

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ**

**LUCAS HENRIQUE PEDROZO RAMOS**

**POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:  
BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DE WHITE CERTIFICATES E  
OUTROS CERTIFICADOS NO USO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA**

**CASCADEL  
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ**

**LUCAS HENRIQUE PEDROZO RAMOS**

**POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:  
BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DE WHITE CERTIFICATES E  
OUTROS CERTIFICADOS NO USO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA.**

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz para elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

**Professor Orientador:**

**Ms. e Fís. Gilson Debastiani**

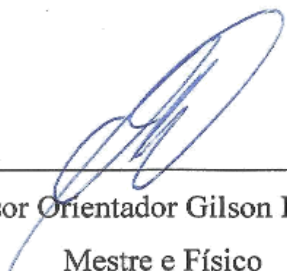
**CASCADEL  
2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ**  
**LUCAS HENRIQUE PEDROZO RAMOS**

**POLÍTICAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA  
UTILIZAÇÃO DE WHITE CERTIFICATES E OUTROS CERTIFICADOS NO  
USO EFICIENTE DE ENERGIA ELÉTRICA**


Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Elétrica, do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sob a orientação do Professor Gilson Debastiani.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Professor Orientador Gilson Debastiani  
Mestre e Físico



---

Maycon Roberto Boeing  
Engenheiro Eletricista



---

Nelson Chetevik de Oliveira  
Engenheiro de Controle e Automação

Cascavel/PR, 06 de dezembro de 2018

## DEDICATÓRIA

A minha família, ao meu avô Ivo, meus pais Celso e Loreni, meu irmão Cristhian, minha namorada Andréia, por me apoiarem e incentivarem a ser corajoso e humilde para conquistar este objetivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por tudo o que tem me proporcionado e por mais essa conquista. Por estar me guiando em todos os meus passos, dando forças quando desanimado, coragem quando desacreditado, e, principalmente, pela inspiração e desafio em escrever este trabalho.

Fico eternamente grato a toda a minha família que me sustentaram e me motivaram a escolher este curso para minha vida. Através do exemplo deles, hoje compreendo que somente com determinação e muita dedicação podemos conquistar muitas batalhas.

Agradeço a minha namorada, Andréia, por ser minha companheira em todos os momentos, sejam eles alegres ou tristes. Agradeço por sua paciência e carinho, que foram determinantes para o sucesso deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Gilson Debastiani, por ter me aceitado como seu orientando e por ter me proposto este desafio. Agradeço-lhe por todos os ensinamentos e orientações, que me deram a certeza de que o caminho certo estava sendo traçado.

A todos os professores e colegas de turma, que durante esse período do curso de Engenharia Elétrica me ajudaram a crescer profissionalmente, através de ensinamentos, conselhos e experiências. Aproveito para lhes desejar muito sucesso!

Agradeço a Rinaldo Caldeira, autor do livro e proposta “White Certificates – Um Mercado de Títulos de Eficiência Energética para o Brasil”, em que tive principal embasamento para elaboração deste trabalho. Além disso, agradeço por ter sido receptivo e por ter me auxiliado.

Por fim, agradeço a todas as pessoas, amigos, ao grupo da Jornada Jovem, que me deram apoio e participaram de alguma forma para esta conquista.

## RESUMO

Um futuro dominado pela eficiência energética, por recursos renováveis, redes e cidades inteligentes, energia barata e abundante e, principalmente, livre de fontes de energia inseguras e destrutivas, é possível. No Brasil, o tema eficiência energética vem sendo discutido desde a década de 80, e, embora foram conquistados resultados positivos através de políticas voltadas a esse ramo, como o PROCEL, PBE e o PEE/ANEEL, ainda há um potencial inexplorado e muitas vezes subestimado, capaz de alavancar grande desenvolvimento para o país. Por isso, destacam-se todas as políticas ou métodos para se objetivar a eficiência energética. Dentre as diversas opções, podem ser destacados os certificados, como o LEED, REC e os *White Certificates* que procuram, cada qual com suas singularidades, incentivar investidores e consumidores a adentrarem neste segmento, minimizando muitas das barreiras. Este último certificado, de grande destaque em alguns países europeus, como Itália e França, e nos EUA, se estrutura como um mercado de títulos em que a economia de energia é o principal produto a ser comercializado. No Brasil, apesar desse instrumento ainda não existir, Rinaldo Caldeira através de seu estudo propôs um sistema que demonstra ser atrativo e eficaz. Portanto, com base nesse sistema, foi realizado um estudo para simular a utilização deste certificado numa instalação hipotética de iluminação. Os resultados que foram obtidos relacionam através de uma tabela comparativa de fluxo de caixa os sistemas com e sem a venda de *White Certificates*, sendo o valor total de venda dos certificados, por ano, igual a R\$21.020,10. Portanto, o valor final agregado com a utilização do sistema de *White Certificate*, durante a validade de 5 anos, foi de R\$507.542,50, enquanto que o valor agregado sem a venda foi de R\$486.522,40. Ou seja, o sistema de *White Certificates* pode tornar viável muitos projetos de eficiência energética, fato que auxilia na redução de muitas barreiras existentes.

Palavras-chave: Eficiência energética, *White Certificates*, LEED, REC.

## ABSTRACT

A future dominated by energy efficiency, renewable resources, smart cities and networks, cheap and abundant energy and, mostly, free from unsafe and destructive energy sources, is possible. In Brazil, energy efficiency has been discussed since the 1980s, and although positive results have been achieved through policies in this field, such as PROCEL, PBE and PEE / ANEEL, there is still an untapped and underated potential, capable of leveraging great development for the country. Therefore, all the policies or methods to achieve energy efficiency are highlighted. Among the various options, certificates such as LEED, REC and White Certificates that seek, with their singularities, encouraging investors and consumers to enter this segment, minimizing many of the barriers. The latter certificate, which stands out in some European countries, such as Italy and France, and in the US, is structured as a securities market in which energy saving is the main product to be traded. In Brazil, although this instrument does not yet exist, Rinaldo Caldeira through his study proposed a system that proves to be attractive and effective. Therefore, based on this system, a study was carried out to simulate the use of this certificate in a hypothetical lighting installation. The results that were obtained relate through a comparative table of cash flow the systems with and without the sale of White Certificates, being the total sale value of the certificates, per year, equal to R\$ 21,020.10. Therefore, the aggregate final value with the use of the White Certificate system, during the 5-year period, was R\$ 507,542.50, while the aggregate value without was R\$486,522.40. It is concluded that the White Certificates system can make many energy efficiency projects feasible, which helps reduce the many existing barriers.

Key-words: Energy efficiency, *White Certificates*, LEED, REC.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo das principais políticas de eficiência energética brasileiras .....	24
Figura 2 - Cenários do Potencial de Conservação de Energia.....	28
Figura 3 – Múltiplos benefícios providos da eficiência energética .....	30
Figura 4 – Distribuição dos projetos registrados nos estados brasileiros .....	35
Figura 5 – Média de reduções de água, energia, emissão de CO2 e resíduos no Brasil, por edifícios LEED.....	37
Figura 6 – Tipologias LEED.....	37
Figura 7 – Áreas analisadas pelas tipologias LEED .....	38
Figura 8 – Níveis de certificação LEED e suas respectivas pontuações .....	38
Figura 9 - Equivalência entre energia economizada e White Certificates .....	40
Figura 10 – Funcionamento do Mercado de White Certificates.....	42
Figura 11 – Estrutura do Setor Elétrico Brasileiro .....	45
Figura 12 – Foto do sistema BIPV na parte superior de uma edificação na Rua Peking, em Hong Kong. ....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Oferta interna de energia no Brasil .....	16
Gráfico 2 - Porcentagens das energias na matriz energética.....	17
Gráfico 3 - Oferta interna de energia elétrica no Brasil .....	18
Gráfico 4 - Porcentagens das energias renováveis e não renováveis na matriz elétrica .....	19
Gráfico 5 - Pontuação em políticas de eficiência energética dos 24 países que mais consomem energia no mundo .....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontuações do Brasil nos setores e políticas avaliados pelo IEA. ....	21
Tabela 2 - Responsabilidades de Políticas Públicas .....	22
Tabela 3 - Enxergando além de custos mais baixos de energia .....	31
Tabela 4 – Análise de projetos de sistemas de iluminação em hospitais. ....	49
Tabela 5 – Fluxo de caixa contendo Valor Acumulado sem o sistema WhC e Valor Acumulado com o sistema. ....	51
Tabela 6 - Comparativo entre Fluorescente T5 e LED - Meta 800LUX no salão de vendas.....	52
Tabela 7 – Fluxo de caixa comparativo para a instalação hipotética. ....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia
ACEE	<i>American Council for Energy Efficiency</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
AQUA-HQE	<i>AQUA Haute Qualité Environnementable</i>
ATEE	<i>Association Technique Énergie Environnement</i>
BEN	Balanco Energético Nacional
BIPV	<i>Buildings Integrated Photovoltaics</i>
BREEAM	<i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i>
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CGIEE	Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESCOS	Empresas de Serviços de Conservação de Energia
GBC Brasil	<i>Green Building Council Brasil</i>
GME	<i>Gestore del Mercato Elettrico</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I-REC	<i>International Renewable Energy Certificate</i>
LEED	Liderança em Projeto Energético e Design Ambiental
MME	Ministério de Minas e Energia
OIE	Oferta Interna de Energia
OIEE	Oferta Interna de Energia Elétrica
ONG	Organização Não Governamental
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Programa de Etiquetagem Brasileira
PDE	Plano Decenal de Energia

PEE	Programa de Eficiência Energética
PEN	Política Energética Nacional
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Programa de Mobilização Energética
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
REC	<i>Renewable Energy Certificate</i>
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>
SIN	Sistema Interligado Nacional
WhC	<i>White Certificates</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
2.1 ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA .....	16
2.2 ANÁLISE DA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA .....	17
2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	19
2.3.1 Políticas de Eficiência Energética no Brasil .....	22
2.3.1.1 Conserve .....	25
2.3.1.2 Programa de Mobilização Energética – PME .....	25
2.3.1.3 Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).....	25
2.3.1.4 Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET .....	26
2.3.1.5 Lei 9.991/2000 e Lei 13.280/2016 .....	27
2.3.1.6 Lei 10.295: “Lei da Eficiência Energética” .....	27
2.3.1.7 PNE 2030, PNEf e outras políticas .....	28
2.3.2 Múltiplos Benefícios da Eficiência Energética .....	29
2.4 REC - <i>RENEWABLE ENERGY CERTIFICATES</i> .....	31
2.4.1 Fontes de Energia Renovável.....	31
2.4.2 Definição de <i>International Renewable Energy Certificates Standard</i> .....	32
2.4.4 Funcionamento do I-REC.....	34
2.5 LEED – <i>LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN</i> .....	35
2.5.1 Sustentabilidade e <i>Greenbuildings</i> .....	36
2.5.2 Funcionamento do LEED .....	37
2.6 <i>WHITE CERTIFICATES</i> .....	39
2.6.1 Definição e Fundamentos dos <i>White Certificates</i> .....	39
2.6.2 Funcionamento do Mercado de WhC’s .....	41
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>44</b>
3.1 CÁLCULO DA ECONOMIA DE ENERGIA ANUAL.....	47
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>49</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a utilização do fogo, a humanidade busca controlar as diversas formas de energia para uma base do seu desenvolvimento, criando a possibilidade de construir cidades, desenvolver e mover equipamentos, máquinas e automóveis, controlar a temperatura produzindo frio ou calor e alcançar uma sociedade moderna e tecnológica (MMA, 2012). O petróleo e os demais combustíveis fósseis são os principais consolidadores desta sociedade hábil e poderosa. É inegável que a exploração desses tipos de energia mudou tudo, nos mais distintos setores. Entretanto estes elementos habilitadores com o passar do tempo demonstraram-se receosos, inseguros e destrutivos. O resultado é que o rico legado construído por combustíveis fósseis está começando a abalar a própria segurança que eles mesmos construíram (LOVINS, 2013).

Em contrapartida, uma transição para as fontes renováveis e para a eficiência energética já está em curso e acelerando cada vez mais. Esta solução integrada tem como base a tecnologia e a política pública, as quais são importantes e ricas em inovação, e tem como principal objetivo gerar uma energia que contrariamente àquelas que poluem e desperdiçam drasticamente, não o fazem (ONU, 2012).

Além disso, a eficiência energética ganha uma nova motivação. O conceito tradicional, que reconhece que um mesmo serviço poderia ser feito com menor gasto de energia, está se estendendo ao se analisar, em perspectiva, a oferta e a demanda. Ou seja, seu potencial permite uma visão não só de um modo de economizar energia, mas de uma verdadeira fonte de energia. Este fato pode ser elucidado através de a grande maioria dos países de primeiro mundo utilizar a eficiência energética como um “combustível primário” antes de buscar alternativas para geração de energia em suas atuais estratégias. Além disso, a eficiência energética possui também o maior potencial para reduzir as emissões de carbono com o menor custo, quando comparado a outros métodos. (BRASIL, 2013; BID, 2014; CALDEIRA, 2017; IEA, 2014).

No Brasil, entretanto, não ocorre dessa forma, pois há mais incentivos a se instalar novas usinas para suprimento de longo prazo da demanda. Apesar de possuir

uma grande demanda reprimida de energia e existirem alguns programas de eficiência energética, o país ainda não possui uma política mais abrangente, ao mesmo tempo em que seus índices de perdas e desperdício de eletricidade são elevados (CALDEIRA, 2017). Vendo por esse lado, é possível admitir que o Brasil, há mais de 30 anos lidando com a questão de conservação e uso eficiente de energia, não possui um contexto apropriado de políticas voltadas à eficiência energética (JANUZZI, 2009).

Nesse sentido, surgem diversos mecanismos nacionais e internacionais que visam reconhecer e certificar equipamentos e edificações que apresentem o uso eficiente da energia elétrica e outros que visam incentivar um mercado de energia que torna esse setor mais competitivo. Esses certificados, cada qual com suas singularidades, podem ser uma ótima alternativa ou complementariedade das políticas, pois seus objetivos buscam incentivar e fomentar projetos e práticas na área de eficiência energética, atendendo as mais diversificadas estratégias de investidores, agregando muitos benefícios tanto para o setor elétrico, quanto aos consumidores.

