Conservação e Uso Racional de Energia, ocorre um perceptível decaimento da tendência de crescimento, provando assim a eficiência de políticas públicas que regulamentam os padrões de eficiência energética.

Nesse contexto da matriz energética nacional se formaliza esse trabalho, como uma busca de se estabelecer uma pesquisa que fortaleça a uma vertente de controle da curva de crescimento do consumo de energia elétrica residencial.

### **2.3. Distribuição do Consumo Residencial:**

Para se criar um modelo de eficiência energética residencial é demasiado importante saber quais são as fontes do consumo final desse setor, sendo assim, deve-se entender e caracterizar os equipamentos elétricos mais comumente utilizados no setor brasileiro. Esse tópico busca destacar características do consumo residencial nacional, assim como indagar a influência de cada equipamento no consumo de energia elétrica residencial.

#### **2.3.1. Ar Condicionado:**

Basicamente, a finalidade do ar condicionado é extrair o calor de uma fonte quente, transferindo-o para uma fonte fria. Isto é possível através do sistema evaporador e condensador.

Em síntese um aparelho ar condicionado têm:

- Ventilador elétrico, para forçar a passagem do ar. Comumente, utiliza-se um motor com eixo duplo, sendo numa extremidade, colocado um ventilador do evaporador e noutra o ventilador do condensador.
- Grupo Refrigerador consta de compressor, evaporador e condensador. O seu funcionamento e características do ciclo de refrigeração são os mesmos já explicados anteriormente, conforme ilustra a figura 6.

- Termostato tem por finalidade manter o ambiente à temperatura desejada, interrompendo somente o funcionamento do compressor, deixando o ventilador funcionando como circulador e renovador do ar. O bulbo do termostato deve ser colocado em contato com o ar ambiente que é aspirado pelo ventilador.

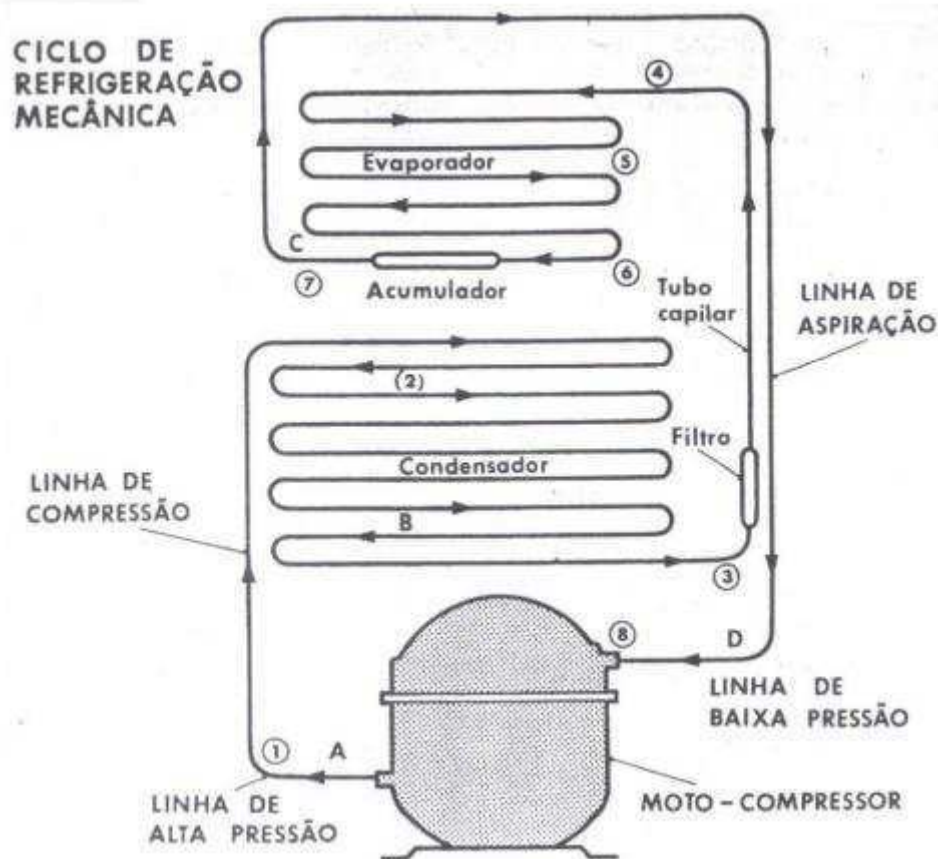


Figura 6: Ciclo de Refrigeração mecânica

De acordo com o site do Procel, o critério utilizado para determinar a categoria da etiqueta de um aparelho ar condicionado é a eficiência térmica, desta forma, feitas as devidas alterações pode-se construir a tabela 1.

Na tabela citada, de acordo com a potência térmica (em BTU) qual deve ser a potência elétrica mínima (em Watts) para que o aparelho seja inserido em cada categoria.

Tabela 1: Classificação de Etiqueta para Condicionador de Ar

Categoria	Potência elétrica (W)							
	5000 BTU	9000 BTU	10000 BTU	13000 BTU	15000 BTU	18000 BTU	21000 BTU	30000 BTU
A	504	907	971	1263	1533	1840	2184	3121
B	547	985	1055	1372	1630	1956	2351	3359
C	594	1069	1146	1490	1732	2079	2525	3607
D	646	1163	1248	1623	1841	2209	2714	3877
E	705	1269	1358	1765	1964	2357	2919	4171

Fonte: PROCEL.

### 2.3.2. Refrigerador:

Assim como o ar condicionado o princípio do refrigerador é extrair o calor de uma fonte quente e transferir para uma fonte fria. O princípio físico e os componentes são, em síntese, iguais ao de um ar condicionado, fazendo assim desnecessária a explicação sobre esse funcionamento desse equipamento.

De acordo com o site da Procel não é claro o critério utilizado para classificar a um refrigerador, é apenas mostrado a quantidade de aparelhos em cada classe, dessa forma não é mostrado nesse trabalho a tabela de classificação de etiquetas.

