



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA  
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA  
INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL  
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS**

**TOMÁS ADÃO GONÇALVES**

**COMPARAÇÃO DA EVOLUÇÃO DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E  
DAS MATRIZES ELÉTRICAS DO BRASIL E DE ANGOLA DE 2013 ATÉ 2030**

**ACARAPE-CE  
2019**

**TOMÁS ADÃO GONÇALVES**

**COMPARAÇÃO DA EVOLUÇÃO DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E  
DAS MATRIZES ELÉTRICAS DO BRASIL E DE ANGOLA DE 2013 ATÉ 2030**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado como requisito para  
obtenção do título bacharel em  
Engenharia de Energias da Universidade  
da Integração Internacional da Lusofonia  
Afro-Brasileira.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Servilha de  
Oliveira.

**ACARAPE-CE  
2019**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Gonçalves, Tomás Adão.

G624c

Comparação da evolução de indicadores socioeconômico e das matrizes elétricas do Brasil e de Angola de 2013 até 2030 / Tomás Adão Gonçalves. - Redenção, 2019.  
86f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2019.

Orientador: Prof. Sérgio Servilha de Oliveira.

1. Energia elétrica. 2. Política energética - Aspectos sociais. 3. Planejamento Energético. 4. Brasil. 5. Angola. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 333.79

---



Ministério da Educação  
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB  
Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável

**ASSINATURA DOS MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA**

Prof. Sérgio Servilha de Oliveira (IEDS/UNILAB)  
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Herminio Miguel de Oliveira Filho (IEDS/UNILAB)  
Membro da Banca Examinadora

Prof. João Coelho da Silva Neto (ICSA/UNILAB)  
Membro da Banca Examinadora

Redenção, 15 de julho de 2019.

*A Deus,  
Aos meus pais, Adão e Doroteia*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente à Deus pela proteção, pelo dom de vida e força concedido ao longo da minha vida acadêmica, pois sem Ele nada seria possível. Agradeço em especial ao meu pai Adão Gonçalves Massango e as minhas duas queridas mães Doroteia Tomás Canda e Alice Quintinha Quissanga. Foi pelo bom exemplo de educação recebido deles que me tornei no que hoje sou.

Ao querido professor Dr. Sérgio Servilha de Oliveira, pelo empenho em disponibilizar o seu tempo para me orientar e de todo aprendizado que adquiri dele, tanto à nível das disciplinas ministradas como à nível da orientação deste trabalho.

Aos meus amigos Nataniel Cassoma Kuanza, Pedro José Martins Paulo, Ricardo Kapusso António, Mecilde do Rosário Gonçalves, Paz Paulo, Lindeberg Caranha e Mônica Braz.

No demais, a todos outros amigos e colegas que de uma ou outra forma fizeram parte do meu ambiente acadêmico e proporcionaram momentos importantes para a minha formação profissional.

“Lança o teu pão sobre as águas, porque  
depois de muitos dias o acharás”  
(Eclesiastes 11:1)

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral demonstrar qual é a evolução das matrizes elétricas do Brasil e de Angola no período entre 2013 até 2030, de modo a concluir sobre o seu efeito no desenvolvimento econômico e no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) desses países. A pesquisa foi na sua grande parte baseada na revisão bibliográfica, de modo a contextualizar os cenários das matrizes elétricas de Angola e do Brasil em termos de potências instaladas e do consumo de energia elétrica, do ponto de vista da grande importância que esta influencia tanto no indicador social, como no indicador econômico de qualquer país. Para se alcançar o objetivo proposto deste trabalho, adotou-se o indicador social como o IDH, o indicador econômico como o PIB per capita e o consumo de energia elétrica per capita. Com estes indicadores se criou os índices como: a razão entre o PIB per capita por IDH (PIB per capita/IDH) e a razão entre o Consumo de eletricidade per capita por IDH (Consumo de eletricidade per capita/IDH). Com os índices criados, fez-se uma análise comparativa por meio de gráficos entre Angola, o Brasil e os países desenvolvidos. Analisou-se a tendência de crescimento destes índices entre esses países numa projeção no horizonte até 2030. Deste mesmo modo, procedeu-se para a projeção das potências instaladas das matrizes elétricas de Angola e do Brasil para o mesmo período, a fim de se concluir sobre as características da tendência de crescimento das fontes de geração de energia elétrica nesses países. Os resultados obtidos mostram que Angola e o Brasil apresentarão crescimento dos seus indicadores socioeconômicos, acompanhado do crescimento do consumo per capita de energia elétrica no horizonte de 2030, superior aos dos países desenvolvidos como Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Portugal.

**PALAVRAS-CHAVES:** Energia elétrica. Índices. Matriz elétrica. Planejamento Energético.

## ABSTRACT

The present work aims to demonstrate the evolution of the electric matrices of Brazil and Angola in the period from 2013 to 2030, in order to conclude about their effect on the economic development and the Human Development Index (HDI) of these countries. The research was largely based on the literature review, in order to contextualize the scenarios of the electrical matrices of Angola and Brazil in the terms of installed power and consumption of electricity, from the point of view of the great importance that this influences both social indicator, as in the economic indicator of any country. To achieve the proposed objective of this work, the social indicator as the HDI, the economic indicator as the GDP per capita and the consumption of electric energy per capita were adopted. With these indicators the indices were created as: the ratio between GDP per capita by HDI ( $\text{GDP per capita/HDI}$ ) and the ratio between Electricity Consumption per capita by HDI ( $\text{Electricity Consumption per capita/HDI}$ ). With the indexes created, a comparative analysis was made through graphs between Angola, Brazil and the developed countries. The trend of growth of these indexes among these countries was analyzed in a projection on the horizon until 2030. Likewise, the installed capacities of the electrical matrices of Angola and Brazil were projected for the same period, in order to conclude on the characteristics of the growing trend of sources of electricity generation in these countries. The results show that Angola and Brazil will present growth of their socioeconomic indicators, together with the growth of the per capita consumption of electricity in the horizon of 2030, superior to those of the developed countries like Germany, Canada, United States and Portugal.

**Key-Word:** Electricity. Index. Projection. Electricity Matrix. Energy Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Evolução da capacidade da potência das fontes no mundo.....	14
Figura 2– Estrutura do sistema de energia elétrica.....	16
Figura 3– Participação na geração líquida de eletricidade em percentagem.....	18
Figura 4– Evolução da potência instalada em Angola.....	20
Figura 5– Mapa Fronteiriço de Angola.....	22
Figura 6– Distribuição da potência em MW térmico prevista para 2017.....	25
Figura 7– Mapa eólico de Angola.....	26
Figura 8– Mapa solar de Angola.....	28
Figura 9 –Oferta de energia por fonte.....	31
Figura 10– Potencial eólico brasileiro por região.....	33
Figura 11– evolução da potência instalada.....	34
Figura 12– Variação da radiação solar no Brasil.....	35
Figura 13– Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 - 2007).....	39
Figura 14– consumo de energia elétrica no mundo (2007).....	39
Figura 15— Consumo de eletricidade per capita versus IDH.....	41

## LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1– Potencial tecnicamente aproveitável .....	31
Gráfico 2– Comparação do IDH.....	47
Gráfico 3 – Comparação do PIB per capita.....	47
Gráfico 4 – Comparação do consumo de eletricidade per capita.....	49
Gráfico 5 – Comparação do índice: Consumo per capita de eletricidade/IDH .....	50
Gráfico 6– Comparação do PIB per capita/IDH (dólar/hab).....	52
Gráfico 7 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH .....	54
Gráfico 8 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH .....	55
Gráfico 9 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH.....	56
Gráfico 10 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH .....	56
Gráfico 11 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH .....	57
Gráfico 12 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH .....	58
Gráfico 13– Previsão do índice para 2030.....	59
Gráfico 14 – Crescimento dos índices no período 2014 a 2030.....	61
Gráfico 15 – Potência Instalada da Alemanha.....	62
Gráfico 16 – Potência Instalada de Portugal .....	63
Gráfico 17 – Potência Instalada do Brasil .....	64
Gráfico 18 – Potência Instalada de Angola.....	64
Gráfico 19 – Comparação das potências Instaladas.....	65
Gráfico 20- Evolução da Matriz elétrica de Angola de 2013 a 2025 .....	66
Gráfico 21 – Potência instalada prevista.....	67
Gráfico 22- Evolução da matriz elétrica do Brasil .....	69
Gráfico 23 – Previsão da potência instalada do Brasil .....	70

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1– Principais bacias hidrográficas de Angola.....	22
Tabela 2– Potência instalada nos anos de 2013 e 2017 de centrais hidrelétricas. ....	23
Tabela 3– Projetos de novas centrais hidrelétricas.....	24
Tabela 4– Projetos de parques eólicos em Angola. ....	27
Tabela 5– Projetos de parques solar em Angola.....	29
Tabela 6– Quantidades de parques eólicos por Estados. ....	34
Tabela 7– Dados de radiação solar. ....	36
Tabela 8–Taxa de crescimento do índice de 2014 á 2030.....	60
Tabela 9 – crescimento dos índices no período 2014 até 2030. ....	61
Tabela 10– Previsão da potência instalada de Angola (MW). ....	67
Tabela 11– Previsão da potência instalada do Brasil (MW). ....	70
Tabela 12– Potência Instalada do Ano de 2013 á 2025 de Angola e o Brasil.....	77
Tabela 13– Potência Instalada da Alemanha em GW. ....	79
Tabela 14– Potência Instalada de Portugal em GW. ....	80
Tabela 15– Potência Instalada da Angola em GW. ....	80
Tabela 16– Potência Instalada da Brasil em GW. ....	80
Tabela 17– Dados sobre Angola.....	81
Tabela 18– Dados sobre Alemanha. ....	82
Tabela 19– Dados sobre o Canadá. ....	83
Tabela 20– Dados sobre Brasil.....	84
Tabela 21– Dados sobre o Estados Unidos. ....	85
Tabela 22 – Dados sobre Portugal.....	86

## LISTA DE SIGLA

ABEÓLICA.....	Associação Brasileira de Energia Eólica.
ANEEL.....	Agência Nacional de Energia elétrica.
BEN.....	Balanco Energético Nacional.
IDH.....	Índice de Desenvolvimento Humano.
DNER.....	Direção Nacional de Energias renováveis.
GEE.....	Gases de Efeito Estufa.
GWh.....	Gigawatt horas.
IEA.....	International Energy Agency.
KWh.....	Quilowatt hora.
MINEA.....	Ministério da Energia e Água.
MME.....	Ministério de Minas e Energias.
MWh.....	Megawatt hora.
OCDE.....	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
ONU.....	Organização das Nações Unidas.
PDE.....	Plano Decenal de Energia Elétrica.
PIB.....	Produto Interno Bruto.
SIN.....	Sistema Interligado Nacional.
TWh.....	Terawatt hora.
UHEs.....	Usinas Hidrelétricas.
UNDP.....	Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas.
WNA.....	World Nuclear Association.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.1 Objetivo geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.2 Objetivo específico .....</b>	<b>15</b>
1.1.3 Hipótese.....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Energia elétrica .....</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Matriz elétrica.....</b>	<b>18</b>
2.2.1 Matriz elétrica angolana .....	20
2.2.1.1 Fonte de energia hidráulica.....	21
2.2.1.2 Fonte de energia térmica.....	24
2.2.1.3 Fonte de energia eólica .....	25
2.2.1.4 Fonte de energia solar .....	27
2.2.1.5 Fonte de energia da Biomassa .....	29
2.2.1.6 Fonte de energia nuclear .....	29
2.2.2 Matriz elétrica brasileira .....	30
2.2.2.1 Fonte de energia hidráulica.....	31
2.2.2.2 Fonte de energia térmica.....	32
2.2.2.3 Fonte de energia eólica .....	32
2.2.2.4 Fonte de energia solar .....	35
2.2.2.5 Fonte de energia da biomassa .....	36
2.2.2.6 Fonte de energia nuclear .....	37
<b>2.3 Energia elétrica e desenvolvimento .....</b>	<b>37</b>
2.3.1 Influência do consumo da energia elétrica na economia .....	38
2.3.2 Influência do consumo de energia elétrica no índice de desenvolvimento humano (IDH).....	40
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>43</b>
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1 Dados obtidos .....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 Análise comparativas dos indicadores .....</b>	<b>46</b>
4.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).....	46
4.2.2 Produto Interno Bruto per capita (PIB per capita).....	47
4.2.3 Consumo de eletricidade per capita .....	48
<b>4.3 Criação dos índices .....</b>	<b>50</b>
4.3.1 Consumo per capita de eletricidade/IDH.....	50
4.3.2 Produto Interno Bruto por IDH .....	51
<b>4.4 Previsão do índice para o período de 2030 .....</b>	<b>53</b>
4.4.1 Previsão para índice de consumo de eletricidade per capita/IDH .....	53
4.4.1.1 Previsão do índice para o Canadá.....	53
4.4.1.2 Previsão do índice para Estados Unidos.....	54
4.4.1.3 Previsão do índice da Alemanha .....	55
4.4.1.4 Previsão do índice de Portugal .....	56
4.4.1.5 Previsão do índice de Brasil .....	57
4.4.1.6 Previsão do índice de Angola .....	58
4.4.2 Previsão para índice do PIB per capita/IDH.....	58
<b>4.5 Comparação do crescimento dos índices .....</b>	<b>61</b>
<b>4.6 Análise comparativa das potências instaladas de Angola, Brasil, Alemanha, Portugal e África do Sul para o ano entre 2008 á 2012.....</b>	<b>62</b>
<b>4.7 Análise de Angola .....</b>	<b>65</b>
<b>4.8 Análise do Brasil .....</b>	<b>68</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>74</b>
<b>7 ANEXO.....</b>	<b>77</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o homem sempre procurou melhorias na qualidade de vida, deste modo, tem estado a desenvolver novas técnicas a fim de impulsionar a sociedade para um bem-estar de qualidade, quer seja a nível social, quer seja a nível econômico. Com a revolução industrial, teve-se um crescimento acelerado nas atividades humanas desenvolvidas, tendo passado das atividades braçais, que se requeria mais tempo de trabalho, para máquinas que proporcionaram uma rapidez e fiabilidade no trabalho desenvolvido, com um reduzido intervalo de tempo. Deste pressuposto abriu-se novos horizontes para o aprimoramento de novas técnicas de trabalho.

A descoberta da eletricidade veio revolucionar o mundo em muitos aspetos, sendo inevitável um progresso a nível social e econômico. A energia elétrica é hoje um bem essencial para uma sociedade moderna, não é de se estranhar que tudo que gira em volta de uma sociedade moderna tem influência direta ou indireta da energia elétrica, auxiliando nos sistemas modernos das atividades humanas tais como: agricultura, indústria, medicina, educação, transporte etc.

Para um desenvolvimento satisfatório na sociedade moderna, o consumo de energia elétrica é primordial, fazendo com que bens e serviços adquiram uma dinâmica estável e um crescimento na economia e no bem-estar da população de um país.

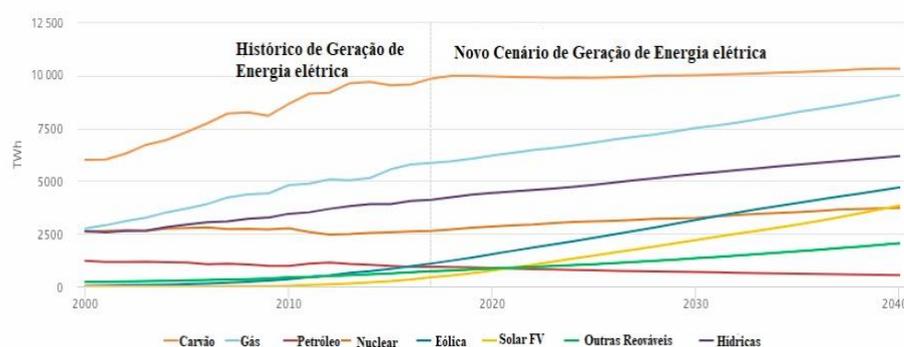
Ao proporcionar o crescimento tecnológico e econômico o consumo da energia elétrica passa a ser também um dos principais parâmetros de indicação do crescimento da economia. Visto que com maior poder econômico mais bens serão adquiridos, bens como equipamentos elétricos e eletrônicos, que resultarão num maior consumo de energia elétrica, sejam nas classes industrial, comercial ou residencial (FINKLER, *et al*, 2015, p.1).

Posto que quanto mais o país é desenvolvido, mais industrializado o mesmo é e mais dependência de insumos elétricos terá. Portanto, existe uma correlação entre crescimento econômico e o consumo da energia elétrica, de modo que para um crescimento econômico é preciso de um aumento no consumo da energia elétrica (FINKLER, *et al*, 2015).

O forte crescimento do setor elétrico, proporciona o bem-estar populacional, aumentando positivamente a qualidade de vida de um povo, desta forma, é inevitável manter um nível primordial de investimento constante no setor elétrico, assegurando as condições de expansão e proporcionando o crescimento e maior conforto à população (SALDANHA, 2012).

A busca incessante por consumo de energia elétrica no cenário mundial é cada vez mais notável e evidente. Cada vez mais novos panoramas e políticas têm sido adotados de modo a assegurar a sustentabilidade do homem e do meio ambiente. A matriz elétrica mundial é composta na sua maior parte de fontes não renováveis, mas nos últimos anos é crescente a forma de energia sustentável proveniente das fontes renováveis. Na figura 1, a Agência Internacional de Energia (AIE) apresenta o cenário da evolução das potências por fontes.

Figura 1– Evolução da capacidade da potência das fontes no mundo.



Fonte: (adaptado IEA, 2018).

Dada a importância da energia elétrica para a sociedade, o presente trabalho pretende fazer uma análise da evolução das matrizes elétrica de Angola e Brasil ao longo dos períodos entre 2013 a 2030 e relacionar o consumo de energia elétrica ao desenvolvimento econômico e ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Este trabalho se propõe em responder a seguinte pergunta: Existe relação entre o consumo de eletricidade e os indicadores socioeconômicos entre diferentes países?

Com base no programa denominado Angola Energia 2025 e do plano decenal 2026 do Brasil, onde despõem-se as metas a alcançar em termos de potência instalada até o ano de 2025, aproveita-se para fazer um estudo comparativo nos períodos entre 2013 a 2030 entre Angola e o Brasil, que é de longe mais desenvolvido em termos de matriz de energia elétrica em relação a Angola. Tal comparação dará um marco, de quanto a matriz elétrica de Angola precisa desenvolver para chegar ao patamar dos países desenvolvidos. Este trabalho ajudará na compreensão da relação existente entre o consumo de energia elétrica, economia e índice de desenvolvimento humano, não só no contexto geral, mas também no contexto entre os dois países, e apresentará as grandes vantagens do desenvolvimento do setor elétrico para um determinado país.

Por ser uma temática não muito explorada, a comparação entre Angola e Brasil em termos de evolução da matriz de energia elétrica relacionando com desenvolvimento econômico e IDH, por isso este trabalho se propõe abordar sobre esta temática.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Demonstrar qual é a evolução das matrizes elétricas do Brasil e de Angola no período de 2013 a 2030 de modo a concluir sobre o seu efeito no desenvolvimento econômico e no Índice de Desenvolvimento Humano desses países.

### **1.1.2 Objetivo específico**

- a) Compreender o que é uma matriz elétrica.
- b) Conhecer a matriz elétrica do Brasil e Angola e sua evolução no período de 2013 a 2030. Nomeadamente os potenciais comuns entre os dois países das quais são:
  - I. Hidráulica
  - II. Termoelétrica
  - III. Eólica
  - IV. Solar
  - V. Biomassa
  - VI. Nuclear
- c) Relacionar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o consumo de energia elétrica.
- d) Relacionar o consumo de energia elétrica e o desenvolvimento econômico.

### **1.1.3 Hipótese**

Baseado na contextualização apresentada e na pergunta formulada na introdução desde trabalho, “Existe relação entre o consumo de eletricidade e os indicadores socioeconômicos entre diferentes países?”.