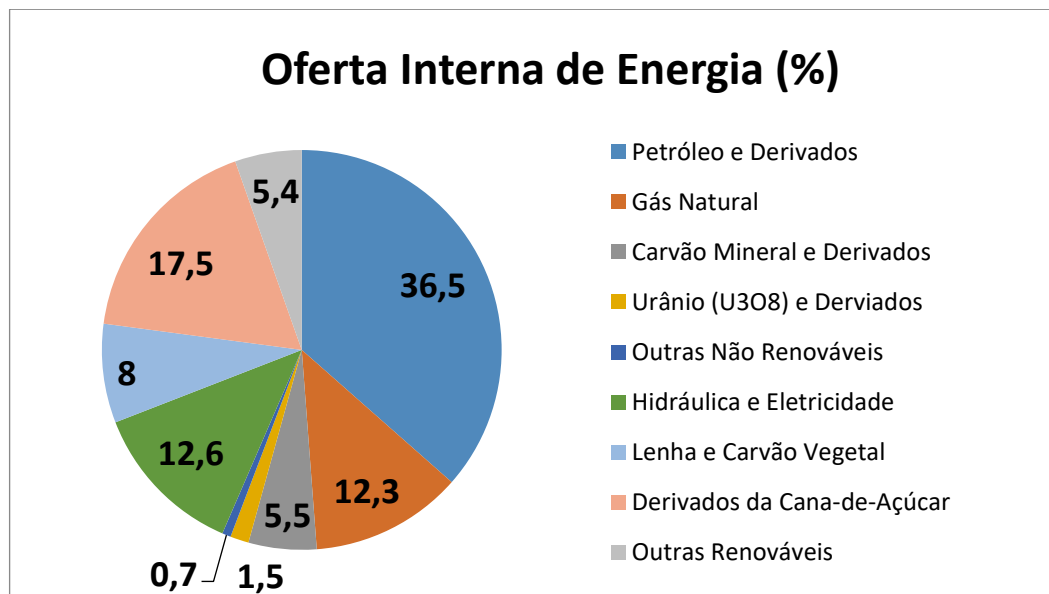
Neste trabalho será abordado o contexto brasileiro de políticas públicas de incentivo à eficiência energética e apresentação dos seguintes certificados: Liderança em Projeto Energético e Design Ambiental (*Leadership in Energy And Environmental Design – LEED*), Certificado de Energia Renovável (*Renewable Energy Certificates – REC*) e, em especial, os Certificados Brancos (*White Certificates*). Este último, portanto, será tratado com maior relevância para apresentação dos resultados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ANÁLISE DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A matriz nacional de oferta de energia apresenta a quantidade de energia através da contribuição individual de cada fonte energética primária existente na natureza, como por exemplo, petróleo, carvão mineral, hidráulica, nuclear (urânio  $U_3O_8$  e derivados), entre outras (VENTURA FILHO, 2015). A Oferta Interna de Energia – OIE, em 2016, teve como resultado 288,3 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo), cujo valor é equivalente a 2,07% da energia mundial. Já o Produto Interno Bruto – PIB, segundo dados do IBGE, chegou a R\$6,266 trilhões (BRASIL, 2017c). Em relação ao ano de 2015, houve diminuição da oferta em 3,8% e também do PIB, em 3,6%. Essas quedas se devem, em grande parte, pela redução de quase 20% nas perdas de transformação relativas à menor geração termelétrica, e pela redução de 5,3% no consumo do setor energético (BRASIL, 2017a). No Gráfico 1 é ilustrado a matriz de oferta interna no Brasil.

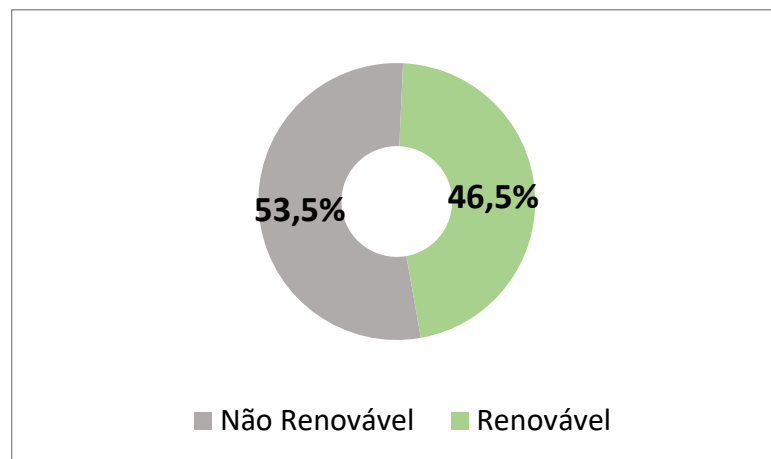
Gráfico 1 - Oferta interna de energia no Brasil



Fonte: Adaptado de Brasil (2017a)

A energia não renovável teve como resultado 163,0 Mtep em 2016, representando 56,5%. Nesse tipo de energia, há grande utilização de combustíveis fósseis, com participação de 54,3%. Entretanto, segundo os dados do Brasil (2017a), com a retração de 7,3% das não renováveis e o crescimento das fontes eólica, biodiesel, lixívia e outros resíduos de biomassa – que são representadas como “outras renováveis” – e a hidráulica, houve um acréscimo da porcentagem contribuinte de renováveis.

Gráfico 2 - Porcentagens das energias na matriz energética



Fonte: Adaptado de Brasil (2017a)

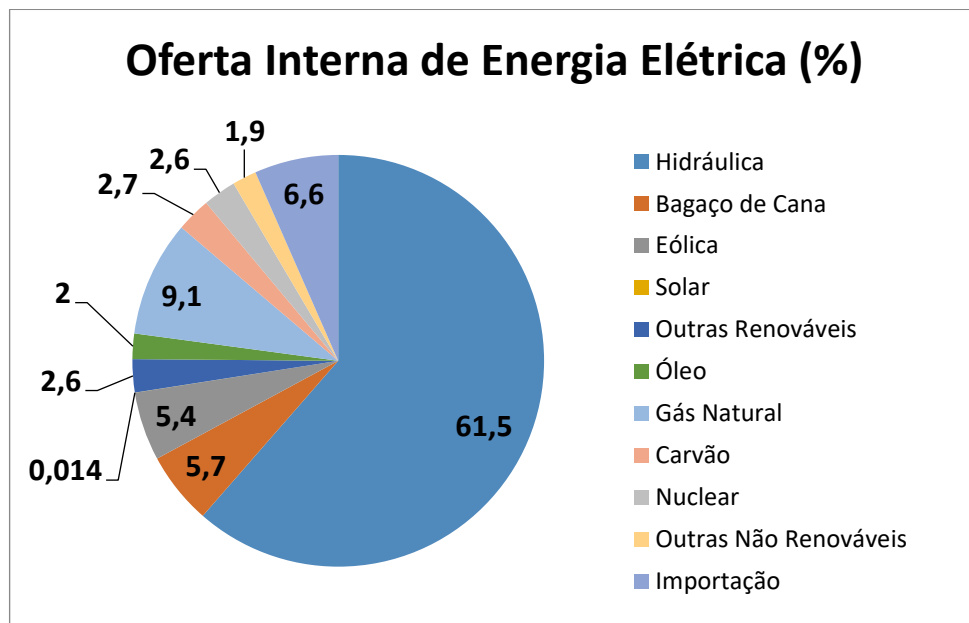
Por conseguinte, o Brasil pode ser considerado um país com economia de “baixo carbono”, por apresentar 125,3 Mtep, ou 43,5% da demanda total de energia preenchida por fontes renováveis, sendo a média mundial de 14,2%. Além disso estima-se que 6,3% das fontes de energia renováveis estão no país (BRASIL, 2017a).

## 2.2 ANÁLISE DA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Uma parcela da matriz de OIE é transformada em energia elétrica, a qual é a forma de energia mais adequada de utilização dos consumidores. Toda a energia gerada da fonte hidráulica, nuclear e dos combustíveis fósseis é transformada em eletricidade (VENTURA FILHO, 2015). A matriz de Oferta Interna de Energia Elétrica

– OIEE apresenta a quantidade de energia elétrica pela contribuição das diversas fontes no país. O montante da matriz, ilustrado no Gráfico 3, em 2016, foi de 619,7 TWh, representando 2,5% do mundo. Diferentemente da matriz energética, a maior contribuição se dá por fontes renováveis, chegando esse valor a 506,3 TWh, contra 113,4 TWh de não renováveis (BRASIL, 2017a).

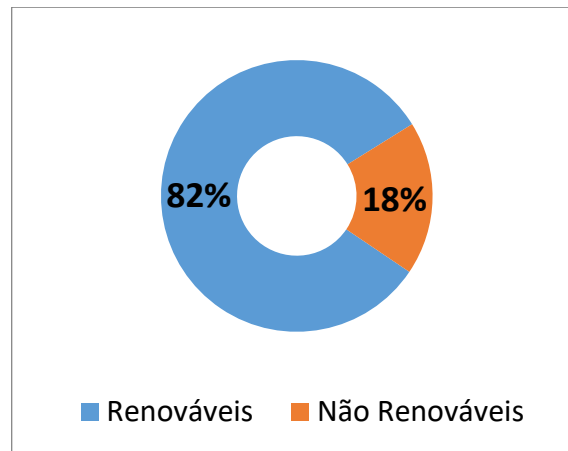
Gráfico 3 - Oferta interna de energia elétrica no Brasil



Fonte: Adaptado de Brasil (2017a)

Das renováveis, se destaca a hidrúlica com aproximadamente 381 TWh, ou 61,5%, incluindo a importação de energia da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Outras fontes que merecem destaque são a eólica e a solar. Do ano de 2015 para 2016, essas duas fontes cresceram 54,9% e 44,7%, respectivamente. Já algumas das fontes não renováveis, como óleo fóssil, gás natural e carvão mineral, recuaram 52,8%, 28,9% e 9,8% (BRASIL, 2017a).

Gráfico 4 - Percentagens das energias renováveis e não renováveis na matriz elétrica



Fonte: Adaptado de Brasil (2017)

Segundo dados do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE, indica-se que até o ano de 2026 haverá expansão de 18.451 MW em energia eólica, tornando-a a segunda maior fonte de energia elétrica, representando 12% da matriz. Além disso, destacam-se as outras energias renováveis, pois vários indicam apresentar crescimento anual de 6,3% (BRASIL, 2017b).

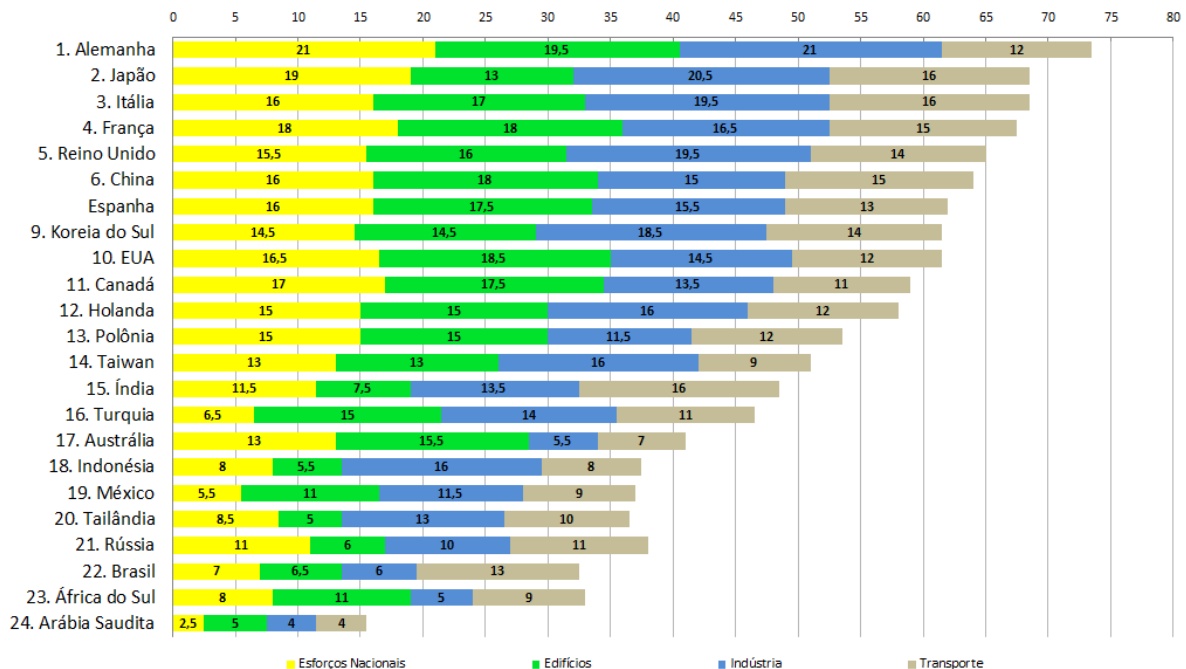
### 2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Em 2011, o governo brasileiro publicou o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), através do Plano Nacional de Energia (PNE) e outros programas voltados à eficiência energética, o qual estabeleceu metas de economia anual de energia e metas consolidadas para 2023 e 2030. Neste plano, pretende-se obter uma economia de 6,5% e 10,3% para 2023 e 2030, respectivamente, em relação aos consumos projetados para estes anos. Para isto, o Brasil deve obter uma taxa de redução de energia de 0,6% ao ano. Além disso, segundo o Plano Nacional de Energia 2030 definiu como meta uma conservação de energia elétrica de 10% para o ano de 2030 (BRASIL, 2007b).

O *Scorecard* realizado pela *American Council for Energy Efficiency* ACEE (2016), apresenta uma classificação tomando como dados as políticas de eficiência energética dos 24 países que mais consomem energia no mundo – as quais

representam 75% de toda energia consumida e 80% do PIB mundial, ambos de 2013. Através deste estudo, pode-se confirmar que as ações para conservação de energia no Brasil demonstram-se voltadas para o setor de transporte, que atingiu a 8ª colocação entre os outros 23 países, enquanto os setores de Política Pública (ou Esforços Nacionais), Edificação e Indústria, atingem níveis mínimos quando comparados aos demais países. O Gráfico 5 indica o resultado geral do *ranking* de 2016, sendo o Brasil, África do Sul e Arábia Saudita, os três países com menores pontuações em eficiência energética.

Gráfico 5 - Pontuação em políticas de eficiência energética dos 24 países que mais consomem energia no mundo



Fonte: Adaptado de *International Energy Efficiency Scorecard – ACEE & American Council for Energy Efficiency Economy* (2016).