### 2.3.3. Congelador:

O princípio de funcionamento de congelador é exatamente igual ao do refrigerador, apenas com a ressalva de que o mesmo tem capacidade de atingir temperaturas mais baixas. Novamente, como no caso do refrigerador as informações da Procel não são muito claras e classificação de etiquetas também não é mostrada nesse trabalho.

### 2.3.4. Chuveiro Elétrico:

O princípio de funcionamento de um chuveiro elétrico é bastante simples, é apenas uma resistência elétrica, geralmente feita de uma liga de níquel e cromo, material de alta resistividade. De acordo com o site da Procel, a classificação da etiqueta de chuveiros elétricos é definida com a potência consumida, conforme mostra a tabela 2.

**Tabela 2: Classificação de Etiqueta para Chuveiro Elétrico**

<b>Categoria</b>	<b>Potência Elétrica (W)</b>
<b>A</b>	2400
<b>B</b>	3500
<b>C</b>	4600
<b>D</b>	5700
<b>E</b>	6800
<b>F</b>	7900

Fonte: PROCEL.

Para esse aparelho, uma crítica pode ser feita ao método utilizado pelo Procel para discriminar os chuveiros elétricos. A classificação é feita com base na potência consumida pelo aparelho, sendo assim nenhuma análise de eficiência é feita. Desta forma, o design, sistema de troca de calor e materiais utilizados não interferem na classificação do aparelho. Assim, um aparelho que tenha um sistema mais arrojado caso consuma mais energia que um aparelho mais simples vai ter uma classificação pior.

### 2.3.5. Máquina de Lavar Roupas:

Uma máquina de lavar roupas consome energia elétrica basicamente para duas alimentar duas partes, uma bomba que serve para abastecer e drenar a água do tanque e um motor elétrico que insere movimento a esse tanque.

De acordo com o Procel, o critério utilizado para discriminar a categoria das máquinas de lavar roupas é um índice de eficiência que relaciona a potência consumida pelo aparelho com sua carga pela quantidade de ciclos do mesmo (em kWh/kg/ciclo), conforme ilustra a tabela 3.

**Tabela 3: Classificação de Etiqueta para Máquina de Lavar Roupas**

<b>Categoria</b>	<b>Índice de eficiência energética (kWh/kg/ciclo)</b>
<b>A</b>	0,031
<b>B</b>	0,035
<b>C</b>	0,039
<b>D</b>	0,043
<b>E</b>	0,047

Fonte: PROCEL.

### 2.3.6. Televisão:

Dentro desse contexto é importante saber a diferença entre os principais tipos de televisores, são eles CRT, LCD e Plasma.

CRT é a abreviação de Cathode Ray Tube. Dentro dele, um feixe de elétrons é projetado por um canhão sobre um tela de vidro, recoberta por um composto contendo fósforo. Este material torna-se luminoso ao ser estimulado pelos elétrons e assim permite que a luz seja vista do outro lado do vidro. Eletro-ímãs colocados no percurso do feixe, controlados eletronicamente, fazem com que o mesmo descreva uma trajetória em forma de linhas horizontais formando a imagem do vídeo.

LCD é abreviação de Liquid Cristal Display. Seu princípio de funcionamento baseia-se na polarização da luz combinada com a propriedade de alguns tipos de cristais, de desviar em maior ou menor grau a trajetória dessa luz conforme recebam maior ou menor carga de eletricidade.

Plasma é O princípio de funcionamento dessas telas é muito simples: cada píxel (célula individual de imagem na tela) é uma lâmpada fluorescente (dessas comuns, de tubo) microscópica. Cada célula dessas é preenchida por um gás que emite radiação ultravioleta ao receber estímulo elétrico. Essa radiação atinge as paredes da célula, revestidas internamente por um composto de fósforo que produz então a luz visível.

Segundo o site da Procel, o critério utilizado para classificar os aparelhos televisores é a potência consumida quando o aparelho está em modo *stand by*, conforme ilustra a tabela 4.

**Tabela 4: Classificação de Etiqueta para Televisores**

<b>Categoria</b>	<b>Percentual da potência consumida em modo Stand by</b>
<b>A</b>	Menos de 1%
<b>B</b>	Entre 1% e 3,2%
<b>C</b>	Entre 3,2% e 5,4%
<b>D</b>	Entre 5,4% e 7,8%

Fonte: PROCEL.

O critério utilizado para esse caso não é o mais indicado para determinar eficiência energética, porém devido aos diversos tipos, modelos e características diferentes é difícil determinar um bom critério.

### **2.3.7. Lâmpadas:**

O entendimento da escolha das lâmpadas passa por uma palavra chave, eficiência luminosa, descrita como a relação dos lumens emitidos pela lâmpada para cada watt consumido, e lumens por sua vez é a unidade de fluxo luminoso [CREDER, 2007]

Por sua vez, fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido de 1 esferorradiano por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela em todas as direções. [CREDER, 2007]

De uma maneira geral, as lâmpadas mais comumente utilizadas em instalações residenciais são lâmpadas halógenas, diodo emissor de luz (LED), lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas fluorescentes tubulares e lâmpadas incandescentes, sendo as três últimas mais amplamente utilizadas.

O critério utilizado pelo Procel é a própria eficiência luminosa, pois é realmente o melhor critério. Porém não é muito clara as faixas de valores utilizadas para a classificação. Analisando os resultados, mostrados pelo Procel, é possível determinar que todas as lâmpadas incandescentes são classificadas como G, F, E e D.

### **3. Metodologia:**

A metodologia para a realização desse trabalho pode ser dividida em quatro etapas, sendo elas futuramente enumeradas no decorrer desse tópico, de tal sorte que se facilite o entendimento do trabalho nos capítulos subsequentes.

A primeira etapa do trabalho consiste em uma análise e pesquisa sobre a atual conjuntura das casas brasileiras, criando assim um modelo de casa padrão, sendo determinados desta forma quais equipamentos elétricos estão incluídos na casa padrão e em quais quantidades. Sendo assim, torna-se viável o estudo da sua substituição.