Propõe-se para este trabalho, a pesquisa sobre a seguinte hipótese:

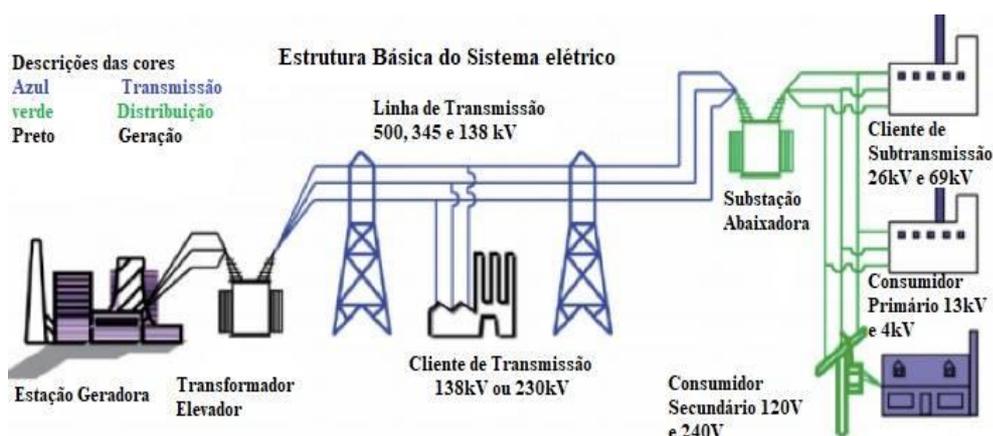
Quanto maior for o crescimento dos indicadores socioeconômicos, maior será o crescimento do consumo per capita de energia elétrica.

## 2 ENERGIA ELÉTRICA

A energia é a aptidão que o corpo ou sistemas de corpos têm de produzir trabalho. “Em 1872, Maxwell propôs uma definição que pode ser considerada mais correta do que a anterior: energia é aquilo que permite uma mudança na configuração de um sistema, em oposição a uma força que resiste a esta mudança”. (HADDAD, 2004, p.1). Entende-se por energia elétrica como a diferença de potencial elétrico entre dois pontos em um condutor capaz produzir corrente elétrica.

A energia elétrica é um dos principais protagonistas no cenário do desenvolvimento mundial. Desde a sua descoberta e evolução, tem-se testemunhado tamanha transformação a nível econômico e social nos países que cujo objetivo é diversificar e estimular o uso da mesma. Pelo seu grande protagonismo no setor industrial e tecnológico, tem-se tido uma procura intensa do uso da energia elétrica. Normalmente, a energia elétrica é produzida longe dos principais centros consumidores, e é feito o transporte, através de métodos engenhosos até os grandes centros consumidores, por meio do que é chamado de transmissão e distribuição de energia elétrica. “A estrutura do sistema elétrico de potência compreende os sistemas de geração, transmissão, distribuição e subestações de energia elétrica, em geral cobrindo uma grande área geográfica” (LEÃO, 2009, p.17). A figura 2, apresenta a estrutura de um sistema elétrico de potência.

Figura 2– Estrutura do sistema de energia elétrica.



Fonte: GTD- Geração, Transmissão e Distribuição de energia elétrica (2009).

Pode-se considerar a produção de energia elétrica provindo de duas fontes que são: fontes energias renováveis e fontes de energias não renováveis.

Define-se como fonte de energia renovável, aquelas cuja a fonte de origem é ilimitada, apresentam constantemente a velocidade de reposição superior a do seu uso

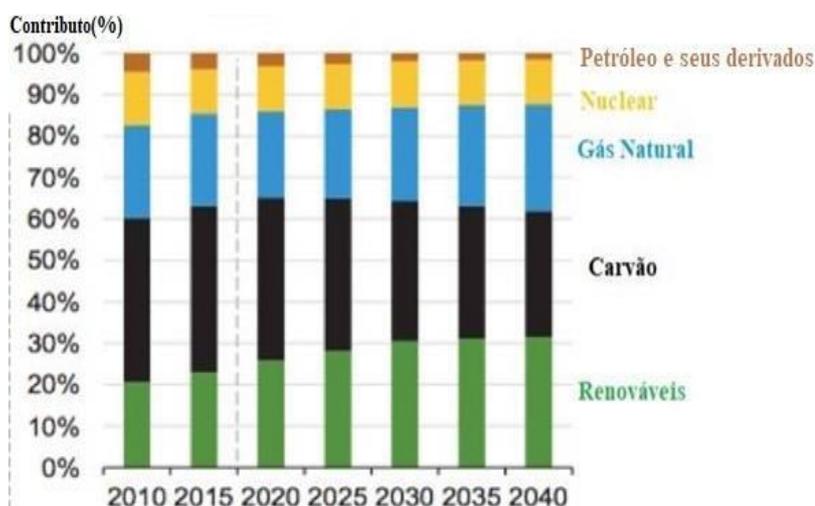
(MARQUES, 2007). Como exemplo desta energia, cita-se: solar, hídrica, eólica, biomassa, maremotriz, geotérmica etc.

Define-se como fonte de energia não renovável são aquelas originárias de fontes que apresentam forma de energia limitada, cuja as reservas demoram períodos de tempos longos para se reporem e elas não se encontram distribuídas geograficamente de forma homogénea (MARQUES, 2007). Como exemplo de fontes de energias renováveis pode-se citar: hidrelétricas, solar, eólica, biomassa, geotérmica etc. e as fontes de energia não renovável são: o carvão mineral e os seus derivados, xisto, petróleo, gás natural, urânio, etc.

No mundo, a matriz elétrica é fortemente dependente de fontes não renováveis, na qual baseia-se a partir dos combustíveis fósseis. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017a), a geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. O uso de combustíveis fósseis para produção de energia elétrica tem contribuído na poluição do meio ambiente provocando o aumento de gases de efeito estufa (GEE). As concentrações destes gases que causam efeito estufa na atmosfera provocam alterações climáticas que podem condicionar os ecossistemas ambientais de forma direta (LUCON; JOSÉ, 2006). Com efeito, tem-se feito novas apostas nas fontes de energias que menos agridem o meio ambiente, de modo a promover um desenvolvimento sustentável ao meio ambiente. As fontes renováveis são as fontes alternativas que ajudam na minimização dos efeitos causados pela utilização dos combustíveis fósseis.

Tem havido um grande esforço por parte dos países industrializados em reduzir os GEE, pois a produção de energia deve alinhar-se no compromisso do desenvolvimento sustentável e responsabilidade ambiental (LEÃO, 2009). E cada vez mais entra-se em cena a inserção de energias renováveis como solução para os problemas ambientais. A figura 3 apresenta a evolução da energia elétrica mundial por fonte.

Figura 3– Participação na geração líquida de eletricidade em percentagem.



Fonte: (adaptado IEA, 2017).

A figura 3 denota que um dos setores de energia elétrica que terá um crescimento considerável é o setor ligado as fontes renováveis. Haverá uma redução da dependência do carvão para produção de energia elétrica até o ano de 2040 como mostrará a figura 4. Para as fontes não renováveis, um dos setores com maior uso será o gás natural para produção de energia elétrica apresentando um considerável crescimento em relação as outras fontes não renováveis de energia elétrica.

## 2.1 Matriz elétrica

A matriz elétrica é normalmente composta pela integração de diferentes fontes de energia elétrica com objetivo de atender a demanda por suprimento de energia de um determinado local. Matriz elétrica é formada pelo conjunto de fontes disponíveis apenas para a geração de energia elétrica, enquanto que a matriz energética representa o conjunto de fontes de energia disponível para movimentar os carros, preparar comidas no fogão e gerar eletricidade (EPE, 2017a).

As fontes de energia que compõem uma matriz elétrica podem ser originárias de fontes renováveis e fontes não renováveis. No presente trabalho apenas será tratado de fonte de energia comum entre os dois países em estudo.

As fontes de energias renováveis são:

### I. Energia hidráulica

A energia gerada por esta fonte vem do aproveitamento da água dos rios. Nas usinas hidrelétricas, as águas movem turbinas que transformam a energia potencial (da água) em energia mecânica e, por fim, em elétrica. Esta fonte é variável ao longo do ano, porque depende do quanto chove nas cabeceiras dos rios, afinal, é essa água que irá mover as turbinas (EPE, 2019).

## II. A energia solar

É uma fonte ilimitada de energia, cujo o aproveitamento pode ser na forma de térmica ou na forma de luz. No aproveitamento na forma térmica, os coletores solares captam os raios solares aquecendo um líquido que geralmente é a água. A água quente pode ser utilizada nas residências (chuveiros, piscinas, torneiras, máquina de lavar, etc.), em processos industriais ou na geração de eletricidade (EPE, 2019).

Na forma de luz, a eletricidade é gerada diretamente a partir da interação da radiação solar (luz) com o material semicondutor dos painéis fotovoltaicos. Ou através do aproveitamento do calor (na usina heliotérmica), onde os coletores solares concentram os raios solares num único ponto, aquecendo um líquido gerando vapor que é usado para acionar uma turbina e gerador e este produz a energia elétrica (EPE, 2019).

## III. Energia eólica

Energia eólica é a energia que é proveniente da transformação da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Para transformar a energia dos ventos em energia elétrica são usados aerogeradores, que possuem imensas hélices que se movimentam de acordo com a quantidade de vento no local (EPE, 2019).

## IV. Biomassa

A biomassa é toda matéria vegetal, animal ou orgânica que pode ser usada para produzir energia. A lenha, bagaço de cana-de-açúcar, cavaco de madeira, resíduos agrícolas, algas, restos de alimentos e até excremento animal que, após sua decomposição, produzem gases que são usados para gerar energia (EPE, 2019).

As fontes de energia não renováveis são:

### I. Termelétrica

De acordo com o Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética (MME; EPE, 2006b), a energia termelétrica é a energia gerada através da queima de combustíveis fósseis (óleo combustível, carvão mineral, óleo diesel, gás natural, gasolina e outros derivados de petróleo) para produção de energia elétrica, realizada nas usinas termelétricas. Os derivados de petróleo mais largamente usados na geração de energia elétrica são o óleo diesel e o óleo combustível.

### II. Nuclear

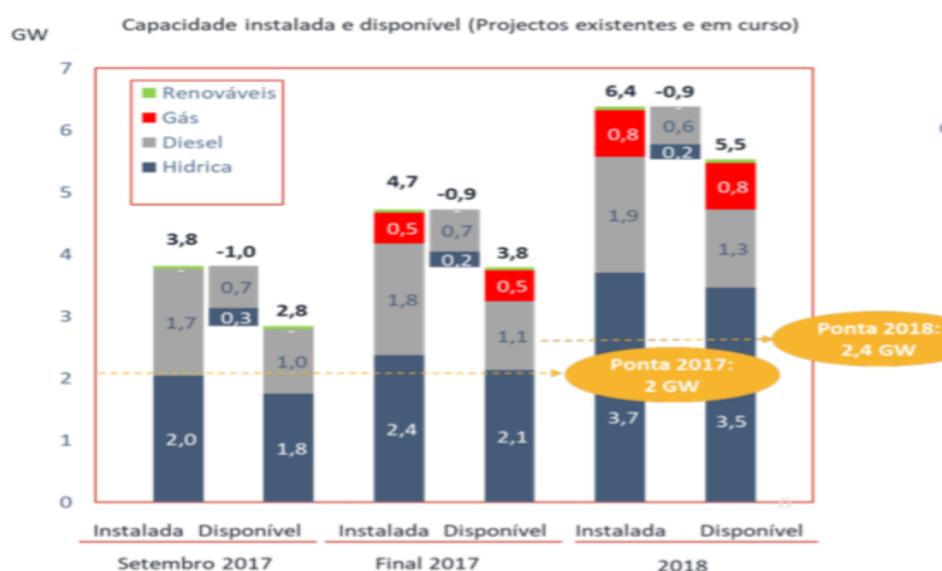
A energia nuclear é proveniente de reações que ocorrem no núcleo de certos átomos chamados de radioativos. Estas reações, em geral, dividem um átomo de um elemento químico em dois átomos diferentes, liberando uma grande quantidade de

energia. Este processo é chamado de fissão nuclear. A energia liberada durante o processo de fissão aquece um líquido, geralmente a água, produzindo vapor, que em alta pressão movimenta as turbinas que, por sua vez, acionam geradores elétricos (EPE, 2019).

### 2.1.1 Matriz elétrica angolana

A matriz elétrica angolana é composta somente de duas principais fontes de energia elétrica, que são as usinas hidrelétricas e as termelétricas. Apesar de ter um bom potencial de recursos naturais para geração de energia elétrica, o aproveitamento das fontes de energia elétrica em Angola ainda é muito fraco, fazendo com que o desenvolvimento do país em muitos aspectos tenha um progresso lento. Durante muito tempo as usinas termelétricas protagonizaram de forma ativa na matriz elétrica angolana e era a fonte que mais contribuía para a oferta interna de eletricidade em Angola (MINEA, 2016). Durante o período colonial, Angola dispunha de sistemas elétricos com pequenas instalações térmicas e algumas pequenas e médias centrais hidrelétricas. Com base na diversificação da matriz elétrica, estão em curso programas de reestruturação da matriz elétrica em Angola, a fim de promover um desenvolvimento sustentável e uma segurança energética mais confiável. A aposta nas energias renováveis é uma prioridade para o governo, tendo estabelecido uma meta de 500 MW de potência instalada de energia proveniente de fontes como: solar, eólica, biomassa e mini hídricas até 2022 (MINEA, 2017a). A figura 4 apresenta de forma sucinta a matriz elétrica angolana e os projetos em curso das energias renováveis (solar, eólica, biomassa).

Figura 4– Evolução da potência instalada em Angola.



Fonte:(MINEA, 2017a).

Nesta nova aposta está em curso a construção de novas centrais hidrelétricas e térmicas ao longo do país e os primeiros resultados já se começaram a notar de forma positiva no aumento da potência instalada.

No mês de setembro de 2017 conforme o gráfico 4 acima, a potência total instalada chegou a 3,8 GW, dos quais 2,8 GW estavam disponíveis. Este aumento significativo da potência instalada deve-se ao contributo da central hidrelétrica de Cambambe e dos primeiros grupos de Laúca que contribuíram com 2,8 GW de potência disponível neste período de 2017 (MINEA, 2017a). E este valor cresceu até o final de 2018 para 6,4 GW instalados e 5,5 GW disponíveis. De acordo com o atlas e estratégia nacional para novas energias renováveis de 2015, Angola depende fundamentalmente dos seus recursos hídricos e dos derivados do petróleo para a produção de energia elétrica. Nas zonas rurais a biomassa continua a constituir um dos principais combustíveis. As energias renováveis como a solar, eólica e biomassa (para produção de energia elétrica) não têm ainda expressão considerável (MINEA, 2017b). O fraco desenvolvimento do sistema elétrico angolano e o desconhecimento das energias renováveis como a solar e biomassa faz com que a maior parte da população rural de Angola, faça o uso ineficiente da biomassa.

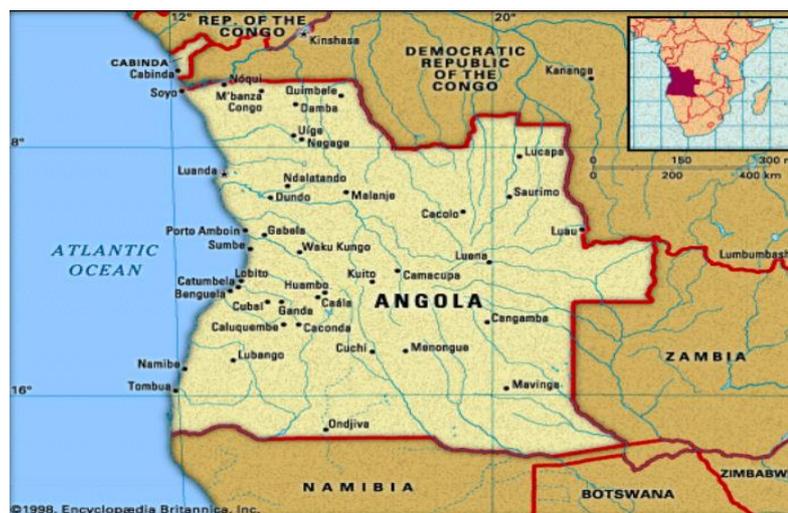
Nos tópicos subsequentes trataremos das diversas fontes de energia elétrica de Angola e os seus respetivos potenciais.

#### **2.1.1.1 Fonte de energia hidráulica**

Angola possui um bom potencial hidrelétrico por conta dos vastos rios que atravessam o seu território. Com base no seu potencial, Angola geraria mais energia do que necessita, podendo então ser possível exportar energia para a República da Namíbia e a República Democrática do Congo (MINEA, 2016).

As características hidrográficas em Angola estão influenciadas pelo relevo do país. A rede é bastante densa, em que predominam rios com rápidos escoamento. Em termos de recursos hídricos, o país possui uma rede hidrográfica rica e diversificada. O escoamento anual é estimado em cerca de 147 milhões de m<sup>3</sup>, um dos mais elevados da região da África Austral, existindo 47 bacias hidrográficas direcionadas para cinco vertentes principais: Atlântico com 41% da superfície do país, Zaire (ou Congo) com 22%, Zambeze com 18%, Okavango com 12% e Etosha com 4% ( DOMBAXE, 201, p.101). A figura 5 apresenta o mapa da fronteira de Angola com os países da África Austral.

Figura 5– Mapa Fronteiriço de Angola.



Fonte:(RESEARCHGATE, 2016)

Angola faz parte dos países da África Austral com excelentes recursos hídricos. O Atlas Nacional para Novas Energias Renováveis de 2015 diz que Angola é um dos países do mundo com maior potencial de energias renováveis no sector elétrico em virtude do peso das suas centrais hidrelétricas.

“Das 47 bacias hidrográficas existentes em Angola, 6 são consideradas as maiores devido a área de afluência, com um total de 933.225km<sup>2</sup>, que correspondem a 75% da superfície do país, formando um potencial hídrico excepcional”. ( DOMBAXE, 2011, p.102). A tabela 1 apresenta o resumo das bacias hidrográficas de Angola.

Tabela 1– Principais bacias hidrográficas de Angola.

Bacia Hidrográfica	Área da bacia em Km <sup>2</sup>
Zaire	289.206
Kubango	156.122
Zambeze	148.377
Kuanza	147.157
Quando	98.360
Cunene	94.003
Total	933.225

Fonte:(Adaptado de DOMBAXE, 2011).

Os recursos hídricos de Angola são estimados em 18 GW, o que poderia corresponder a uma produção de 72 TWh.

As principais estimativas da potência instalada das centrais hidrelétricas ao longo prazo estimado pelo MINEA, através do Atlas e Estratégia Nacional para Novas Energias Renováveis de Angola, estão listadas na tabela 7 a seguir. Foram feitas estimativas para a potência instalada para o ano de 2017. Em decorrência, alguns projetos foram concretizados e outros continuam em curso. Dos projetos concretizados alguns entraram em funcionamento, como no caso da central hidrelétrica de Laúca (2070 MW). A tabela 2, apresenta as potências hidráulicas por sistemas em Angola.

Tabela 2– Potência instalada nos anos de 2013 e 2017 de centrais hidrelétricas.

	Potência instalada (MW)	
	2013	2017
Sistema Norte	725,6	5.572,6
Sistema Centro	122,2	325,4
Sistema Sul	40,8	346,8
Sistema isolado	58,1	76,0
Total	948,9	6.614,8

Fonte: (MINEA, 2017b).

Foram identificados e estudados 159 locais para o desenvolvimento de centrais hídricas, dos quais foram selecionados 20 locais que se consideram estruturantes para a futura rede eléctrica de Angola. Foram ainda estudados 100 locais para o desenvolvimento de centrais de mini hídricas, num total de 607 MW de potencial aproveitável, quer para ligação à rede, quer para desenvolvimento de mini redes isoladas para eletrificação rural (MINEA, 2017b).