A Tabela 1 demonstra a pontuação do Brasil de forma mais detalhada, com pontuação total de 32,5 pontos do máximo de 100. Embora o país apresente grande ênfase em produção de energia renovável, principalmente na eletricidade (como visto no Gráfico 4), este foco acaba por deixar inexplorado um grande potencial de eficiência energética. Dentre esses casos, o país, por exemplo, não possui uma política mais abrangente e obrigatória no setor de edificações, sendo que muitos países, como Austrália, Reino Unido e França, conseguiram elevar significativamente seus índices de economia de energia através delas (ACEE, 2016).

Tabela 1 - Pontuações do Brasil nos setores e políticas avaliados pelo IEA.

Política Pública	Total	Créditos									
		Mudança na intensidade energética (2000-2013)	Investimentos em Eficiência	Metas de Economia de Energia	Créditos tributários e programas de empréstimos	Eficiência das Termétricas	Investimentos em P&D	Mercado de ESCOs	Eficiência Hídrica	Disponibilidade de Dados/Informações	
<b>Pontuação máx.</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Pontuação do Brasil	7	1	0	1	1	2	1,5	0	0	0,5	
Edifícios	Total	Aplicação e Padrões de Equipamentos	Aplicação e Etiquetação de Equipamentos	Códigos de Construção Residencial	Códigos de Construção Comercial	Políticas de retrofit de construções	Etiquetagem/certificados p/ Construções	Intensidade Energética em construções residenciais	Intensidade Energética em construções comerciais		
		<b>Pontuação máx.</b>	<b>25</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Pontuação do Brasil	6,5	1	1,5	0	0	0	0	2	2		
Transporte	Total	Padrões de Economia para Combustíveis de Veículos Leves (VL)	Padrões de Economia para Combustíveis de VL (2025)	Padrões de Economia para Combustíveis de Veículos Pesados	Milhas de veículos percorridos per capita	Tonelada-milha por \$ de PIB	Energia por tonelada-milha percorrida (kBTus/tonmile)	Relação de investimentos ferroviários	% de passageiros em transporte público		
		<b>Pontuação máx.</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	
Pontuação do Brasil	13	2	2	0	2	0	2	2	3		
Indústria	Total	Intensidade Energética Industrial	Acordos voluntários (c/ fabricantes)	Atribuição de Gerentes (setor energético)	Audiências obrigatórias de energia	Capacidade Instalada de Cogeração (CHP)	Políticas de Cogeração (CHP)	Padrões para Motores	Sistemas de Gerenciamento de Energia (ISO 50001)	Investimentos em P&D	Intensidade Energética Agricultura
		<b>Pontuação máx.</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Pontuação do Brasil	6	1	0	0	0	0,5	1	1	0	1	1,5

Fonte: Adaptado de *International Energy Efficiency Scorecard – ACEE & American Council for Energy Efficiency Economy* (2016).

Portanto, para o país desenvolver a eficiência energética em interseção com o crescimento de sua economia, suas contrapartes devem liderar pelo exemplo, aderindo a políticas ambiciosas e inteligentes em todos os setores para eliminar barreiras persistentes e abrir novas oportunidades, reduzindo a demanda crescente de energia (ACEE, 2016; LOVINS, 2013). Segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO, somente no período entre 2014 e 2016, cerca de 143,647 milhões de MWh de energia elétrica foram desperdiçados, o que equivale a 1,4 vezes a produção da Itaipu do ano de 2016, com um potencial de economia de R\$ 61,71 bilhões. O principal motivo desse desperdício está relacionado à falta da atualização de maquinário industrial, lâmpadas e eletrodomésticos, que poderiam ser resolvidos com incentivos governamentais e fabricação de produtos de consumo mais eficiente (ABESCO, 2017).

### 2.3.1 Políticas de Eficiência Energética no Brasil

As políticas públicas estão no centro do cenário político que envolve o setor elétrico, o qual constantemente passa por mudanças e transformações em sua estrutura de gerenciamento e novos investimentos. Essas mudanças, como um todo, têm como desafio atender a objetivos sociais, proteção ambiental e mais competitividade, assegurando a sustentabilidade do sistema energético (JANUZZI, 2000).

Dessa maneira, a questão energética voltada para essas políticas adentra no mérito do “bem público”: bens consumidos por todos os indivíduos e que os beneficia irrestritamente, sendo seus fundos gerados através de taxas, impostos, etc. Ou seja, toda a questão de regulamentação, normativas e legislação deve garantir as provisões do bem público, pois o setor energético possui externalidades que podem beneficiar ou prejudicar terceiros (JANUZZI, 2000).

Portanto, o setor público deve possuir meios para minimizar os efeitos negativos da produção e consumo de energia por meio de regulação, estabelecimento de normas, impostos ou taxas e diversos outros mecanismos.

Tabela 2 - Responsabilidades de Políticas Públicas

Valores e objetivos	Ações									
	P&D	Confiabilidade do Sistema	Gerência dos recursos/riscos	GLD	Acesso não disc. Transmissão	Programas de baixa renda	Padrões mínimos de serviços	Proteção ao consumidor	Energia Renovável	Redução de níveis de poluição
Progresso Econômico										
Efic. Econômica	V	V		V	V					
Competitividade Industrial	V	V	V	V	V				V	V
Desenvolvimento Econômico	V	V	V	V	V				V	V
Escolhas para consumidores	V	V		V			V		V	
Equidade Social										
Repartição Equitativa de custos e benefícios		V	V	V	V	V	V	V		
Participação pública			V	V				V		
Proteção ao bem estar público	V		V			V	V	V		V
Proteção Ambiental										
Geração e Distribuição de Eletricidade limpa	V		V	V	V				V	V
Qualidade ambiental regional	V			V					V	V

Fonte: (BRUCE, HIRST & BAUER, 1995).

A Tabela 2, segundo um estudo de reestruturação do modelo de indústria de energia dos EUA, de Bruce, Hirst & Bauer (1995), mostra as responsabilidades das políticas públicas relacionadas a algumas ações (Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Gerenciamento do Lado da Demanda (GLD), programas baixa renda, entre outros) para se atender aos objetivos de equidade social, crescimento econômico e proteção ambiental.

Além disso, conforme mostra a Tabela 3, foram elaboradas recomendações, por especialistas da IEA, da Comissão Econômica das Nações Unidas para América Latina e o Caribe (UNELAC) e do MME do Peru, sobre políticas e ações de eficiência energética para auxiliar as atividades e investimentos nessa área. nos diversos setores e regiões da América Latina e Caribe (JANUZZI, 2000).

Tabela 3 - Recomendações de Políticas Regionais de Eficiência Energética

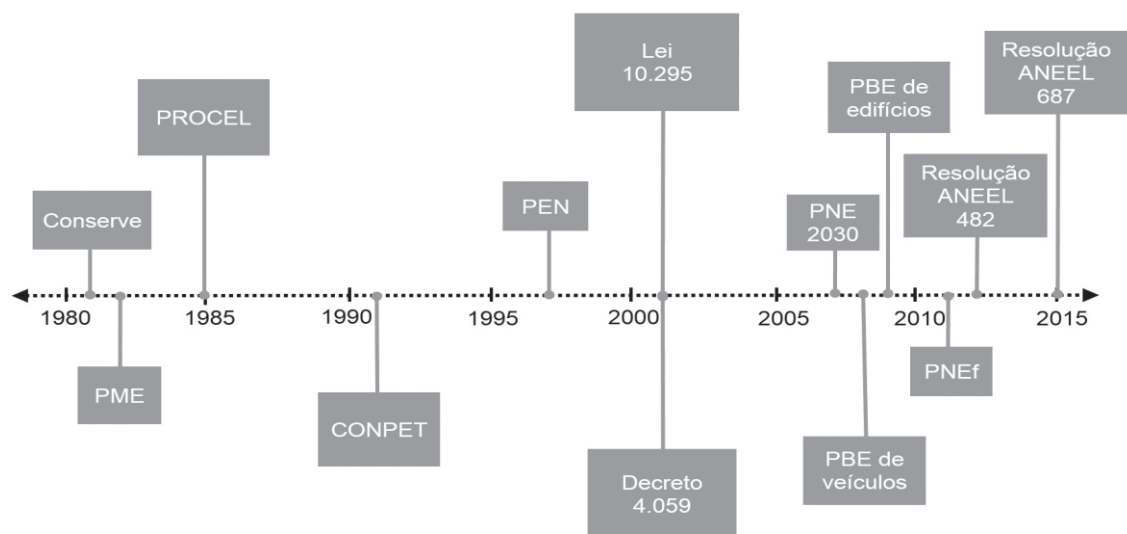
Setor	Recomendações
Intersetorial	1 Designar instituições para planejamento, coordenação, implementação e monitoramento de políticas e programas de eficiência energética.
	2 Estabelecer coleta de dados e indicadores de eficiência energética.
	3 Remover os subsídios energéticos ineficientes.
	4 Estimular o investimento em eficiência energética.
	5 Desenvolver programas educacionais e campanhas de conscientização.
Construções	6 Melhorar o desempenho energético dos componentes e sistemas de construções.
	7 Melhorar o desempenho energético das construções.
	8 Implementar etiquetas e certificados energéticos e divulgar o consumo de energia.
	9 Almejar o consumo de energia líquida de zero em edifícios.
Iluminação, aparelhos e equipamentos	10 Implementação de etiquetas obrigatórias e padrões mínimos de desempenho energéticos.
	11 Eliminação de produtos de iluminação ineficientes.
	12 Buscar uma colaboração regional e harmonização de normas e procedimentos de testes.
	13 Promover políticas de transformação do mercado.
Transporte	14 Melhorar o planejamento do sistema de transporte e eficiência.
	15 Implementar padrões obrigatórios de eficiência e rotulagem em veículos.
	16 Promover o uso de componentes veiculares mais eficientes por meio de normas e procedimentos de ensaio.
	17 Melhorar a eficiência operacional dos veículos.
Indústria	18 Promover projetos de eficiência energética e de gestão de energia.
	19 Promover equipamentos e sistemas industriais de alta eficiência.
	20 Estimular o desenvolvimento de produtos e serviços eficientes energeticamente para as pequenas e médias empresas.

Fonte: (BRASIL, [20--]).

As ações para promover a eficiência energética no Brasil ocorreram a partir da década de 1980, principalmente como uma tentativa de controlar a demanda e também devido às fortes pressões ambientais internacionais, com os choques do petróleo de 1973-74 e 1979-81. Pelo lado ambiental, o fator determinante para sua promoção foi a discussão mundial sobre os impactos na variação da temperatura provenientes da queima de combustíveis fósseis – fator que também levou ao Protocolo de Kyoto, em 1997 (SOUZA; GUERRA; KRUGER, 2011). No país há várias instituições que lidam com o tema: Ministério de Minas e Energia (MME), Eletrobrás, Petrobrás, ANEEL, Instituto Nacional de Metrologia, etc.

Dentre os programas e políticas para legislação e regulamentação de eficiência energética estão o CONSERVE, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), Programa Nacional de Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET), Programa de Eficiência Energética (PEE/ANEEL), Política Energética Nacional (PEN), entre outros (BRASIL, 2011). Além desses citados, merece destaque o Programa de Etiquetagem Brasileiro (PBE), criado em 1985, que visa promover a conservação de energia através de regulamentos técnicos e específicos para cada tipo de máquina e equipamento, por meio de etiquetas informativas (GARCIA et al., 2007).

Figura 1 - Linha do tempo das principais políticas de eficiência energética brasileiras



Fonte: (ALTOE et.al., 2017)

A Figura 1 ilustra um histórico das principais políticas de eficiência energética no Brasil apontando o ano de implantação de cada uma. A seguir, uma breve análise dessas principais políticas.

#### 2.3.1.1 Conserve

O programa CONSERVE foi criado em 1981, por meio da Portaria MIC/GM46, com os seguintes objetivos: promover a conservação de energia na indústria, desenvolver produtos e processos de maior eficiência e estimular a troca de recursos energéticos importados por fontes alternativas nacionais. Para isso, buscava a substituição do óleo combustível consumido na indústria, principalmente na siderúrgica, de cimento, de papel e celulose, incitando maior utilização da eletricidade – principalmente por geração excedente hidráulica – para geração eletrotérmica nas mesmas (BRASIL, 2011). Segundo Martins et.al. (1999), a partir do ano de 1980 o governo admitiu medidas de cortes e aumentos de preços nesse combustível até o ano de 1983, o que levou à insatisfação de empresários.

#### 2.3.1.2 Programa de Mobilização Energética – PME

O PME, criado em 1982, através do decreto nº 87.079, é um conjunto de ações voltadas à conservação de energia e substituição dos derivados de petróleo por combustíveis alternativos. Seu principal objetivo: racionalizar a utilização da energia, diminuindo o consumo de insumos energéticos e incentivar o uso de medidas de conservação de energia (BRASIL, 2011).

#### 2.3.1.3 Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL)

O PROCEL, instituído em 1985, é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela Eletrobrás, e tem como objetivo promover eficiência energética através do combate ao desperdício de energia. Até os dias de hoje, é o programa de maior abrangência e de maior continuidade do governo através de vários outros instrumentos, ou subprogramas, que atuam diretamente na execução de projetos e

ações nos segmentos público e privado, como o Selo, Reluz, Sanear, Gestão Energética Municipal (GEM), Indústria, Edifica, etc. (BRASIL, 2018a).

Segundo dados de Brasil (2018), baseado no ano de 2017, estima-se que o PROCEL alcançou uma economia de 21,2 bilhões de kWh, que corresponde a 4,57% de todo o consumo nacional de eletricidade e o equivalente a 1,965 milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> evitados na atmosfera. De todas as áreas de atuação, o PROCEL neste relativo ano teve como maior objetivo o setor industrial, já que é o setor que mais consome e também o que está mais susceptível à competitividade de mercado. Entre as iniciativas do Procel está o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, criado em 1984 e coordenado pelo Inmetro, e que tem como objetivo contribuir com a racionalização do uso de energia com foco no desempenho, ou seja, informando sobre a eficiência energética dos equipamentos disponíveis no mercado. Ou seja, é um programa que se baseia no Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE), o qual foi criado pela Lei de Eficiência Energética (lei nº 10.295) e que estabelece os níveis mínimos de eficiência energética. O PBE de uma maneira abrangente é um programa útil, pois além de incentivar a inovação tecnológica dos produtos, serve como um objeto de referência para seus respectivos resultados aos demais programas (como o Selo Procel e o Conpet por exemplo) (ELEKTRO, 2012; ALTOE et.al., 2017).

