



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

ANA LUIZA BARBOSA DE CASTRO

ESTUDO DE CASO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
CONDICIONADORES DE AR INVERTER VERSUS CONVENCIONAL NO VAREJO
BRASILEIRO

FORTALEZA

2018

ANA LUIZA BARBOSA DE CASTRO

ESTUDO DE CASO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
CONDICIONADORES DE AR INVERTER VERSUS CONVENCIONAL NO VAREJO
BRASILEIRO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Energias Renováveis do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C35e Castro, Ana Luiza Barbosa de.
Estudo de caso da viabilidade econômica do uso de condicionadores de ar inverter versus convencional no varejo brasileiro / Ana Luiza Barbosa de Castro. – 2018.
36 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Energias Renováveis, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima.
1. Eficiência Energética. 2. Varejo. 3. Tecnologia inverter. 4. Viabilidade Econômica. I. Título.
CDD 621.042
-

ANA LUIZA BARBOSA DE CASTRO

ESTUDO DE CASO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE
CONDICIONADORES DE AR INVERTER VERSUS CONVENCIONAL NO VAREJO
BRASILEIRO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Energias Renováveis do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, sendo requisito parcial para obtenção do título de bacharela em Engenharia de Energias Renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima

Aprovada em: ____ / ____ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Estêvão Rolim Fernandes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Me. Rômulo do Nascimento Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha família, em especial aos meus avós queridos, Luiza Helena, José Augusto e Nadir Machado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Ceará por toda oportunidade, aprendizado e conhecimento compartilhado que me tornaram apta a exercer a engenharia com competência, ética e criticidade.

Ao Prof. Dr. Clodoaldo de Oliveira Carvalho Filho por todo companheirismo, ensinamentos e sabedoria ao longo dos anos que atuei como bolsista de Iniciação Científica no Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental. Agradeço hoje principalmente por sua amizade.

Aos meus queridos professores Prof. Dr. Francisco Elicivaldo Lima, Prof. Dr. Carlos Estêvão Rolim Fernandes e Prof. Me. Rômulo do Nascimento Rodrigues pela atenção, carinho e disponibilidade para a realização desse trabalho.

Aos professores e colegas de curso que tive a oportunidade de dividir salas de aula por todo conhecimento e contribuição que vocês trouxeram ao longo da minha graduação. À Retec Jr pela maravilhosa experiência de fazer parte dessa empresa júnior.

Aos grandes amigos que tive a oportunidade de compartilhar a minha jornada como graduanda de Engenharia de Energias Renováveis: Carol Urzedo, Ewerlane Castro, Brenda Mendes, Isabela Vieira, Manuel Rodrigues, Heitor Lemos, Amanda Góis, Nonato Fernandes e Elismar Neto, por tornarem único cada momento dessa jornada.

Ao meu namorado, Rafael Façanha, pelo apoio, incentivo, companheirismo e carinho em todos os momentos.

Em especial, agradeço aos meus pais, Rosana Machado e Antônio Augusto, minhas irmãs, Nayana Helena e Luana Paula, e o sexto membro que completa a nossa família, Nina, por todo amor, confiança e dedicação que vocês sempre me contemplaram.

“Você se torna o que você acredita. ”

(Oprah Winfrey)

RESUMO

O aumento do consumo de energia está ligado ao crescimento econômico e ao desenvolvimento de novas tecnologias, mas a escassez de recursos geradores de eletricidade trouxe um constante aumento na tarifa de energia elétrica, o que fez com que as empresas buscassem diferentes formas de se tornarem mais eficientes energeticamente. Desde a sua criação, o ar-condicionado tem passado por diversas inovações tecnológicas, os tornando principalmente mais eficientes. Diversos programas que visam a eficiência energética nacional têm incentivado fabricantes a produzirem modelos mais econômicos energeticamente. Os condicionadores de ar que possuem a tecnologia *inverter* estão um passo à frente que os convencionais no que se diz respeito à economia de energia e se tornando uma escolha cada vez mais atraente para o varejo nacional. Esse trabalho visa apresentar um estudo de caso sobre a viabilidade econômica do uso de condicionadores de ar *inverter* em relação ao modelo convencional no cenário do modelo de loja padrão de uma empresa do varejo brasileiro. Foram consideradas as especificações de funcionamento da loja, quantidade de equipamentos, informações sobre o consumo fornecidas pelos fabricantes e criados cenários onde a economia de energia da tecnologia *inverter* fosse entre 10% a 50% para o cálculo do *payback* do investimento nos diferentes cenários. O trabalho pôde concluir que considerando as premissas utilizadas, a economia de energia fornecida pela tecnologia *inverter* ao longo do tempo compensa seu alto custo inicial em comparação aos aparelhos convencionais. No caso onde o investimento considerado foi o preço de aquisição total dos equipamentos o maior *payback* foi de 7 anos e 9 meses, onde o *inverter* só traria 10% de economia e o menor 1 ano e 7 meses, o *inverter* sendo 50% mais econômico. Já no caso do valor inicial do investimento ser considerado a diferença entre o valor de aquisição entre as duas tecnologias o maior *payback* encontrado foi de 2 anos e 10 meses (10% de economia) e o menor 7 meses (50% de economia).

Palavras-chave: Eficiência Energética. Varejo. Tecnologia *inverter*. Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

The increase in energy consumption is linked to economic growth and the development of new technologies, but the scarcity of electricity generating resources has brought a steady increase in electricity tariffs, which has led companies to look for different ways to become more energy efficient. Since its inception, air-conditioning has undergone several technological innovations, making them mainly more efficient. Several programs aimed at national energy efficiency have encouraged manufacturers to produce more energy-efficient models. The air conditioners that own the inverter technology are a step ahead than the conventional ones when it comes to saving energy and becoming an increasingly attractive choice for the national retailer. This paper aims to present a case study on the economic viability of the use of inverter air conditioners in relation to the conventional model in the scenario of the standard store model of a Brazilian retail company. We considered the store's operating specifications, quantity of equipment, consumption information provided by the manufacturers and created scenarios where the energy saving of the inverter technology was between 10% to 50% for calculating the payback of the investment in the different scenarios. The work could conclude that considering the assumptions used, the energy saving provided by the inverter technology over time compensates for its high initial cost compared to conventional appliances. In the case where the investment considered was the total acquisition price of the equipment, the highest payback was 7 years and 9 months, where the inverter would only bring 10% savings and the lowest 1 year and 7 months, the inverter being 50% cheaper. In the case of the initial value of the investment, the difference between the acquisition value between the two technologies was the highest payback found for 2 year and 10 months (10% savings) and the lowest 7 months (50% savings).

Keywords: Energy Efficiency. Retail. Inverter technology. Economic viability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Histórico do consumo de energia elétrica no Brasil | 18 |
| Figura 2 - Projeção do consumo do Brasil na rede para os próximos 14 anos no cenário de referência | 19 |
| Figura 3 - Mapa que mostra os estados participantes do Sistema de Bandeiras Tarifárias pintados de azul | 22 |
| Figura 4 - Selo Procel | 24 |
| Figura 5 - Formato da etiqueta ENCE | 27 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1 - Variação do consumo das classes de 2017 em relação à 2016 no Brasil | 15 |
| Gráfico 2 - Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final – Nordeste..... | 15 |
| Gráfico 3 - Estrutura do consumo na rede por Classe, Modalidade de Contratação e Região em 2017. | 17 |
| Gráfico 4 - Histórico do consumo da classe comercial brasileira | 20 |
| Gráfico 5 - Economia de energia nos últimos cinco anos (bilhões de kWh)..... | 23 |
| Gráfico 6 - Consumo ao longo do funcionamento de condicionadores com tecnologia inverter e convencional | 29 |
| Gráfico 7 - Preços do modelo convencional disponíveis nas lojas online..... | 32 |
| Gráfico 8 - Preços do modelo inverter disponíveis nas lojas online..... | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Modalidades de bandeira vigentes e seu tipo de acréscimo | 21 |
| Tabela 2 - Características do condicionador de ar convencional utilizado na análise..... | 30 |
| Tabela 3 - Características do condicionador de ar inverter utilizado na análise..... | 30 |
| Tabela 4 - Cenários de economia que serão analisados na viabilidade econômica..... | 31 |
| Tabela 5 - Tarifa referente as bandeiras do Subgrupo B3..... | 33 |
| Tabela 6 - Histórico das bandeiras tarifárias | 33 |
| Tabela 7 - Valor do investimento e payback para o cenário 1 | 34 |
| Tabela 8 - Valor do investimento e payback para o cenário 2 | 34 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| CONPET | Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural |
| COPAM | Comissão Permanente de Análise e Acompanhamento do Mercado de Energia Elétrica |
| ENCE | Etiqueta Nacional de Conservação de Energia |
| EPE | Empresa de Pesquisa Energética |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia |
| MME | Ministério de Minas e Energia |
| LED | <i>Light Emitting Diode</i> |
| ONS | Operador Nacional do Sistema Elétrico |
| PBE | Programa Brasileiro de Etiquetagem |
| PNE2030 | Plano Nacional de Energia |
| PNEf | Plano Nacional de Eficiência Energética |
| PROCEL | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica |
| SIN | Sistema Interligado Nacional |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | Apresentação do tema | 14 |
| 1.2 | Objetivos | 16 |
| 1.2.1 | <i>Objetivo Geral</i> | 16 |
| 1.2.2 | <i>Objetivo Específico</i> | 16 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 17 |
| 2.1 | Panorama energético do Brasil | 17 |
| 2.2 | Panorama da energia no setor comercial | 20 |
| 2.3 | Bandeiras tarifárias | 21 |
| 2.4 | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica | 23 |
| 2.4.1 | <i>Selo Procel de Eficiência Energética</i> | 24 |
| 2.5 | Programa Brasileiro de Etiquetagem | 25 |
| 2.5.1 | <i>Etiqueta Nacional de Conservação de Energia</i> | 27 |
| 2.6 | Funcionamento da Tecnologia Convencional e Tecnologia <i>inverter</i> | 28 |
| 3 | METODOLOGIA | 30 |
| 3.1 | Descrição do cenário e equipamentos da análise | 30 |
| 3.2 | Premissa da economia de energia dos condicionadores de ar <i>inverter</i> | 31 |
| 3.3 | Custo de aquisição dos aparelhos de ar-condicionado | 31 |
| 3.4 | Considerações sobre tarifas e taxas | 33 |
| 4 | RESULTADOS | 34 |
| 5 | CONCLUSÃO | 35 |
| | REFERÊNCIAS | 36 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação do tema