Existem inúmeros projetos de centrais hidrelétricas em Angola, na qual desempenharão papéis muito importante para a matriz eléctrica de Angola. Para além de Cambambe II, 720 MW em 2016, e de Laúca, 2.060 MW 2017 e 18, que já entraram em funcionamento, as centrais como: Jamba-Ya-Mina e Jamba-Ya-Oma, 255 MW em 2020 e 21, Baynes, 200 MW (com a Namíbia) em 2021, Caculo Cabaça, 2170 MW em 2022 e 23, Capunda, 283 MW no Keve 2024, Dala (Keve), 440 MW em 2026, Túmulo de Caçador, 453 MW em 2028 e 2030, e Senzo I, 460 MW em 2029, são alguns dos aproveitamentos mais notáveis (MINEA, 2016).

A tabela 3 a seguir apresenta os projetos em construção e futuros de central hidrelétricas até o horizonte de 2030.

Tabela 3– Projetos de novas centrais hidrelétricas.

Projetos	Capacidade Instalada (MW)	Geração média anual (GWh)	Ano de colocação em serviço
Jamba Ya Mina	180	810	2020
Jamba Ya Oma	75	338	2021
Baynes	200	900	2021
Caculo Cabaça	2170	9765	2023
Queve I (Capunda)	283	1200	2024
Calengue	189,7	854	2026
Queve II (Dala)	440	1980	2027
Zenzo I	460	2680	2029
Túmulo do Caçador	453	2750	2030
Total	4450,7	21277	

Fonte:(MINEA, 2016).

Estes são os novos projetos de aproveitamentos hídricos em Angola. Deste modo, Angola terá como sua principal fonte de fornecimento de energia elétrica proveniente das centrais hidrelétricas.

#### **2.1.1.2 Fonte de energia térmica**

A energia termelétrica em Angola exerce um papel importantíssimo, uma vez que não existem ainda centrais hidrelétricas suficientes para atender a demanda energética para toda parte do país. Até mesmo existiram períodos em Angola em que a demanda elétrica foi suprida em grande parte por centrais termelétricas.

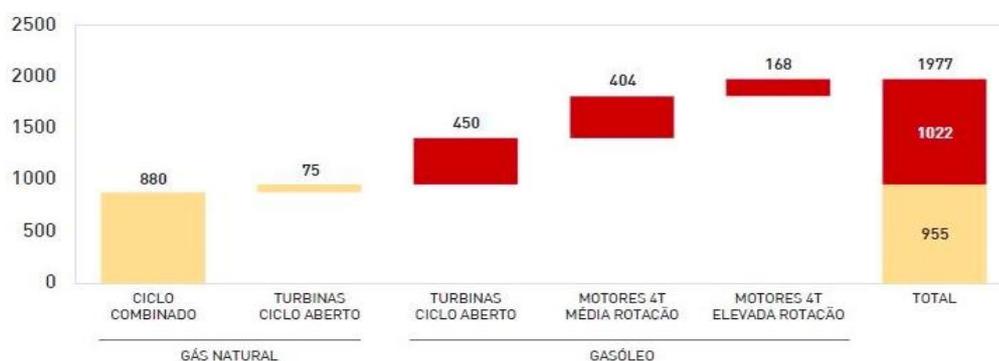
As centrais termelétricas em Angola representam uma garantia do funcionamento do sistema elétrico. O seu menor custo e maior rapidez de instalação, em detrimento das alternativas hidrelétricas, tem permitido dar uma resposta ainda que de forma insuficiente, ao crescimento no consumo (MINEA, 2018a). O funcionamento da instalação da central termelétrica a gás natural do Soyo, permitirá ao sistema termelétrico angolano aceder a um combustível de menor custo e menores emissões (MINEA, 2018a). A geração termelétrica a partir do gás natural, terá maior protagonismo na geração térmica em Angola com a entrada da central de ciclo combinado do Soyo com 720 MW, deste modo, o gás estará na iminência de representar 50% da geração térmica no país (MINEA, 2018a). Com isto, muitas das centrais térmicas de altos custos deixarão de serem

atrativos, uma vez que o gás natural em Angola tem em abundância e pelo fato de que a geração termelétrica através do gás é menos agressiva em detrimento dos derivados do petróleo. Outro fator está ligado na forte aposta que o país tem enfrentado nas construções das centrais hidrelétricas.

Os fortes investimentos em curso ao nível da geração hidrelétrica e das redes de transporte, permitirão reduzir significativamente o nível de utilização das fontes térmicas de maior custo. No entanto, o crescimento do consumo e a variabilidade do regime hidrológico de Angola implicarão não só a manutenção de muitas destas centrais - a operar num regime de funcionamento mais intermitente – mas também a construção de nova capacidade térmica no horizonte 2025 (MINEA, 2018b).

A figura 6 apresenta a contribuição termelétrica prevista por tecnologia e os insumos usados para geração de eletricidade. Notadamente em 2017, a geração prevista a partir do gás natural teve uma previsão representativa de aproximadamente 49% da geração termelétrica no país.

Figura 6– Distribuição da potência em MW térmico prevista para 2017.



Fonte: Angola Energia 2025.

### 2.1.1.3 Fonte de energia eólica

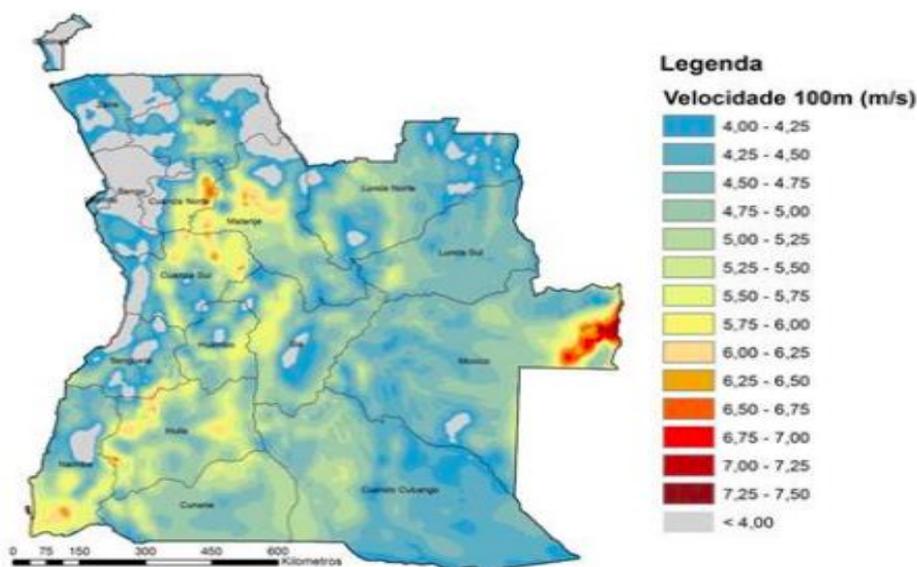
A crise no setor de exploração do petróleo e a preocupação com o meio ambiente, fez com que os países a nível mundial apostem em novos cenários de políticas energéticas sustentáveis para produção de energia elétrica oriundas das fontes renováveis (IEA, 2019).

Desta feita, o governo de Angola aposta num futuro promissor para o país, com base na aposta da diversificação do setor elétrico. Foram feitos estudos de modo a se descobrir locais potencialmente favoráveis para implementação de energias renováveis

provenientes dos ventos. Com base nos estudos realizados para o potencial de energia eólica, foram feitas medições em vários locais do país, onde existe condição de conexão à rede elétrica (MINEA, 2017b). Segundo o Atlas e Estratégia Nacional Para Novas Energias Renováveis, dos estudos feitos nos locais com condições de ligação a rede elétrica, o potencial ficou avaliado em 3,9 GW(MINEA, 2017b).

As medições foram feitas há 80m acima do nível do solo e a velocidade dos ventos foram acima dos 6 m/s (MINEA, 2017b), e, deste modo, foram considerados 13 projetos. Prioritários com uma potência estimada em 604 MW, sendo considerados por apresentarem condições de ligação imediata a rede eléctrica, e estes projetos prioritários apresentam a velocidade em média acima dos 6.5m/s, o que traduz num fator de capacidade cerca de 33% (MINEA, 2017b). A figura 7 a seguir nos revela mais detalhes sobre o estudo de mapeamento do potencial eólico de Angola feitos há 100 m do solo, apresentando o potencial por região do país.

Figura 7– Mapa eólico de Angola.



Fonte:(DNER, 2017).

Embora espera-se por novas medições dos locais identificados por meios de estudos, serão feitos aproveitamentos eólicos para o suporte da matriz elétrica no país, assim como é apresentado nos dados da tabela 4 a seguir, mostrando os primeiros projetos já aprovados de parques eólico no país.

Tabela 4– Projetos de parques eólicos em Angola.

Província	Parque eólico	Nº de Turbina	Potência (MW)
Malange	Kiwaba Nzoji I	31	62
Huíla	Cacula	44	88
Benguela	Benjamim	26	52
Kwanza Norte	Gastão	15	30
Bié	Nharea	18	36
Huambo	Calemba	42	84
Kwanza Sul	Mussende I	18	36
Huíla	Chibia	39	78
Malange	Kiwaba Nzoji	21	42
Kwanza Sul	Mussende I	22	44
Total		276	552

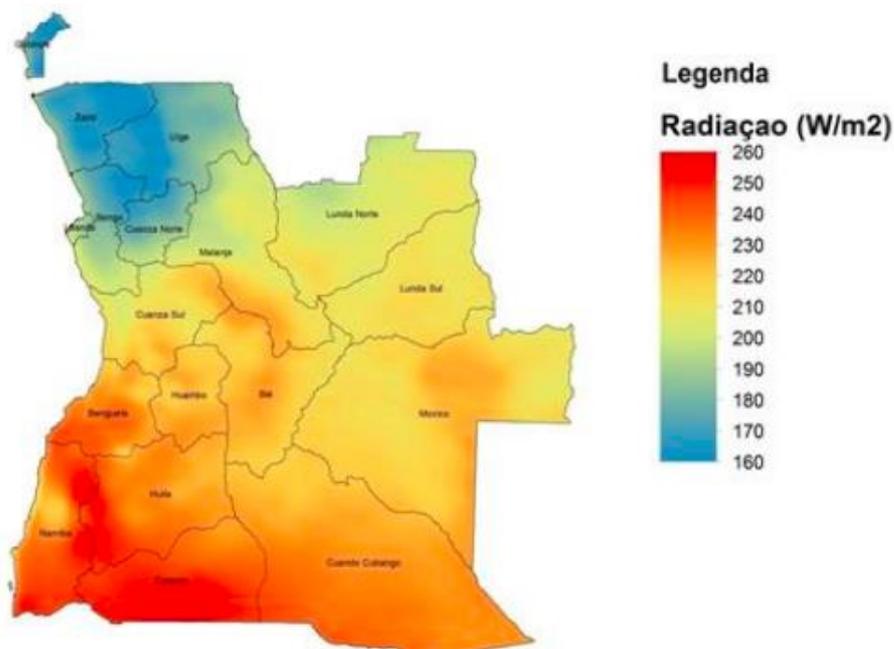
Fonte:(DNER, 2017).

A construção destes parques eólicos abrirá novos horizontes no panorama energético geral de Angola, visto que o país desconhece este tipo de geração de energia elétrica. Ela ajudará na criação de pensamentos voltados numa energia sustentável e no desenrolar de uma tecnologia que tem tomado atenção do mundo no cenário energético. Livre de poluição proveniente de GEE que possam afetar na qualidade de vida do ser humano, a energia eólica evitará a queima de combustível para gerar energia elétrica em Angola.

#### **2.1.1.4 Fonte de energia solar**

O território de Angola tem um bom potencial de recurso solar, tendo neste caso uma radiação global média horizontal de 1.350 e 2.070 kWh/m<sup>2</sup>/ano, sendo que a energia solar constitui o maior e o mais uniformemente recurso renovável distribuído ao longo do país (MINEA, 2015). O conhecimento do uso da energia solar é muito importante para um país como Angola, pois a população desconhece o uso de energia sustentável. A figura 8 apresenta a irradiação penetrante no território angolano.

Figura 8– Mapa solar de Angola.



Fonte: (DNER, 2017)

Como observado na figura 8, é muito notável a riqueza da fonte de energia solar em Angola, o que constitui um ato inevitável para a sua exploração, uma vez que o país precisa expandir a sua matriz elétrica e reduzir a forte dependência das centrais hidrelétricas que podem enfrentar baixas em caso de uma situação climática crítica.

O governo angolano tem efetuado um esforço para implementação do uso da energia solar fotovoltaica no país. O projeto denominado de Aldeias Solares, promovido pelo governo, tem como objetivo, o uso de painéis fotovoltaicos para reduzir o uso de combustíveis como a gasolina ou o gásóleo usados em geradores na maior parte das zonas rurais de Angola (MINEA, 2016). O Atlas e Estratégia das Energias Renováveis de Angola, identificou locais com características adequadas para projetos fotovoltaicos de média e grande escala a ligar à rede, com espaço e condições para instalar mais de 17,3 GW de potência (MINEA, 2017b).

Foram identificados diversos locais para implementação de parques solares fotovoltaicos ao longo do território de Angola e dos locais selecionados, 78MW da parte da instalação será conectada à rede elétrica principal. O objetivo em primeiro plano é atingir aos 100 MW instalados (MINEA, 2016) até 2025. A tabela 5, mostra os projetos em curso de parques solares, com objetivo de alcançar os 100MW instalados.

Tabela 5– Projetos de parques solar em Angola.

Províncias	Parque solar	Número de módulos	Potência (MW)
Namibe	Caraculo	36.480	10
Huíla	Matala	36.480	10
Cunene	Namacunde	36.480	10
Benguela	Ganada/Alto Catumbela	36.480	10
Huíla	Lubango	36.480	10
Benguela	Benguela	36.480	10
Namibe	Cabongue	36.480	10
Huíla	Quipungo	36.480	10
Benguela	lobito/Catumbela	36.480	10
Huíla	Techamutete	36.480	10
Total		364.800	100

Fonte:(DNER, 2017).

#### 2.1.1.5 Fonte de energia da Biomassa

O território angolano é propício para a prática agrícola, principalmente na região norte do país. Embora a aposta no setor agrícola não é muito expressiva neste país, mas nos últimos anos o governo tem desenvolvido programas de incentivo do crescimento do setor da agricultura, não só a fim de combater à fome, como também para a diversificação da matriz energética através do incentivo da produção energética a partir da biomassa. No programa da implementação das novas energias renováveis em Angola, faz parte a produção da energia elétrica a partir da Biomassa. O atlas estratégico nacional para novas energias renováveis demonstra que foram identificados 42 locais favoráveis para a instalação de projetos de biomassa, avaliados com uma potência de 3,7GW(MINEA, 2017b).

#### 2.1.1.6 Fonte de energia nuclear

O urânio é um dos recursos minerais que podem ser encontrados no solo angolano. Atualmente não existe produção de eletricidade a partir das usinas nucleares em Angola, mas existe uma certa possibilidade por parte do governo de Angola em inserir a produção de energia elétrica através das centrais nucleares. De acordo com o site da ANGONOTÍCIA, a “Rússia, juntamente com a China e os Estados Unidos da América,

países que detêm o controle da maior parte do urânio produzido em escala mundial esperam comprar este minério radioativo de Angola e Namíbia em troca de tecnologias para a geração de energia nuclear ”(ANGONOTÍCIA, 2007).

O governo de Angola pretende usar a energia nuclear não só para garantir a segurança energética para produção de energia elétrica como também para ser usado em outras áreas.

O desenvolvimento de energia nuclear em Angola é hoje, uma possibilidade encarada pelas autoridades e constitui uma necessidade com a qual o país deve lidar para suprir a carências energéticas, além da aplicação nas outras áreas (JORNAL DE ANGOLA, 2018).

É verdade que, nesta fase, o país está dependente da aprovação e retificação de um conjunto de diplomas para desfrutar ao máximo as possibilidades do uso de energia atômica (JORNAL DE ANGOLA, 2018).

### **2.1.2 Matriz elétrica brasileira**

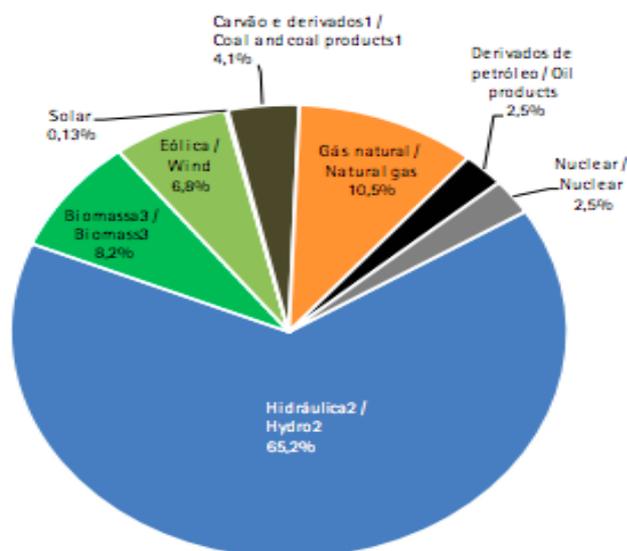
A matriz elétrica brasileira é muito ampla por conta de inúmeros recursos energéticos que possui e na busca dos avanços tecnológicos que tem experimentado ao longo dos anos. A maior parte da produção elétrica brasileira é puramente de fonte renovável, com grande predominância das grandes usinas hidrelétricas. De acordo com o balanço energético nacional (BEN, 2019), o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a fonte hídrica que responde por 66,6% da oferta interna. As fontes renováveis representam 83,2% da oferta interna de eletricidade no Brasil.

O Brasil é avantajado com a produção de eletricidade a partir das grandes hidrelétricas por conta dos seus vastos reservatórios hídricos e a condição dos seus relevos, que permitem que tais estruturas sejam viáveis.

“A matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, ao contrário da matriz elétrica mundial, [...] as usinas que geram energia a partir de fontes renováveis em geral emitem bem menos gases de efeito estufa” (EPE, 2017a).

Por conta da vasta extensão territorial e da localização geográfica, o Brasil possui outros potenciais energéticos para produção de eletricidade a partir de fontes renováveis e não renováveis. Em síntese temos a figura 9 que nos ilustra a participação de cada fonte na matriz elétrica brasileira, com referência ao ano de 2017.

Figura 9 –Oferta de energia por fonte.

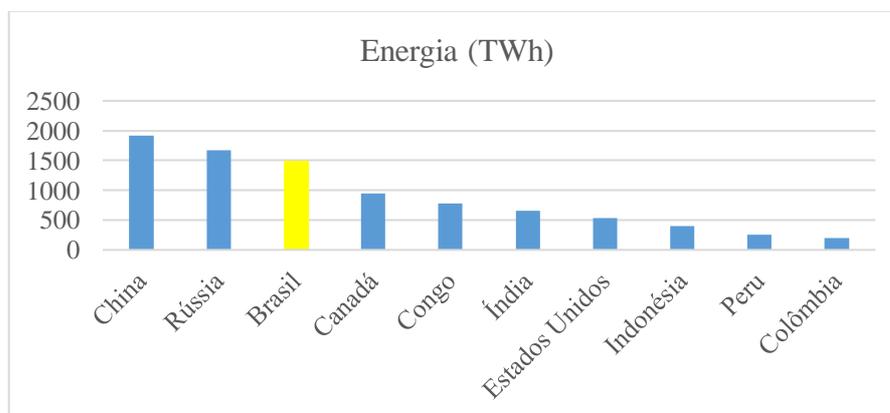


Fonte: (BEN, 2018).

### 2.1.2.1. Fonte de energia hidráulica

O Brasil possui um dos maiores potenciais tecnicamente aproveitáveis da energia hidrelétrica do mundo, sendo situado em terceiro lugar, ficando atrás apenas da República da China e da Rússia e também figura nos países cujo consumo energético para fins de produção de eletricidade é majoritariamente proveniente da hidrelétrica. O seu potencial aproveitável é avaliado em 261 GW (EPE, 2007). O gráfico 1 apresenta o potencial hidrelétrico aproveitável do Brasil em comparação com os países com maiores potenciais hidrelétricos.