#### 2.3.1.4 Programa Nacional da Racionalização do Uso de Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET

O Conpet foi criado cinco anos após o PROCEL, através de um decreto presidencial no dia 18 de julho de 1991, e de maneira semelhante busca combater o desperdício de recursos energéticos, principalmente os de fontes não renováveis nos setores de transporte, residências, indústria, comércio, etc. Tem como parte executiva e coordenadora a Petrobrás, sendo, portanto, responsável por elaborar projetos, estratégias, articulação institucional e divulgação dos planos de ação. Como semelhança ao PROCEL, também possui subprogramas, como o Selo Conpet, Educação, entre outros. O Selo Conpet, em especial, se baseia diretamente nos resultados do PBE. (BRASIL, 2018a; ALTOE et.al., 2017; ELEKTRO, 2012)

### 2.3.1.5 Lei 9.991/2000 e Lei 13.280/2016

Através da lei nº 9.991, implementada nos anos 2000, foi criado o PEE/ANEEL – Programa de Eficiência Energética (PEE) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – que cedia uma importante fonte de financiamentos e investimentos em eficiência energética. Adotou-se, com a criação da lei, como obrigatoriedade que empresas do setor elétrico (distribuição, transmissão e geração) investissem 0,5% da receita operacional líquida (ROL) em programas de Eficiência Energética e de P&D. Essa lei, com o passar dos anos sofreu algumas alterações e aprimoramentos, principalmente em 2013, com os Procedimentos do PEE (PROPEE), e 2016, através da Lei 13.280.

Estima-se que entre os anos de 2008 e 2016 foram investidos R\$ 5 bilhões em eficiência energética, com economia de 4,6 TWh/ano. Além disso, apenas como fator comparativo, desde a implementação da Lei, na grande maioria dos resultados anuais as empresas fizeram maiores investimentos que o próprio PROCEL. Por exemplo, no ciclo 2003/2004 as empresas investiram mais de R\$185 milhões, enquanto o PROCEL investiu R\$29 milhões em 2003. Em 2006/2007 empresas investiram R\$261 milhões, já o PROCEL, em 2007/2008, investiu R\$84,3 milhões. (ELEKTRO, 2012; BRASIL 2017d).

### 2.3.1.6 Lei 10.295: “Lei da Eficiência Energética”

Após a criação da Lei nº 9.478, em 1997, que lançou a Política Energética Nacional (PEN), nos anos 2001 foi a vez da lei nº 10.295, ou Lei da Eficiência Energética, que elaborou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Essa Lei, considerada o principal marco da eficiência energética no país, atribuiu a responsabilidade de desenvolver mecanismos de eficiência energética em máquinas e equipamentos e também em edificações construídas no país ao Poder Executivo. Sua regulamentação, no mesmo ano, foi realizada através do Decreto nº 4.059. É importante destacar que o CGIEE também foi instituído por este decreto, com o objetivo de organizar e elaborar o Plano de Metas e regulamentações específicas para equipamentos como motores, por exemplo (ELEKTRO, 2012).

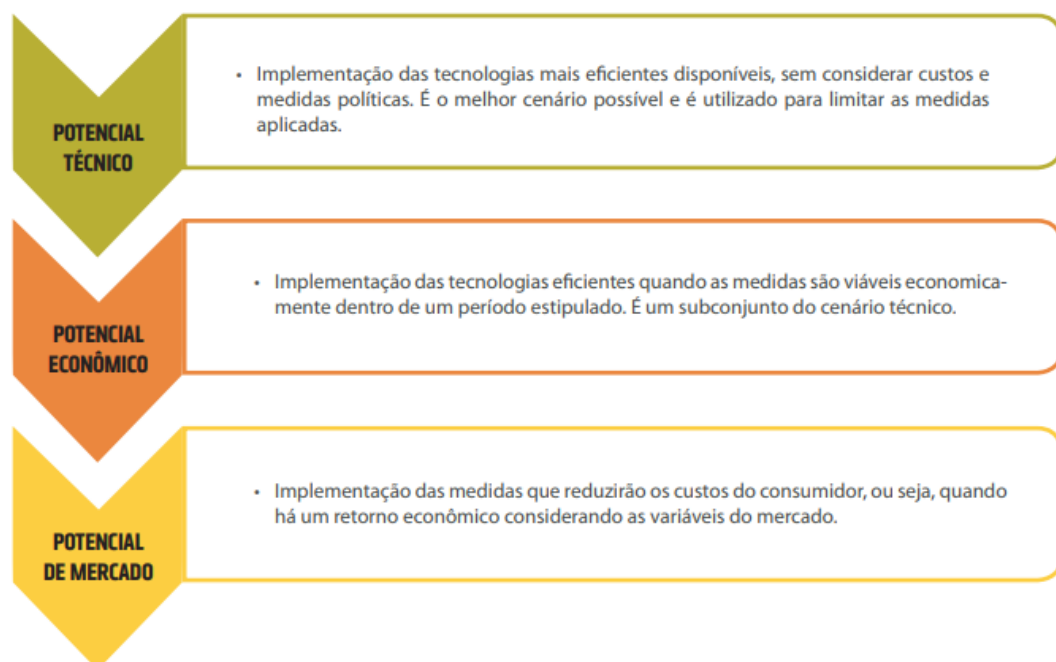
### 2.3.1.7 PNE 2030, PNEf e outras políticas

O Plano Nacional de Energia (PNE 2030) foi elaborado durante os anos de 2006 e 2007, com o objetivo de planejar o setor energético do Brasil em longo prazo, analisando diferentes cenários (técnico, econômico e mercado) e tendências para encontrar alternativas de expansão, representados pela Figura 3. Além disso, traz consigo informações relevantes ao consumidor, como as Medidas de Eficiência Energética (MEE), indicando qual o melhor tempo para aplicá-las. Nesse plano, ainda são discutidas as principais barreiras e que, mesmo nos melhores cenários e construindo novas medidas, elas continuarão presentes.

Segundo resultados do PNE 2030, a economia brasileira pode ter grande influência sobre o potencial de eficiência energética pois considerando diferentes cenários macroeconômicos e diferentes setores, o potencial médio de aplicação de MEEs está entre 4,4% a 10,9% para 2030, em relação a 2010 (BRASIL, 2007b).

Assim, para cumprir as metas avaliadas nos diferentes cenários através do PNE 2030, foi criado o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), elaborado pelo MME em parceria com outras instituições. Ou seja, o PNEf foi criado para gerar uma articulação entre as políticas e ações de eficiência energética já existentes.

Figura 2 - Cenários do Potencial de Conservação de Energia



Fonte: (BRASIL, [20--]).

Além dessas políticas, outras foram lançadas numa área de integração entre eficiência energética e energia renovável: as Resoluções 482 e 687 da ANEEL. Nelas, foram criados sistemas de compensação de energia em micro e minigeração distribuída, que representam um importante marco regulatório (ALTOE, et.al., 2017).

Após breve análise de alguns dos programas e leis de conservação de energia, percebe-se que o Brasil, embora tenha iniciativas com a criação de leis, tem alcançado um nível medíocre em relação à gestão e implementação inteligente das mesmas (JANUZZI, 2009). Segundo Geller et al. (2004), políticas nacionais que visam a oferta interna de petróleo e a geração de energia por fontes renováveis aparentam ser bem-sucedidas, mas as que promovem medidas de eficiência energética, moderadamente.

Em comparação a outros países, como o próprio *Scorecard* demonstra, o Brasil está desperdiçando uma grande oportunidade e um grande potencial. Ou seja, na esfera pública existem programas de eficiência energética, mas há falta de sincronia entre eles. Conclui-se, portanto, que os resultados da eficiência no setor energético, nas questões de políticas voltadas a esse ramo, só serão verdadeiramente reconhecidos – com efeitos mais significativos e permanentes – através de políticas consistentes de transformação do mercado de energia, com normas mais rigorosas, maior diversificação da matriz energética nacional, aprimoramento das políticas já existentes, atualização de equipamentos, principalmente aqueles voltados ao setor industrial, entre outros (JANUZZI, 2009; ELEKTRO, 2012; ALTOE et.al., 2017).

### 2.3.2 Múltiplos Benefícios da Eficiência Energética

A Eficiência Energética de um sistema energético tem conceito baseado na Lei de Conservação de Energia, ou 1ª Lei da Termodinâmica, e relaciona o efeito energético útil com o consumo energético em um sistema em regime permanente (BRASIL, 2007a). Mas entender o seu real valor é muito importante. Através do conceito de que ela traz múltiplos benefícios, busca-se expandir a perspectiva em relação à redução da demanda de energia e da redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (IEA, 2014; LOVINS, 2013). É imprescindível destacar que projetando em coincidência com a natureza, através da inovação e eficiência, previne-

se a poluição. Um relatório realizado pela *Lancet Commission* afirma que doenças relacionadas à poluição foram responsáveis por mortes prematuras de 9 milhões de pessoas em 2015 – 16% das mortes no mundo todo, dado que representa três vezes mais que as mortes relacionadas à AIDS, tuberculose e malária juntas. Também representa 15 vezes mais que todas as guerras e outras formas de violência (WEFORUM, 2017).

Nesse sentido, a eficiência energética pode trazer diferentes benefícios para quem quer que sejam os interessados, e isso ocorre porque cada envolvido pensa de maneira diferente. A Figura 3 mostra alguns dos múltiplos benefícios adquiridos ao se objetivar a eficiência energética: contribuição na segurança energética, na disponibilidade de energia, para aumento da produtividade industrial, na redução da pobreza, poluição, preço da energia, orçamentos públicos, entre outros.

Figura 3 – Múltiplos benefícios providos da eficiência energética



Fonte: Adaptado de *International Energy Agency* (IEA, 2014).

Tabela 4 - Enxergando além de custos mais baixos de energia

INVESTIMENTO	RETORNO
Custo do investimento	Custos operacionais e de capital menores
Custo do capital	Menor exposição à volatilidade e aos aumentos de preço dos combustíveis
Custos de transação	<b>Benefícios Adicionais</b>
Custos de aprendizado	
Risco na execução e no desempenho	
	Reforço da marca
	Atração e retenção de funcionários
	Melhora nas notas escolares
	Redução das despesas com saúde
	Maior satisfação dos inquilinos
	Aluguéis mais competitivos
	Maior valor residual

Fonte: (LOVINS, 2013)

A Tabela 4 traz uma relação entre o investimento e retorno oriundos da eficiência energética, que vão além de custos mais baixos de energia ou menores custos de instalação e manutenção. Isso se deve a alguns benefícios adquiridos pela eficiência energética serem considerados difíceis de serem quantificados, então não costumam ser monetizados, pois, ao se buscar as melhorias para se economizar energia, eles vêm na forma de subprodutos gratuitos (LOVINS, 2013).

## 2.4 REC - RENEWABLE ENERGY CERTIFICATES

### 2.4.1 Fontes de Energia Renovável

O crescimento em função da produção e capacidade instalada das fontes renováveis superou muitas expectativas. Entre os anos de 2004 e 2014, o desenvolvimento dessas energias surpreendeu com uma expansão extraordinária. Nesse período, mercados de energia renovável foram criados por uma gama de países pioneiros – como Alemanha, Espanha, EUA e Dinamarca – o que levou o avanço de muitas tecnologias e economias de escala, formando assim uma base para os anos seguintes de crescimento. Fatores que deram suporte a esse rápido

crescimento estão relacionados às crises energéticas e insegurança energética e econômica causada pelo uso de energia. Além disso, as discussões sobre a mitigação da variação de temperatura deram ênfase ao desenvolvimento mundial das fontes de energia renovável (REN21, 2014).

Na verdade, quando se fala em eficiência energética e energia renovável, as mesmas podem ser relacionadas ao desenvolvimento sustentável, o qual busca “atender as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades” (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011). Portanto, ao se buscar sustentabilidade, almeja-se beneficiar as pessoas, o meio ambiente e ainda gerar lucro para quem a desenvolve.

#### 2.4.2 Definição de *International Renewable Energy Certificates Standard*

Os Certificados de Energia Renovável estão em vigor no Brasil no formato de *International Renewable Energy Certificates Standard – I-REC Standard*, ou Padrão de Certificados de Energia Renovável Internacional. Nesse formato, segundo dados de Totum (2015), se dá a incorporação de dois elementos distintos:

O Padrão I-REC forma o Código I-REC, que se trata de uma “lista de regras, regulamentos e melhores práticas que devem ser usados por todos os sistemas de rastreamento de atributos de energia” (TOTUM, pg.1, 2015). Dessa maneira, qualquer país ou região (que esteja vinculado ao I-REC) pode utilizá-lo para implementar esse sistema de rastreamento padronizado, eliminando também a dupla reivindicação, dupla contagem e dupla emissão de certificados, simplificando os processos para os consumidores.

Este padrão também é um sistema operacional de rastreamento de atributos de energia e, baseado no Código I-REC, pode ser disponibilizado a países que não possuam um sistema como este, que se mostra eficaz por ser confiável e transparente. Apesar de ser possível uma base de implementação voluntária, a organização *I-REC Standard* indica que a mesma seja feita através de uma combinação de autoridades reguladoras nacionais ou as que são responsáveis pela formulação de políticas (TOTUM, 2015).

### 2.4.3 Descrição geral dos I-REC no Brasil

O sistema I-REC, é “um sistema global de rastreamento de atributos ambientais de energia, projetado para facilitar a contabilidade confiável de carbono”. Ou seja, o I-REC possibilita aos consumidores de energia elétrica e todos os participantes do sistema a fazerem uma escolha eficiente: utilizar como principal fonte de demanda a energia renovável. (I-REC STANDARD, 2015).

Portanto, dentro desse sistema podem ser encontrados 3 tipos de funções: os Participantes, Registrantes e o Emissor, as quais serão detalhadas na sequência segundo dados da I-REC Standard (2015).

#### 1. Participante

É qualquer organização que deseja manter ou negociar I-RECs. Para isso, deve estar com pelo menos uma conta cadastrada no registro I-REC. Quem se encaixa nessa função, são normalmente os consumidores finais que desejam comprar ou resgatar os I-RECs, ou que são clientes de um operador de mercado existente, o qual abrirá contas em seu nome.

#### 2. Registrante

Nessa função se encontram as instalações de geração de energia (usinas), que após estarem registradas no sistema, podem solicitar a emissão de I-REC em seu próprio nome, ou, ainda, de um terceiro agente. No entanto, não possuem contas no registro, mas podem se candidatar a possuírem ambas as funções – Registrante e Participante – através de abertura de conta comercial (semelhante a uma conta bancária). Cada Registrante, portanto, fica encarregado de registrar suas unidades geradoras de energia.