A referência utilizada para se determinar o modelo residencial brasileiro foi a Nota Técnica DEA 14/10 intitulada “*Avaliação da eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)*”, produzida pela EPE. Neste documento, entre outras coisas, é informada a quantidade média de sete dos principais equipamentos elétricos de uso residencial no Brasil (refrigerador, congelador, ar condicionado, televisor, maquina de lavar roupas, chuveiro elétrico e lâmpadas) , assim como o consumo por equipamento anual de cada aparelho. Dessa forma é possível encontrar um valor médio de consumo de energia por aparelho por residência e esse valor foi à base utilizada para determinação do modelo residencial atual.

De maneira heurística, utilizando como base o valor obtido na Nota Técnica mencionada e os valores de potência para aparelhos ditos no site da Eletrobrás é criada a chamada situação atual, que representa a distribuição do consumo entre modelos de aparelhos distintos.

A segunda etapa do trabalho é uma pesquisa em busca de equipamentos elétricos que executem a mesma função dos equipamentos listados na situação atual, mas que consumam menos energia elétrica da rede, ou seja, apresentem uma melhor eficiência energética.

Para isso foi feita uma pesquisa em catálogos de fabricantes, sites de vendas de produtos e empresas de pesquisa em desenvolvimento de novos produtos.

A terceira etapa consiste em fazer a substituição dos equipamentos elétricos da casa padrão pelos equipamentos elétricos pesquisados, sintetizando desta forma uma casa padrão aplicada a modelos de eficiência energética. Criando assim uma nova situação, com todos cálculos feitos no ambiente MatLab®.

A quarta e ultima etapa do trabalho é a análise dos resultados do ponto de vista da economia de energia, assim como a viabilidade e impactos econômicos dessa substituição.

#### 4. Pesquisa-Referência:

Para ser possível uma análise do consumo energético residencial individual, devem-se estabelecer critérios estatísticos para determinar quantidade de um determinado equipamento eletrodoméstico por domicílio. Para este trabalho, utilizou-se o valor determinado pela Nota Técnica DEA 14/10, intitulada “*Avaliação da eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)*”, neste documento pode-se encontrar a tabela 5, que ilustra a quantidade média de um equipamento eletrodoméstico por domicílio brasileiro.

**Tabela 5: Posse média de equipamentos eletrodomésticos**

Equipamento	Posse Média		
	2010	2014	2019
<b>Ar condicionado</b>	0,20	0,23	0,24
<b>Refrigerador</b>	0,96	1,00	1,00
<b>Congelador</b>	0,19	0,17	0,16
<b>Chuveiro Elétrico</b>	0,84	0,85	0,86
<b>Maquina de Lavar Roupas</b>	0,63	0,67	0,72
<b>Televisão</b>	1,38	1,55	1,77
<b>Lâmpadas</b>	7,55	7,59	7,63

Fonte: EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Nota técnica DEA 14/10: Avaliação da Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019).

A partir desta tabela determinam-se quais equipamentos elétricos serão analisados nesse trabalho: Ar condicionado, Refrigerador, Congelador, Chuveiro Elétrico, Maquina de Lavar Roupas, Televisão e Lâmpadas.

Para o cálculo da demanda individual dos domicílios individuais serão multiplicadas as potências dos equipamentos pelo tempo médio de utilização dos mesmos e pela quantidade média do equipamento por domicílio.

Com intuito de estabelecer uma comparação clara, serão criadas duas situações, a primeira, a atual e uma nova situação. A atual será definida por pesquisa e embasada sempre em informações da EPE, enquanto a nova será alçada de acordo com melhores equipamentos encontrados no mercado.

Para uma análise financeira da economia proposta, utiliza-se nesse trabalho, o valor de 0,38 R\$/kWh, de acordo com o valor médio definido pelo site ANEEL.

##### 4.1. Ar Condicionado:

De acordo com a Nota técnica DEA 14/10, a cada 100 residências têm-se 20 condicionadores de ar e o consumo estimado é de 91,2 kWh/ano, esse valor é obtido considerando uma utilização diária de 8 horas por dia durante quatro meses por ano.



#### 4.1.1. Situação Atual:

O grande fator de influência no consumo energético de um ar condicionado é quantidade de BTU do mesmo, BTU (British Thermal Unit) é uma unidade térmica e 1 Btu é definida como a quantidade de energia necessária para se elevar a temperatura de uma massa de uma libra de água de 59,5° F a 60,5° F, sob pressão constante de 1 atmosfera. Também vale ressaltar os tipos mais comuns de aparelhos condicionadores de ar são o tipo janela e o tipo Split.

Para esse trabalho foram escolhidos 8 tipos de ar condicionados, 3 tipo janela e 5 tipo split, a porcentagem de cada um é definida de acordo com um estudo de penetração de mercado e para fazer condizer com o consumo estimado pela EPE, conforme ilustra a tabela 6.

**Tabela 6: Ar condicionados da situação real**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Ar Condicionado 1</b>	JANELA MENOR QUE 9.000 BTU	30	537
<b>Ar Condicionado 2</b>	JANELA DE 9.000 A 14.000 BTU	20	757
<b>Ar Condicionado 3</b>	JANELA MAIOR QUE 14.000 BTU	10	1558
<b>Ar Condicionado 4</b>	SPLIT MENOR OU IGUAL A 10.000 BTU	20	593
<b>Ar Condicionado 5</b>	SPLIT DE 10.001 A 15.000 BTU	5	807
<b>Ar Condicionado 6</b>	SPLIT DE 15.001 A 20.000 BTU	5	1224
<b>Ar Condicionado 7</b>	SPLIT DE 20.001 A 30.000 BTU	5	1830
<b>Ar Condicionado 8</b>	SPLIT MAIOR QUE 30.000 BTU	5	2830

Conforme já foi mencionado, o calculo é feito considerando uma utilização média de 8 horas por dia, durante 120 dias no ano e considerando também que o compressor trabalha com 50% da sua potência. O resultado de consumo obtido é de 88,4 kWh/ano, algo condizente com o resultado explicitado pela EPE.