Gráfico 1– Potencial tecnicamente aproveitável



Fonte: (EPE, 2007).

Quanto a potência instalada, tem vindo a crescer advindo de novos aproveitamentos hidrelétricos, apesar de alguns problemas enfrentados através de

licenciamento ambientais. O Brasil experimentou um desenvolvimento social e na sua economia provindo do progresso das hidrelétricas, sendo que a grande aposta nessa área, faz do Brasil referência mundial e tem exportado a sua tecnologia e o conhecimento para outros países a fora (EPE, 2017b). O Brasil possui 220 usinas hidrelétricas (UHEs) em funcionamento com aproximadamente 102 GW de potência instalada, sendo que o seu maior aproveitamento hidráulico situa-se nas bacias do Paraná e no atlântico sudoeste do país (EPE, 2017b). O Brasil prevê a implementação de usinas hidrelétricas totalizando 3080 MW, advindo do acréscimo de 13 usinas hidrelétricas distribuídas ao longo do país. Sendo que 4 UHEs, no horizonte de 2018-2022 totalizando 1.114 MW, e 9 UHEs somando 1966 MW no horizonte de 2023-2027 (EPE, 2018).

#### **2.1.2.2. Fonte de energia térmica**

As dificuldades encontradas para construção de grandes hidrelétricas tendo em conta o seu alto custo e problemas de licenciamento ambiental, levou o Brasil na busca alternativas de construção de centrais térmicas a fim de assegurar o fornecimento de energia elétrica (SOUSA, 2009).

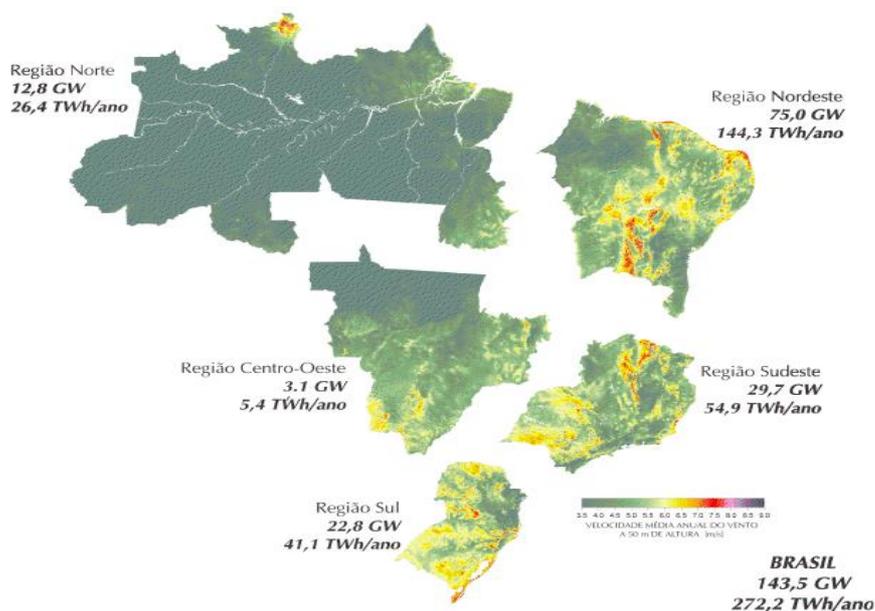
Pela disponibilidade dos recursos petrolíferos e gás natural que o Brasil possui, as termelétricas exercem um papel importantíssimo no Sistema Interligado Nacional (SIN). A geração termelétrica a gás natural é uma alternativa para complementar a geração das fontes renováveis intermitentes, como a eólica e a solar. Além de poder ser acionada para o atendimento das demandas de ponta, as térmicas a gás natural servem ainda de complementação a geração predominantemente hidrelétrica, tendo portanto um desempenho importante no que tange a questão do planejamento da expansão energética do país a longo prazo (TOLMASQUIM, 2016). As termelétricas respondem com 17,1% da oferta de energia elétrica (BEN, 2018).

#### **2.1.2.3. Fonte de energia eólica**

A maior fonte tradicional de energia elétrica do Brasil como dissemos anteriormente, é a hidrelétrica, no entanto, como frisamos também, elas são fortemente dependentes das condições climáticas, havendo assim períodos do ano em que os reservatórios estão cheios e períodos em que os reservatórios não estão em seu pleno volume de água para suprir a demanda energética. Por sorte, devido a estes problemas ligados aos problemas climáticos, temos que nos períodos em que os níveis dos reservatórios estão baixos, é o período a qual ocorrem maior intensidade de ventos no Brasil, ou seja, neste período os parques eólicos têm os seus maiores aproveitamentos.

“Devido as condições climáticas do Brasil, os períodos de baixas nos reservatórios das hidrelétricas coincidem com os períodos de maior intensidade dos ventos, ou seja, quando o aproveitamento para a geração de energia elétrica é mais favorável” (MOORELLI, 2012, p. 57). Sendo deste modo incontestável o uso da fonte eólica, pois também serve de complementariedade das centrais hidrelétricas, de modo que este cenário torna muito atrativo a aposta nos parques eólicos para geração de energia elétrica no território brasileiro. O Brasil por conta da sua localização geográfica possui um potencial eólico considerável. O mapa a seguir que é a figura 10, ilustra as regiões brasileiras potencialmente aproveitáveis de energia eólica.

Figura 10– Potencial eólico brasileiro por região.



Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro

O potencial eólico do Brasil é estimado em mais de 143GW segundo o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA, 2019), o Brasil terminou 2018 com a marca de 14,71 GW de capacidade instalada de energia eólica, com 583 parques eólicos e mais de 7.000 aerogeradores em 12 Estados. A tabela 6, apresenta as potências e os números de parques eólicos por estados.

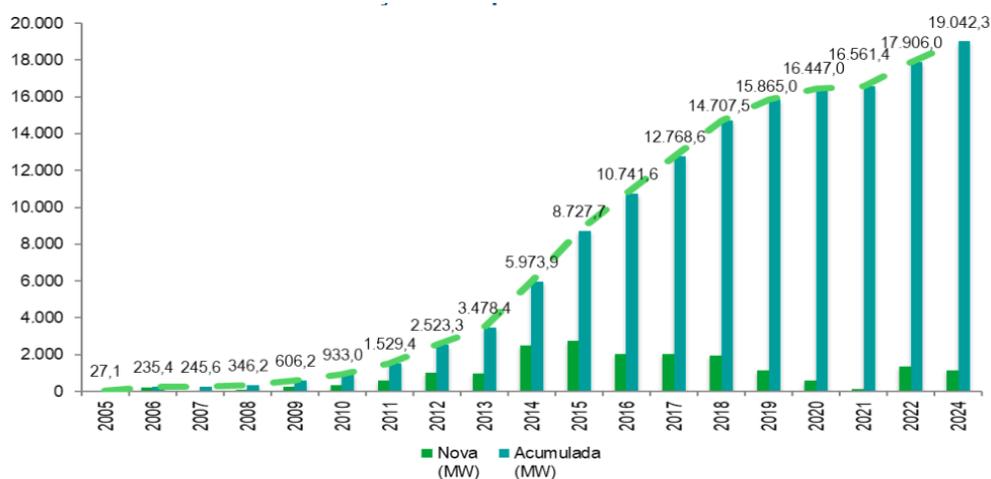
Tabela 6– Quantidades de parques eólicos por Estados.

Estado	Potência (MW)	Nº de parques
Rio Grande do Norte	4.043,1	150
Bahia	3.572,5	135
Ceará	2.050,5	80
Rio Grande do Sul	1.831,9	80
Piauí	1.638,1	60
Pernambuco	782,0	34
Maranhão	328,8	12
Santa Catarina	238,5	14
Paraíba	157,2	15
Sergipe	34,5	1
Rio de Janeiro	28,1	1
Paraná	2,5	1
Total	14.707,7	583

Fonte:(ABEEÓLICA, 2019)

Com as fortes apostas que o Brasil tem implementado na geração eólica, em pouco tempo a fonte de energia eólica será segunda maior fonte da matriz elétrica brasileira (ABEEÓLICA, 2019). Agora o Brasil está a caminho de completar 15 GW e ocupamos a 8ª posição no ranking mundial (ABEEÓLICA, 2019). Conforme a figura 11, pode-se observar a evolução prevista da potência instalada no Brasil das usinas eólicas.

Figura 11– evolução da potência instalada.



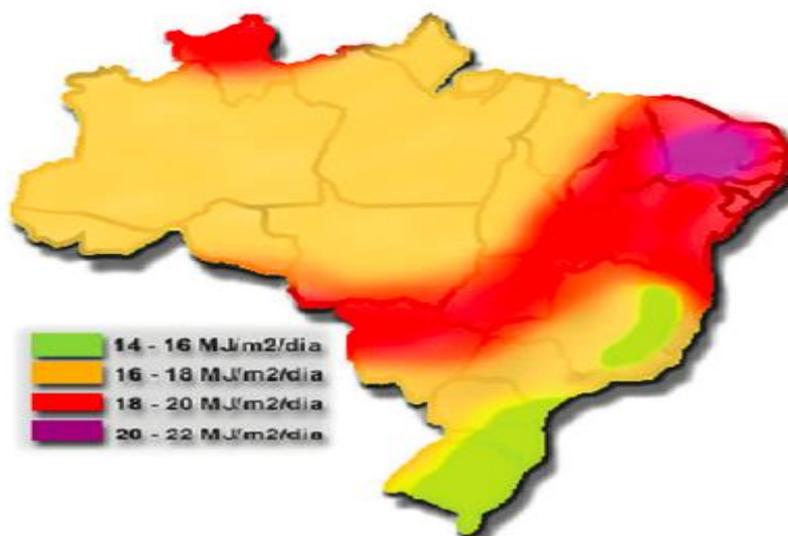
Fonte: (ABEEÓLICA, 2019)

#### 2.1.2.4. Fonte de energia solar

A localização geográfica do Brasil, faz com que boa parte do seu território tenha um índice de radiação solar muito elevado, o que proporciona um potencial gigantesco para o uso de energia solar. A radiação solar no Brasil varia de 8 a 22 MJ/m<sup>2</sup> durante o dia, e as menores variações ocorrem entre Maio e Julho, pois neste período a radiação varia de 8 a 18 MJ/ m<sup>2</sup> (MME; EPE, 2006a). O Brasil possui um excelente potencial para geração de energia elétrica a partir de fonte solar, os seus níveis de irradiação solar são superiores aos de países cujos projetos para aproveitamento de energia solar são amplamente disseminados, exemplos destes países são: Alemanha, França e Espanha (NASCIMENTO, 2017).

Levando-se em conta os altos níveis de irradiação solar no território brasileiro, infelizmente o uso da fonte de energia solar para geração de energia elétrica não apresenta a mesma relevância que possui em outros países, nem o mesmo desenvolvimento de outras fontes renováveis, como eólica e biomassa, que já representam, respectivamente, 6,8% e 8,2% da capacidade de geração instalada no Brasil, contra apenas 0,13% da fonte solar segundo os dados do ano de 2018 do BEN. O mapa da figura 12 seguir ilustra a variação da radiação no território brasileiro.

Figura 12– Variação da radiação solar no Brasil.



Fonte: (MME;EPE, 2006b)

O Nordeste brasileiro é a região onde ocorre a maior radiação solar, tendo uma média anual comparável com as melhores regiões do mundo, como a cidade de Dongola, no deserto do Sudão, e a região de Dagget no Deserto de Mojave, Califórnia (MME; EPE,

2006a). De acordo com o mapa de irradiação, a zona sul do Brasil, é onde se encontra os valores mais baixos de irradiação.

A tabela 7 apresenta o quadro comparativo entre alguns estados brasileiros com as regiões com maior radiação no mundo.

Tabela 7– Dados de radiação solar.

Localidade	Latitude	Radiação mínima (MJ/m <sup>2</sup> )	Radiação máxima (MJ/m <sup>2</sup> )	Média anual (MJ/m <sup>2</sup> )	Radiação max/radiação min.
Dangola(Sudão)	19°10´	19,1 (Dez)	27,7 (Mai)	23,8	1,4
Dagget (EUA)	34°52´	7,8 (Dez)	31,3 (Jun)	20,9	4,0
Belém-PA	1°27´	14,2 (Fev)	19,9 (Set)	17,5	1,4
Florianópolis-PI	6°46´	17,0 (Jun)	22,5 (Out)	19,7	1,3
Petrolina-PE	9°23´	16,2 (Jun)	22,7 (Out)	19,7	1,4
BJ. Lapa-BA	13°15´	15,9 (Jun)	21,1 (Out)	19,7	1,3
Cuiabá-MT	15°33´	14,7 (Jun)	20,2 (Out)	18,0	1,4
B.Horizonte-MG	19°56´	13,8 (Jun)	18,6 (Out)	16,4	1,3
Curitiba-PR	25°26´	9,7 (Jun)	19,4 (Jan)	14,2	2,0
P.Alegre-Rs	30°01´	8,3 (Jun)	22,1 (Dez)	15,0	2,7

Fonte: (MME; EPE, 2006a)

A energia solar faz parte de um dos setores energéticos promissores na matriz elétrica brasileira, o Ben (2019), relata que a energia solar fotovoltaica foi a fonte com maior crescimento entre 2017 e 2018, tendo apresentado uma taxa de crescimento de 316,1%. Atualmente estão 2474 empreendimentos em operação e 29 empreendimentos em construção (ANEEL, 2019).

#### 2.1.2.5. Fonte de energia da biomassa

No tocante a temática da biomassa, o Brasil com seu vasto território e propício para o serviço de agricultura, faz dele um país potencialmente forte na produção de eletricidade através do uso da biomassa. O país reúne diversas vantagens comparativas que o dotam de uma capacidade de atuar como líder no mercado mundial de produtos agrícolas, agroindustriais e silviculturas, em particular aqueles dedicados a energia (MME; EPE, 2006b).

A intensa radiação solar recebida, além da diversidade de clima, exuberância de biodiversidade e a existência de desenvolvimento científico e tecnológico agrícola, associado a uma agroindústria sólida e produtiva, tornam ainda mais o Brasil forte no potencial de produção de eletricidade através da biomassa (MME; EPE, 2006b). O uso da biomassa para a produção de eletricidade no Brasil corresponde a 8,2% da oferta interna de eletricidade (BEN, 2018).

“A utilização da biomassa como fonte de energia elétrica tem sido crescente no Brasil, principalmente em sistemas de cogeração (pela qual é possível obter energia térmica e elétrica) dos setores industrial e de serviços” (ANEEL, 2008, p. 70).

#### **2.1.2.6 Fonte de energia nuclear**

Em 1975, com objetivo de tornar o Brasil autossuficiente em tecnologia nuclear, o governo adotou uma política e assinou um acordo com a West Alemanha para o fornecimento de oito unidades nucleares de 1300 MWe ao longo de 15 anos” de acordo com Associação Nuclear Mundial (World Nuclear Association) (WNA, 2018). Existem duas usinas nucleares em funcionamento no Brasil, as usinas Angra1 (640 MW) e Angra 2 (1350MW) e ainda em construção uma terceira usina denominada Angra 3, com uma potência instalada de 1405 MW (ELETROBRAS, 2019).

De modo a se ter uma clareza sobre o papel destas usinas no SIN, as três usinas em seus plenos funcionamentos seriam capazes de alimentar aproximadamente 5 milhões de pessoas (ELETROBRAS, 2019). Hoje a energia elétrica proveniente das usinas nucleares representa menos de 3% da oferta interna do país de acordo com o relatório do BEN do ano de 2018. A potência instalada no Brasil proveniente das usinas nucleares é equivalente a 1990 MW (BEN, 2018).

## **2.2 Energia elétrica e desenvolvimento**

Ao longo deste trabalho tem sido abordado sobre a relevância da energia elétrica para o desenvolvimento das sociedades modernas, fato este que é notório e a grande influência que a energia elétrica desempenha em tudo que faz parte da rotina diária de uma sociedade, ou seja, em tudo que envolve as atividades humana está presente a eletricidade de forma direta ou indireta. O dinamismo dado pelo uso da energia elétrica é sem igual quando comparado com as outras formas de trabalho que a sociedade já realizou, processo esses que levavam uma durabilidade considerável foram convertidos em tempo relativamente curto e mais eficiente. Hoje, nenhuma cidade, por menor que seja, pode prescindir da energia elétrica para seus serviços de luz, transporte, hospitais,

água, comunicações, força etc. A eletricidade hoje é fundamental” ( HADDAD, 2004, p. 9). Neste quesito, se de alguma forma o acesso a energia elétrica for escasso ou precário, prejuízos incalculáveis, como paradas de indústrias, perecimentos de vários alimentos por falta de conservação, as notícias chegariam atrasadas, os transportes seriam demorados e entre outros inúmeros problemas (HADDAD, 2004).

Deste modo, a Energia elétrica é a resposta do grande salto do desenvolvimento experimentado pelo homem ao longo de décadas. O modo mais fácil de experimentar o desenvolvimento em vários aspectos é o estímulo do consumo de energia elétrica.

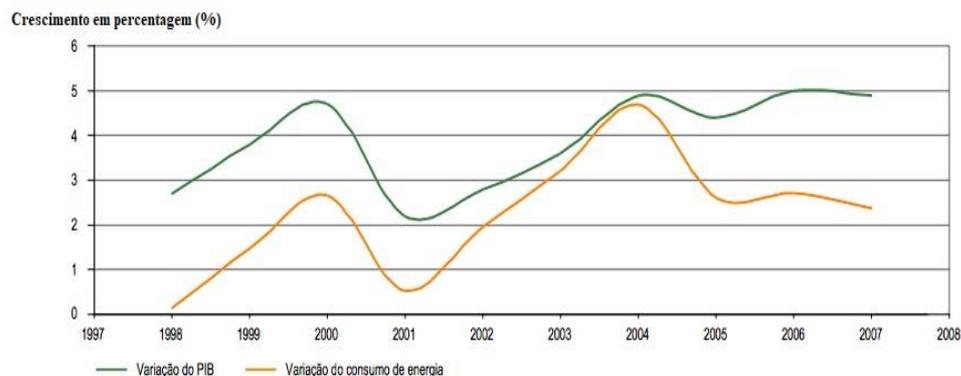
### **2.2.1 Influência do consumo da energia elétrica na economia**

O consumo de energia elétrica exerce um papel fundamental no desenvolvimento de qualquer economia. Os países mais desenvolvidos e com uma economia mais estável, possuem um grande consumo de energia elétrica, pois o país para ser próspero precisa que bens e serviço sejam produzidos com grande fiabilidade e agilidade, e estas requerem as grandes indústrias que disparadamente são grandes consumidores de energia elétrica nos seus processos (FINKLER, *et al*, 2015).

O consumo de energia elétrica é um dos principais indicadores do desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Isto reflete tanto o ritmo de atividade do setor industrial, comercial e de serviço, quanto a capacidade da população para adquirir bens e serviços tecnologicamente mais avançados, como automóveis (que demandam combustíveis), eletrodomésticos e eletroeletrônicos (que exigem acesso a rede elétrica e pressionam o consumo de energia elétrica) (ANEEL, 2008, p. 39). Os países desenvolvidos possuem grande números de indústrias, estas por sua vez são os órgãos que alavancam a economia de um país estável economicamente.

Fundamentalmente, a variação do Produto Interno Bruto (PIB) é o vetor indicador do crescimento da economia de um dado país, o PIB é a soma dos valores de todos os produtos e serviços designados ao consumidor final de determinada região num determinado período (FINKLER, *et al*, 2015). Existe um estreitamento em termo de relação entre o consumo de energia e o PIB de um determinado país (ANEEL, 2008). A figura 13 a seguir ilustra como a curva de variação do consumo de energia tende a seguir a variação da curva do PIB.

Figura 13– Variação do PIB e variação do consumo de energia (1998 - 2007).