#### 3. Emissor

O emissor local tem a função de ser um registro central, onde vendedores e compradores dos I-REC podem efetuar as negociações. Isso quer dizer que ele pode ser uma agência governamental ou entidade independente, tendo:

“autoridade para registrar, supervisionar e auditar os empreendimentos produtores de eletricidade renovável e emitir os I-RECs para os registrantes em nome da I-REC Standard, na

região determinada em contrato firmado entre I-REC Standard e o emissor local”.

(INSTITUTO TOTUM, 2015, pg.1).

Para a criação dos certificados, todos eles passam pelas etapas de emissão, documentação e “aposentadoria”. O ciclo a seguir exemplifica de maneira simplificada como funciona a certificação.

#### 2.4.4 Funcionamento do I-REC

Para a inscrição de um Registrante, primeiramente ele deve aderir ao Código I-REC, passando por uma auditoria documental pelo emissor local, que no caso do Brasil é o Instituto Totum (que foi nomeado a ser emissor através de uma ordem governamental ou pelo I-REC Standard). Finalizada a auditoria e possuindo todos os documentos necessários, a empresa deve realizar o pagamento das taxas e então é registrada na Plataforma I-REC. Feito isso, terá então a permissão e responsabilidade pela solicitação de emissão dos certificados e transferências, sendo cada unidade de I-REC equivalente a 1 MWh de energia gerada. (TOTUM, 2015).

Sequencialmente, dados reais sobre a geração de energia renovável devem ser apresentados, pelo Registrante, ao Emissor, que tem o direito de fiscalizá-los através de auditorias, de acordo com o contrato. Através do pedido de solicitação do Registrante, o Emissor cria I-RECs no registro eletrônico e envia para sua conta. Caso essa conta seja comercial, o Registrante também se torna Participante, capaz de manter, negociar ou aposentar os certificados emitidos. Para o Participante, entretanto, existem dois tipos de contas: conta comercial, para transferência de certificados ao consumidor final ou outro Participante, e conta de aposentadoria, para que haja o resgate dos atributos contidos no certificado em nome de um consumidor de energia (TOTUM, 2015).

Dessa forma, cria-se um mercado de I-RECs, onde eles podem ser negociados, movidos, ou vendidos, sendo que é possível para qualquer usuário final, além dos três citados, abrir uma conta de comércio. Entretanto, as reinvidicações dos atributos ocorrem somente na aposentadoria, quando os Participantes “depositam” os certificados numa conta de aposentadoria ou na conta de aposentadoria de um cliente.

Vale destacar que os consumidores podem abrir qualquer número de contas de aposentadoria, mas normalmente os consumidores pequenos têm somente uma (I-REC STANDARD, 2015).

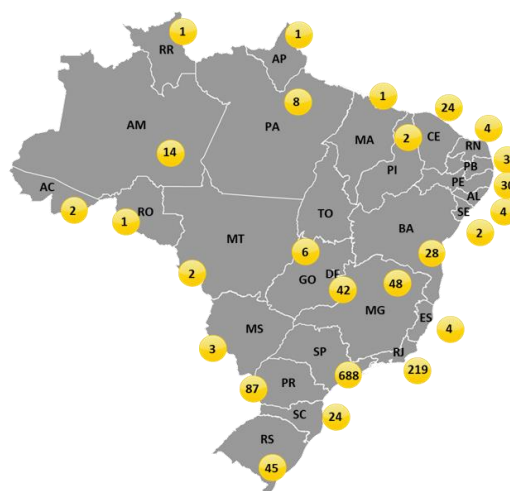
Atualmente, no Brasil, segundo o I-REC *Device Register*, há 46 empreendimentos certificados nesse sistema.

## 2.5 LEED – LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

A ONG *United States Green Building Council*, ou USGBC, foi criada para promover e fomentar práticas de construções sustentáveis. Para isso, concebeu o sistema de classificação LEED – Liderança em Projeto Energético e Ambiental, em 1993, a fim de padronizar e estabelecer estratégias para a criação de edifícios sustentáveis (BONI, 2017). Esse tipo de certificação, portanto, foi criada para dois principais objetivos: menores impactos e melhores performances do sistema e do edifício, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

Atualmente, o LEED é o selo de maior reconhecimento internacional, sendo o mais utilizado no mundo (~135 países) e no Brasil. No país, essa certificação é operada pela *Green Building Council Brasil*, e, segundo dados de 2018, são mais de 1290 projetos registrados e 470 projetos certificados (GBCBRASIL, 2018).

Figura 4 – Distribuição dos projetos registrados nos estados brasileiros



Analisando a Figura 4, tem-se os três estados com mais projetos registrados no Brasil: São Paulo, com 688 projetos registrados, representando 53,2% do total, Rio de Janeiro com 219 projetos e 16,9%, e o Paraná, com 87 projetos e 6,7%.

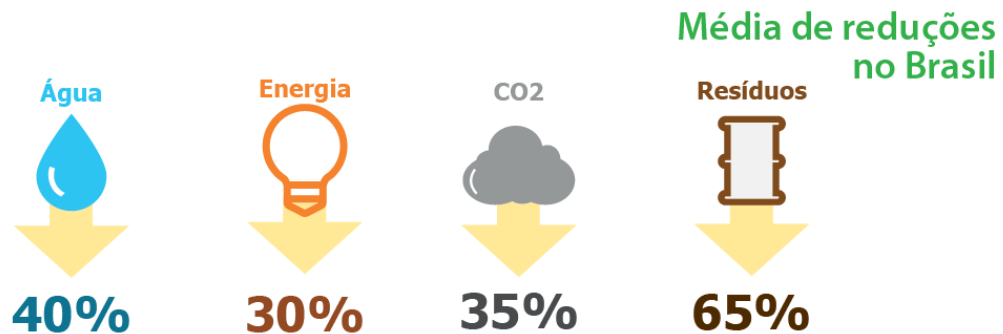
### 2.5.1 Sustentabilidade e *Greenbuildings*

A sustentabilidade, segundo o Relatório de Brundtland, pode ser definida como a habilidade de se satisfazer o presente sem comprometer a habilidade de futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011). Há, porém, outras definições que definem a sustentabilidade por diferentes enfoques ou objetivos, como econômica, social, sociocultural, política, entre outros. Portanto, pode-se dizer que o conceito de sustentabilidade se trata de uma questão complexa e, que através de consenso entre pesquisadores, deve-se analisá-la de forma abrangente (KATO, 2008).

Dentre outros conceitos, há o tripé da sustentabilidade, criado por Ignacy Sachs na década de 1980 e que é adotado formalmente pela Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento/ONU, no qual propõe três pilares para o desenvolvimento sustentável: eficiência econômica, justiça social e prudência ecológica (MOTTA, AGUILAR, 2009).

Os *Greenbuildings*, ou Edifícios Verdes – comumente chamados edifícios sustentáveis – já fazem parte da realidade mundial e buscam o desenvolvimento sustentável na construção civil (SANTOS, 2014). Eles são planejados desde sua criação para serem estrutural e ambientalmente responsáveis, além de utilizarem os recursos (local, energia, água, materiais, entre outros) de maneira eficiente. Também são voltados a atender a questão social, protegendo a saúde dos ocupantes e os trabalhadores. No Brasil, segundo a GBCBRASIL (2018), a média de reduções dos principais recursos são bem consideráveis.

Figura 5 – Média de reduções de água, energia, emissão de CO2 e resíduos no Brasil, por edifícios LEED



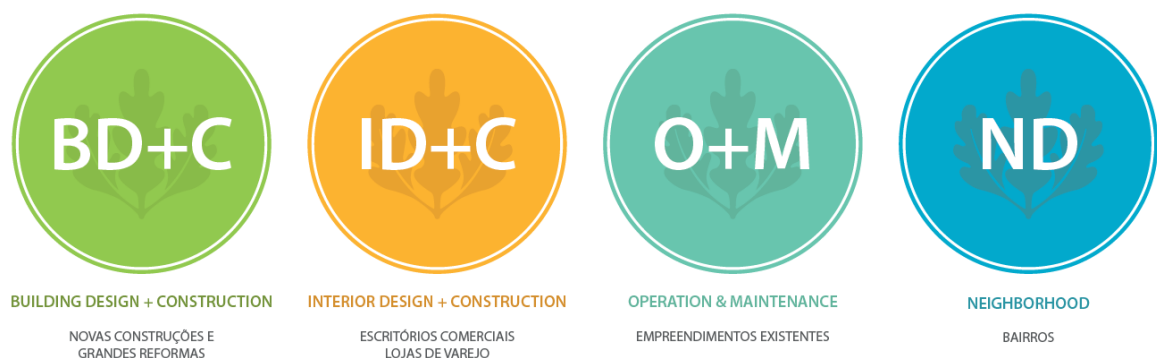
Fonte: GBCBrasil (2014)

Além disso, edifícios verdes possuem as seguintes vantagens em relação aos edifícios convencionais: 13% a menos em custo de manutenção, 27% maior índice de satisfação do usuário (BONI, 2017).

### 2.5.2 Funcionamento do LEED

A certificação LEED, de um modo geral, acontece em empreendimentos que atingem uma pontuação mínima, relacionada a diversos requisitos que são voltados ao desenvolvimento de um *greenbuilding* (BONI, 2017). Para tanto, são definidas quatro tipologias, considerando as necessidades de cada tipo de empreendimento. Na versão 2017 do LEED, denominada “LEED v4”, esses empreendimentos podem ser divididos segundo a Figura 6.

Figura 6 – Tipologias LEED



Fonte: GBCBRASIL (2014)

As tipologias analisam diferentes áreas em que o empreendimento em questão deve atuar para obter a certificação. Essas áreas podem ser divididas em: Localização e Transporte, Espaço Sustentável, Eficiência do uso da água, Energia e Atmosfera, entre outras. Ou seja, para cada área, o empreendimento deve cumprir pré-requisitos e obter créditos para ganho de pontos (GBCBRASIL, 2014).

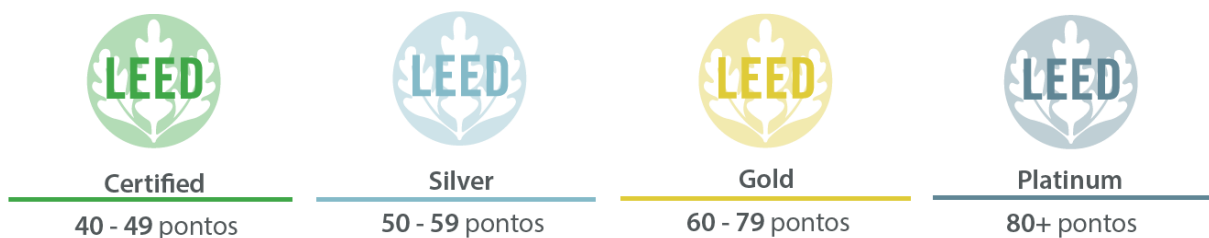
Figura 7 – Áreas analisadas pelas tipologias LEED



Fonte: (GBCBRASIL, 2014)

Assim, os pré-requisitos podem ser caracterizados por ações obrigatórias que o empreendimento deve cumprir para alcançar a certificação. No descumprimento de um pré-requisito, este empreendimento fica impossibilitado de adquiri-la (GBCBRASIL, 2014).

Figura 8 – Níveis de certificação LEED e suas respectivas pontuações



Fonte: GBCBRASIL (2014)

Tomado conhecimento sobre os pré-requisitos, os créditos por sua vez são ações indicadas ao empreendimento, pelo sistema LEED, voltadas para performance de desempenho. Assumindo mais créditos, maior será a pontuação do empreendimento (GBCBRASIL, 2014).

Para obter o título de LEED *Certified*, por exemplo, que se trata do nível certificado propriamente dito, o empreendimento precisa cumprir os pré-requisitos e pode assumir créditos para elevar ainda mais sua pontuação, sendo a mínima de 40 pontos. Caso assuma mais créditos pode alcançar os outros níveis de certificação: LEED *Silver*, LEED *Gold* e LEED *Platinum* (GBCBRASIL, 2014).

## 2.6 WHITE CERTIFICATES

### 2.6.1 Definição e Fundamentos dos *White Certificates*

Os *White Certificates* são instrumentos utilizados por políticas públicas, determinados à redução do consumo energético ao se promover ganhos em eficiência energética (OIKONOMOU e PATEL, 2004). Sua definição, segundo a Diretiva 2006/32/CE, artigo 32, da Comissão Europeia, se dá como:

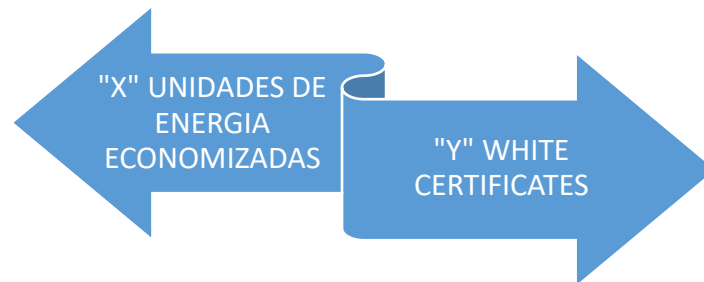
“certificados emitidos por organismos de certificação independentes que confirmam as declarações de agentes do mercado relativamente às economias de energia resultantes de medidas de melhoria da eficiência energética”.

(PARLAMENTO EUROPEU e CONSELHO, 2006, p.16).

Esses certificados formam um mercado dinâmico e já estão sendo utilizados em alguns países, como a Itália e França – os dois maiores mercados do mundo – e os Estados Unidos, por exemplo (IEA, 2017). Nota-se que na maioria dos países que adotam esse sistema, pelo fato de adquirirem os benefícios nas negociações, seus investidores têm incentivos para economizar energia além do que foi pré-estabelecido em uma meta. Portanto, empresas no Brasil que pretendem ganho extra de eficiência energética, caso aderissem ao sistema e ao mercado de *White Certificates*, teriam um

retorno imediato, tangível e mensurável (CALDEIRA, 2017). Isso quer dizer que um *White Certificate* se trata, também, de um documento contábil, o qual oficializa que uma determinada quantidade de energia (X unidades) tem sido economizada em determinado local e intervalo de tempo e equivalem a uma quantidade (Y unidades) de *White Certificates*. A titularidade deste documento, quando relacionada ao caso de certificados de eficiência energética, pertence primeiramente ao dono do projeto que está economizando energia, ou que possui os direitos dessa energia economizada, e posteriormente, após averiguação, tal título pode ser negociado seguindo as regras estabelecidas em um mercado, caso este exista (BERTOLDI, 2006).

Figura 9 - Equivalência entre energia economizada e White Certificates



Fonte: Pereira da Costa, 2009.