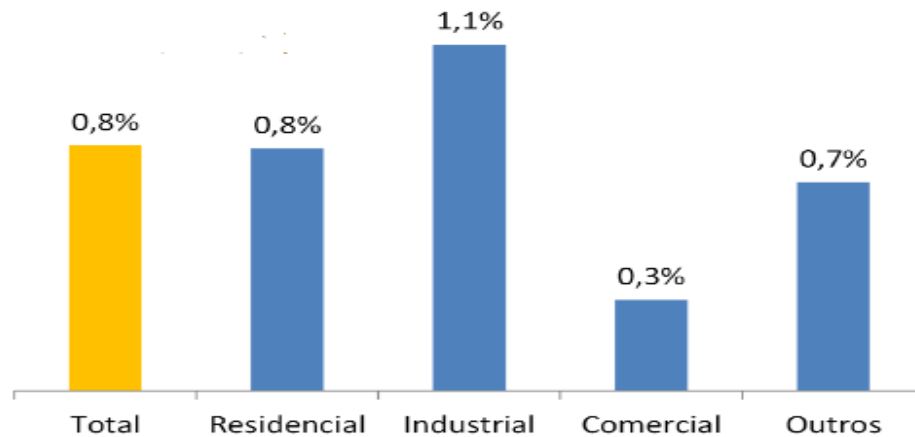
As revoluções industriais e a grande oferta de energia disponível no século XX, principalmente das fontes de origem fóssil (petróleo, carvão mineral, gás natural etc.), trouxeram um aumento intensivo da produção, o advento do trabalho de máquinas modernas, a facilitação do comércio internacional e a elevação do consumo. Foi a partir dessas mudanças no estilo de vida das sociedades que a economia mundial se transformou. Contudo, o cenário do século atual mudou e nos mostrou as dificuldades da obtenção de energia e nos trouxe uma nova realidade: a necessidade do desenvolvimento sustentável (ANEEL, 2008).

O aumento do consumo de energia está ligado ao crescimento econômico e ao desenvolvimento de novas tecnologias, mas o crescimento indiscriminado do seu uso também traz um outro lado negativo: escassez de recursos geradores de energia, impacto ambiental causado por essa geração e os altos investimentos para realização de pesquisas em busca de novas fontes de energia. A eficiência energética é uma luta contra o uso indiscriminado da energia pelo mundo, incentivando um uso consciente sem comprometer o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida. No Brasil, o Ministério de Minas e Energia (MME) deu origem ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pela Eletrobrás, visando orientar os brasileiros quanto a eficiência energética e alcançar um maior desenvolvimento sustentável nacional (ANEEL, 2008). “Usar com eficiência os recursos disponíveis deve ser uma aspiração de todas as sociedades e organizações que buscam o progresso.” (PROCEL, 2018).

Em relação aos próximos anos, o panorama atual brasileiro prevê um aumento mais considerável do consumo em baixa tensão, principalmente causado pelo setor comercial e residencial, e uma diminuição da contribuição do setor industrial no consumo nacional (EPE; ONS, 2017). A previsão de crescimento do consumo elétrico nacional de 2018 em relação à 2017 é de 3,2% (EPE, 2017).

No Gráfico 1 a seguir percebemos que o consumo de energia do setor comercial é comparativamente menor que o das outras classes, contudo, ações de eficiência energética nesse setor significam conseguir remanejar os gastos economizados para investir na melhoria da produtividade e da competitividade dos produtos e serviços, também é possível reduzir custos de produção, melhorar margens de lucro e ter preços mais competitivos no mercado, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Gráfico 1 - Variação do consumo das classes de 2017 em relação à 2016 no Brasil

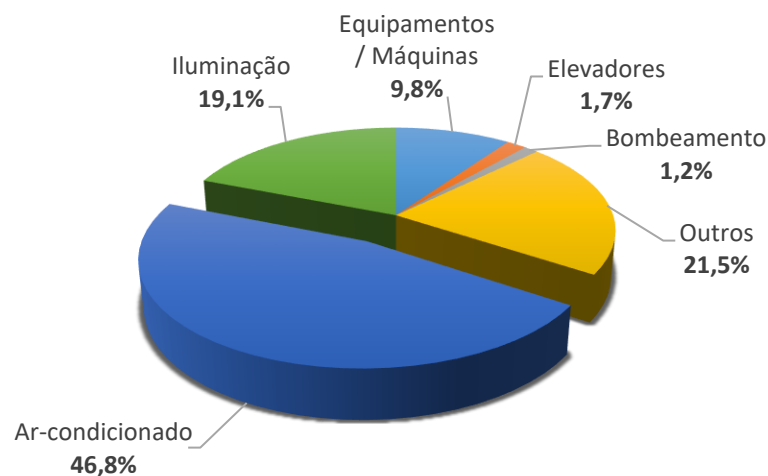


Fonte: EPE (2018).

Para o varejo brasileiro possuir lojas físicas as quais os clientes possam visitar, olhar e ter uma experiência diferenciada de consumo dos seus produtos ou serviços ainda é fundamental. Manter a loja com uma temperatura adequada gera conforto térmico aos clientes e contribui para uma experiência de compra positiva, sendo os condicionadores de ar ainda os principais equipamentos utilizados para a regulação da temperatura das lojas. Nas regiões mais quentes do Brasil, como o Nordeste, um projeto de climatização se torna ainda mais necessário.

Apesar dos condicionadores de ar garantirem a manutenção da temperatura nos ambientes internos das lojas, eles também são os equipamentos que possuem maior participação no consumo da edificação. Portanto para alcançar uma maior eficiência energética se torna essencial utilizar condicionadores de ar que sejam mais eficientes, como é o caso dos aparelhos que possuem tecnologia *inverter*.

Gráfico 2 - Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final – Nordeste



Fonte: ELETROBRAS e PROCEL (2008, com adaptações).

Os condicionadores convencionais realizam o ajuste da temperatura desejada ligando e desligando o motor, o que consome mais energia. A tecnologia *inverter* controla eficientemente a velocidade do motor, a temperatura definida é mantida sem a necessidade de ligar e desligar o motor. Em comparação com os condicionadores de ar do tipo não-*inverter*, os que possuem a tecnologia perdem menos energia, gerando maior eficiência energética (DAIKIN, 2018). Condicionadores de ar *inverter* não apresentam os picos de energia que os sistemas de velocidade fixa possuem, gastando entre 30 a 50% menos energia do que modelos convencionais (CARRIER, 2018). Considerando os benefícios provindos da tecnologia *inverter*, enxerga-se a importância da análise da viabilidade econômica para o varejo da substituição de modelos convencionais por modelos que possuem essa tecnologia.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo apresentar um estudo de caso da viabilidade econômica da substituição dos aparelhos condicionadores de ar cassete convencionais presentes nos padrões de loja de uma empresa no varejo brasileiro por um modelo de condicionador de ar cassete que possui a tecnologia *inverter*.