Uma observação que pode ser feita é que os valores da Eletrobras para a potência esses aparelhos encontram-se muito abaixo do esperado, visto que todos os valores de potência encontrados classificariam os aparelhos como A e é evidente que isso não é verdade.

#### 4.1.2. Nova Situação:

Feita a pesquisa entre diversos modelos, encontrou-se equipamentos das marcas Samsung, Carrier, Electrolux, Consul, Komenco e LG que atende os padrões de eficiência energética adequados para esse trabalho, desta forma pode-se construir a tabela 7.

**Tabela 7: Ar condicionados da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Ar Condicionado 1</b>	AR CONDICIONADO CONSUL 7.500 BTU	30	530
<b>Ar Condicionado 2</b>	AR CONDICIONADO SAMSUNG 9.500 BTU	20	654
<b>Ar Condicionado 3</b>	AR CONDICIONADO CARRIER 18.000 BTU	10	870
<b>Ar Condicionado 4</b>	AR CONDICIONADO LG 8500 BTU	20	550
<b>Ar Condicionado 5</b>	AR CONDICIONADO KOMECO 12.000 BTU	5	750
<b>Ar Condicionado 6</b>	AR CONDICIONADO CARRIER 18.000	5	870
<b>Ar Condicionado 7</b>	AR CONDICIONADO ELECTROLUX 24.000 BTU	5	1600
<b>Ar Condicionado 8</b>	AR CONDICIONADO KOMECO 30.000 BTU	5	2420

Utilizando a mesma regra de calculo já utilizada pode-se perceber que o novo consumo será de 73,8 kWh/ano que representaria uma economia de 16,6%, ou seja, 5,56 reais.

#### **4.2. Geladeiras:**

Baseando-se na Nota técnica DEA 14/10, a cada 100 residências têm-se 96 geladeiras e o consumo estimado é de 335 kWh/ano, esse valor é obtido considerando uma utilização diária de 10 horas por dia, visto que é descontado o tempo que o compressor encontra-se desligado.

##### **4.2.1. Situação Atual:**

Para as geladeiras, foram discriminados 4 tipos, uma porta convencional, uma porta frost free, duas portas convencional e duas portas frost free. Um fator considerado sobre os mesmos é o aumento de consumo devido ao desgaste do aparelho e no tempo de uso do aparelho, dessa forma foi considerado um aumento de 50% no gasto energético de cada aparelho. Essa distribuição de consumo elétrico é mostrada na tabela 8.

**Tabela 8: Geladeiras da situação atual**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Geladeira 1</b>	GELADEIRA 1 PORTA	0,25	40
<b>Geladeira 2</b>	GELADEIRA 1 PORTA FROST FREE	0,25	60
<b>Geladeira 3</b>	GELADEIRA 2 PORTAS	0,25	72
<b>Geladeira 4</b>	GELADEIRA 2 PORTAS FROST FREE	0,25	84

Conforme já citado, o calculo é feito considerando uma utilização média de 10 horas por dia, o resultado de consumo obtido é de 336,38 kWh/ano, algo condizente com o resultado explicitado pela EPE.

##### **4.2.2. Nova Situação:**

Feita uma pesquisa de mercado foram encontrados três modelos de refrigeradores substitutos, são eles Refrigerador 2 Portas 422 litros BRE51NR Frost Free da Brastemp, Refrigerador 1 porta Paolo Azul 197 litros da Samsung, Refrigerador Frost Free 1 Porta

RFE38 Branco 323 litros da Electrolux. Dessa forma, pode-se reconstruir a tabela 8, gerando a tabela 9.

**Tabela 9: Geladeiras da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Geladeira 1</b>	GELADEIRA 1 PORTA - SAMSUNG	0,25	26,5
<b>Geladeira 2</b>	GELADEIRA 1 PORTA FROST FREE -ELECTROLUX	0,25	37,5
<b>Geladeira 3</b>	GELADEIRA 2 PORTAS FROST FREE - BRASTEMP	0,25	42
<b>Geladeira 4</b>	GELADEIRA 2 PORTAS FROST FREE - BRASTEMP	0,25	42

É importante ressaltar que o acréscimo de consumo considerado anteriormente 50%, agora é considerado 25% pois é suposto que o desgaste devido a depreciação do tempo para geladeiras mais eficientes é menor.

Desta forma, utilizando os mesmos critérios para o calculo do consumo obtém-se o resultado de 162,06 kWh/ano, representando uma economia de 51,8%, ou seja, 66 reais e 22 centavos.

#### **4.3. Congelador:**

A Nota técnica DEA 14/10 mostra que cada 100 residências têm-se 19 congeladores e o consumo estimado é de 98,61 kWh/ano, valor obtido considerando uma utilização diária de 9 horas por dia, visto que é descontado o tempo que o compressor encontra-se desligado.

##### **4.3.1. Situação Atual:**

No caso dos congeladores, foram discriminados 2 tipos de geladeiras, um vertical e outro horizontal. Assim como para as geladeiras, um fator considerado é o aumento de consumo devido ao desgaste do aparelho e no tempo de uso dele, dessa forma foi considerado um aumento de 50% no gasto energético de cada aparelho. Os consumos e proporções são mostrados na tabela 10.

**Tabela 10: Congeladores da Situação atual**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Congelador 1</b>	Normal	0,6	96
<b>Congelador 2</b>	Frost Free - Horizontal	0,4	105

Conforme já citado, o calculo é feito considerando uma utilização média de 9 horas por dia, o resultado de consumo obtido é de 93,25 kWh/ano, algo condizente com o resultado explicitado pela EPE.

##### **4.3.2. Nova Situação:**

Após uma busca por congeladores eficientes foram escolhidos dois modelos, ambos da marca Consul, Freezer Horizontal 1 Porta 213 litros Dupla Ação CHA22C e Freezer Vertical

CVU18 121 litros. Com os valores de potência desses congeladores pode-se construir a tabela 11.