Os *White Certificates* devem estar em forma de registro eletrônico, numa base de dados centralizada, contendo ali as informações, como seu número único, nome do emissor, identificação do proprietário e do projeto, o período em que ocorrerá a economia de energia, além dos meios em que ocorrerá a medição e verificação desta economia (CALDEIRA, 2017). O esquema de *White Certificates* permite também uma interação com outros sistemas de certificados de energia ou mercados.

Segundo Caldeira (2017), embora existam muitas maneiras de se construir um sistema de *White Certificates*, elas são construídas a partir de etapas fundamentais, que serão descritas a seguir. Primeiramente é necessário que um órgão público seja definido para determinar os princípios básicos e normativos dos *White Certificates*. Nessa etapa, portanto, poderiam ser o MME, a ANEEL, ou ainda o CCEE, pois o órgão público deve definir: metas de poupanças de energia (anuais, acumuladas...), vetores de energia (eletricidade, petróleo...), os agentes obrigados, projetos elegíveis, agentes

elegíveis, objetivos de redução do consumo de energia atribuídos aos agentes obrigados e regime de não cumprimento das metas (multas ou punições) (CAPOZZA, 2006).

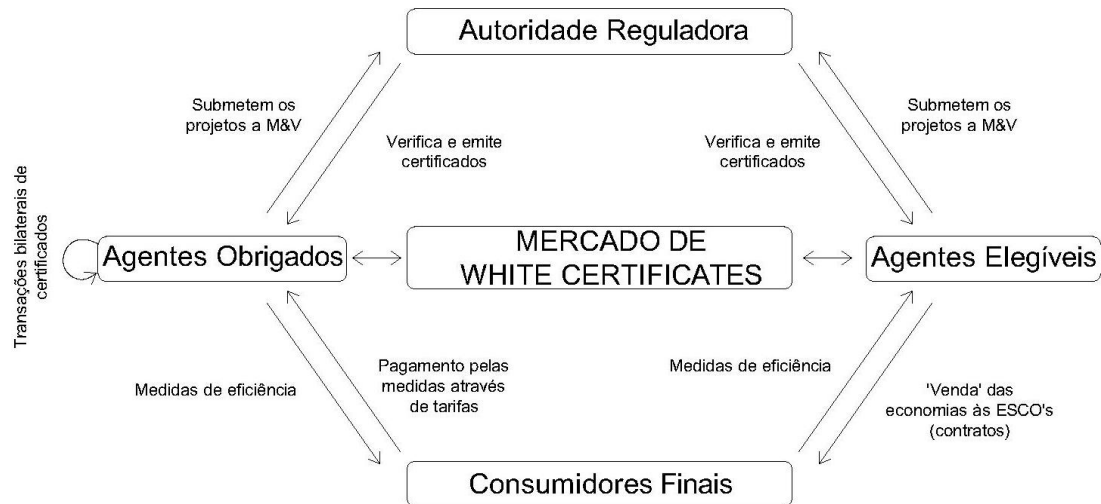
A segunda etapa diz respeito à determinação da equivalência entre a quantidade de energia economizada e os WhC's, citada anteriormente, e que diz respeito à relação entre uma grandeza física (energia economizada) e um instrumento financeiro (WhC's).

A terceira e última etapa está relacionada ao mercado propriamente dito, pois deverão ser determinadas as regras de negociação. Isso ocorre devido à existência de duas funções: agentes obrigados e agentes elegíveis. Os agentes elegíveis ofertam WhC's através do desenvolvimento de projetos elegíveis, que são oficialmente reconhecidos por gerar economia de energia relevantes. Nessa função estão os consumidores de energia, Empresas de Serviços Energéticos (ESCOs), entidades comerciais e empresariais ou qualquer agente econômico com ou sem obrigação, inclusive agentes obrigados, que desejem investir. Em contrapartida, os agentes obrigados, como próprio nome sugere, são obrigados a atingir metas de eficiência energética, demandando WhC's para realização dos seus objetivos. Logo, nessa função encontram-se os produtores, distribuidores, comercializadores ou fornecedores de energia, além dos próprios consumidores (CALDEIRA, 2017).

#### 2.6.2 Funcionamento do Mercado de WhC's

Os *White Certificates* podem ser restritos a uma funcionalidade ou há a opção da criação de um mercado dinâmico, havendo várias formas de negociação, como acordos bilaterais, mercado de curto prazo, a “banca” e créditos de carbono, por exemplo. Caso seja construído a partir de um mercado, relatórios sobre frequência de operação, volumes negociados e sobre os participantes do mercado devem ser elaborados. Ainda, segundo Oikonomou (2005), banco de dados para futuras análises devem ser elaborados para manter informações a respeito do mercado.

Figura 10 – Funcionamento do Mercado de White Certificates



Fonte: Caldeira (2018)

### 2.6.3 Mercados de *White Certificates* no Âmbito Internacional.

O primeiro sistema criado com as características semelhantes aos White Certificates (mercado de títulos) se deu na Austrália, em 2003, mas era atrelado à eficiência energética no uso final de energia (CROSSLEY, 2008).

Em diversos países da Europa e nos Estados Unidos, entretanto, estes mercados já existem, e em muitos já estão sendo estudados para a formação. Os principais mercados são a França, Itália e Grã-Bretanha, que há dez anos lidam com essa questão.

Na França, por exemplo, o sistema de White Certificates é subordinado ao Ministério de Energia, o qual define as obrigações, aloca os certificados e controla os projetos, e ao *Association Technique Énergie Environnement (ATEE)*, responsável pelo mercado de negociações e sugestões. No país foi escolhido o GWh cumac como unidade de energia economizada. Os White Certificates são negociados somente por contratos bilaterais, emitidos por fornecedores de energia, associações/entidades públicas e agentes elegíveis, desde que não tenham como principal atividade de

negócio o fornecimento de eficiência energética. Possuem validade mínima de 10 anos e só passam a existir após a realização das ações. A penalização por não cumprimento da obrigação é de 20€/MWh num ciclo de 3 anos. É interessante observar que neste sistema não estão inclusas as ESCOs. Os resultados nos 3 primeiros anos foram positivos: o objetivo de poupanças energéticas era de 54 TWh, mas foi ultrapassado em 20% (65 TWh) (CALDEIRA, 2017).

Implementado na Itália em 2005, o esquema de *White Certificates* no país se dá como foco principal a economia de energia, tendo como unidade de medida tonelada equivalente de petróleo (tep) em um mercado *spot* ou em acordos bilaterais. A durabilidade do certificado se dá num período de 5 anos ou de 8 anos dependendo da medida. Parte das responsabilidades fica com o governo, tais como determinação das metas de poupança de energia, quem são os agentes obrigados e elegíveis e princípios gerais relativos ao sistema de recuperação de custos. Já a agência reguladora da Itália implanta o esquema e estabelece regras técnicas para as operações e funcionamento do mercado juntamente com o operador do mercado de eletricidade, chamado de *Gestore del Mercato Elettrico* – GME (CALDEIRA, 2017).

Portanto, diferentemente do esquema da França, o esquema italiano apresenta grande atuação das ESCOs, que possuem a função de submeter projetos reguladores de eficiência energética caso seu objetivo envolva integração com gestão de medidas de economia de energia. Portanto, estão inclusos além dos prestadores de serviços energéticos, os fornecedores e instaladores de eficiência energética (CALDEIRA, 2017).

### 3 METODOLOGIA

Segundo Godoy (1995), a pesquisa científica pode sofrer uma abordagem qualitativa, oferecendo três diferentes possibilidades de se realizar: a pesquisa documental, o estudo de caso e a etnografia.

No presente estudo, a natureza da pesquisa será qualitativa, justamente por, após diversa revisão bibliográfica sobre os fundamentos teóricos inerentes ao assunto da pesquisa, com o objetivo de atingir o estado da arte sobre certificações vinculadas ao consumo eficiente de energia elétrica, indicará os procedimentos a serem adotados quando uma empresa buscar obter os *White Certificates*.

Pelo fato de no Brasil ainda não haver um sistema de *White Certificates*, nessa seção e no estudo de viabilidade do sistema aplicado a uma instalação hipotética, apresentado nos resultados, será utilizado um sistema proposto por Rinaldo Caldeira: como há obrigatoriedade de investimento em eficiência energética no país, os *White Certificates* poderiam vir a ser um substituto ou complemento ao PEE da ANEEL (CALDEIRA, 2017).

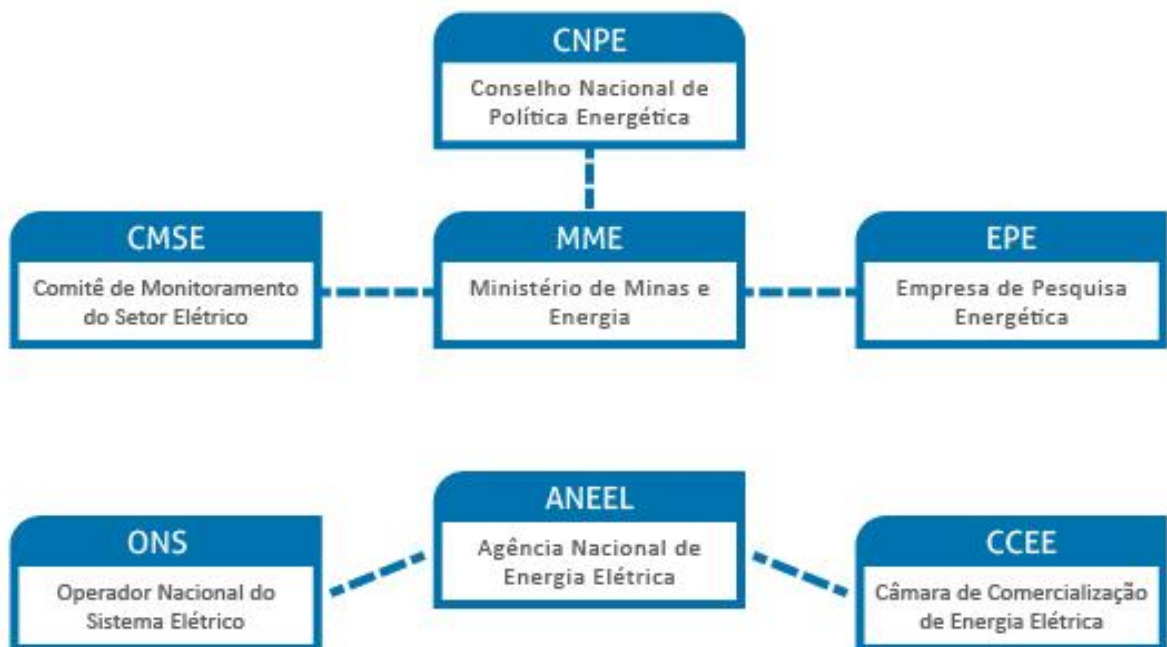
Portanto, para se criar esse sistema, as etapas fundamentais citadas no Capítulo 2.6 são de extrema valia para a determinação da estrutura do mesmo. Outro fator intrínseco se refere aos objetivos políticos do sistema, já que se trata de uma política energética. Segundo Caldeira (2017), baseado na experiência internacional dos *White Certificates*, podem se destacar os seguintes objetivos políticos para o caso brasileiro: relacionar a eficiência energética a um recurso dentro do planejamento energético do país, reduzir contas de energia, incentivar o desenvolvimento de uma indústria de serviços energéticos, melhorar as questões de preservação do meio ambiente e aumentar a segurança e confiabilidade do sistema elétrico.

Além disso, os objetivos da criação de um sistema de *White Certificates* podem variar e se “adaptar” às necessidades de um país. Ou seja, para Caldeira (2017), no caso do Brasil, países latino-americanos enfrentam várias barreiras semelhantes às encontradas nos países desenvolvidos, mas de maneira mais intensa. Dentre elas estão: ausência de instrumentos financeiros, dificuldade de organização para aumentar o interesse do mercado financeiro sobre projetos pela dissolução em subprojetos, ausência de marcos regulatórios, restrições de financiamento, entre

outros. Assim, os *White Certificates* poderiam ser encaixados de forma a reduzir essas barreiras, aumentando a atratividade financeira e contribuindo ao meio ambiente.

Dessa forma, antes de se determinar as funções e instituições que ficarão responsáveis pelo sistema brasileiro de *White Certificates*, é necessário caracterizar as instituições do Setor Elétrico Brasileiro e sua funcionalidade. A figura a seguir representa a atual estrutura do Setor Elétrico, segundo leis em vigor desde 2004, sendo composta da seguinte maneira:

Figura 11 – Estrutura do Setor Elétrico Brasileiro



Fonte: (BRASIL, 2018b)

1. Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), um órgão interministerial de assessoramento à Presidência da República, tem como principal responsabilidade a definição de políticas e diretrizes voltadas a política pública (BRASIL, 2018b)
2. Ministério de Minas e Energia (MME), que é o órgão federal responsável pela condução e execução das políticas de acordo com as diretrizes definidas do CNPE. Além disso, através de sua Secretaria de Energia Elétrica, o Ministério tem como função assegurar a universalização do acesso à energia fornecida, entre outros objetivos (BRASIL,2018b).

3. Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), criado e coordenado no âmbito do MME, é de responsabilidade desse Comitê avaliar e acompanhar a segurança do suprimento do setor energético nacional (BRASIL,2018b).
4. Empresa de Pesquisa Energética (EPE), instituição vinculada ao MME e que presta serviços para desenvolvimento de estudos e pesquisas de forma a subsidiar o planejamento energético nacional (BRASIL,2018b).
5. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), cuja principal função é fiscalizar e regular os segmentos da energia elétrica no país: geração, transmissão, distribuição e comercialização (BRASIL,2018b).
6. Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), é uma instituição responsável pelo Sistema Interligado Nacional (SIN), supervisionando-o e administrando-o de maneira a suprir a demanda ao menor custo (BRASIL, 2018b).
7. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), responsável por estruturar a comercialização de energia elétrica no mercado livre, através, por exemplo, de aspectos regulatórios, operacionais e tecnológicos (BRASIL, 2018b).

A partir dessas informações, segundo Caldeira (2017) o sistema proposto para o Brasil, e que será utilizado neste trabalho como base para análise, poderia ser formado com os objetivos de aumentar a atratividade financeira de projetos de eficiência energética, auxiliar na redução de barreiras à eficiência energética, e, conseqüentemente, contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Ou seja, o sistema seria destinado à redução do consumo de energia elétrica sem restrição de setores (residencial, comercial ou industrial), através de projetos de eficiência energética e geração distribuída. Para tal, é importante lembrar que os preços por cada WhC podem variar devido às oscilações do mercado. Além disso, a equivalência de “X” WhC = “Y” energia economizada/ano, ficou determinado que os WhC equivalem a 1MWh/ano economizado, sendo a validade desses WhC relativas também ao setor que o sistema será aplicado, conforme pode ser analisado nos Resultados e nas Considerações Finais.