1.2.2 Objetivo Específico

Para que atingir o objetivo geral, os objetivos específicos são:

- a) Realizar uma pesquisa de preço dos equipamentos convencionais e dos que possuem tecnologia *inverter* para cálculo do preço médio;
- b) Analisar a média histórica da bandeira tarifária e tarifas durante o ano de 2018 para projeção do gasto energético;
- c) Projetar a diferença do consumo energético das duas tecnologias baseado no consumo dos aparelhos fornecidos pelos fabricantes, considerando os diferentes cenários de economia alcançados pela tecnologia *inverter*;
- d) Para cálculo do retorno sobre o investimento: comparar o valor de aquisição dos diferentes modelos de equipamentos com a economia encontrada por mês ao utilizar-se a tecnologia *inverter* ao invés da convencional

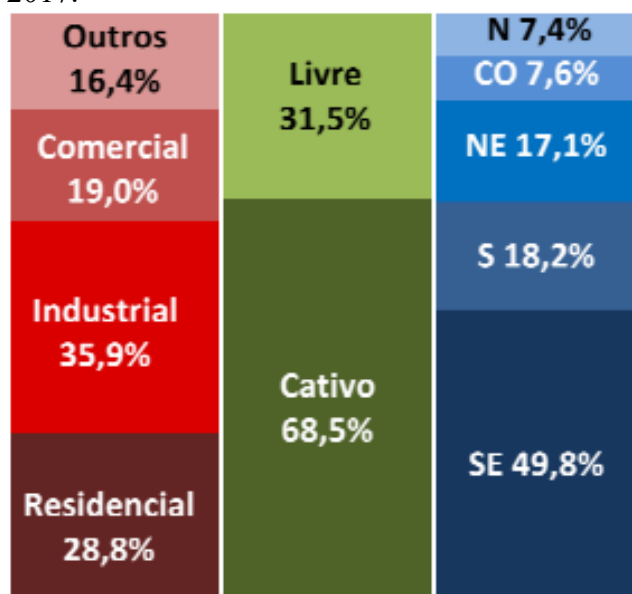
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama energético do Brasil

O panorama energético brasileiro atual mostra uma previsão de crescimento do consumo de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN) de 3,1% em 2018, em relação à 2017. O cenário previsto considera que haverá um aumento do consumo em baixa tensão, provindos dos setores comercial e residencial, principalmente, enquanto acontecerá um recuo da participação do setor industrial nos próximos anos. Os dados consolidados são de que o consumo de energia elétrica no Brasil no SIN alcançou 78.277 GWh em janeiro e fevereiro de 2018, o que consistiu em um aumento de 1,2% em relação ao mesmo período do ano de 2017 (EPE; ONS, 2017).

Em 2017 o consumo total de eletricidade no Brasil foi de 465 TWh, sendo a modalidade de contratação cativa responsável por 68,5% desse consumo. A participação dos setores no consumo de energia elétrica brasileira em 2017 teve na indústria o setor com maior participação (35,9%), seguido pelo residencial (28,8%) e logo após pelo setor comercial (19,0%). Na visão das regiões brasileiras, o Sudeste liderou o consumo, representando metade do total da eletricidade consumida no Brasil (EPE, 2018). O Gráfico 3 exibe a distribuição do consumo brasileiro por classe, modalidade de contratação e região do país.

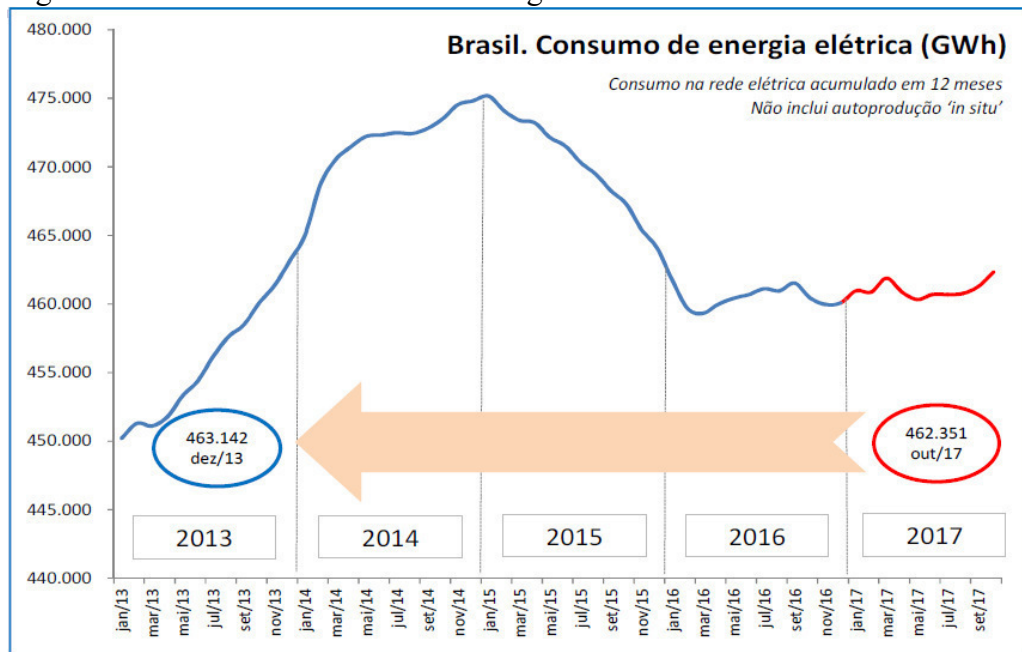
Gráfico 3 - Estrutura do consumo na rede por Classe, Modalidade de Contratação e Região em 2017.



Fonte: EPE (2018).

Apesar do aumento do consumo da energético brasileiro em 2017 em relação à 2016, o consumo ainda está abaixo dos encontrados no ano de 2014. A diminuição do consumo industrial a partir de 2013, causado pela economia desfavorável, fez compensar o aumento encontrado nas outras classes de baixa tensão (residencial, comercial etc.). As demais classes tiveram o efeito da economia fez com que houvesse menores avanços do que os registrados no histórico. Na baixa tensão, principalmente a residencial, houve também o impacto do novo sistema de bandeiras tarifárias de 2015 (EPE; COPAM, 2017). O gráfico demonstrando o histórico do consumo nos últimos anos está disponível na Figura 1.

Figura 1 - Histórico do consumo de energia elétrica no Brasil



Fonte: EPE e COPAM (2017).

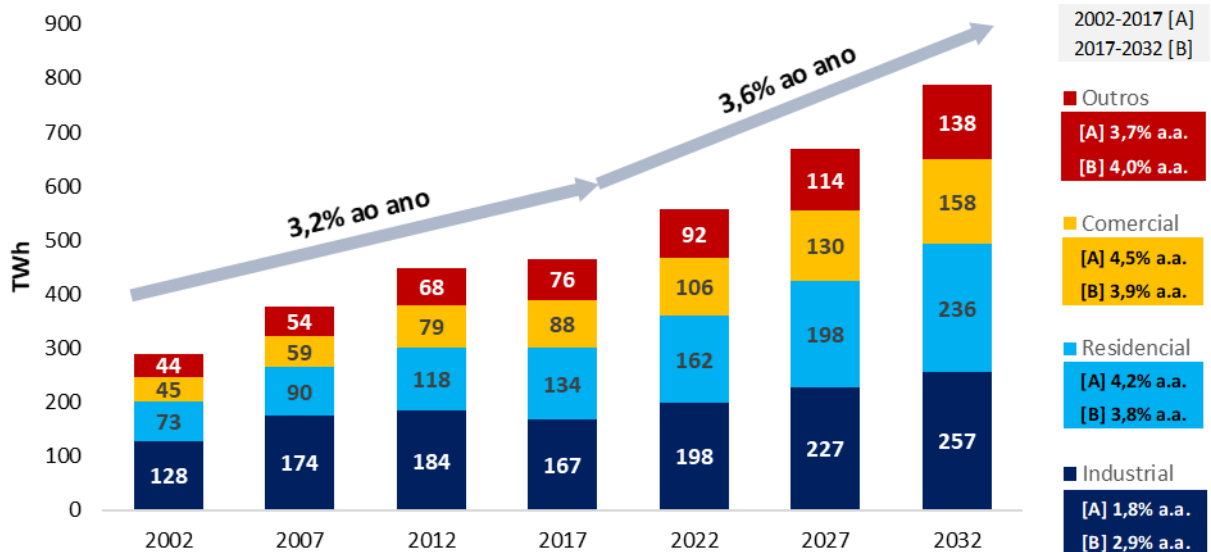
Devido às mudanças do clima durante o ano, nos momentos em que as condições de geração de energia elétrica são mais difíceis para a geração de energia advinda das hidrelétricas, as usinas termelétricas entram em operação para auxiliar a necessidade de energia nacional. As usinas termelétricas possuem um custo mais alto para produzir energia, o que gerou diversos reajustes da tarifa de energia no Brasil. A solução para ajustar à essa sazonalidade das hidrelétricas foi então criar o sistema de bandeiras tarifárias, onde os consumidores possuem um acréscimo no valor da conta de luz, objetivando compensar o custo adicional de geração criado pelo funcionamento das termelétricas (ANEEL, 2015a).