**Tabela 11: Congeladores da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Congelador 1</b>	Freezer Vertical - Consul	0,6	90
<b>Congelador 2</b>	Freezer Horizontal – Consul	0,4	96

É importante ressaltar que, assim como para as geladeiras, o acréscimo de consumo considerado anteriormente 50%, agora é considerado 25% pois é suposto que o desgaste devido a depreciação do tempo para geladeiras mais eficientes é menor.

Desta forma, utilizando os mesmos critérios para o cálculo do consumo obtém-se o resultado de 72,09 kWh/ano, representando uma economia de 22,7%, ou seja, 8 reais e 4 centavos, valores menores que os demais aparelhos eletrodomésticos.

#### **4.4. Chuveiro Elétrico:**

Na Nota técnica DEA 14/10 é informado que a cada 100 residências têm-se 84 chuveiros elétricos e o consumo estimado é de 405,72 kWh/ano, para esse cálculo é considerado que o chuveiro elétrico é utilizado em média 30 minutos por dia e que durante 4 meses sua potência é reduzida pela metade devido ao uso do aparelho na posição verão.

##### **4.4.1. Situação Atual:**

Os chuveiros elétricos foram separados em duas potências diferentes, 4000 W e 4500 W, de tal sorte que se pode construir a tabela 12.

**Tabela 12: Chuveiros Elétricos da situação atual**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Chuveiro Elétrico 1</b>	Convencional	0,8	4000
<b>Chuveiro Elétrico 2</b>	Convencional	0,2	4500

Dessa forma é obtido o valor de consumo de 419,02 kWh/ano, valor próximo ao valor estimado pela EPE.

##### **4.4.2. Nova Situação:**

Para o caso dos chuveiros elétricos foram escolhidos chuveiros da marca Rewatt que utilizam uma tecnologia de aquecimento da água, o princípio básico de funcionamento desse chuveiro é que o calor é reaproveitado através do contato indireto entre a água do banho (quente) com a água da caixa (fria) por meio de um eficiente trocador de calor de alumínio (serpentina), fazendo com que a água da caixa chegue ao chuveiro pré - aquecida, proporcionando assim economia de energia. Sendo assim é possível gerar a tabela 13.

**Tabela 13: Chuveiros Elétricos da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Chuveiro Elétrico 1</b>	Rewatt	0,8	2600
<b>Chuveiro Elétrico 2</b>	Rewatt	0,2	3000

Desta forma, utilizando os mesmos critérios para o cálculo do consumo obtém-se o resultado de 145,12 kWh/ano, representando uma economia de 34,6%, ou seja, 55 reais e 15 centavos.

#### **4.5. Máquina de Lavar Roupas:**

A nota técnica DEA 14/10 afirma que a cada 100 residências têm-se 63 máquinas de lavar roupas e o consumo estimado é 42,84 kWh/ano para se obter esse valor é considerado uma utilização de 12 horas por mês.

##### **4.5.1. Situação Atual:**

A potência média de uma máquina de lavar roupas, segundo o Procel, é de 147 W, caso sejam feitos os cálculos de consumo será obtido o valor de 13,52 kWh/ano o resultado é muito aquém do estimado pela EPE.

Desta forma, a metodologia utilizada para comparação das situações para máquinas de lavar roupas será diferente das demais, para esse caso foram pesquisadas entre diversas marcas e modelos de aparelhos e criada uma média, conforme ilustra a tabela 14.

**Tabela 14: Potência do aparelho por marca e capacidade**

<b>Capacidade/Marca</b>	<b>Consul</b>	<b>Arno</b>	<b>Brastemp</b>	<b>Electrolux</b>	<b>Média</b>
<b>5 kg</b>	280	220	535	-	<b>345</b>
<b>7 kg</b>	750	280	600	220	<b>462,5</b>
<b>10 kg</b>	880	-	880	310	<b>690</b>
<b>12 kg</b>	-	-	940	1160	<b>1050</b>

A partir dos valores médios obtidos na tabela 14, pode-se criar a tabela 15.

**Tabela 15: Máquina de Lavar Roupa da situação atual**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 5 kg	60	345
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 7 kg	20	462,5
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 10 kg	10	690
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 12 kg	10	1050

Fazendo-se os cálculos, conforme descrito acima, é obtido o valor de consumo de 43,55 kWh/ano, valor bastante condizente com o estimado pela EPE.

#### 4.5.2. Nova Situação:

As escolhas feitas para a substituição foram, Arno Duppla Super Superior 5 kg, Electrolux Turbo Economia LTE07 Superior 7 kg, Electrolux LTR10 Superior 10 kg, Brastemp Ative! BWL11A Superior 12 kg, Com esses aparelhos é possível construir a tabela 16.

**Tabela 16: Máquina de Lavar Roupa da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 5 kg - Arno	60	220
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 7 kg – Electrolux	20	220
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 10 kg – Electrolux	10	310
<b>Máquina de Lavar Roupas</b>	Lavadora de 12 kg - Brastemp	10	940

Com esses valores, utilizando-se os mesmos critérios é obtido o consumo é de 27,69 kWh/ano, resultando em uma economia de 36,4% que representam seis reais e três centavos.

#### 4.6. Televisão:

Segundo a Nota técnica DEA 14/10, a cada 100 residências têm-se 138 aparelhos televisores e o consumo estimado é de 205,62 kWh/ano, esse valor é obtido considerando uma utilização diária de 4 horas por dia.

##### 4.6.1. Situação Atual:

No mercado existem diversos tipos, modelos e tamanhos de aparelhos televisores, cada qual com um consumo energético distinto, para esse trabalho foram escolhidos 8 tipos de aparelhos, com suas respectivas potências médias. A porcentagem de cada um é definida de acordo com um estudo de penetração de mercado e para fazer condizer com o consumo estimado pela EPE, conforme ilustra a tabela 17.