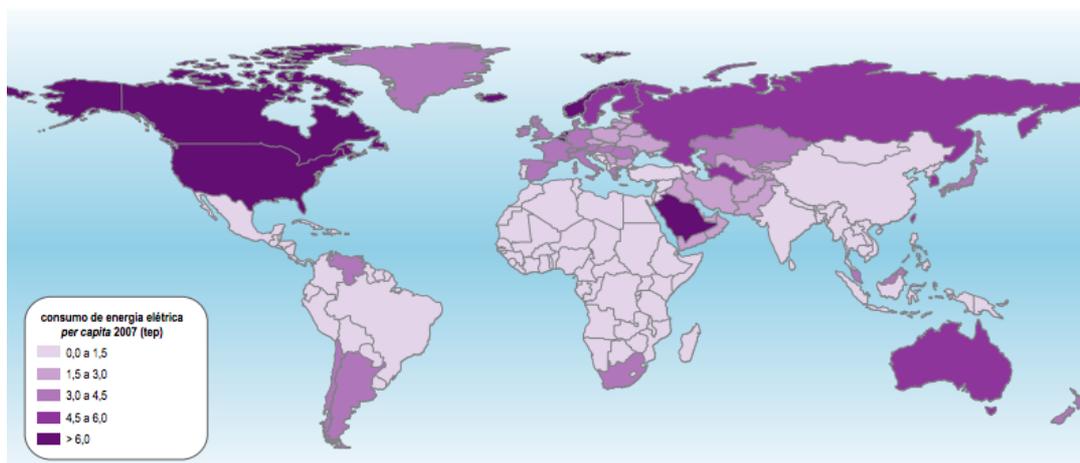


Fonte:(Adaptado da ANEEL, 2008).

Percebe-se a correlação existente entre os dois indicadores, conforme é a inclinação da curva do PIB assim também a inclinação do consumo de energia tende a seguir um comportamento semelhante. A ANEEL (2008) afirma que os 30 países desenvolvidos que incorporam a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em termos históricos são os maiores consumidores de energia.

A figura 14 a seguir ilustra a situação em questão, nota-se que os países mais desenvolvidos como os situados na América do Norte, Europa, Oceania e alguns países asiáticos possuem os maiores consumos de energia ao longo dos anos.

Figura 14– consumo de energia elétrica no mundo (2007).



Fonte:(ANEEL, 2008).

A ANEEL (2008) relata que a tendência destes países desenvolvidos é optar pela eficiência, usando assim equipamentos e matérias que garantem o máximo de eficiência, e no caso de indústrias energointensivas (atividades que necessitam de um grande consumo de energia), eles deixam aos países em desenvolvimento a realização das atividades que requerem muita energia como é o caso das grandes siderúrgicas e as

indústrias de produção de alumínio. Deste modo, em decorrência deste fato, faz que o consumo de energia nestes países em desenvolvimento apresenta maior variação em relação ao crescimento do PIB (ANEEL, 2008).

### **2.2.2 Influência do consumo de energia elétrica no índice de desenvolvimento humano (IDH)**

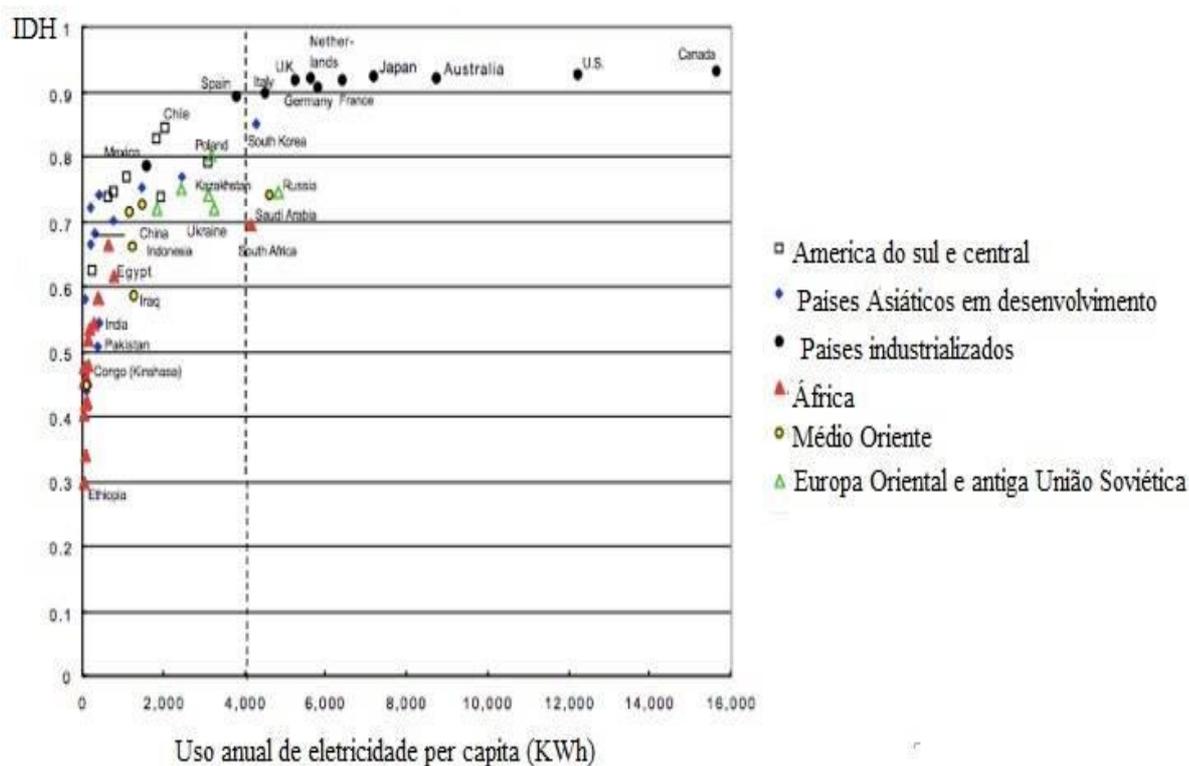
O consumo de energia elétrica contribui de sobremaneira na qualidade de vida de uma certa população, ao proporcionar conforto e bem-estar social. Um dos parâmetros importantes usados para medir o desenvolvimento social é o IDH (GUILHERME, 2011). Define-se o IDH como: “ IDH é um índice estatístico composto que busca medir a qualidade de vida, estabelecendo um parâmetro comparativo entre os diversos países, regiões ou mesmo cidades” (SILVA; GUIMARÃES, 2012). O IDH pode ser entendido não só como um índice que avalia a qualidade de vida, mais também como um índice que avalia o desenvolvimento econômico de uma determinada população. Deste modo, é usado o IDH para estimar o grau de desenvolvimento de um país.

É claramente notável que os países com os maiores IDHs possuem elevado consumo per capita de energia elétrica e Pasternak relata que existe um limite de 4000KWh per capita correspondente ao IDH de 0,9 ou superior, na relação entre IDH e consumo de energia elétrica (PASTERNAK, 2000).

Pasternak constatou ainda que nenhum país que possui o consumo de energia elétrica anual inferior a 4000KWh por pessoa possui o IDH equivalente ou superior a 0,9, e acima dos 5000 KWh nenhum país possui o IDH inferior 0,9 (PASTERNAK, 2000).

Pela figura 15 os países mais desenvolvidos ou com maior consumo de energia elétrica apresentam um IDH considerado alto, e os países com menor consumo per capita de eletricidade têm igualmente um IDH baixo, o que dificulta bastante no desenvolvimento de um país. Segundo Silva e Guimarães (2012), baseando-se nas estimativas da curva de Pasternak (2000), realizaram um estudo para o território brasileiro por cada estado, constatando que os estados brasileiros com IDH inferior a 0,75 eram os que apresentavam os menores consumo de energia elétrica per capita e de modo a se obter um IDH mínimo de 0,75 para estes estados o consumo de energia elétrica aumentaria. A figura 15 nos apresenta a curva proposta por Pasternak, a fim de relacionar o consumo de energia elétrica e o IDH.

Figura 15— Consumo de eletricidade per capita versus IDH.



Fonte: (Adaptado de PASTERNAK, 2000)

Conforme Silva e Guimarães (2012) concluíram que para um planejamento energético, tendo em conta a estimativa de se alcançar um determinado IDH, a demanda de energia elétrica deve aumentar. Demonstrando, então, como a energia elétrica influencia na qualidade de vida de qualquer sociedade moderna e no planejamento energético.

Segundo o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (UNDP, 2018), o IDH de Angola é de 0,58, figurando em 147º lugar do ranking mundial referente ao ano de 2018. Este valor de IDH é considerado médio segundo a classificação da Organização das Nações Unidas (ONU), enquanto o IDH do Brasil é 0,759 figurando em 79º lugar do ranking mundial, considerado alto.

O Canadá figura entre os países que apresentam um IDH considerado muito alto. Em 2018 o seu IDH foi de 0,926 e localizado em 12º lugar no ranking mundial (UNDP, 2018). Pela curva de Pasternak da figura 22, observar-se que o consumo canadense de energia elétrica per capita é superior a 4000 KWh e com um IDH não inferior a 0,9. Para os países em via de desenvolvimento como a maioria dos países da África e do médio oriente que apresentam IDH baixo, o melhoramento do IDH deve ser causado pelo aumento do consumo de eletricidade per capita, o que traduz-se na situação de Angola.

Semelhantemente, o Brasil, embora tendo um IDH considerado alto, para atingir o patamar dos países com IDH dos países desenvolvidos, o seu consumo per capita de eletricidade deve aumentar igualmente. Outro aspecto a ser considerado é que os países que possuem o IDH muito alto, o aumento do consumo de energia elétrica per capita não influencia no índice. Já para os países com IDH muito baixo, um mero acréscimo do consumo per capita, normalmente através das indústrias não afeta o índice de igual modo (GUILHERME, 2011).

### 3 METODOLOGIA

De modo a se atingir o objetivo proposto deste trabalho, fez-se a recorrência de estudos bibliográficos, e nisto pode-se então seguir as seguintes etapas:

#### 1) Revisão Bibliográfica

Ao longo desta etapa procurou-se embasar o conceito sobre energia elétrica e a sua importância na sociedade. Nos conceitos de energia elétrica abordou-se sobre os dois grandes grupos de fontes nas quais a energia elétrica pode ser produzida, e, conseqüentemente, descreveu-se sobre o conceito de matriz elétrica, e seu padrão propriamente dita no cenário de Angola e do Brasil.

Por fim, abordou-se sobre o conhecimento da influência da energia elétrica tanto no indicador social, assim como no indicador econômico.

#### 2) Escolha dos indicadores socioeconômicos.

Como indicador social adotou-se o Índice de desenvolvimento Humano (IDH), por ser um indicador concebido pela ONU, que é muito usual para avaliar a qualidade de vida de uma população em uma determinada região ou país, podendo, assim, estabelecer metas comparativas entre as regiões em termos de qualidade de vida e de desenvolvimento. A partir do site da PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) foi possível a obtenção dos referidos dados para Angola, Brasil, Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Portugal.

Como indicador econômico usou-se o Produto Interno Bruto (PIB), indicador este muito útil para se ter um vislumbre do quão economicamente uma dada região é desenvolvida. Os dados do PIB foram adquiridos a partir do Banco Mundial.

#### 3) Dados sobre o consumo per capita.

A obtenção dos dados de consumo per capita de eletricidade para os países foi útil de modo a se criar índices para fim de estabelecer as devidas correlações. Para as devidas considerações foram usados os dados do consumo de eletricidade per capita entre os anos de 2000 até 2014. Procurou-se fazer comparações entre as diversas bibliografias de modo a se obter os valores do consumo per capita de eletricidade mais credíveis. Deste modo, optou-se nas buscas em sites oficiais.

#### 4) Criação dos Índices.

De modo a se estabelecer as devidas comparações entre o consumo de eletricidade per capita, crescimento econômico e IDH, criou-se índices como: a razão entre consumo per capita pelo IDH (consumo de eletricidade per capita/IDH) e a razão do PIB per capita

pelo IDH (PIB per capita/IDH). Com estes índices criados se fez uma previsão para o horizonte até 2030 e as possíveis comparações entre Angola e Brasil e outros países foram possíveis.

#### 5) Análise dos índices

Com a ferramenta computacional Microsoft Excel<sup>®</sup>, gerou-se os devidos gráficos através dos dados obtidos nas literaturas por meio da revisão bibliográfica. Na planilha do Excel que se fez o uso do artifício de auxílio a geração de curvas de tendência.

E tendo feito a plotagem dos gráficos através da planilha do Excel, e com efeito da criação dos índices, fez-se uma previsão até 2030 através da ferramenta fornecida pela própria planilha do Excel.

Com os gráficos gerados, primeiramente analisou-se o comportamento das curvas dos indicadores comparativamente entre os países. Após isso, procurou-se fazer as comparações entre os índices e os seus respectivos indicadores para os diferentes períodos e países em estudo.

Com a previsão dos índices para o horizonte até 2030, procurou-se a analisar a tendência de crescimento destes índices para Angola e o Brasil e comparando-os com os outros países.

Com base nas análises feitas sobre a tendência previsível do crescimento dos índices entre os países por meio dos gráficos, pode-se chegar a concluir sobre o propósito deste trabalho.

#### 6) Levantamento de dados da evolução das matrizes elétricas do Brasil e Angola.

De modo a se ter noção da matriz elétrica dos dois países nos períodos entre 2013 a 2030, procurou-se a partir das literaturas disponíveis, a aquisição dos referidos dados de 2013 até 2018, e dados previsíveis de potências instalada para horizonte até 2025. Para o Brasil, baseou-se nas provisões das potências instaladas para o ano de 2026, através da EPE pelo plano decenal de energia elétrica (PDE 2026).

Os dados para Angola, foram adquiridos a partir do Ministério da Energia e Água (MINEA) através do documento Energia Sustentável para Todos, na qual existe uma projeção para evolução da matriz elétrica de Angola com as potências instaladas previstas para o ano de 2025. Com base nos dados adquiridos das potências previstas nos períodos em questão pode-se então fazer as devidas comparações, a ponto de se ter uma noção dos potenciais entre os dois países. Abordou-se também um comparativo em termos das

matrizes elétricas entre os dois países em estudos com Alemanha, África do Sul e Portugal para os anos entre 2008 até 2012.

Com base nos dados das potências instaladas fez-se uma previsão para o ano de 2030, através da ferramenta computacional do Excel e por meio das curvas geradas pelos gráficos, foi possível fazer prováveis previsões de tendência de crescimento das fontes que compõem as matrizes elétricas de ambos os países em termo de suas prováveis futuras contribuições.

## **4 ANÁLISE DOS DADOS**

### **4.1 Dados obtidos**

De modo a não confundir a leitura contínua deste trabalho, os dados obtidos que facilitaram chegar ao propósito deste trabalho, estão disponíveis no Anexo, pelo fato de apresentarem grandes quantidades de informações.

A tabela 12 apresenta os dados sobre a potência instalada existentes e prováveis de Angola e o Brasil referente aos anos de 2013 até 2025.

As tabelas 13,14,15 e 16, contêm os dados da potência instalada usados para fins de comparação entre Alemanha, Angola, Brasil e Portugal para os anos entre 2008 a 2012.

As tabelas de 17 a 22, apresentam os dados do IDH, consumo de eletricidade, população e o PIB dos países usados como comparação entre Angola e Brasil, nomeadamente são: Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Portugal.

### **4.2 Análise comparativas dos indicadores**

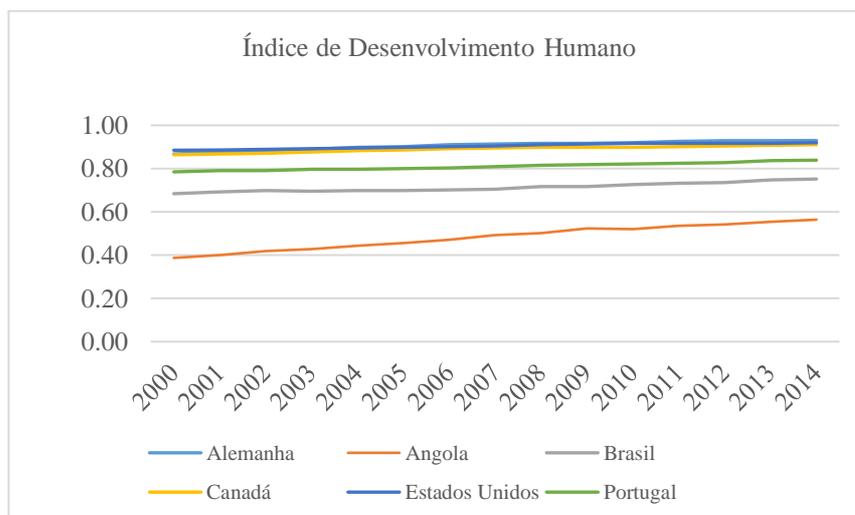
Os indicadores escolhidos apresentam um bom parâmetro que podem ser usados para fazer estudos comparativos entre os países á nível de desenvolvimento econômico e social. Deste modo, a fim de se ter um marco do nível de desenvolvimento em que o Brasil e Angola se encontram, será feito comparações desses indicadores com os países desenvolvidos.

#### **4.2.1 Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)**

A partir do gráfico 3, pode-se observar de forma comparativa os IDHs do Brasil e de Angola comparados aos outros países considerados desenvolvidos. As curvas apresentam a derivada ou inclinação ao longo dos anos.

Observa-se que Alemanha, Estados Unidos e Canadá apresentam IDH com valores próximos um do outro e possuem IDH acima de 0,9 classificado como muito alto. Países com IDH muito alto apresentam pouca variação deste índice ao longo deste do tempo comparado aos países que apresentam IDH baixo. Portugal sendo um país menos desenvolvido em relação aos países citados, vem a seguir com o valor de IDH apresentando maior crescimento em relação a estes países. O gráfico 2 apresenta esta situação.

Gráfico 2– Comparação do IDH.



Fonte: (Adaptado da UNDP, 2018).

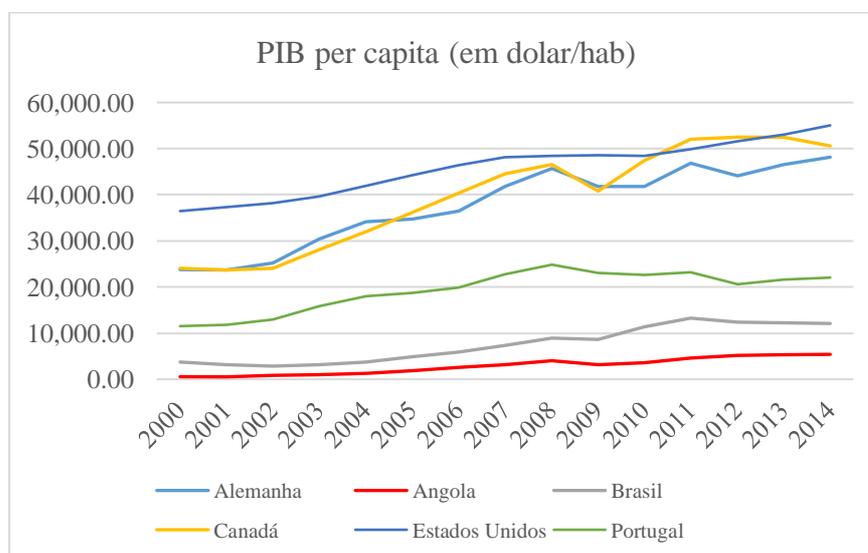
O Brasil ao longo deste período cresceu numa taxa de 9,9% no seu IDH. Já Angola figura no país que mais apresentou o crescimento do seu IDH cerca de 45,7% neste período em relação aos países do gráfico 2.

Os países com IDH baixo tendem a apresentar maior crescimento de IDH em relação aos países com IDH considerado muito alto, pois o valor desse indicador tende a manter-se constante ao longo do tempo nos países com IDH muito alto.

#### 4.2.2 Produto Interno Bruto per capita (PIB per capita)

Outro indicador escolhido é o PIB per capita para fins de comparação à nível econômico. O gráfico 3 apresenta as devidas curvas.