Quando se trata de geração de energia elétrica brasileira, advindas das centrais de serviço público e autoprodutores, o Brasil superou em 2017 o ano de 2016 em 1,6%, resultando em 588 TWh, sendo 83,5% dessa geração advinda das centrais de serviço público. “A geração

hídrica, principal fonte de produção de energia elétrica no Brasil, teve sua participação reduzida em 2,6% na comparação com o ano anterior.” (EPE, 2017).

No cenário futuro, a previsão do consumo brasileiro em 2032 é que chegue à 797,5 TWh, sendo equivalente a um crescimento anual médio de uma taxa de 3,6%. A previsão é que o setor industrial perca mais espaço na contribuição do consumo nacional, chegando a 32,6% de participação, tendo um menor crescimento anual, cerca de 2,9% a.a., acompanhando a queda de crescimento do consumo no setor que já vem ocorrendo nos últimos 15 anos, onde o setor industrial cresceu bem abaixo das outras classes. A justificativa dessa perda no crescimento do consumo do setor industrial se dá pela perda de competitividade da atividade no país, estando ligado às questões tributárias e logísticas, assim como o ciclo econômico de recessão (EPE, 2018). A Figura 2 exibe a previsão de crescimento das classes, sua participação no consumo nacional e o consumo total nos próximos 14 anos.

Figura 2 - Projeção do consumo do Brasil na rede para os próximos 14 anos no cenário de referência



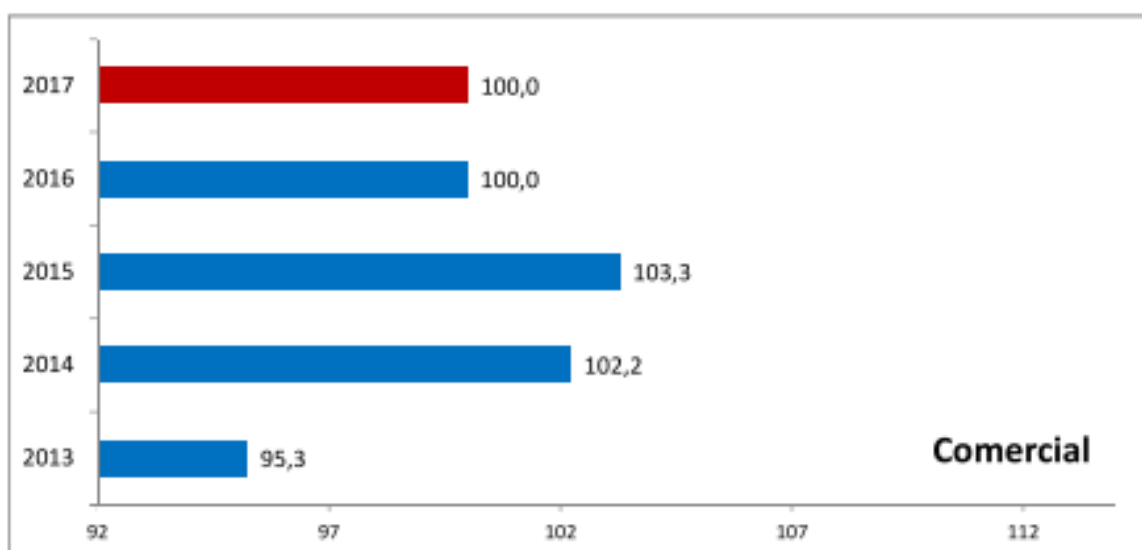
Fonte: EPE (2018, com adaptações).

No horizonte de longo prazo, o cenário de crescimento da economia brasileira, da resolução de gargalos de infraestrutura, da mobilidade social, e o acesso a bens e serviços mais elaborados decorrente da melhoria da qualidade geral de vida da população, entre outros, leva à necessidade de aumento de consumo médio per capita de energia da população brasileira que, reconhecidamente usufrui de níveis menores de consumo de bens e serviços comparativamente aos países desenvolvidos atualmente. Reconhecendo esse fato, contudo, o Brasil não precisa reproduzir exatamente as trajetórias observadas de evolução de padrões de consumo e, nesse aspecto, será fundamental o papel a ser desempenhado por ações de eficiência energética nesse horizonte. O patamar da contribuição dessa alternativa, por sua vez, pode variar sobremaneira, em função do grau de sucesso de efetivação de medidas de eficiência energética (EPE, 2016).

2.2 Panorama da energia no setor comercial

O cenário atual do setor comercial foi de leve crescimento do consumo energético em 2017 em relação à 2016, uma variação positiva de 0,3%, como foi exibido na Figura 1. O aumento do consumo seguiu a retomada da economia nos estados brasileiros. As duas regiões que o comércio que possuíram maior contribuição no consumo da classe são as regiões Sul e Sudeste. Na região Sul, as vendas do comércio varejistas tiveram crescimento em todos os estados, principalmente pela agricultura e pecuária. A região Sul obteve um crescimento do consumo de energia de 1,9%, o melhor resultado dentre todas as regiões. A região sudeste em 2017 foi responsável por 53% do consumo total do Brasil, porém em 2018 houve um recuo de 0,2% do seu consumo. O resultado da região sudeste foi um reflexo da situação econômica adversa, que se observou principalmente no estado do Rio de Janeiro, que correspondeu à 12% do consumo total de energia elétrica da classe. As vendas no estado do Rio de Janeiro estavam com um acúmulo de queda de 1,9% e também com queda em outros fatores do econômicos como o emprego e renda, que estavam em níveis baixos. Mais de 100 mil vagas formais de trabalho em 2017 foram extintas, sendo o pior resultado entre todos os estados do Brasil. O Rio de Janeiro também teve o impacto negativo da taxa de desocupação, que no último semestre de 2017, alcançou um valor de 15,1%, sendo 3,3 p.p maior que à nacional (EPE, 2018). O histórico do consumo do setor comercial ao longo dos últimos anos pode ser observado no Gráfico 4 a seguir.

Gráfico 4 - Histórico do consumo da classe comercial brasileira



Fonte: EPE (2017).

O panorama atual da energia da classe comercial é de diminuição do consumo, comparando o primeiro bimestre de 2018 com o mesmo período de 2017, este fato se dá pelo mês civil e o calendário de faturamento não serem sincronizados e um grande impacto causado pelos registros de temperaturas mais amenas nas regiões de maior consumo comercial quando comparado com o mesmo período do ano anterior (EPE; ONS, 2017).

2.3 Bandeiras tarifárias

O sistema de bandeiras tarifárias entrou em vigor no Brasil em março de 2015 pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) com o intuito de conscientizar os consumidores sobre as variações dos custos de geração de energia elétrica durante o ano. Porém sua elaboração data desde 2012, ano que o sistema foi regulamentado. A partir de 2013 ao final de 2014, foi lançado uma prévia, com caráter didático, para apresentar aos consumidores a nova forma de cobrança da energia elétrica, que até então era dividida em submercados (ANEEL, 2016).

Cabe frisar que as bandeiras tarifárias não promovem aumento de custos ou da tarifa. O sistema permite, a partir de sua métrica de acionamento e de seus adicionais, um ajuste mais harmônico ao fluxo de custos do processo operativo do Sistema Interligado Nacional (SIN) (ANEEL, 2018).

As bandeiras tarifárias são divididas em três cores (verde, amarela e vermelha), e mostram se no mês vigente haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser paga pelo consumidor e de quanto será esse acréscimo, em função das dificuldades de geração de eletricidade (ANEEL, 2015b). As cores são divididas nas seguintes modalidades de cobrança:

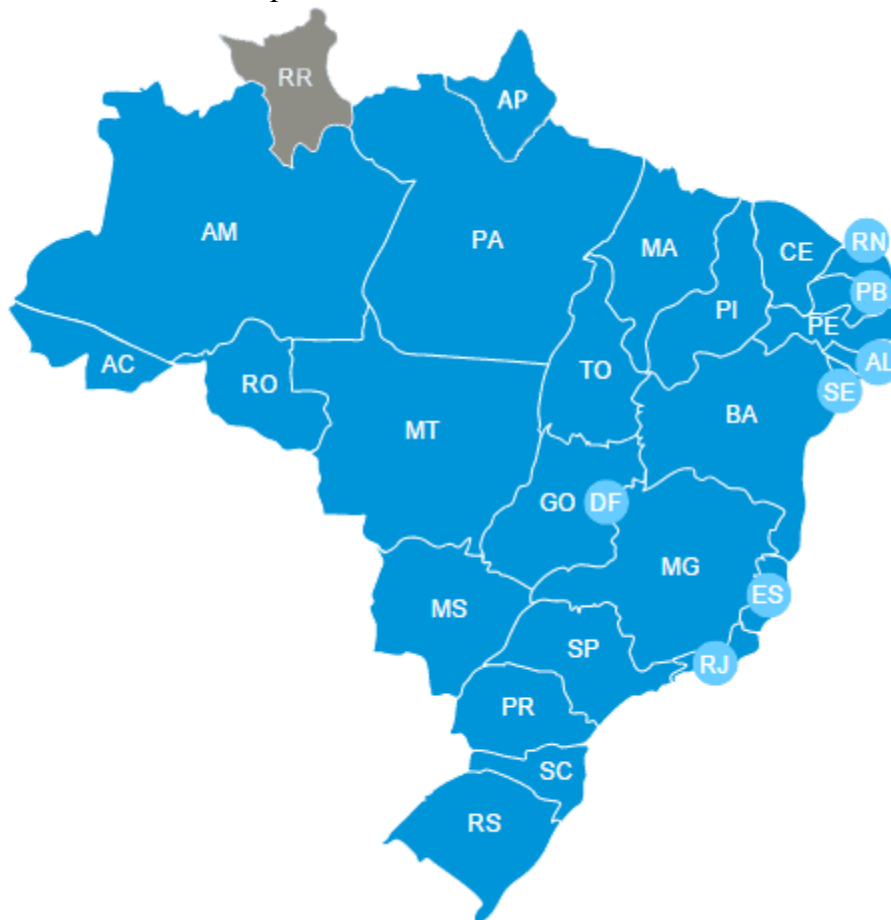
Tabela 1 - Modalidades de bandeira vigentes e seu tipo de acréscimo

| Modalidade bandeira | Acréscimo |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Bandeira verde | Sem acréscimo |
| Bandeira amarela | R\$0,010 para cada kWh consumido |
| Bandeira vermelha - Patamar 1 | R\$0,030 para cada kWh consumido |
| Bandeira vermelha - Patamar 2 | R\$0,050 para cada kWh consumido |

Fonte: Produzido pela autora.

Quando a bandeira do mês vigente está verde as condições para geração de energia estão favoráveis e não há acréscimo na conta de energia dos consumidores. A partir da cor amarela as condições para geração se tornam menos favoráveis e há então uma cobrança de acordo com o nível de dificuldade encontrado pelas geradoras. Os consumidores cativos das distribuidoras pertencentes ao SIN estão englobados pelo Sistema de bandeiras tarifárias (ANEEL, 2015b). O mapa da Figura 3 abaixo exibe em azul quais estados são contemplados com o sistema. Percebe-se que o único estado ainda fora do sistema é Roraima.

Figura 3 - Mapa que mostra os estados participantes do Sistema de Bandeiras Tarifárias pintados de azul



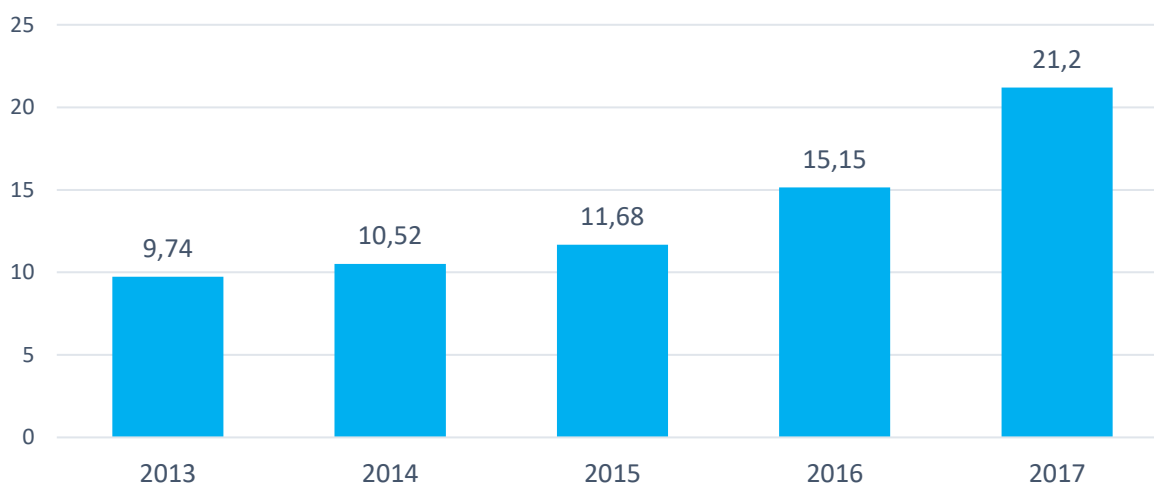
Fonte: ANEEL (2015).

A partir da sinalização provinda das bandeiras tarifárias a sociedade pode desenvolver costumes de consumo mais conscientes, diminuindo o desperdício de energia elétrica, tornando a demanda de energia mais equilibrada, eficiente e sustentável, além de evitar sobrecarregar as geradoras de energia.

2.4 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) é um programa do governo brasileiro que foi criado em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás. O Procel tem objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica, combatendo o seu desperdício. O programa contribui para o aumento da eficiência em diversos segmentos da economia, bens, serviços, edificações, equipamentos, além do desenvolvimento de hábitos de consumo, conscientização sobre o uso eficiente de energia, impactando ainda para a diminuição dos impactos ambientais e na colaboração de um Brasil mais sustentável, gerando benefícios para toda a sociedade. Os resultados desde o início de suas ações até o final do ano de 2017 já gerou uma economia de energia de 128,6 bilhões de kWh (PROCEL, 2017). Somente em 2017 estima-se que as ações do Procel geraram uma economia de 21,2 bilhões de kWh. A quantidade de energia economizada evitou que o Brasil liberasse na atmosfera 1,965 milhão tCO₂, correspondente à emissões durante o ano de 675 mil veículos (PROCEL, 2018). Os valores das economias referentes aos últimos cinco anos estão disponíveis no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Economia de energia nos últimos cinco anos (bilhões de kWh)



Fonte: PROCEL (2018, com adaptações).

As práticas utilizadas pelo Procel para incentivar o uso eficiente da energia elétrica no Brasil estão divididas em dois grandes grupos de ações: ações com fins de educar a população e investimentos em equipamentos e instalações mais eficientes. As ações de educação impulsionadas pelo Procel marcaram o início de sua atuação e teve como resultado a publicação e distribuição de manuais com orientações aos consumidores como economizar

energia em vários setores da sociedade, como residencial, comercial, industrial e setor público. Ainda referente às ações de educação promovidas pelo Procel está o programa pedagógico junto às escolas do ensino fundamental e deu início cursos técnicos, com o objetivo de formação e capacitação de profissionais que tenham competências específicas em eficiência energética. As distribuidoras também colaboram com os projetos instituídos pelo Procel. São destinados 0,25% da receita líquida operacional dessas empresas para apoiar programas educativos e projetos de eficiência energética. Uma das ações realizadas são a de doação de lâmpadas LEDs e substituição de geladeira antigas por modelos mais novos e eficientes, cerca de 48% mais eficientes que o modelo antigo, disponíveis no mercado para a população de baixa renda. Essas ações foram conjuntas à programas de regularização de ligações clandestinas de energia (ANEEL, 2008).

2.4.1 Selo Procel de Eficiência Energética

O Selo Procel é um produto desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel), programa do Governo Federal executado pela Eletrobrás, e teve sua origem por meio de Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993. O Selo Procel é concedido aos equipamentos comercializados no Brasil que possuem maior eficiência energética dentro da sua categoria e tem como objetivo orientar os consumidores sobre quais produtos são mais eficientes e estimular a produção e comercialização de equipamentos que consigam atender critérios de consumo estipulados pelo Procel, reduzindo seu impacto ao meio ambiente. Os equipamentos são submetidos a ensaios em laboratórios indicados pelo Procel, garantindo um padrão na análise dos equipamentos (PROCEL, 2018).

Figura 4 - Selo Procel



Fonte: PROCEL (2018).

O Procel atua há mais de 20 anos estabelecendo parcerias com fabricantes, laboratórios, universidades, centros de pesquisa e agentes do setor, como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). A sociedade está familiarizada com o programa e se mostra dando preferência aos equipamentos que são indicados pelo Procel, colaborando para a ampliação da eficiência energética nacional (PROCEL, 2018).

O selo Procel ganhou expressividade a partir do racionamento de 2001, quando os consumidores foram obrigados a se adequar a quotas de consumo mensal. A eficiência energética transformou-se, então, em elemento de marketing da indústria de eletrodomésticos e eletroeletrônicos (ANEEL, 2008).

Em 2017, 35 milhões de equipamentos com o Selo Procel foram vendidos no Brasil. No total o Selo Procel foi aplicado à 3.308 modelos de equipamentos comercializados nacionalmente, dentro de 41 categorias e pertencentes à 189 fornecedores. A venda desses equipamentos que possuem o Selo Procel ajudou o Brasil a economizar 21,2 bilhões de kWh no ano de 2017, conseguindo evitar assim que fosse emitido 1,96 milhão tCO₂ (PROCEL, 2018).