**Tabela 17: Televisores da situação real**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>TV 1</b>	Tubo de 14"	30	70
<b>TV 2</b>	Tubo de 21"	30	80
<b>TV 3</b>	Tubo de 29"	10	120
<b>TV 4</b>	LCD de 22"	10	60
<b>TV 5</b>	LCD de 32"	10	120
<b>TV 6</b>	LCD de 42"	5	200
<b>TV 7</b>	Plasma 42"	2,5	280
<b>TV 8</b>	Plasma 50"	2,5	400

Conforme dito, fazendo o calculo utilizando como base o uso diário do aparelho televisor de 4 horas por dia, sendo assim, o consumo anual é 205,51 kWh/ano, bastante condizente com a estimativa da EPE.

#### 4.6.2. Nova Situação:

Para a substituição desses aparelhos, foram pesquisados e escolhidos apenas quatro tipos de aparelhos, todos eles com telas de LED, de marcas e tamanhos diferentes, Conforme ilustra a tabela 18.

**Tabela 18: Televisores da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>TV 1</b>	LED de 22" - LG	30	30
<b>TV 2</b>	LED de 22" - LG	30	30
<b>TV 3</b>	LED de 32" - Panasonic	10	62
<b>TV 4</b>	LED de 22" - LG	10	30
<b>TV 5</b>	LED de 32" - Panasonic	10	62
<b>TV 6</b>	LED de 46" - Samsung	5	100
<b>TV 7</b>	LED de 46" - Samsung	2,5	100
<b>TV 8</b>	LED de 55" - LG	2,5	170

Se forem utilizados os mesmos critérios para o cálculo do consumo, chega-se ao valor de consumo energético anual de 90,97 kWh/ano, representando uma economia de 55,7% e um retorno financeiro de R\$ 43,53.

#### 4.7. Lâmpadas:

Também de acordo com Nota técnica DEA 14/10, é afirmado que a quantidade média de lâmpadas por residência é de 7,55, enquanto o consumo anual com esse equipamento é estimado em 294,45 kWh/ano. Também de acordo com o mesmo documento, supõe-se que uma parte das lâmpadas é utilizada cinco horas por dia e outra, referente ao uso eventual, uma hora por dia.

##### 4.7.1. Situação Atual:

Para este trabalho, dividem-se os tipos de lâmpadas em três, sendo esses os mais comuns, conforme ilustra a tabela 19, assim como é definida as proporções supostas, escolhidas de tal sorte a consistir com o consumo anual estimado pela EPE.

**Tabela 19: Lâmpadas da situação real**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Rendimento Luminoso (lm/W)</b>
<b>Lâmpada 1</b>	Compactas	30	15	50 a 80
<b>Lâmpada 2</b>	Tubulares	30	40	55 a 75
<b>Lâmpada 3</b>	Incandescentes	40	45	10 a 15

Os valores de potência determinados, assim como o rendimento luminoso, são os valores médios mostrados pela revista, o setor elétrico, edição 52 de maio de 2010.

Considerando que metade dessa potência é utilizada por cinco horas por dia e a outra metade por uma e que a quantidade de lâmpadas por domicílio é 7,55 é fácil chegar a conclusão que nessas condições, o gasto energético anual é de 285,22 kWh/ano, valor próximo ao estimado pela EPE, validando assim os dados utilizados.

#### 4.7.2. Nova Situação:

Uma vez pesquisada, foram escolhidos dois tipos de lâmpadas para efetuar a substituição. Para substituir as lâmpadas fluorescentes tubulares é utilizado um modelo de lâmpada fluorescente tubular da Philips, Master TL5 HE ECO, cujo rendimento luminoso é de 114 lm/W

Por outro lado, para substituir as lâmpadas compactas e incandescentes foram escolhidas as lâmpadas de leds encontradas no site da associação japonesa de leds (JLEDs), que por sua vez o rendimento luminoso atinge valores de 130 lm/W.

Sendo assim, pode-se construir uma tabela representando a nova situação, conforme ilustra a tabela 20.

**Tabela 20: Lâmpadas da nova situação**

	<b>Tipo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Potência (W)</b>	<b>Rendimento Luminoso (lm/W)</b>
<b>Lâmpada 1</b>	LED	30	9	130
<b>Lâmpada 2</b>	Philips ECO	30	25	114
<b>Lâmpada 3</b>	LED	40	6	130

Utilizando os mesmos parâmetros para o cálculo do consumo, o gasto energético anual é de 104,17 kWh/ano. Conclui-se assim que se atinge uma economia de 185,05 kWh/ano, que representa 63,5% de economia de energia e do ponto de vista econômico tem-se uma economia de R\$ 68,80.

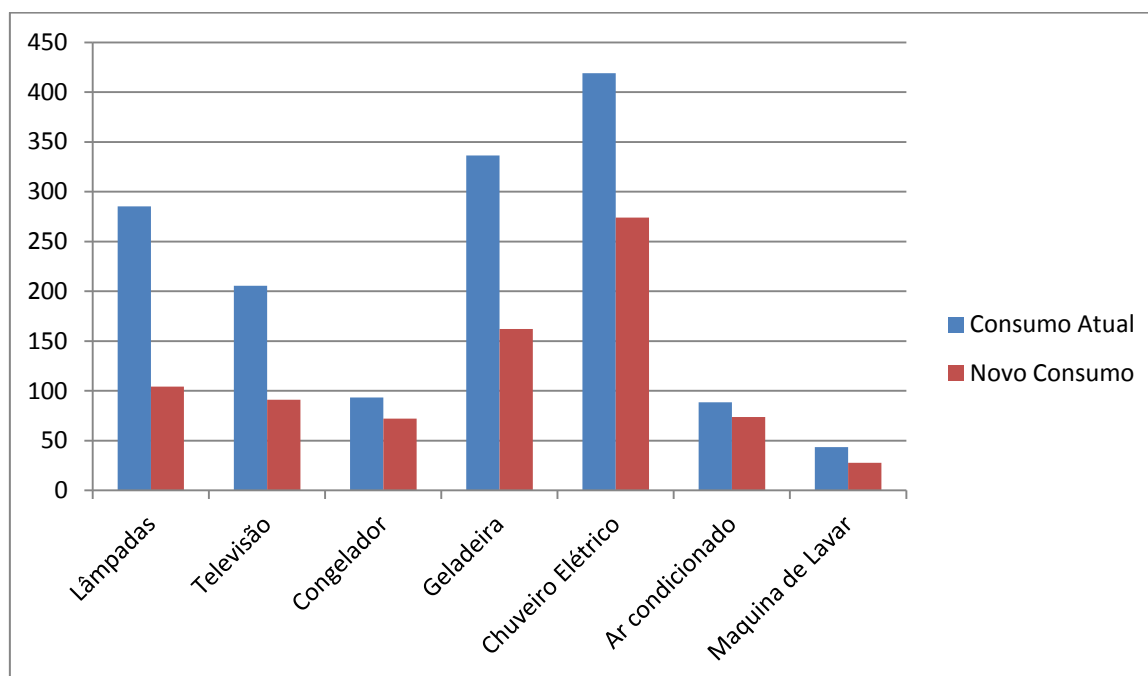
#### 4.8. Dados Finais:

A partir dos dados obtidos nos tópicos anteriores é possível sintetizar esses valores a fim de se obter dados gerais para o trabalho. Dessa forma se constrói a tabela 21 e o gráfico mostrado na figura 7.



**Tabela 21: Tabela Geral de economia**

Aparelho	Consumo Atual (kWh/ano)	Novo Consumo (kWh/ano)	Economia Total (kWh/ano)	Economia Percentual (%)	Economia (R\$)
Lâmpadas	285,22	104,17	181,05	63,48	68,80
Televisão	205,51	90,97	114,54	55,74	43,53
Congelador	93,25	72,09	21,16	22,69	8,04
Geladeira	336,38	162,06	174,32	51,82	66,24
Chuveiro Elétrico	419,02	273,90	145,12	34,63	55,15
Ar condicionado	88,44	73,80	14,64	16,55	5,56
Maquina de Lavar	43,55	27,69	15,87	36,43	6,03
<b>Total</b>	<b>1471,38</b>	<b>804,67</b>	<b>666,71</b>	<b>45,31</b>	<b>253,35</b>

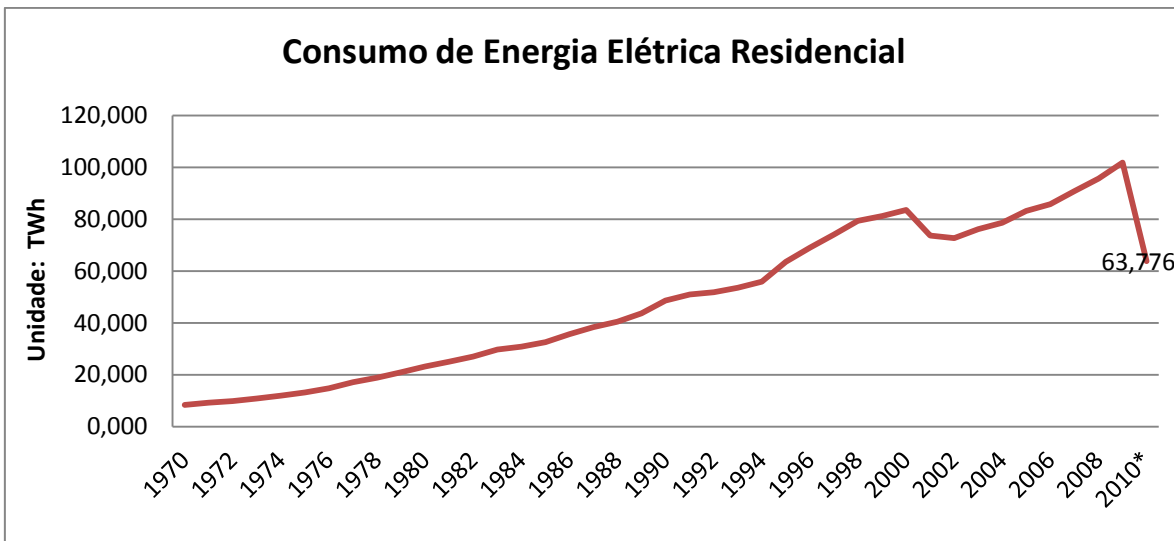


**Figura 7: Gráfico comparativo entre o consumo atual e o novo consumo**

De acordo com a EPE, os aparelhos elétricos mencionados no trabalho representam 85% do consumo energético residencial, desta forma o consumo por residência médio deve ser 1731 kWh/ano, caso considere-se que a redução de consumo seja representativa somente aos aparelhos estudados, a economia percentual cairá para 38,51%.

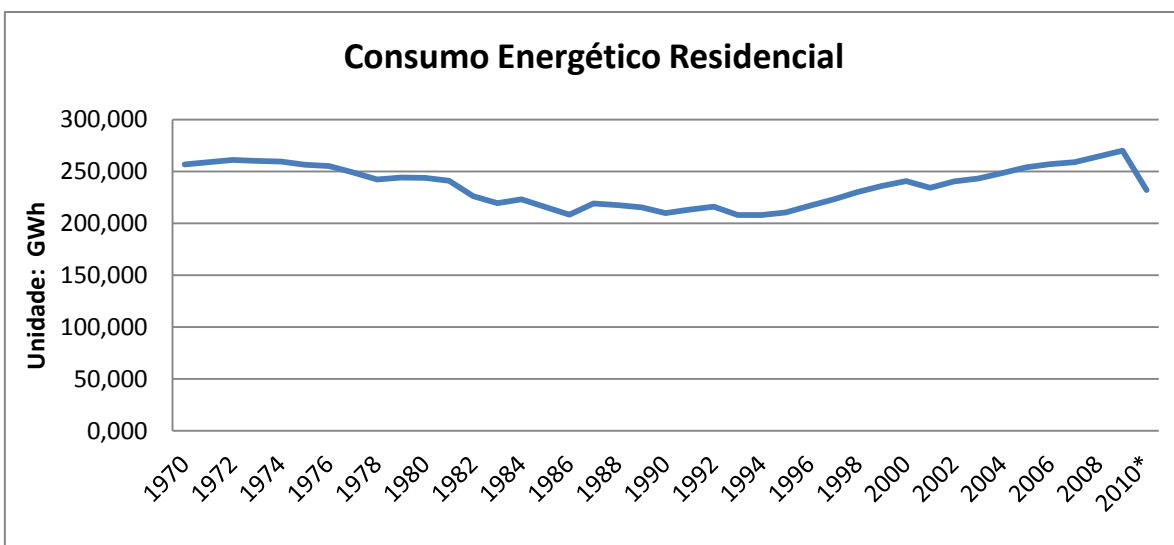
Apenas com intuito estatístico, é possível estender essa economia percentual para o valor de consumo de energia no setor energético segundo o balanço energético nacional (101,798 TWh/ano), obtendo-se assim uma redução de 39,2 TWh/ano representando uma economia de 14,89 bilhões de reais por ano.