Gráfico 3 – Comparação do PIB per capita.



Fonte: adaptado Banco Mundial (2019)

A partir do gráfico 3 observa-se que o Estados Unidos apresenta, no geral, o maior valor do PIB per capita comparado aos demais países do gráfico 4. Entre os anos de 2000 a 2007 teve um crescimento do PIB per capita de 31,8%, e de 2007 a 2010 o PIB per capita manteve-se aproximadamente constante, e de 2011 a 2014 voltou a experimentar outro crescimento.

O Canadá apresentou um simples crescimento negativo do ano 2000 a 2002, e de 2002 a 2008 apresentou um crescimento extraordinário e voltou a decrescer. Em 2010 voltou a crescer até 2011, e de 2011 a 2013 mante-se constante, apresentado uma queda em 2014.

O PIB per capita alemão, manteve-se constante de 2000 a 2001, em 2002 começou a crescer até o ano de 2008, apresentando uma queda em 2009 e manteve-se constante até 2010. Em 2011 voltou a crescer e experimentou outra queda em 2012, e em 2013 voltou a ter crescimento até o ano de 2014.

O PIB per capita de Portugal apresentou crescimento do ano de 2000 a 2008, apresentando uma ligeira queda de 2009 até 2012 e no ano de 2013 voltou a crescer até ao final do período.

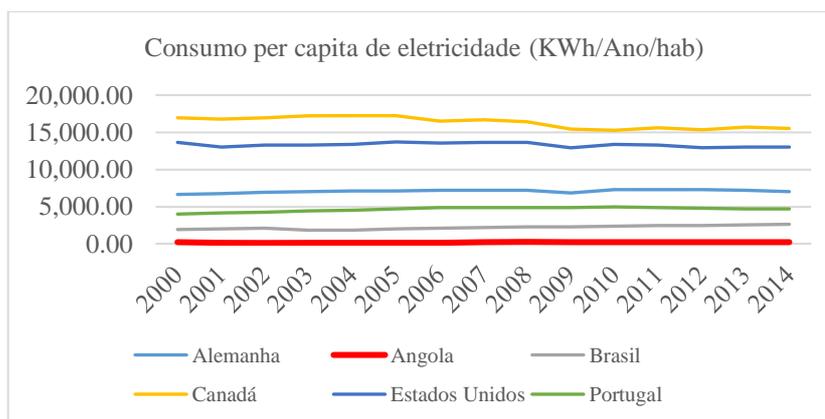
Para o Brasil, o PIB per capita sofreu uma queda do ano de 2000 a 2002, e logo de seguida experimentou um crescimento a partir do ano de 2003 até o ano de 2008, e a partir deste período manteve-se quase constante para o ano de 2009. Em 2010 voltou a crescer até ao ano de 2011, e de 2011 a 2014 apresentou uma queda de 8%.

O PIB per capita de Angola experimentou uma queda no ano de 2001, depois disto teve um crescimento do ano 2002 até o ano de 2008. Em 2009 apresentou uma queda e voltou a crescer em 2010 até ao ano de 2014.

#### **4.2.3 Consumo de eletricidade per capita**

Para fins de comparações em termos de consumo de eletricidade, fez-se o uso do consumo de eletricidade por habitante ou consumo de eletricidade per capita. O gráfico 4 a seguir apresenta o cenário dos países.

Gráfico 4 – Comparação do consumo de eletricidade per capita.



Fonte: Adaptado do Banco Mundial (2019)

Em termos comparativos, os países que apresentaram os melhores valores do IDH e do PIB per capita nos gráficos anteriores, apresentam igualmente os melhores ou os maiores valores do consumo per capita de eletricidade. Começando por Canadá, apresentando um consumo per de 16.990KWh/hab no início do período, apresentando uma leve queda em 2001, e desde 2002 até 2005 teve um crescimento correspondente uma taxa de 1,62%. De 2006 a 2007 permaneceu aproximadamente constante. A partir do ano de 2007 a curva do consumo per capita começou a apresentar ligeiros declínios, ou seja, houve redução do consumo de energia até ao ano de 2014. Contudo esse decréscimo atingiu a taxa de 8,5% durante todo período do gráfico.

Os Estados Unidos, o consumo per capita de eletricidade não apresentou fortes variações ao longo deste período, tendo apresentado o seu pico de consumo em 2005 e um o valor mais baixo em 2009, em todo curso de todo período apresentou uma queda de 4,95% do seu consumo per capita de eletricidade.

A Alemanha não registrou variações de consumo bruscos ao longo deste período, tendo apresentado o seu valor mais baixo em 2009 e ao longo de todo percurso aumentou o seu consumo em 6,2%.

Houve uma taxa de crescimento do consumo de eletricidade per capita de 16,9% ao longo de todo percurso para Portugal, apresentando um crescimento suave sem muitas variações consideráveis na sua curva.

No caso do Brasil, observa-se um crescimento do consumo per capita de eletricidade maior em relação os países já citados, tendo apresentado um crescimento em todo percurso de 34,48% com o valor mais baixo de consumo registrado em 2004 e o valor de pico em 2014. Neste caso a curva apresenta uma tendência de crescimento ao longo dos próximos anos.

Angola ao longo deste percurso apresentou um crescimento do consumo de 39,1%, taxa esta maior comparada aos outros países já citados. Devido ao seu baixo valor de consumo de eletricidade per capita a tendência da sua curva é crescer ao longo dos próximos anos em decorrência da grande necessidade energética que o país precisa.

Em suma percebe-se que os países com altos valores de consumo per capita de eletricidade, apresentam curvas suaves do seu consumo per capita de eletricidade e a tendência destes países é a redução do consumo em decorrência da eficiência energética. Observou-se também que a taxa de crescimento do consumo destes países é inferior em relação ao de Angola e Brasil que apresentam consumo inferiores em relação a estes países.

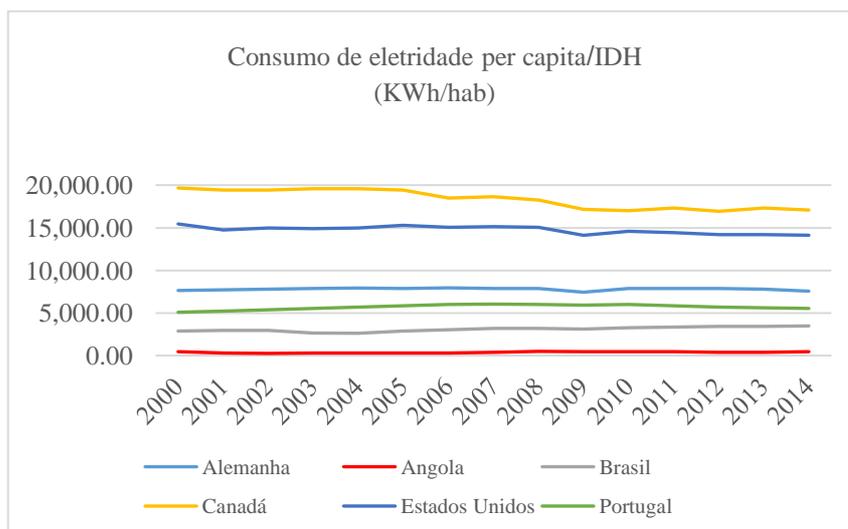
### 4.3 Criação dos índices

Com base nos indicadores adotados, criou-se os índices de modo a se analisar o comportamento destes com base nos gráficos anteriores. No entanto, adotou-se o IDH como o índice base, e o consumo de eletricidade per capita e o PIB per capita como os índices que pretendemos observar. Os índices criados são: Consumo per capita de eletricidade/IDH e o PIB per capita/IDH.

#### 4.3.1 Consumo per capita de eletricidade/IDH

Analisaremos em primeiro instante o comportamento do Consumo per capita de eletricidade/IDH conforme nos mostra o gráfico 5.

Gráfico 5 – Comparação do índice: Consumo per capita de eletricidade/IDH



Fonte: Elaboração Própria

Como podemos observar, em comparação com o gráfico 5 as tendências das curvas de consumo são semelhantes em termos de comportamento. A curva relacionada

para o Canadá apresenta uma queda em 2001 e uma tendência de crescimento entre 2002 e 2003 e a partir de 2004 o índice apresenta decréscimo, pois isto justifica-se por conta do crescimento do IDH.

Na curva relacionada aos Estados Unidos da América, observa-se uma queda de 4,78% para ano de 2001, depois a curva apresenta um comportamento quase constante até o ano de 2004 e apresenta um pequeno crescimento entre o ano de 2005 a 2006. Do ano de 2006 a 2008 a curva volta a ter um comportamento quase constante e volta apresentar uma queda de 5,9%. Em 2010 a curva apresenta um crescimento de 3,38% e em diante a curva decresce.

O índice relacionado a Alemanha apresenta um comportamento suave próximo de uma linha reta sem muitas variações ao longo do tempo, tendo apresentado uma queda em 2009 a uma taxa de 5% e um crescimento a uma taxa de 6% em 2010. Depois teve um comportamento constante até 2012 e começou a decrescer até ao final do período.

Portugal apresentou uma curva de crescimento desde o início do período até ao ano de 2007 correspondente a 18,8% de taxa. De 2008 a 2010 obteve-se um comportamento quase constante e de 2011 até ao final do período apresentou decréscimo.

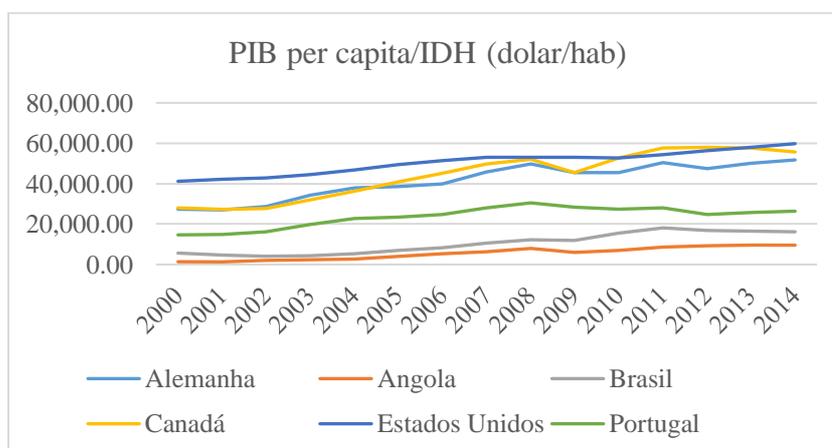
Do período entre 2000 a 2002 a curva para o Brasil registrou um crescimento de 3,2%, e em 2003 a 2004 obteve-se um decréscimo quase constante. A partir do ano de 2005 a curva voltou a crescer até ao final do período com algumas quedas não muito significativas. A curva relacionada a Angola, começa com uma queda entre 2000 e 2001, tendo apresentado o seu valor de pico em 2008. Ao longo do tempo vai apresentando crescimentos e decréscimos.

#### **4.3.2 Produto Interno Bruto por IDH**

O outro índice considerado é o PIB per capita/IDH como mostra o gráfico 6.

A semelhança do gráfico 4, nota-se a semelhança do perfil comportamental da curva destes países. Começando com o topo representado por Estados Unidos, observa-se um crescimento de 28,9% desde começo do período até o ano de 2007. Do período de 2007 a 2010 registrou-se um comportamento quase constante e de 2010 até o final do período voltou a crescer o índice.

Gráfico 6– Comparação do PIB per capita/IDH (dólar/hab).



Fonte: Elaboração Própria.

Observa-se que o Canadá apresentou uma curva constante entre 2000 e 2002, após este período seguiu-se um crescimento de 88,4% entre 2002 a 2008, depois teve uma queda em 2009. Entre 2009 e 2012 houve crescimento de 27,8% e após 2012 teve queda até o final do período.

O período entre 2000 a 2001 a curva referente a Alemanha mante-se constante e depois seguiu-se disto um crescimento até o ano de 2008, apresentando uma queda de 2009 a 2010 e seguido de uma subida em 2011. Em 2012 voltou a cair e de 2013 a 2014 voltou a ter crescimento.

Para Portugal, entre 2000 a 2008, o índice teve um crescimento positivo atingindo o pico da curva em 2008, depois seguiu-se de uma queda em 2009 até ao ano de 2010. Em 2011 voltou a crescer e seguido de outra queda em 2012 e voltou a crescer até o final do período. Já o índice relativo ao Brasil obteve um decréscimo entre 2000 a 2003, depois desta, registrou crescimento que variou entre 2003 a 2008. Em 2009 houve uma queda do índice, e voltou a crescer entre 2009 a 2011 e depois deste período o índice decresceu até o final do período.

O índice de Angola registrou três períodos: de 2000 a 2008 houve crescimento do índice. Em 2009 obteve-se uma queda e depois seguiu-se do crescimento até o final do período.

#### **4.4 Previsão do índice para o período de 2030**

Tendo analisado o comportamento dos índices nos períodos entre 2000 a 2014, com base nas curvas geradas, fez-se uma previsão do índice do consumo de eletricidade per capita/IDH e PIB per capita/IDH para cada país até o ano de 2030. Os gráficos da previsão relacionados ao consumo per capita de eletricidade/IDH apresentam a linha de tendência normal e os seus respectivos limites de confiança (inferior e superior).

O limite de confiança inferior representa a variação mínima que a curva pode apresentar ao longo do tempo. E o limite de confiança superior representa a variação máxima que a curva pode apresentar ao longo tempo.

As análises que serão feitas para a previsão do índice não são de caráter exatos, mas sim, são cenários prováveis feitos a fim de se ter uma noção dos futuros cenários energéticos de Angola e Brasil em comparação com outros países.

##### **4.4.1 Previsão para índice de consumo de eletricidade per capita/IDH**

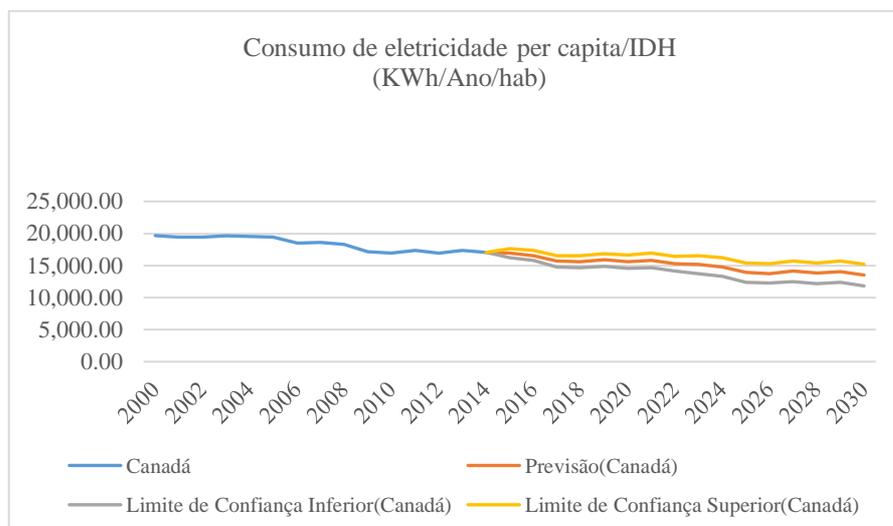
###### **4.4.1.1 Previsão do índice para o Canadá**

O comportamento da curva deste índice para o Canadá, teve tendência de diminuição, como significado disto, houve uma redução do consumo de eletricidade per capita até o final dos dados reais como apresenta gráfico 8.

No que tange a questão da previsão, haverá uma redução deste índice desde o período final de 2014 até ao ano de 2030. Percebe-se que a linha de previsão analisada desde 2014 para 2030, indica que haverá uma redução do índice à uma taxa de 20,8%. Levando-se em conta o limite superior de confiança percebe-se que esta redução chega na taxa de 10,9% e o valor mínimo que este índice pode reduzir, tendo em conta o limite inferior de confiança que é de 30,7%.

O gráfico 7 abaixo nos fornece mais detalhes sobre o comportamento deste índice.

Gráfico 7 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH



Fonte: Planilha de previsão (Excel)

Em suma, levando-se em conta que o IDH não varia muito ao longo do período, este comportamento do índice quer dizer que haverá redução do consumo de eletricidade per capita para o Canadá no horizonte de 2030. Esta redução pode ser explicada por conta da aposta dos países desenvolvidos na eficiência energética do consumo de energia elétrica em seu território.

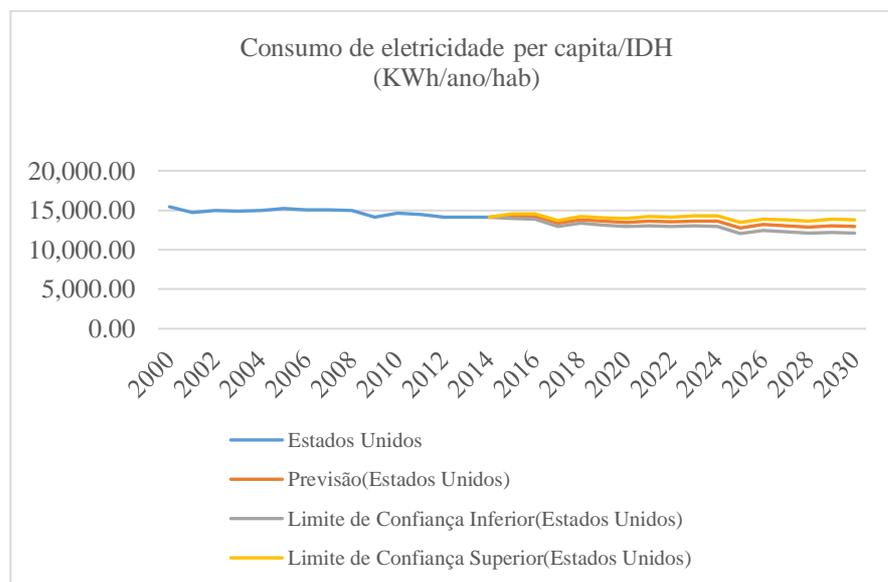
#### 4.4.1.2 Previsão do índice para Estados Unidos

A semelhança do Canadá, os Estados Unidos da América igualmente apresentará uma redução do seu índice no horizonte de 2030. O comportamento do seu índice é quase constante próximo de uma linha reta. E através dos dados reais obtidos, analisados ao longo do tempo, apresentou tendências de suave decréscimo entre o período de 2000 até 2014.

No tocante a previsão feita, a linha de previsão como apresentada no gráfico 8, apresentará uma tendência de redução do índice até ao final do período de previsão, tendo obtido uma redução desde o período de 2014 a 2030 de 8,4%. A variação máxima do índice tendo em conta o limite de confiança superior, apresentará uma redução de 2,5%.

O gráfico 8 apresenta com mais detalhes a tendência do crescimento deste índice no período em análise.

Gráfico 8 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH



Fonte: Planilha de previsão (Excel)

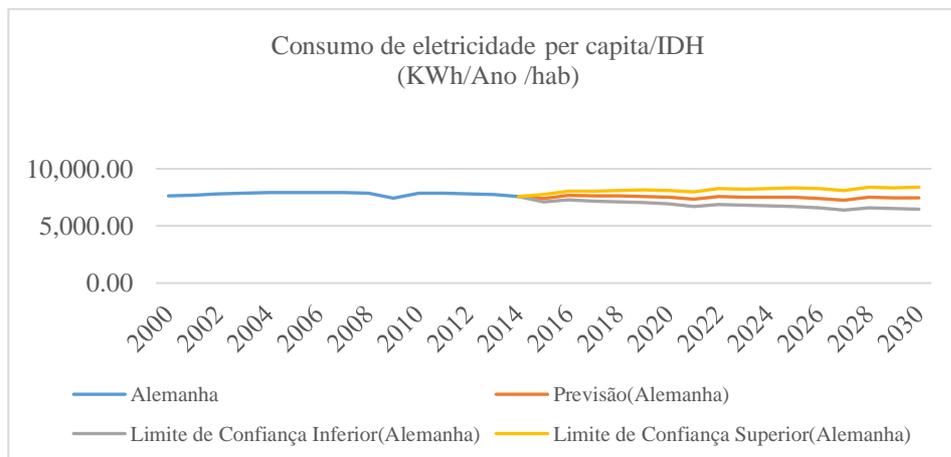
A variação mínima apresentará uma redução de 14,3% para este período. Percebe-se que apesar de haver redução deste índice no período em questão, a redução não será tão acentuada quanto ao do índice canadense.