Continuamente, o Procel busca aumentar a quantidade de categorias de equipamentos que possuem o Selo Procel e atua no estudo de novas definições e atualizações dos critérios exigidos para conceder o selo. O Procel também presta auxílio ao Inmetro no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) contribuindo para com os critérios dos índices de consumo energético, de acordo com a Lei de Eficiência Energética (10.295/2001), e elaborando normas técnicas para ensaios laborais da eficiência energética dos equipamentos (PROCEL, 2018). Os produtos que conseguem alcançar as exigências necessárias para obter o Selo Procel normalmente também se encaixam nos pré-requisitos de critérios de consumo necessários para receber a faixa “A” da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), vinculado ao PBE.

2.5 Programa Brasileiro de Etiquetagem

O Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) é coordenado pelo Inmetro, que desde 1984 atua trazendo à sociedade o debate sobre eficiência energética, com finalidade de contribuir para redução do impacto do aumento do consumo energético no país. O PBE tem como objetivo fornecer as principais informações aos consumidores sobre o desempenho,

principalmente eficiência energética, dos equipamentos comercializados no mercado nacional, impulsionando uma escolha mais consciente do consumidor (INMETRO, 2018a).

A lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001 (Lei da Eficiência Energética) estabeleceu parâmetros de eficiência energética aos fabricantes de equipamentos:

Art. 3º "Os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia são obrigados a adotar as medidas necessárias para que sejam obedecidos os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética (...)"(INMETRO, 2018a).

O PBE concede informações do desempenho de equipamentos, mostrando dados de eficiência energética, ruído, consumo mensal e outras características que facilite o consumidor escolher um produto mais econômico quando se pensa em consumo energético. O PBE ao divulgar os dados acima referidos também fomenta a competitividade da indústria em buscar fabricar equipamentos cada vez mais eficientes (INMETRO, 2018b).

Por meio da análise de dados obtidos através de ensaios laborais, o programa concede a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) à produtos aprovados pelo programa. A etiqueta exhibe informações sobre o equipamento, e no caso da eficiência energética, uma classificação que vai de atender os mais altos níveis de eficiência (A) ao menos eficiente (da letra C até o G, de acordo com a categoria do produto), onde se entende que o equipamento que tiver a nota mais alta da classificação consome menos energia para operar, reduzindo o custo energético que o consumidor deve pagar pelo equipamento na sua conta de energia (INMETRO, 2018b).

O PBE possui 38 programas de Avaliação de conformidades de produtos da linha branca, como condicionadores de ar, fogões, refrigeradores e também demandas ligadas à utilização de recursos renováveis, como energia solar térmica e fotovoltaica, assim como demandas de edificações e veículos (SCHNEIDER, [s.d.]).

O programa possui parcerias com outros projetos nacionais, como o Programa Nacional de Energia Elétrica (Procel) e o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet), além de duas iniciativas governamentais lideradas pela Petrobrás e Eletrobrás que premiam os produtos mais eficientes com base na classificação dada pelo Inmetro. As ações desenvolvidas pelo PBE estão diretamente ligadas ao Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) e o Plano Nacional de Energia (PNE2030), que definem uma meta de redução em 10% do consumo energético brasileiro através de ações de eficiência energética (INMETRO, 2018b).

2.5.1 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) estabelece informações padrões e classifica a eficiência energética dos equipamentos de “A” a “E” de modo que torne fácil para o consumidor compreender e encontrar quais equipamentos disponíveis no mercado são mais econômicos. A etiqueta também facilita que os fabricantes identifiquem como a tecnologia dos seus equipamentos estão em relação à concorrência, no que se refere ao consumo de energia, o que faz com que os fabricantes sintam a necessidade do investimento no desenvolvimento de produtos cada vez mais eficientes para ser bem visto pelo consumidor (INMETRO, 2018b).

Figura 5 - Formato da etiqueta ENCE



Fonte: INMETRO (2013).

A etiqueta é o selo de conformidade que evidencia os equipamentos que atendem à requisitos desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos. O selo já possui alta adesão da sociedade brasileira e se tornou referência no auxílio da compra de condicionadores de ar, lâmpadas LED, computadores, televisões etc. Cada categoria de produtos possui requisitos de classificação de eficiência energética e a etiqueta recebe nomes diferentes, de acordo com o critério de desempenho analisado. Quando o principal critério analisado é a eficiência energética, ela recebe o nome de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, quando o critério é nível do ruído dos equipamentos a etiqueta é o Selo Ruído, permitindo diferenciar equipamentos mais silenciosos (INMETRO, 2018c).

2.6 Funcionamento da Tecnologia Convencional e Tecnologia *inverter*

Condicionadores de ar costumavam ser itens de luxo que pertenciam somente às famílias mais ricas, com o passar dos anos se tornaram equipamentos de uso doméstico mais acessíveis e a cada dia mais eficientes. Condicionadores de ar são utilizados por todo mundo e indispensáveis para gerar conforto térmico em casas, escritórios, hospitais, laboratórios e em diversos outros locais do nosso dia-a-dia (CARRIER, 2018).

Desde a invenção dos condicionadores de ar, seus fabricantes têm buscado empregar padrões de tecnologias cada vez mais eficientes, visando reduzir o consumo desses equipamentos e como também proteger o meio ambiente de gastos desnecessários e elementos químicos. Atualmente, já existem tecnologias que conseguem atingir níveis ainda mais eficientes que os atingidos por modelos convencionais, a chamada tecnologia *inverter* (CARRIER, 2018).

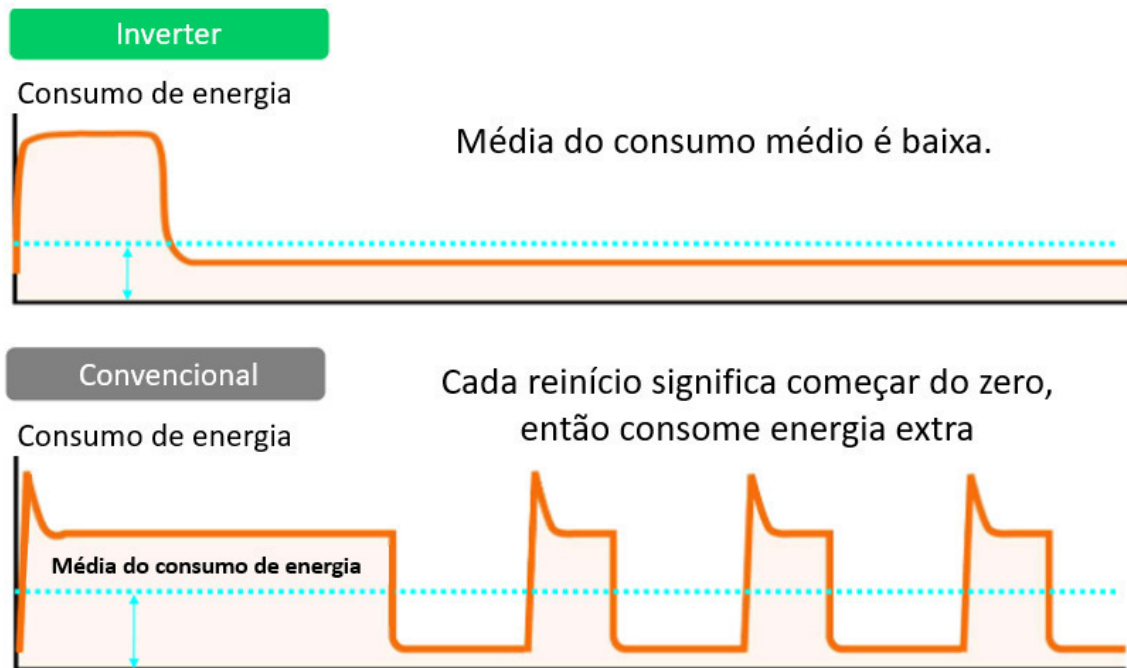
A Toshiba foi a primeira companhia a lançar a tecnologia *inverter* em seus equipamentos de ar-condicionado em 1981 (TOSHIBA, 2010). O sistema *inverter* possui uma tecnologia a frente de seus antecessores, tendo sido desenvolvidos visando eliminar as oscilações de temperatura e desperdícios de eletricidade encontrados nos sistemas convencionais. Essa tecnologia aprimorada utiliza velocidade flexível para obter controle total sobre o compressor e assim melhorar desempenho (CARRIER, 2018).