Se for inserida essa economia no gráfico da figura 5, pode-se obter o gráfico hipotético da figura 8.



**Figura 8: Consumo de Energia Elétrica Residencial alterado**

Caso seja estendido o mesmo princípio para o consumo energético residencial, obter-se-ia o gráfico da figura 8.



**Figura 9: Consumo Energético Residencial Alterado**

## 5. Conclusão

É sabido que uma mudança como a proposta no trabalho é muito improvável de ocorrer, porém esse estudo serve para abrir os olhos para a viabilidade econômica de um investimento maior em eficiência energética, podendo ser em reduções tributárias para equipamentos e tecnologias mais eficientes, ou mais incentivos para pesquisas na área, ou até projetos de substituição dos aparelhos, como já foi feito com refrigeradores.

Dos programas do governo um que merece bastante destaque é o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem), pois faz com que as empresas fabricantes de equipamentos elétricos se atentem para a eficiência dos mesmos, visto que isso serve como propaganda e auxilia as vendas do seu produto. Além de criar na população o sentimento de combate ao desperdício de energia elétrica.

Porém, para o caso dos chuveiros elétricos, o método utilizado para classificá-los, não é o mais adequado, visto que a classificação é feita de acordo a potência elétrica do aparelho, grandeza que sozinha é pouco representativa para eficiência energética.

Além disso, para o caso de geladeiras e congeladores o método de classificação utilizado não fica bem claro, impossibilitando assim uma análise sobre o mesmo.

Por outro lado, os métodos utilizados para classificar condicionadores de ar, máquinas de lavar roupas e lâmpadas são referências para análise de eficiência energética, pois indicam quanto de energia será necessário para que o aparelho exerça sua função.

É importante citar também a desinformação causada pelas lojas virtuais de eletrodomésticos, que por muitas vezes não mostram os valores corretos das características elétricas dos aparelhos e também disponibilizam valores de consumo de energia ao invés da potência, não explicitando o tempo determinado para calcular esse consumo.

É relevante citar também a incoerência entre informações e métodos de cálculos utilizados por órgãos como EPE, Eletrobrás e Inmetro, dificultando assim a realização desse trabalho.

Portanto esse trabalho foi importante para confirmar a viabilidade econômica para o governo investir na substituição dos equipamentos elétricos residenciais, proporcionando assim uma significativa economia e uma redução na taxa de crescimento do consumo energético residencial.

## Referências Bibliográficas:

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª Edição. Brasília: Aneel, 2008. 236p.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2010: Ano base 2009. Rio de Janeiro: EPE, 2010. 276p.

HINRICHS, Roger A; KLEINBACH, Merlin. Energia e o meio ambiente. 3ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2008. 543p.

LA ROVERE, E. Lèbre; ROSA, L. Pinguele; RODRIGUES, A. Pires. Economia e tecnologia da energia. Rio de Janeiro: Marco Zero/FINEP, 1985. 588p.

HADDAD J. et al. Conservação de Energia Elétrica: Eficiência Energética de Instalações e Equipamentos 2ª edição. Itajubá: FUPAI, 2001. 467p.

DE MELO, C. Augustus; JANNUZZI, G. de Martino. Padrões de Eficiência Energética para Equipamentos elétricos de uso residencial no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, Itajubá, Volume 15, nº1, p. 49-69, 1ºsem. 2009.

DE MELO, C. Augustus; JANNUZZI, G. de Martino. Padrões de Eficiência Energética para Equipamentos elétricos de uso residencial no Brasil. Tese de Doutorado – UNICAMP. Campinas: 2009.

DE SOUSA, H. Moss; LEONELLI, P. Augustos; PIRES, C. A. Príncipe; JUNIOR, V. B. Souza; PEREIRA, R. W. Lima. Reflexões sobre os principais programas em eficiência energética existentes no Brasil. *Revista Brasileira de Energia*, Itajubá, Volume 15, nº1, p. 7-26, 1ºsem. 2009.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. Nota técnica DEA 14/10: Avaliação da Eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019). Rio de Janeiro: EPE, 2010. 39p.

CREDER, Hélio. Instalações Elétricas. 15ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 428p.

Ecocasa. Disponível em: [http://www.ecocasa.pt/energia\\_content.php?id=1](http://www.ecocasa.pt/energia_content.php?id=1). Acesso em: 14/05/2012.

Eletrobrás Disponível em: <http://www.eletrabras.com/elb/data/Pages/LUMISEB1B6022PTBRIE.htm>. Acesso em: 23/05/2012

Tecnomundo. Disponível em: <http://www.tecnomundo.com.br/plasma/3731-consumo-de-energia-quanto-gasta-uma-tv-na-conta-de-luz-.htm>. Acesso em: 01/04/2012

Superled. Disponível em: <http://www.superled.com/?gclid=CI2k6M2R0K8CFcaA7Qod9Vb-Ng>. Acesso em: 05/05/2012

ANEEL. Disponível em:  
<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm?fuseaction=tarifaAplicada.mostrarFrmValorOrdenado&tipoOrdenacao=valor&ordenacao=asc&dataVigPesq=25/04/2012&ativaMenu=1>. Acesso 20/05/2012

Inmetro. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/>. Acesso 24/05/2012