Resumidamente, no sistema proposto ficaram determinados os seguintes itens (CALDEIRA, 2017):

1. A supervisão do sistema seria de autoridade da ANEEL. Através dela, portanto, seriam formadas as bases do sistema, aconteceriam as homologações de projetos e definições das economias de energia, ficando responsável também pelos métodos de Medição e Verificação (M&V) e aprovação do projeto.
2. Após aprovação e homologação do projeto, a CCEE seria a responsável por emitir os *White Certificates*, além de fiscalizar o mercado garantindo as transações pela plataforma eletrônica e verificando se as economias de energia estão de fato ocorrendo.
3. As partes obrigadas serão as distribuidoras de energia, as quais deverão enviar anualmente para ANEEL a quantidade de *White Certificates* determinada na meta estabelecida. Caso não cumpra, a multa terá valor de R\$150,00 por *White Certificate* que deverá ser pago equivalente à quantidade faltante para atingir a meta.
4. No caso brasileiro, será estruturado um mercado de balcão organizado, caracterizado como um mercado secundário, em que *White Certificates* são transacionáveis bilateralmente. Portanto, será permitido que investidores comprem WhC's para vendê-los posteriormente, assim como aqueles que possuírem WhC's excedentes também serão abeis a vendê-los.
5. O potencial de redução será primeiramente avaliado com base teórica para então passar por medição anual, criando uma maneira de garantia financeira, através de ajuste financeiro por parte do proprietário do projeto quando os resultados forem divergentes.

### 3.1 CÁLCULO DA ECONOMIA DE ENERGIA ANUAL

Para o caso da instalação hipotética utilizando o sistema de *White Certificates*, se fez necessário a utilização de um cálculo para encontrar quanto de energia foi economizada durante o período desejado. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$P_{ot} = \frac{E_{el}}{\Delta_t} \cdot E_{el} = P_{ot} \cdot \Delta_t \quad (3.1)$$

Sendo:

- $P_{ot}$  = Potência elétrica, expressa em Watts (W)
- $E_{el}$  = Energia Elétrica, expressa em Joules (J) ou mais usualmente em Wh (Watt hora)
- $\Delta_t$  = Variação de tempo, ou intervalo de tempo, expressa em segundos (s)

É interessante observar que para o caso do sistema de *White Certificates*, a equivalência entre o WhC e energia economizada se dá em MWh/ano. Dessa forma, se faz necessário a transformação de W para MW. Como  $1M=10^6$ , é possível admitir que  $1MW = 1.000.000W$ . Outro fato presente nesse contexto é que o período desejado será em anos.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado um conjunto de resultados relativos ao sistema de *White Certificates*. No primeiro caso, segundo Caldeira (2017), a projetos de sistemas de iluminação em hospitais. No segundo caso, ainda segundo dados de Caldeira (2017), será apresentada uma análise de um fluxo de caixa de um projeto de Geração Distribuída (FV), com a intenção de demonstrar quais podem ser os benefícios quando o sistema é aplicado nessa área. Por fim, serão apresentadas todas as informações da instalação hipotética utilizada para a simulação do sistema, demonstrando os benefícios e o progresso do retorno do investimento.

### 4.1 SISTEMA *WHITE CERTIFICATE* APLICADO A PROJETOS DE ILUMINAÇÃO.

Neste primeiro caso, a tabela a seguir apresenta um comparativo das Taxas Internas de Retorno (TIR) e dos *Paybacks* simples quando da utilização ou não dos WhC's. Para atingir esses resultados, tomou-se como preço médio R\$150,00 por WhC (CALDEIRA, 2017).

Tabela 5 – Análise de projetos de sistemas de iluminação em hospitais.

Hospital	Investimento	Economia (R\$)	MWh/ano economizado	Receita WhC (5 anos)	TIRs/WhC (%)	TIR c/ WhC (%)	Payback simples s/ WhC (anos)	Payback simples c/ WhC (anos)
1	24.104,00	7900,00	27,69	20.767,50	19	41	3	2
2	16.500,00	5.200,00	18,22	13.665,00	17	39	3	2
3	236.253,04	60.970,00	180,8	135.600,00	9	25	4	3
4	211.800,00	58.600,00	174,8	131.100,00	12	29	4	3
5	149.000,00	26.000,00	88,92	66.690,00	-4	10	>5	4

Fonte: Caldeira (2017).

O resultado obtido através do sistema é significativamente satisfatório, pois através da venda dos *White Certificates* a um preço médio de R\$150,00, as taxas internas de retorno dobraram ou mais que dobraram e causaram a redução média de um ano no tempo de *payback* simples (CALDEIRA, 2017).

### 4.2 SISTEMA *WHITE CERTIFICATE* APLICADO A PROJETOS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (FV)

Para este caso de Geração Distribuída, será utilizado como base um sistema *Buildings Integrated Photovoltaics* (BIPV), que se trata de uma tecnologia de

revestimento para vidro, como um filme, capaz de gerar energia elétrica atuando como um gerador fotovoltaica. Além disso, nesse caso do sistema BIPV auxilia também na questão de economia de energia em ar condicionados. A Figura 13 ilustra como o sistema pode ser arranjado em uma edificação (CALDEIRA, 2017).

Diferentemente dos sistemas de *White Certificates* aplicados aos projetos das concessionárias de distribuição ou à indústria, segundo Caldeira (2017) o mesmo não apresenta uma viabilidade significativa para o caso de geração distribuída, quando se tratando de uma análise em curto prazo, pois os sistemas fotovoltaicos apresentam, em média, vida útil de 25 anos e seu retorno se dá em longo prazo. Portanto, considerando os *White Certificates* a um preço médio de R\$ 100,00, no horizonte de 25 anos, e que houve a troca dos inversores a cada 10 anos (ano 10 e ano 20) foram obtidos os seguintes resultados: com a economia de 722,51 MWh/ano e somando-se a geração de eletricidade pelo sistema BIPV de 194,88 MWh/ano, a economia de energia total se dá 917,39 MWh/ano. Através desse valor de energia economizada, e sabendo-se que o valor do investimento inicial foi de R\$1.584.587,77, pela segunda coluna, tem-se o valor acumulado sem a utilização do sistema *White Certificates*, que a cada ano tem rendimento de R\$547.026,02, salvo nos anos 10 e 20, que foi de R\$ 295.026,03, gerando uma TIR total de 21% e um resultado de R\$11.587.062,75.

Figura 12 – Foto do sistema BIPV na parte superior de uma edificação na Rua Peking, em Hong Kong.



Fonte: (LO, 2005)

Por outro lado, quando se analisa o mesmo caso do valor acumulado contendo a venda dos *White Certificates*, a cada 1MWh/ano economizado de energia gera-se 1

WhC, portanto, o valor de rendimento anual anterior (R\$547.026,02) é acrescido de R\$91.739,00, gerando um rendimento total anual de R\$638.765,02, salvo nos anos 10 e 20 que esse valor – devido à troca dos inversores – é de R\$386.765,02. O resultado final com a utilização do sistema de *White Certificates* gera uma TIR de 29%, e um resultado de R\$13.880.537,75 (CALDEIRA, 2017).

Tabela 6 – Fluxo de caixa contendo Valor Acumulado sem o sistema WhC e Valor Acumulado com o sistema.

Ano	Valor Acumulados/ WhC (R\$)	Valor Acumulado c/ WhC (R\$)
0	-1.584.587,77	-1.584.587,77
1	-1.037.561,75	-945.822,75
2	-490.535,73	-307.057,73
3	56.490,29	331.707,29
4	603.516,31	970.472,31
5	1.150.542,33	1.609.237,33
6	1.697.568,35	2.248.002,35
7	2.244.594,37	2.886.767,37
8	2.791.620,39	3.525.532,39
9	3.338.646,41	4.164.297,41
10*	3.633.672,44	4.551.062,44
11	4.180.698,46	5.189.827,47
12	4.727.724,48	5.828.592,50
13	5.274.750,50	6.467.357,53
14	5.821.776,52	7.106.122,56
15	6.368.802,54	7.744.887,59
16	6.915.828,56	8.383.652,62
17	7.462.854,58	9.022.417,65
18	8.009.880,60	9.661.182,68
19	8.556.906,62	10.299.947,71
20*	8.851.932,65	10.686.712,65
21	9.398.958,67	11.325.477,67
22	9.945.984,69	11.964.242,69
23	10.493.010,71	12.603.007,71
24	11.040.036,73	13.241.772,73
25	11.587.062,75	13.880.537,75
TIR =	21%	29%

Fonte: (CALDEIRA, 2017)

### 4.3 SIMULAÇÃO DO SISTEMA *WHITE CERTIFICATES* EM UMA INSTALAÇÃO HIPOTÉTICA

O sistema que irá ser mostrado a seguir é de um estudo de um “Projeto Luminotécnico e Iluminação Eficiente Energeticamente no Setor Supermercadista”, realizado em Londrina, por Isabela Loureiro Cardoso, no qual traz consigo um comparativo entre quais seriam os investimentos e energia economizada – e consequentemente economia financeira – quando da utilização de lâmpadas Fluorescente T5 e LED, com a meta de 800LUX num salão de vendas.

Entretanto, como dito anteriormente, a análise realizada deveria ser de uma instalação hipotética onde foram aplicadas medidas de eficiência energética que resultaria em benefícios para o consumidor através de economia de energia. Portanto, tomando como base as informações da instalação, conforme a Tabela 6, será feita a simulação do sistema de *White Certificates* supondo que a instalação em questão já possui lâmpadas convencionais Fluorescentes T5 e irá substituir por lâmpadas LED, com a meta de 800LUX para o salão. Ou seja, será aplicado a seguinte medida de eficiência energética: troca de 751 luminárias convencionais BN200 (2x50W) por 537 luminárias LED BN300 (77W).

Tabela 7 - Comparativo entre Fluorescente T5 e LED - Meta 800LUX no salão de vendas.

SITUAÇÃO	LUMINÁRIA	QUANTIDADE	CUSTO LUMINÁRIA / LÂMPADA	Qtd de lâmpada por Luminária
Convencional	BN200 - 2x50W	751	R\$ 320,00	2
LED	BN300 - 77W	537	R\$ 720,00	1
Qtd de reator por Luminária	POTÊNCIA UNITÁRIA (W)	POTÊNCIA TOTAL (W)	GASTOS COM ENERGIA (por ano)	ECONOMIA DE ENERGIA (por ano)
1	106 W	79.606 W	R\$ 229.265,28	R\$ 105.540,48
0	80 W	42.960 W	R\$ 123.724,80	
GASTOS COM MANUTENÇÃO (por ano)	ECONOMIA DE MANUTENÇÃO (por ano)	ECONOMIA TOTAL ANUAL (Energia + Manutenção)	Investimento Solução	INVESTIMENTO RELATIVO INICIAL
R\$ 69.092,00	R\$ 69.092,00	R\$ 174.632,48	R\$ 240.320,00	R\$ 146.320,00
R\$ -			R\$ 386.640,00	

Fonte: Philips e fornecida pelo Engenheiro Alexandre Kojima da Engebrasil (2016)

Segundo os dados da instalação, pode-se afirmar que as lâmpadas LED possuem maior eficiência luminosa e energética, pois para atingir a meta de 800LUX foram utilizadas 537 lâmpadas – 214 lâmpadas a menos que na situação convencional – as quais consomem menor potência que as fluorescentes. Além disso, com a troca das luminárias, se extingue a necessidade de manutenção, pois as lâmpadas de LED possuem drivers ao invés de reatores, o que torna a medida ainda mais rentável.

Dando sequência aos resultados, o sistema WhC terá como estrutura base o que foi pré-estabelecido na Metodologia. Além disso, o preço dos mesmos será em média de R\$100,00 com validade de 5 anos a partir da data de aprovação e homologação do projeto, sendo a multa por não cumprimento das metas – pelos agentes obrigados – de R\$150,00. A tabela a seguir mostra os resultados com o sistema de *White Certificates* aplicado à instalação hipotética no salão de vendas.

Tabela 8 – Fluxo de caixa comparativo para a instalação hipotética.

ANO	Valor Acumulado S/ WhC (R\$)	Valor Acumulado C/ WhC (R\$)
0	-386.640,00	-386.640,00
1	-212.007,52	-190.987,42
2	-37.375,04	-16.354,94
3	137.257,44	158.277,54
4	311.889,92	332.910,02
5	486.522,40	507.542,50

Fonte: Elaboração própria (2018)

A partir do investimento de R\$386.640,00 efetuado pela medida de eficiência energética, e sendo a economia total por ano de R\$174.632,48, o valor acumulado durante os 5 anos, considerando o valor do investimento inicial e sem o sistema de *White Certificates*, foi de R\$486.522,40.

Para o caso utilizando o sistema de *White Certificate*, se fez necessário a utilização do cálculo da energia economizada. Pela Tabela 6, a potência na instalação, antes da medida, era de 79.606W. Após a medida de eficiência energética, essa potência caiu para 42.960W, resultando numa diferença de 36.646W. Assim, tem-se o valor da potência que será transformada para se descobrir quanto de energia elétrica foi economizada. O primeiro ponto, é analisar que, por se tratar de salão de vendas, o período de utilização dessa potência das lâmpadas será em média 16 horas diárias, salvo nos domingos, o qual será de 14 horas.

Portanto, tem-se a variação de tempo dividida em dois períodos, que serão somados ao final. Observa-se que o número de domingos, no ano de 2016, foi de 52 dias:

$$\Delta_t = 16h. (365d - 52d) = 5.008h \quad (4.1)$$

$$\Delta_t = 14h. (52d) = 728h$$

$$\Delta_{tTotal} = 5.008h + 728h = 5.736h \quad (4.2)$$

O segundo passo está em transformar a potência de W para MW, fator que já foi explicado na Metodologia. Fica da seguinte forma:

$$1MW = 1.000.000W$$

$$P = 36.646W / 10^6 = 0,036646MW \quad (4.3)$$

Dessa forma, chega-se ao seguinte resultado:

$$P = P_{ot} \cdot \Delta_t \quad (4.4)$$

$$P = 0,036646MW \cdot 5.736h = 210,201MWh/ano$$

Como 1MWh/ano é o equivalente a 1WhC, e este possui, conforme estipulado na simulação, preço médio de R\$100,00, se chega ao valor anual dos WhC's vendidos:

$$Valor \frac{WhC's}{ano} = R\$21.020,10 \quad (4.5)$$

Ou seja, quando se é utilizado o sistema de *White Certificates* a economia total por ano se dá pelo valor anterior (R\$174.632,48) mais o valor pela venda dos WhC, resultando num total de R\$195.652,58. Através do mesmo método anterior, o resultado final foi de R\$507.542,50.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo principal uma análise das principais políticas brasileiras de eficiência energética, relacionando o contexto aos certificados, que trazem um caminho alternativo em meio a tantas barreiras existentes nesse cenário. Além disso, enfatiza a necessidade de novas mudanças e da criação de políticas mais abrangentes e efetivas para o desenvolvimento de uma sociedade mais eficiente, renovável e livre de agentes energéticos destrutivos.