O funcionamento da tecnologia *inverter* ocorre de forma que ao ser ligado o equipamento funciona com carga total para atingir a temperatura desejada de forma mais rápida. Uma vez que a temperatura tenha sido atingida a velocidade do compressor varia de forma que consiga manter a temperatura do ambiente constante, sem ocorrer as variações de temperatura que ocorrem nos condicionadores convencionais, que constam com um funcionamento “ON” e “OFF” para atingir a temperatura desejada. Como os condicionadores de ar *inverter* evitam esse ciclo de ligar e desligar, essa tecnologia reduz o alto consumo de energia causado por essa operação, conseguindo atingir uma economia entre 30 a 50% a mais que os que possuem tecnologia convencional (CARRIER, 2018).

Os condicionadores de ar convencionais operam de forma que o motor possui uma velocidade fixa e está ligado ou desligado. Ao ser ligado o ar-condicionado busca atingir a temperatura desejada, em seguida seu motor é desligado e somente retorna ligar após atingir um nível de temperatura específico. Ou seja, os condicionadores convencionais operam com capacidade total ou nenhuma capacidade. Esse modo de funcionamento entre ciclos de ligado e desligado gera picos de energia, causando desperdício desnecessário de energia e a

temperatura do ambiente não se mantém constante. A principal vantagem dos equipamentos convencionais em relação aos que possuem a tecnologia *inverter* é seu custo de aquisição ser inferior e possuem taxas de manutenção normalmente mais baratas por possuir um sistema mais simples, por outro lado os condicionadores *inverter* possuem um sistema mais robusto, normalmente necessitando menos de manutenção e é energeticamente eficiente, economizando dinheiro durante a vida útil do mesmo (CARRIER, 2018).

Gráfico 6 - Consumo ao longo do funcionamento de condicionadores com tecnologia *inverter* e convencional



O sistema do *inverter* elimina o desperdício causado pelo reinício frequente.

Fonte: TOSHIBA (2010).

Os condicionadores de ar *inverter* foram desenvolvidos para corrigir essas variações de temperatura e desperdício de energia que ocorre nos modelos que possuem tecnologia convencional. Além de atingir mais rapidamente a temperatura definida pelo operador e conseguir mantê-la constante, a tecnologia não opera com picos de energia causados ao ligar o aparelho, o que proporciona uma operação mais silenciosa do que os convencionais (CARRIER, 2018).

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do cenário e equipamentos da análise

O cenário escolhido para a realização deste trabalho é o modelo de loja padrão de uma empresa de varejo que funciona na cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará, no nordeste do Brasil. A loja possui 220 m² e seu horário de funcionamento das 07:00 às 22:00 horas todos os dias da semana. É constante o movimento de pessoas na loja em todos os horários de funcionamento em todos os meses do ano.

O cenário consta com 4 condicionadores de ar tipo cassete da marca Carrier, modelo Cassete com tecnologia convencional para a refrigeração da sua área de venda. Os equipamentos permanecem ligados durante as 15 horas de funcionamento da loja e possuem as seguintes especificações:

Tabela 2 - Características do condicionador de ar convencional utilizado na análise

| Marca | Btu/h | Eficiência Energética (W/W) | Faixa de Classificação | Consumo (W) | Consumo de Energia (kWh/mês) |
|---------|-------|-----------------------------|------------------------|-------------|------------------------------|
| Carrier | 48000 | 3,03 | B | 4643 | 98 |

Fonte: Elaborada pela autora.

Os modelos de condicionadores de ar que foram utilizados para realização da análise da viabilidade econômica são da marca LG, modelo Cassete com tecnologia *inverter* e possuem as especificações a seguir:

Tabela 3 - Características do condicionador de ar *inverter* utilizado na análise

| Marca | Btu/h | Eficiência Energética (W/W) | Faixa de Classificação | Consumo (W) | Consumo de Energia (kWh/mês) |
|-------|-------|-----------------------------|------------------------|-------------|------------------------------|
| LG | 48000 | 3,24 | A | 4252 | 89 |

Fonte: Elaborada pela autora.

É considerado que a potência dos quatro condicionadores de 48.000 Btu/h está coerente para fornecer conforto térmico cenário da análise, correspondendo de forma eficaz à carga térmica do cenário.

3.2 Premissa da economia de energia dos condicionadores de ar *inverter*

Considerando as informações de eficiência dos condicionadores de ar com tecnologia *inverter* disponibilizadas na sessão 2.6, esses equipamentos são mais econômicos que os convencionais, obtendo-se uma economia no consumo de energia entre 30% a 50%. Na análise da viabilidade econômica presente neste trabalho não será considerada somente os valores de economia disponibilizados pelo fabricante. Também serão consideradas diferentes possibilidades de economia afim de analisar-se em quais condições de economia a aquisição desses aparelhos torna-se mais viável que os modelos convencionais. Desta forma as possibilidades de economia referente a cada situação estão descritas na tabela abaixo.

Tabela 4 - Cenários de economia que serão analisados na viabilidade econômica

| Cenário | Economia |
|------------|----------|
| Situação 1 | 10% |
| Situação 2 | 20% |
| Situação 3 | 30% |
| Situação 4 | 40% |
| Situação 5 | 50% |

Fonte: Elaborada pela autora.

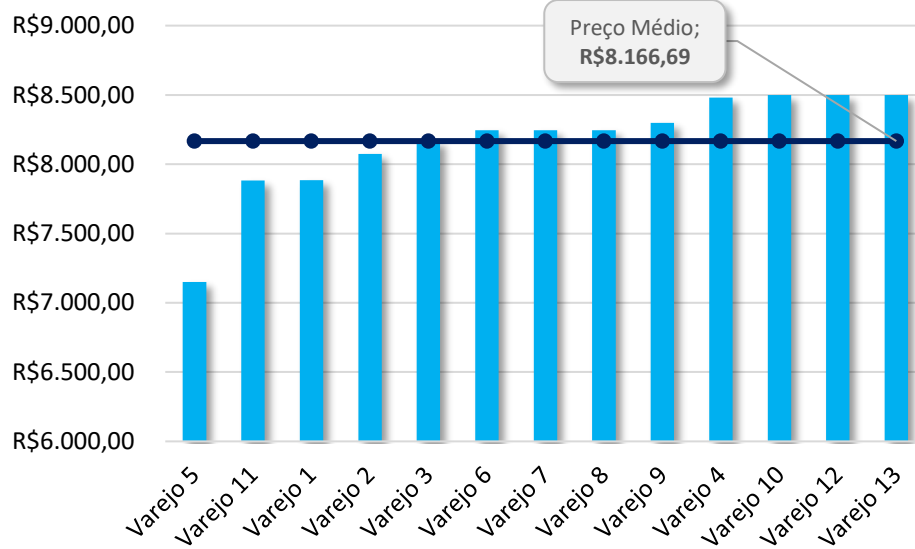
3.3 Custo de aquisição dos aparelhos de ar-condicionado

O valor de aquisição dos equipamentos convencionais e também os aparelhos que possuem tecnologia *inverter* foram obtidos a partir da média dos preços encontrados em 13 lojas *onlines* que disponibilizavam esses equipamentos. As 13 lojas foram as mesmas selecionadas para os dois equipamentos, afim de manter uma maior coerência de preços. Os valores foram obtidos no mês de novembro de 2018. Sendo, portanto o valor de aquisição do aparelho convencional considerado R\$ 8.166 e o do aparelho mais eficiente, com tecnologia *inverter* sendo R\$ 13.581. Para cada aparelho também foi considerado o custo de instalação. A instalação cobrada na instalação de condicionadores *inverter* foi orçada em R\$1.890, enquanto os condicionadores convencionais R\$1.635. Sendo quatro aparelhos na loja os valores finais

considerados no investimento dos equipamentos foram de: *Inverter*: R\$ 61.884; Convencional: R\$ 39.204.

Os gráficos dispostos a seguir exibem a comparação entre os valores encontrados nas 13 lojas pesquisadas e a média utilizada para o cálculo final de viabilidade econômica. Portanto para o condicionador com tecnologia convencional:

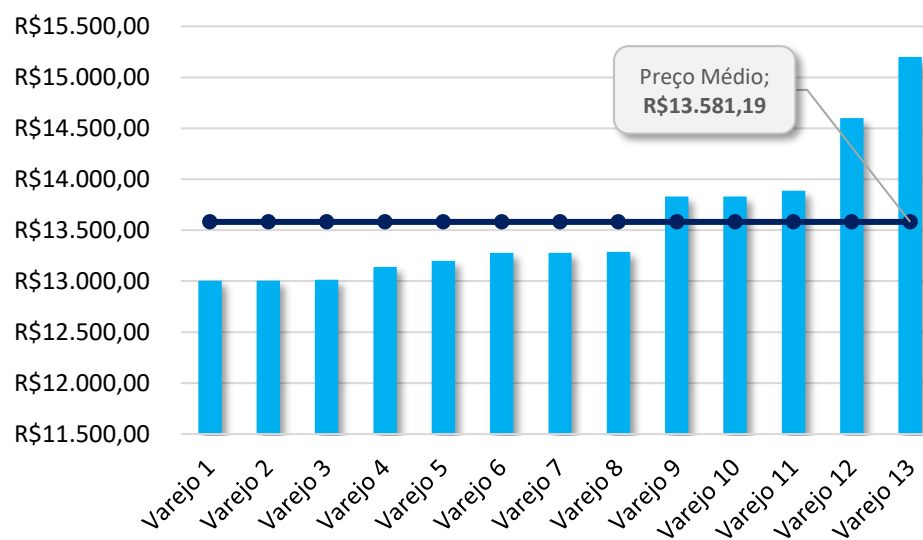
Gráfico 7 - Preços do modelo convencional disponíveis nas lojas *online*s



Fonte: Produzido pela autora.