Em suma, a redução deste índice implica na redução do consumo de eletricidade per capita neste país no horizonte de 2030, uma vez que o IDH se manterá aproximadamente constante.

#### 4.4.1.3 Previsão do índice da Alemanha

O comportamento do índice para Alemanha não teve enormes variações ao longo do período analisado com os dados reais obtidos, apresentando crescimentos e algumas reduções, mas na maior parte, a curva deste índice comportou-se mais próximo de uma linha reta. Observa-se que no período de previsão, registrará crescimento e decréscimo do índice e este comportamento se manterá aproximadamente constante até ao final do período de previsão. A tendência da linha de previsão apresentará um crescimento negativo desde o período da previsão até ao final de 1,59%, a variação máxima de crescimento que o índice poderá atingir de acordo com o gráfico 9 é de 10% desde o início até o final da previsão.

Gráfico 9 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH.



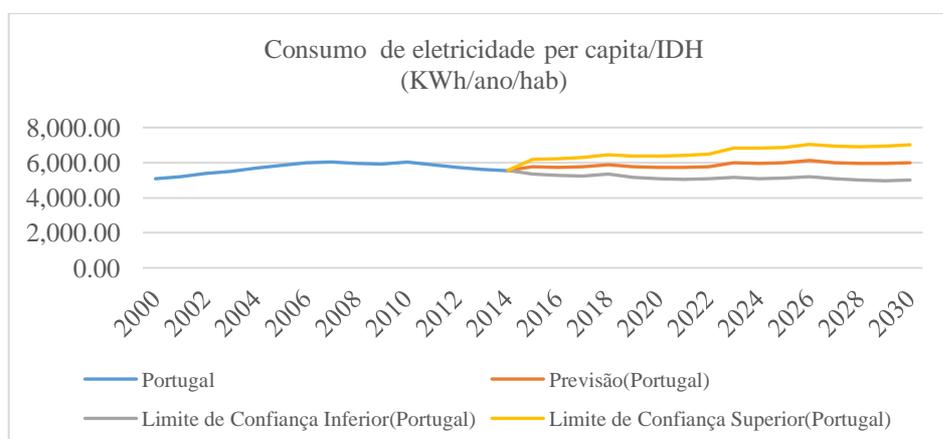
Fonte: Planilha de previsão (Excel).

A variação mínima de crescimento que este índice poderá obter para este período será de uma taxa negativa de 14%. O consumo per capita de eletricidade da Alemanha reduzirá no horizonte de 2030 a uma taxa muito pequena, de acordo a linha de previsão do gráfico 10.

#### 4.4.1.4 Previsão do índice de Portugal

De acordo com o gráfico 10, Portugal apresentará crescimento do seu índice até o período final de previsão. Percebe-se logo pela tendência da linha de previsão que o índice aumentará até o final do período, tendo registrado um crescimento do índice de 8,16%. No que concerne a variação máxima se for considerada, apresentará um crescimento de 26,4% levando-se em conta o limite de confiança de superior. A variação mínima que poderá apresentar o índice é de 10% de decréscimo ao longo do período de 2030.

Gráfico 10 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH



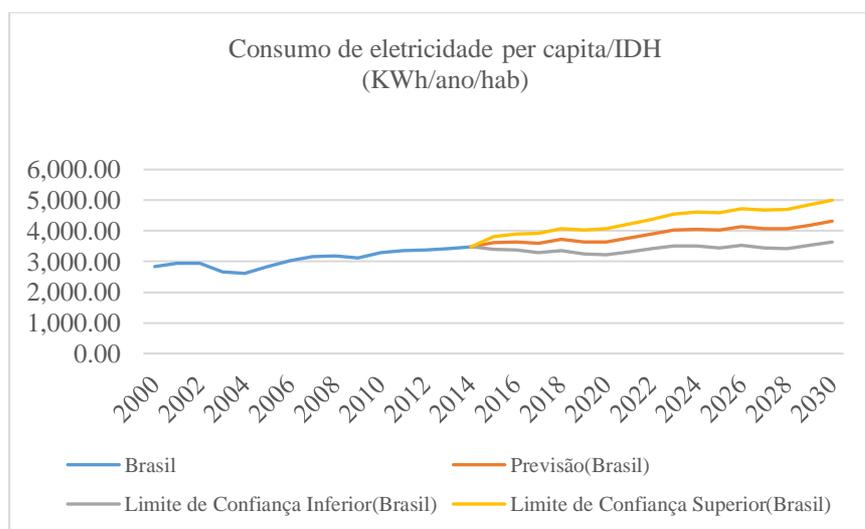
Fonte: Planilha de previsão (Excel).

Para horizonte de 2030, Portugal apresentará um aumento do consumo de eletricidade per capita por conta do crescimento do seu índice relacionado ao consumo per capita de eletricidade.

#### 4.4.1.5 Previsão do índice de Brasil

A Gráfico 11 apresenta o comportamento do índice para o Brasil e assim como a sua respetiva previsão.

Gráfico 11 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH



Fonte: Planilha de previsão (Excel)

Claramente é notável o ritmo da tendência de crescimento do índice referente ao Brasil para o horizonte de 2030, em relação aos países já citados. Todas as curvas relacionadas a previsão tendem para um valor de crescimento. Começando na análise do limite de confiança inferior que representará o menor valor possível que o índice pode variar até 2030, nota-se que o índice tenderá a um crescimento entre o começo da previsão (2014) até o fim da previsão (2030) de 4,5%, o valor máximo que poderá tender o crescimento do índice é de 43,7%.

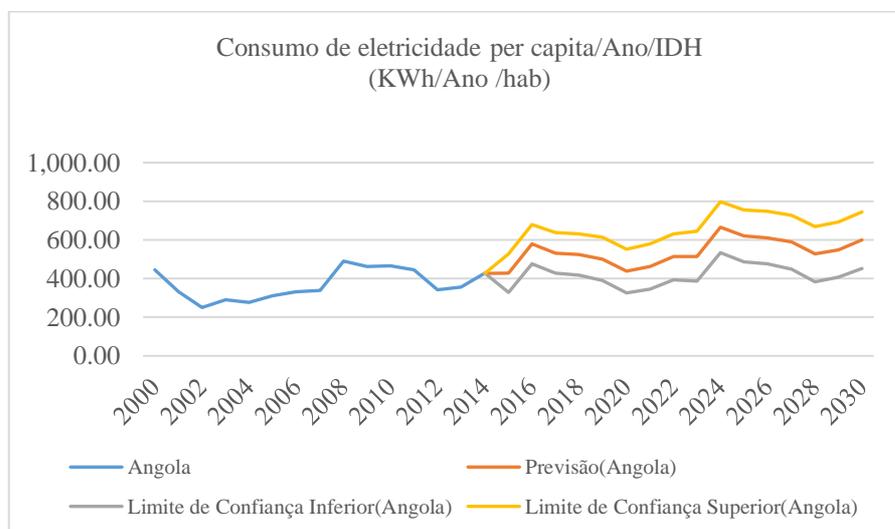
A curva de previsão apresentará igualmente crescimento para este horizonte de 2030, deste modo, apresentará uma taxa de crescimento de 24% desde o período do início da previsão até ao final. Este valor representará a segunda maior taxa de crescimento em relação a outros países em estudo.

Em suma, no horizonte de 2030, o consumo de eletricidade per capita do Brasil tenderá a um crescimento superior ao do Canadá, Alemanha, Estados Unidos e Portugal, conforme a previsão do gráfico 11 em questão.

#### 4.4.1.6 Previsão do índice de Angola

O gráfico 12 apresenta o comportamento do índice relacionado a Angola.

Gráfico 12 – Evolução do índice: consumo de eletricidade per capita/IDH



Fonte: Planilha de previsão (Excel)

Nota-se que ao longo do período de previsão, o índice relacionado ao gráfico tem uma tendência de crescimento como verificado no Brasil. A curva de previsão apresentará um crescimento total de 40,5% desde o período inicial de previsão até o final da previsão. Com este crescimento previsto, estima-se que Angola apresentará provavelmente a maior taxa de crescimento do consumo per capita em comparação com os outros países em estudo neste trabalho.

Analisando as extremidades, percebe-se que levando em conta o limite de confiança superior, o crescimento entre 2014 a 2030 atingirá o seu valor máximo de 78,9%. E o valor mínimo para o mesmo período tenderá a um crescimento a taxa de 6,3%.

Comparando Angola com os restantes dos países citados acima, percebe-se que Angola apresentará o maior índice de crescimento tanto a nível da curva de previsão como também entre as tendências que os limites de confiança poderão apresentar. Deste modo, no horizonte de 2030, o gráfico 13 apresenta a tendência do crescimento do consumo eletricidade per capita para este país.

#### 4.4.2 Previsão para índice do PIB per capita/IDH

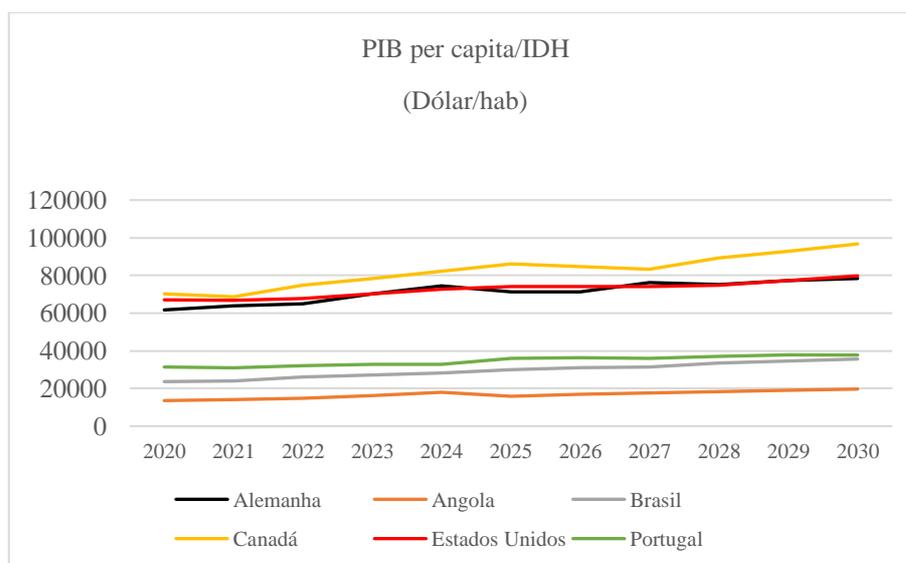
O gráfico 13 apresenta a tendência de crescimento do índice relacionado ao PIB entre os diferentes países em estudo.

O Canadá apresentará decréscimo entre 2020 e 2021, após isso seguirá de um crescimento até o ano de 2025 e voltará a ter uma queda até ao ano de 2027. E depois

deste, voltará a ter crescimento até ao final do período. O índice canadense apresentará uma superação em relação ao dos Estados Unidos da América.

Os Estados Unidos da América apresentará uma variação aproximadamente constante entre 2020 a 2022 e após isso seguirá com uma subida do seu índice até o ano de 2026. E após este período apresentará um comportamento da curva aproximadamente constante até 2028 e voltará a crescer até ao final do período.

Gráfico 13– Previsão do índice para 2030



Fonte: Planilha de previsão (Excel).

A Alemanha terá um crescimento entre 2020 a 2024 e seguirá com um decréscimo até o ano de 2026 e voltará a crescer até 2027. Após 2027, o índice volta a cair em 2028 e entre 2029 e 2030 o índice volta a crescer novamente.

Já para Portugal, o seu índice manterá um comportamento constante entre 2020 a 2022, seguindo-se de um crescimento até ao final do período. Portugal apresentará um crescimento do PIB per capita de aproximadamente 43,7% como é apresentado na tabela 8.

No Brasil, entre 2020 e 2021, o índice se manterá constante e após 2021 a tendência deste índice é crescer até ao final do período. É de realçar também que o índice brasileiro apresentará maior crescimento em relação a de outros países figurados no gráfico 13, significando a probabilidade de maior crescimento provável do PIB per capita no horizonte de 2030.

Para o período de 2020 a 2022, a curva de índice para Angola apresentará valores aproximadamente constante e depois crescerá até o ano de 2024, e seguir-se-á de uma queda em 2025. De 2028 até o final do período a tendência do índice será de crescimento

até o final do período. Angola em comparação com os países figurados no gráfico 13 em estudo, será depois do Brasil, o país que apresentará maior crescimento no seu PIB per capita em decorrência do crescimento do seu índice.

A tabela 8, apresenta a taxa de crescimentos deste índice ao longo período em estudo.

Tabela 8–Taxa de crescimento do índice de 2014 á 2030.

PIB per capita/IDH (%)	
Alemanha	51,4
Angola	105,57
Brasil	121,14
Canadá	74,025
Estados Unidos	33,36
Portugal	43,685
Total	429,18

Fonte: Elaboração Própria.

Em suma, a tabela 8, resume o cenário de crescimento entre os países, demonstrando o provável crescimento econômico destes países. Todos os países apresentaram a tendência de crescimento entre o período dos dados reais de 2014 para os dados previstos até 2030.

Em destaque está o Brasil com 121,14% de crescimento e depois Angola com 105,57% de crescimento durante este período.

#### 4.5 Comparação do crescimento dos índices

A tabela 9 resume o crescimento dos índices entre os países desde os dados finais de 2014 até a previsão final em 2030.

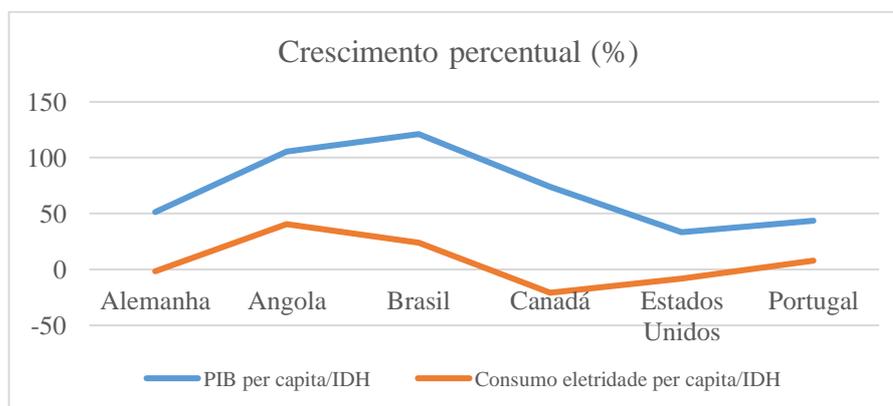
Crescimento do índice  
Tabela 9 – crescimento dos índices no período 2014 até 2030.

País	PIB per capita/IDH	Consumo eletricidade per capita/IDH
Alemanha	51,4	-1,59
Angola	105,57	40,56
Brasil	121,14	24,14
Canadá	74,025	-20,83
Estados Unidos	33,36	-8,43
Portugal	43,685	8,16

Fonte: Elaboração Própria.

A partir do gráfico 14, Angola e Brasil encabeçam nas melhores taxas de crescimento em termos dos dois índices. Para o consumo de eletricidade, os países desenvolvidos em estudo apresentarão uma taxa negativa de crescimento, exceto Portugal. E para o índice do PIB per capita, todos apresentarão crescimento no horizonte até 2030. O gráfico 14, ilustra este cenário.

Gráfico 14 – Crescimento dos índices no período 2014 a 2030



Fonte: Elaboração Própria.

Teoricamente falando, em uma série histórica de dados sobre índice ligado ao PIB per capita, por mais que os países desenvolvidos apresentem tendência de crescimento,

este será menor quando comparado ao dos países em via de desenvolvimento como Angola e o Brasil.

A tendência de crescimento do PIB de Angola será maior comparado ao do Brasil, e no gráfico 14 o Brasil apresenta a maior taxa de crescimento do índice do PIB per capita/IDH, porque se tratando de projeção até 2030, a tendência do crescimento da população brasileira será provavelmente menor comparada a angolana. Por isso o Brasil apresentará maior crescimento do índice do PIB per capita.

No tocante ao índice do consumo de eletricidade per capita, os países desenvolvidos apresentam taxa de crescimento menores comparados aos países em via de desenvolvimento, ou seja, quanto mais desenvolvido é um dado país, maior é o seu IDH e menor é a previsão de crescimento do índice de consumo per capita de eletricidade.

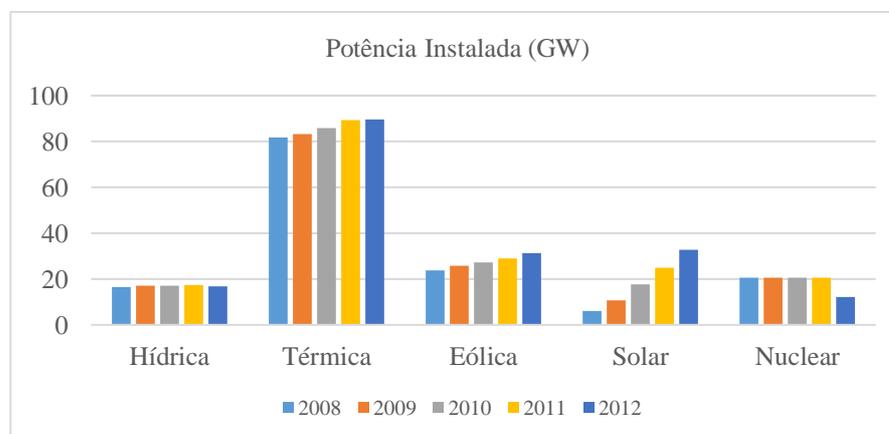
#### **4.6 Análise comparativa das potências instaladas de Angola, Brasil, Alemanha, Portugal e África do Sul do ano de 2008 a 2012.**

Neste tópico, abordaremos a comparação das matrizes elétricas do Brasil e Angola com Alemanha e Portugal. Decidiu-se excluir o Canadá e EUA de forma a ser mais objetivo na abordagem e evitar textos enfadonhos, já que a comparação com Portugal e Alemanha já torna suficiente.

As matrizes elétricas da Alemanha, Portugal para o período de 2008 a 2012, são fortemente dependentes de centrais térmicas.

Na Alemanha é crescente a aposta nas energias renováveis e cada vez mais este país torna-se independente das centrais nucleares. A energia solar e eólica são os setores com mais alta taxa de crescimento durante este período como é apresentado no gráfico 15.

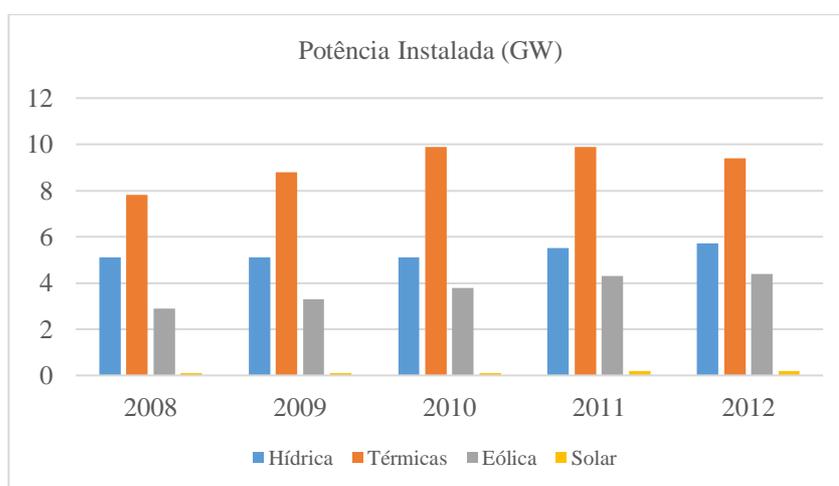
Gráfico 15 – Potência Instalada da Alemanha.