As certificações, de um modo geral, buscam incentivar através de estruturas inovadoras e atrativas economicamente os consumidores e investidores, a fim de que a eficiência energética – um dos principais e mais viáveis recursos de transformação do setor elétrico e de mitigação de gases de efeito estufa – seja desenvolvida. No caso do LEED, tem-se como principal foco os edifícios sustentáveis, os quais apresentam uma crescente extraordinária em todo mundo, aplicando eficiência e tecnologia nos setores que mais consomem energia: industrial e edificações. Já os RECs, apresentam ações voltadas às fontes de energia renovável, atraindo e certificando os consumidores de que estão realmente consumindo uma energia limpa. Por esse motivo, esse certificado pode ser considerado como uma representação da sustentabilidade.

No caso do sistema de *White Certificates*, a partir dos resultados conclui-se que através das transações desse instrumento contábil que se relaciona às economias de energia, verifica-se o grande auxílio aos projetos e medidas de eficiência energética, os tornando mais acessíveis e muitas vezes viáveis. Isso se deve ao fator constante através da venda de *White Certificates* ao longo processo, que gera uma receita extra que faz a diferença. É interessante analisar que no caso da instalação hipotética, em ambas as situações o *payback* simples ocorreu no terceiro ano. Entretanto, com a utilização dos *White Certificates* o *payback* ficou mais próximo de ocorrer no segundo ano. É muito provável que com as variações do mercado e conseqüentemente os preços dos *White Certificates*, o mesmo poderia ocorrer já no segundo ano, tornando o projeto mais viável.

Por conseguinte, o fator mais interessante desses certificados é na redução às barreiras às medidas e projetos de eficiência energética. Barreiras como preço da

energia, custos ocultos, heterogeneidade dos projetos, risco associado aos projetos, racionalidade limitada, entre outras, podem ser significativamente atingidas pelos certificados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESCO, Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (Brasil). **Desperdício de energia atinge R\$ 61,7 bi em três anos**. São Paulo: ABESCO, 2017. 1 p. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos/>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

ACEEE. American Council for Energy Efficiency Economy, **International Energy Efficiency Scorecard**, 2016. Disponível em: <<http://www2.aceee.org/l/310911/2018-01-05/glrw9>>. Acesso em: 15 maio 2018.

ALTOE, Leandra et al . Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estud. av.**, São Paulo , v. 31, n. 89, p. 285-297, Apr. 2017 .Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142017000100285&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100285&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 15 maio 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>.

BERTOLDI, P. **European Experience on Tradable Certificates for Energy Savings (White Certificates)**, European Commission – Institute for Energy, 2006.

BID, Banco Intramericano de Desenvolvimento, **Eficiência Energética: EEGM Conduzindo Investimentos Privados no Brasil**, maio de 2014.

BONI, Filipe. **Como se tornar um LEED Green Associate**: Os primeiros passos para propulsionar sua carreira sustentável elevar sua arquitetura para um novo nível. S.I: Filipe Boni, 2017. 195 p. eBook Kindle. Acesso em: 21 mar. 2018.

BRASIL. Programa Nacional de Conservação de Energia – Procel. **Resultados Procel 2018**: Ano base 2017. Brasília: PROCEL, 2018a. 156 p. Disponível em: <<http://bit.ly/procel2018>>. Acesso em: 31 maio 2018.

BRASIL. Ccee. Ccee. **Com quem se relaciona**. S.I: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, 2018b. Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/com\\_quem\\_se\\_relaciona?\\_afLoop=408533311765539&\\_adf.ctrl-state=dfrfgusof\\_1#!%40%40%3F\\_afLoop%3D408533311765539%26\\_adf.ctrl-state%3Ddfrfgusof\\_5](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona?_afLoop=408533311765539&_adf.ctrl-state=dfrfgusof_1#!%40%40%3F_afLoop%3D408533311765539%26_adf.ctrl-state%3Ddfrfgusof_5)>. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (Org.). **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas**. Brasília: MME, 2011. 156 p. Disponível em:

<[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Eficiencia+Energica+\(PDF\)/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Eficiencia+Energica+(PDF)/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863)>. Acesso em: 31 maio 2018.

BRASIL. SME. Secretaria de Minas e Energia (SME) (Org.). **16.Eficiência Energética**. Brasil: Ministério de Minas e Energia (MME), [20--]. Disponível em: <<https://minasenergia.rs.gov.br/upload/arquivos/201603/17083416-16-sme-eficiencia-energetica.pdf>> Acesso em: 15 out. 2018.

BRASIL. **Eficiência Energética: Teoria & Prática**. Itajubá: Eletrobrás, 2007a. 244 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Efic En-Teoria e Pratica-Eletr-Procen-Unifei -07.pdf](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Efic%20En-Teoria%20e%20Pratica-Eletr-Procen-Unifei%20-07.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. . **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME, 2007b. 324 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139260/Plano+Nacional+de+Energia+2030+\(PDF\)/ba957ba9-2439-4b28-ade5-60cf94612092?version=1.1](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1139260/Plano+Nacional+de+Energia+2030+(PDF)/ba957ba9-2439-4b28-ade5-60cf94612092?version=1.1)>. Acesso em: 23 maio 2018.

BRASIL. Mauricio Tiomno Tolmasquim. Empresa de Pesquisa Energética - EPE (Org.). **Nota Técnica DEA 07/13: Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os próximos 10 anos (2013-2022)**. Rio de Janeiro: EPE, 2013. 76 p. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Glaucio Vinicius Ramalho Faria. Empresa de Pesquisa Energética - EPE (Org.). **Nota Técnica DEA 025/17: Monitorando o Progresso da Eficiência Energética no Brasil**. Rio de Janeiro: EPE, 2017d. 76 p. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2025-17%20-%20Indicadores%20de%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Brasília: EPE e MME, 2017b. 309 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026\\_versao\\_para\\_publicacao\\_08dez2017.pdf/f5d8f999-566d-4f5b-9167-d80b6ea8924e](http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026_versao_para_publicacao_08dez2017.pdf/f5d8f999-566d-4f5b-9167-d80b6ea8924e)>. Acesso em: 20 maio 2018.

BRASIL. IBGE. . **PIB recua 3,6% em 2016 e fecha ano em R\$ 6,3 trilhões.** 2017c. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/9439-pib-recua-3-6-em-2016-e-fecha-ano-em-r-6-3-trilhoes.html>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha Energética Brasileira: Exercício de 2016.** Brasília: MME, 2017a. 32 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energética+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+\(PDF\)/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energética+Brasileira+2017+-+ano+ref.+2016+(PDF)/13d8d958-de50-4691-96e3-3ccf53f8e1e4?version=1.0)>. Acesso em: 13 maio 2018.

BRUCE, T; HIRST, E. & BAUER, D. **Public-Policy Responsibilities in a Restructured Electricity Industry.** Oak Ridge National Laboratory, ORNL/COM-420.

CALDEIRA, Rinaldo. **White Certificates: Um Mercado de Títulos de Eficiência Energética para o Brasil.** Rio de Janeiro: Synergia, 2017. 127 p.

CASADO, M. Green Buildings, antes tarde do que nunca. **Revista Itambé – Sustentabilidade – Construção Sustentável – Responsabilidade Social e Ambiental.** (sem local), Mar. 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/green-buildings-antestarde-do-que-nunca/#>>. Acesso em: 06/06/18.

CAPOZZA, A. **“Market Mechanisms for White Certificates Trading Task XIV Final Report Based on National and International Studies and Experiences”** Milan: IEA,2006

CROSSLEY, D. **Workshop in White Certificates,** Milan, Italy. Outubro de 2008

ELEKTRO (São Paulo). PEE/ANEEL. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações.** Campinas: Elektro, 2012. 315 p. (PEE/ANEEL). Disponível em: <[https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/Livro\\_Eficiencia\\_Energetica.pdf](https://www.elektro.com.br/Media/Default/DocGalleries/Eficientiza%C3%A7%C3%A3o%20Energ%C3%A9tica/Livro_Eficiencia_Energetica.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2018.

GARCIA, A.G.P; SZKLO, A.S.; SCHAEFFER, R.; MCNEIL, M.A. **Energy-efficiency standards for electric motors in Brazilian industry.** Energy Policy 35, 3424-3439, 2007.

GBCBRASIL, Green Building Council Brasil. **Empreendimentos Certificados e Registrados**. Brasil: GBC Brasil, 2018. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/exportaDadosEmpree.inc.php?q=&construtora=>>. Acesso em: 14 maio 2018.

GBCBRASIL, Green Building Council Brasil. **Infográfico Compreenda o LEED**. Brasil: GBC Brasil, 2014. Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/formLeed.php?p=sobre-certificado.php&a=CompreendaoLEED.png.zip&iframe=true&width=500&height=auto>>. Acesso em: 14 maio 2018.

GELLER, H. et al. Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. *Energy Policy*, v.32, n.12, p.1437-50, 2004.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, Mai./Jun. p. 20-29, 1995.

IEA, International Energy Agency (Org.). **Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency**. S.l: OECD/IEA, 2014. 232 p. Disponível em: <[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Multiple\\_Benefits\\_of\\_Energy\\_Efficiency.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Multiple_Benefits_of_Energy_Efficiency.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2018.

IEA, International Energy Agency (Org.). **Energy Efficiency 2017**. S.l: OECD/IEA, 2017. 139 p. (Market Report Series). Disponível em: <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy\\_Efficiency\\_2017.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Energy_Efficiency_2017.pdf)>. Acesso em: 14 abr. 2018.

IPIRANGA, A. S.; GODOY, A. S.; BRUNSTEIN, J.. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v.. 12, no. 3. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1678-69712011000300002> > Acesso em: 20 abr. 2018.

I-REC STANDARD, International Renewable Energy Certificate Standard. **Guia I-REC - Como o I-REC Funciona**. S.l: I-rec Standard, 2015. 7 p. (Guia I-REC). Disponível em: <[http://www.institutototum.com.br/images/totum/arquivos/B\\_CSD04\\_Emissao\\_I-RECs\\_v1.4.pdf](http://www.institutototum.com.br/images/totum/arquivos/B_CSD04_Emissao_I-RECs_v1.4.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2018.

JANNUZZI, Gilberto de Martino. **A Conservação e Uso Eficiente de Energia no Brasil**. Comciência/SBPC nº 61 de dezembro de 2004. Disponível em: [www.fem.unicamo.br](http://www.fem.unicamo.br). Brasil 2009. Acesso em: 06/06/2018.

KATO, C. A. **Arquitetura e sustentabilidade: projetar com ciência da energia.** Dissertação de mestrado. Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.

LOVINS, Amory Bloch. **Reinventando o Fogo: Soluções Ousadas de Negócios na Nova Era da Energia.** São Paulo: Cultrix Ltda., 2013. 375 p. Título Original: *Reinventing Fire*.

LO, Edward W. C.. **Overview of Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Systems in Hong Kong.** Hong Kong: Hong Kong Polytechnic University, 2005. 8 p. Disponível em: <<http://ira.lib.polyu.edu.hk/handle/10397/1677>>. Acesso em: 20 out. 2018.

MARTINS, André Ramon Silva et. al. [organizadores: Jamil Haddad, Sérgio Catão Aguiar]. **Eficiência energética: integrando usos e reduzindo desperdícios.** Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; Agência Nacional do Petróleo - ANP, 1999.

MMA, Ministério do Meio Ambiente -. **Energia: A Ordem é Economizar.** S.l: MMA, [2012]. 16 p. Disponível em: <[www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/7\\_mcs\\_energia.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/7_mcs_energia.pdf)>. Acesso em: 08 mar. 2018.

MOTTA, S. R. F., AGUILAR, M. T. P., 2009, “Sustentabilidade e processos de projetos de edificações”, **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1 (Maio), pp. 84-119.

OIKONOMOU, V. PATEL, M. **“White Certificates the “White and Green” consortium – White and Green Phase II”** Utrech University, Copernicus Institute, Utrecht, 2004.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO “DIRECTIVA 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho” Jornal Oficial da União Europeia, 2006. Disponível em:< <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0032&from=PT>> Acesso em: 20 mar. 2018.

PHILIPS ELECTRONICS. **Supermarkets: See what light can do for your customers.**

Dezembro de 2012. Disponível em: < [https://www.lighting.philips.com/bdam/b2bli/en\\_AA/systems/Meat\\_Discoloration/supermarket-brochure-2012-int.pdf](https://www.lighting.philips.com/bdam/b2bli/en_AA/systems/Meat_Discoloration/supermarket-brochure-2012-int.pdf)>. Acesso em 03 de Maio de 2016.

REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (Org.). **10 Years of Renewable Energy**. França, 2014. 48 p. Disponível em: <[http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/Topical Reports/REN21\\_10yr.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/activities/Topical Reports/REN21_10yr.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SOUZA, Andréa de; GUERRA, Jorge Carlos Correa; KRUGER, Eduardo Leite. Os programas brasileiros em eficiência energética como agentes de reposicionamento do setor elétrico. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 7, n. 12, p.1-7, 1 jan. 2011. Quadrimestral. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/2571/1675>>. Acesso em: 31 maio 2018.

TOTUM (São Paulo). Instituto Totum de Desenvolvimento e Gestão Empresarial Ltda.. **International Renewable Energy Certificate**. 2015. Luciano Figueredo e Celina Almeida. Disponível em: <<http://www.institutototum.com.br/index.php/servicos/273-i-rec>>. Acesso em: 10 maio 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM (WE Forum). Antonia Gawel. **Pollution is a silent killer. Here's how we can stop it**. [s. L.]: Fórum Econômico Mundial, 2017. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2017/11/pollution-how-to-stop-the-silent-killer/>>. Acesso em: 05 maio 2018.