Para o aparelho com tecnologia *inverter*:

Gráfico 8 - Preços do modelo *inverter* disponíveis nas lojas *online*s



Fonte: Produzido pela autora.

3.4 Considerações sobre tarifas e taxas

Para o cálculo da previsão do valor pago pelo consumo dos condicionadores de ar que serão analisados nesse trabalho foram utilizadas as taxas referentes a bandeira tarifária de cada mês para o subgrupo B3 – Demais classes (Comercial, industrial e poder público).

Tabela 5 - Tarifa referente as bandeiras do Subgrupo B3

| Sub-grupos - OUTROS | R\$/kWh | | |
|------------------------------------------------|---------|---------|----------|
| | Verde | Amarela | Vermelha |
| B3 - DEMAIS CLASSES (Com, Ind e Poder Público) | 0,75622 | 0,77158 | 0,83300 |

Fonte: ENEL (2018).

Para o cálculo do preço do kWh consumido pelos condicionadores foi utilizado a média referente aos 12 últimos meses, no caso o valor de 0,8 (R\$/kWh).

Tabela 6 - Histórico das bandeiras tarifárias

| Mês | Bandeira | Valor (R\$/kWh) |
|--------|------------|-----------------|
| nov/17 | Vermelha 2 | 0,83 |
| dez/17 | Vermelha 1 | 0,83 |
| jan/18 | Verde | 0,76 |
| fev/18 | Verde | 0,76 |
| mar/18 | Verde | 0,76 |
| abr/18 | Verde | 0,76 |
| mai/18 | Amarela | 0,77 |
| jun/18 | Vermelha 2 | 0,83 |
| jul/18 | Vermelha 2 | 0,83 |
| ago/18 | Vermelha 2 | 0,83 |
| set/18 | Vermelha 2 | 0,83 |
| out/18 | Vermelha 2 | 0,83 |
| nov/18 | Amarela | 0,77 |

Fonte: ENEL (2018, com adaptações).

4 RESULTADOS

O cálculo do tempo de retorno (*payback*) realizado foi feito ao dividir o valor do investimento para aquisição dos condicionadores de ar pela economia de energia encontrada por mês em cada um dos cinco cenários desenhados para essa análise.

As previsões de *payback* foram consideradas para dois tipos de investimentos.

- 1) Considerando que os modelos convencionais já seriam comprados, o investimento seria a variação do preço dos *inverters* pelo preço dos convencionais, no caso R\$ 22.680.
- 2) Considerando o investimento sendo o valor cheio da compra e instalação dos aparelhos *inverters*, no caso R\$ 61.884.

Para o cenário (1) tem-se os seguintes valores de *payback*:

Tabela 7 - Valor do investimento e *payback* para o cenário 1

| Investimento | R\$61.884 | | |
|---------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|
| Cenário | Economia | Meses Payback | Tempo Payback |
| Situação 1 | 10% | 93 | 7 anos e 9 meses |
| Situação 2 | 20% | 46 | 3 ano e 10 meses |
| Situação 3 | 30% | 31 | 2 anos e 7 meses |
| Situação 4 | 40% | 23 | 1 ano e 11 meses |
| Situação 5 | 50% | 19 | 1 ano e 7 meses |

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o cenário (2) tem-se os seguintes valores de *payback*:

Tabela 8 - Valor do investimento e *payback* para o cenário 2

| Investimento | R\$ 22.680 | | |
|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------------|
| Cenário | Economia | Meses Payback | Tempo Payback |
| Situação 1 | 10% | 34 | 2 anos e 10 meses |
| Situação 2 | 20% | 17 | 1 ano e 5 meses |
| Situação 3 | 30% | 11 | 11 meses |
| Situação 4 | 40% | 8 | 8 meses |
| Situação 5 | 50% | 7 | 7 meses |

Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÃO

A eficiência energética vem ganhando cada vez mais espaço e debate no cenário atual brasileiro. São diversos programas de incentivo à produção de aparelhos mais econômicos e também ações educativas, orientando os consumidores em suas escolhas por produtos mais eficientes. No varejo, a eficiência energética vem se tornando cada vez mais uma escolha estratégica, principalmente com a grande concorrência. A economia gerada pode se tornar um investimento necessário para se sobressair no mercado.

Com relação ao caso estudado nesse trabalho, o fato da loja permanecer com seus condicionadores de ar ligados pela maior parte das horas (15 horas) nos dias de funcionamento faz com que a viabilidade econômica da troca do atual padrão dos equipamentos convencionais na loja por aparelhos mais modernos que possuem a tecnologia *inverter* se torne uma ótima escolha. Mesmo considerando o caso do investimento sendo o valor total de aquisição dos equipamentos mais modernos R\$ 61.884, o *payback* se torna atraente em praticamente todos os cenários, ficando somente a “Situação 1” do primeiro cenário com um tempo de retorno muito longo (7 anos e 9 meses). Com relação às outras situações analisadas, todos tiveram um *payback* inferior a 4 anos, tornando-se ainda mais viável a mudança dos aparelhos.

Os resultados obtidos nos cenários exibem como a economia que a tecnologia *inverter* gera durante a operação do equipamento ao longo de sua vida útil compensa seu valor de aquisição mais alto, tornando-se um ótimo investimento para lojas do varejo brasileiro.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: [s.n.].

ANEEL. **ANEEL aprova novos valores das bandeiras tarifárias**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8415&id_area=90>.

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>. Acesso em: 10 nov. 2018b.

ANEEL. **Bandeira tarifária de março é amarela e, para abril, bandeira verde**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=9083&id_area=90>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ANEEL. **Bandeira tarifária segue vermelha patamar 2 em agosto**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/bandeira-tarifaria-segue-vermelha-patamar-2-em-agosto/656877?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fsala-de-imprensa-exibicao%3Fp_id%3D101_I>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CARRIER. **What is an inverter air conditioner?** Disponível em: <<https://www.carrierair.com.au/inverter-air-conditioner/>>. Acesso em: 5 nov. 2018.

DAIKIN. **Inverter for Energy Saving**. Disponível em: <http://www.daikin.com/about/why_daikin/benefits/inverter/index.html>. Acesso em: 5 nov. 2018.

ELETROBRAS; PROCEL. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso: Ano base 2005**. Rio de Janeiro: [s.n.].

ENEL. **Tarifas, Taxas e Impostos**. Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/ce/TaxasETarifas.aspx>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

EPE. **Demanda de Energia 2050**. Rio de Janeiro: [s.n.].

EPE. **Balço energético Nacional 2018: Ano base 2017**. Rio de Janeiro: [s.n.].

EPE. **Caderno de Demanda de Eletricidade**. [s.l: s.n.].

EPE; COPAM. **Informe ao mercado**. Rio de Janeiro: [s.n.].

EPE; ONS. **1ª Revisão Quadrimestral das Projeções da demanda de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional 2017-2021** Nota Técnica DEA 11/15 , Nota Técnica ONS 126/2015. [s.l: s.n.].

INMETRO. Portaria n.º 410, de 16 de agosto de 2013. p. 5, 2013.

INMETRO. **Histórico**. Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/historico.php>>. Acesso em: 13 nov. 2018a.

INMETRO. **O programa brasileiro de etiquetagem**. Disponível em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/conheca_o_programa.php>. Acesso em: 13 nov. 2018b.

INMETRO. **Etiqueta de eficiência energética**. Disponível em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/a_etiqueta.php>. Acesso em: 14 nov. 2018c.

PROCEL. **O Programa**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD%7D>>. Acesso em: 7 nov. 2018.

PROCEL. **Resultados PROCEL 2018: Ano base 2017**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.procelinfo.com.br>.

SCHNEIDER. **Programa de Etiquetagem**. Disponível em: <<http://www.schneider.ind.br/mais/programas/programa-de-etiquetagem/>>. Acesso em: 13 nov. 2018.

TOSHIBA. **Toshiba Air Conditioners - Modern Technologies**. Disponível em: <http://www.ahi-toshiba.com/quality/?ELEMENT_ID=355>. Acesso em: 14 nov. 2018.