Fonte: (Adaptado de CONSULTORIA et al., 2014)

Diferente da Alemanha e África do Sul, na matriz elétrica portuguesa para este período, não se faz nenhuma expressão as centrais nucleares. A matriz elétrica portuguesa é composta de fontes renováveis (solar, hídricas e eólicas) e térmicas. As energias renováveis representam cerca de 52% da matriz elétrica do país, sendo as hídricas contribuindo com 29% e a eólica contribuindo com 22% para o ano de 2012. Boa parte da energia consumidas neste país são de fontes térmicas, como é apresentado no gráfico 16.

Gráfico 16 – Potência Instalada de Portugal

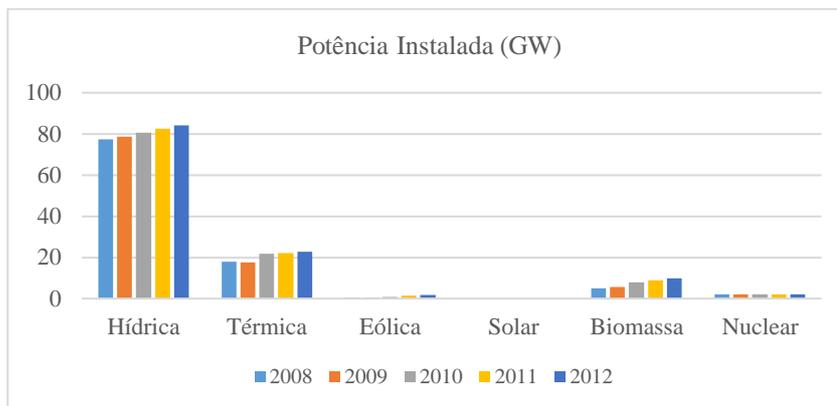


Fonte: (Adaptado de CONSULTORIA et al., 2014)

Em comparação com os países citados, a matriz elétrica brasileira é extremamente renovável, cerca de 80%. No período entre 2008 a 2012 com base nos dados obtidos da EPE, a fonte eólica foi a que registrou maior crescimento seguido da biomassa. A fonte hídrica no Brasil tem a mesma expressão de participação no cenário energético como as centrais térmicas na Alemanha.

A energia solar neste período não teve uma participação expressiva e a fonte nuclear manteve-se constante como apresenta o gráfico 17.

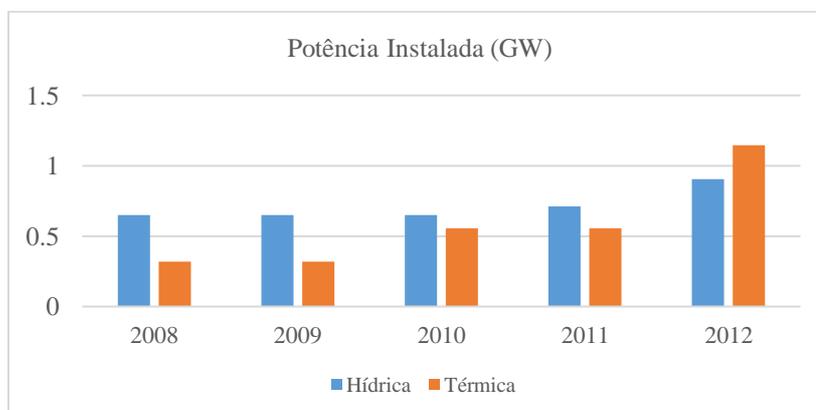
Gráfico 17 – Potência Instalada do Brasil



Fonte:(Adaptado de BEN, 2018)

No período entre 2008 a 2012, a matriz elétrica angolana é formada por duas fontes de energia elétrica nomeadamente as hídricas e as térmicas. A térmica neste período obteve um crescimento considerável comparado a hídrica. A capacidade total das potências são de algum modo inferior comparadas aos demais países citados, o que indica uma grande necessidade de suprimento de mais energia elétrica neste país. O gráfico 18 apresenta esta situação.

Gráfico 18 – Potência Instalada de Angola.

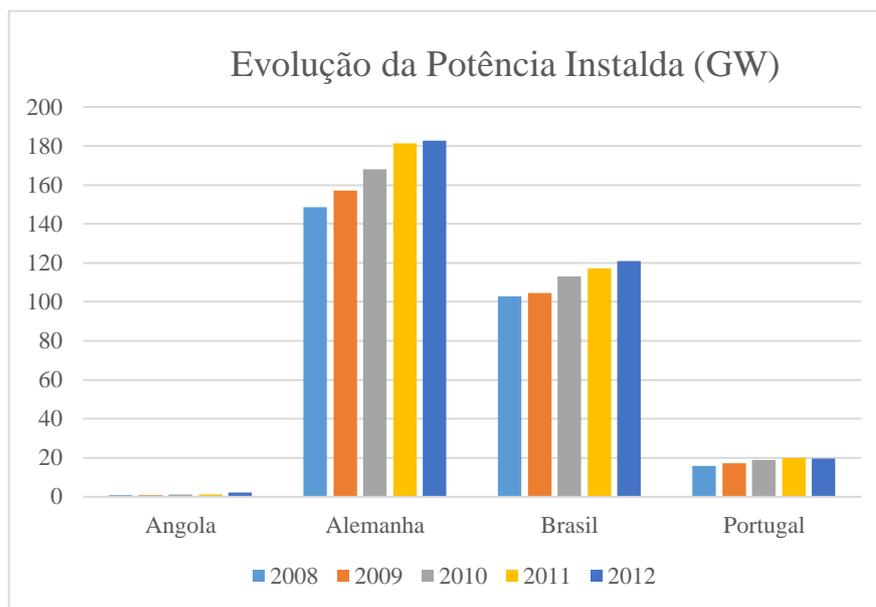


Fonte: (Adptado de CEIC-UCAN, 2011).

Em síntese apresenta-se o cenário da evolução da potência instalada total entre os países citados nos anos em questão. De forma evidente nota-se a grande necessidade que Angola precisa crescer em termos de matriz de energia elétrica para atingir bons resultados no desenvolvimento.

A Alemanha apresenta um quadro energético superior aos demais países, em seguida vem o Brasil que tem mostrado um progresso significativo no crescimento da potência instalada. O gráfico 19 apresenta com mais clareza essa comparação.

Gráfico 19 – Comparação das potências Instaladas.



Fonte: ( Adaptado de BEN, 2018; CEIC-UCAN, 2011; CONSULTORIA et al., 2014)

A potência total instalada na Alemanha em 2008 é de 148,57 GW e em 2012 passou para 182,7 GW, ou seja, a Alemanha obteve um crescimento na sua potência de aproximadamente 23%. A potência instalada no Brasil apresentou um crescimento de 17,5% neste período. Na África do Sul, não houve significativas mudanças em termos de crescimento da potência instalada, em 2008 a sua potência total era de 38,7 GW e em 2012 passou para 41,6 GW, apresentando um crescimento de 7,4% da sua potência instalada. Em Portugal para este período registrou um crescimento de 23,9% da sua potência instalada. Angola apesar de possuir potência instalada inferior aos demais países do gráfico 8, neste período em estudo, apresentou maior crescimento da sua potência instalada de aproximadamente 112,2%. Em 2008 a sua potência corresponde a 0,967 GW e em 2012 a sua potência é de 2,052 GW.

#### 4.7 Análise de Angola

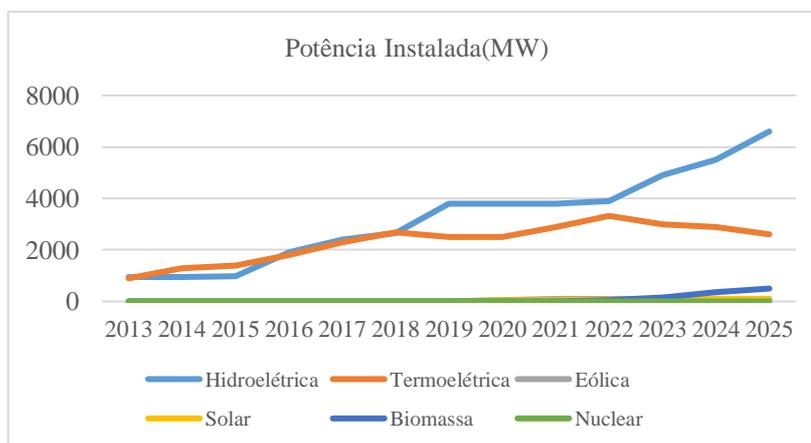
A matriz elétrica angolana tem vindo a sofrer significativas reformas a fim de garantir o desenvolvimento e o bem-estar do país. Com base nisso, a aposta no setor elétrico tem vindo a crescer de modo a acompanhar o ritmo do crescimento do país, e ao longo deste trabalho destacou-se a importância da energia elétrica para o desenvolvimento de qualquer sociedade, tanto a nível económico como social.

O engajamento do governo de Angola no programa “energia sustentável para todos” tem o mesmo propósito em garantir acessibilidade de energia elétrica e bem estar

social e transformar Angola num país próspero, moderno e sem pobreza, sendo que um dos obstáculos do progresso deste país é o acesso da energia elétrica (MINEA, 2015).

A matriz elétrica de Angola é de predominância de energia renovável como se pode observar no gráfico 20.

Gráfico 20- Evolução da Matriz elétrica de Angola de 2013 a 2025



Fonte:(Adaptado de MINEA, 2016, 2017a)

A potência total instalada de Angola em 2013 corresponde a 1848MW e em 2025 a potência instalada será de 9900MW, apresentando um crescimento de 435,71%. As fontes hídricas apresentarão maior participação em prol de grandes rios que atravessam o país, e no período entre 2013 a 2025 terá uma taxa de crescimento de cerca de 559,54%, com uma potência instalada de 6600MW de potência instalada prevista até 2025, representando cerca de 66,7% da oferta da energia no país.

As centrais térmicas continuarão sendo a segunda maior fonte de energia elétrica, com um crescimento entre 2013 a 2025 de 189,17%, com uma potência instalada prevista de 2600MW, representando 26,26% da oferta interna da energia elétrica no país neste período. As outras energias renováveis (solar, eólica e biomassa) farão parte do cenário energético do país, tendo a previsão de entrada em funcionamento para a conexão à rede a partir de 2020 e estão previstas para o ano de 2025: 100MW de energia eólica, 100MW de solar e 500MW de energia proveniente da biomassa (MINEA, 2017). Pode-se notar que ambas as fontes (solar e eólica) desde a sua implementação em 2020 apresentarão um crescimento de 150% até o ano de 2025, ou seja cerca de 2% da oferta de energia serão provenientes do solar e eólica.

Angola terá um notável crescimento no horizonte de 2025, sendo que em 2013, o consumo per capita de eletricidade foi de 375 KWh, e passará para provável 1230 KWh em 2025 segundo (MINEA, 2015).

Segundo o objeto deste trabalho espera-se um progresso notável a nível de bem-estar social, uma vez que com o crescimento do consumo per capita de energia elétrica, é esperado o crescimento do IDH.

A seguir, por meio da tabela 10 apresenta-se a previsão da potência instalada para o ano de 2030, elaborada a partir da planilha do Excel.

Tabela 10– Previsão da potência instalada de Angola (MW).

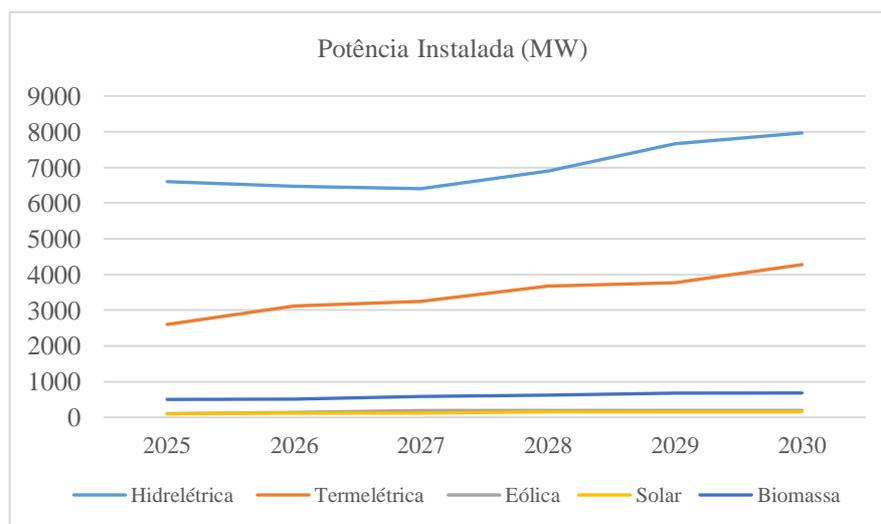
Fontes	Período					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hidrelétrica	6.600,00	6.476,21	6.404,07	6.897,07	7.659,07	7.965,88
Termelétrica	2.600,00	3.111,89	3.239,74	3.683,04	3.776,87	4.277,64
Eólica	100,00	140,36	188,99	188,66	187,28	183,65
Solar	100,00	117,86	115,87	155,71	155,54	149,57
Biomassa	500,00	509,18	575,93	626,89	670,70	680,03

Fonte: Planilha de previsão (Excel).

A análise dos dados da tabela 10, não é baseado em certeza, mas em prováveis cenários que podem ocorrer ao longo deste período em estudo, pois trata-se de dados previsíveis e não exatos.

Pode-se observar com clareza as curvas das fontes de energia elétrica ao longo da projeção para 2030 apresentado pelo gráfico 21.

Gráfico 21 – Potência instalada prevista.



Fonte: Planilha de previsão (Excel)

De acordo com o comportamento da tendência da matriz elétrica angolana, espera-se que no horizonte de 2030 haja crescimento no âmbito das diferentes fontes, com maior

destaque as fontes hídricas, tendo a potência instalada aproximando-se dos 8000 MW de potência Instalada. Até o ano de 2030 a previsão é que 60% da matriz elétrica angolana seja dependente das centrais hidrelétrica. Esta tendência de crescimento da energia vinda de fontes hídricas vai de encontro com os inúmeros projetos de construção das centrais hidrelétricas apresentado ao longo deste trabalho e extraído dos documentos disponíveis do MINEA.

As centrais térmicas continuarão sendo a segunda maior fonte da matriz elétrica deste cenário, tendo a potência instalada aproximando-se dos 4200 MW.

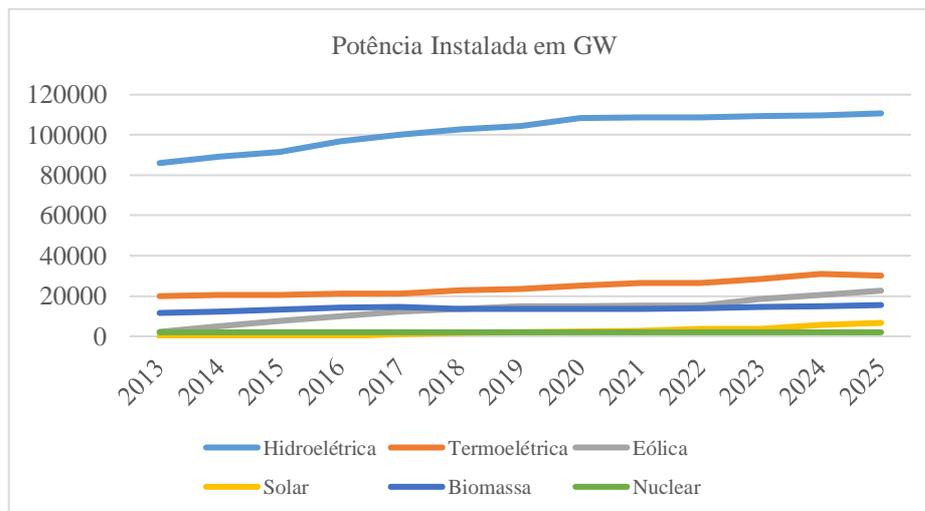
A biomassa terá um contributo significativo neste cenário da matriz elétrica angolana, de acordo a previsão feita, será terceira maior fonte de energia elétrica. A seguir vem a fonte eólica e a solar que conjuntamente representarão aproximadamente 2,5% da oferta de energia em 2030. Em suma, em 2030 de acordo a esta previsão 67,7% da matriz elétrica de Angola serão dependentes das fontes renováveis, com principal destaque das centrais hidrelétricas.

#### **4.8 Análise do Brasil**

A matriz elétrica brasileira é de característica renovável na sua grande parte e dependente das centrais hídricas, a potência total instalada em 2013 corresponde a 121.766MW, apresentando um crescimento de 54% até 2025 com uma potência instalada prevista de 187.536MW. As centrais hídricas continuarão sendo as fontes com maiores ofertas de energia elétrica no Brasil, em 2013 a potência instalada é de 86.018MW representando 70,6% da oferta da energia elétrica, e para o horizonte de 2025 a potência alcançará 110.700MW representado 59% da oferta.

Neste horizonte de 2013 a 2025 as centrais hídricas apresentarão um crescimento de 28,65%. As centrais térmicas continuarão sendo a segunda maior fonte de oferta de energia elétrica do Brasil até 2025, com uma potência instalada de 30.012MW correspondendo a 16% da oferta de energia elétrica. No horizonte de 2013 a 2025 as termelétricas apresentarão um crescimento de 50,4%. Apresenta-se a seguir por meio do gráfico 22 o crescimento das potências instaladas da matriz elétrica brasileira.

Gráfico 22- Evolução da matriz elétrica do Brasil



Fonte: (BEN, 2018; MME, 2017)

A fonte eólica é uma das fontes com maiores taxas de crescimento no território brasileiro, o Brasil ocupa a 8ª posição no ranking mundial dos países com maior potência instalada de fonte eólica e de acordo com o ritmo que tem adquirido ao longo do seu investimento, dentro de pouco tempo as centrais eólicas chegarão a ser a segunda maior fonte de energia elétrica no território brasileiro (ABEEÓLICA, 2019). Em 2013 a fonte eólica teve uma potência instalada de 2.202MW correspondendo a 1,8% da oferta de energia elétrica e ao longo dos anos tem experimentado um crescimento excepcional. A partir do gráfico 5 nota-se que em 2019 a fonte eólica começa a superar a biomassa em termos de potência instalada tornando-se a terceira maior fonte de energia elétrica do Brasil. Em 2025 a potência instalada prevista será de 30.012MW (12%), tendo apresentado um crescimento de 929,60% no horizonte de 2013 a 2025.

A energia solar é a fonte que mais cresce no Brasil segundo os dados apresentados no gráfico 25 para o horizonte em questão, o seu crescimento em relação às outras fontes de energias neste horizonte são de ordem dos mil, superando as eólicas. Em 2013 a sua potência corresponde a 5MW e em 2025 tem uma potência prevista de 6.639MW representando 3,5% da oferta de energia. A biomassa em 2025 será 4ª maior fonte de energia elétrica do Brasil com uma potência instalada prevista de 15.523MW representando 8,2% da oferta, sendo superado pela eólica. Neste horizonte em estudo a biomassa apresentou um crescimento de 33,80%. A fonte nuclear manteve-se constante ao longo deste horizonte.

Apresenta-se a extensão da previsão para o ano de 2030 na tabela 11 a seguir.

Tabela 11– Previsão da potência instalada do Brasil (MW).

Fontes	Período					
	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Hidroelétrica	110.700,00	115.378,21	115.513,13	117.070,91	118.902,11	120.966,25
Termoelétrica	30.012,00	32.116,47	33.429,88	33.669,64	34.618,94	35.759,81
Eólica	22.672,00	22.615,64	23.046,98	24.390,50	27.238,25	28.969,54
Solar	6.639,00	5.913,40	6.491,80	6.940,11	7.372,05	8.681,68
Biomassa	15.523,00	14.646,20	15.042,20	15.490,79	16.028,75	15.476,03
Nuclear	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00	1.990,00

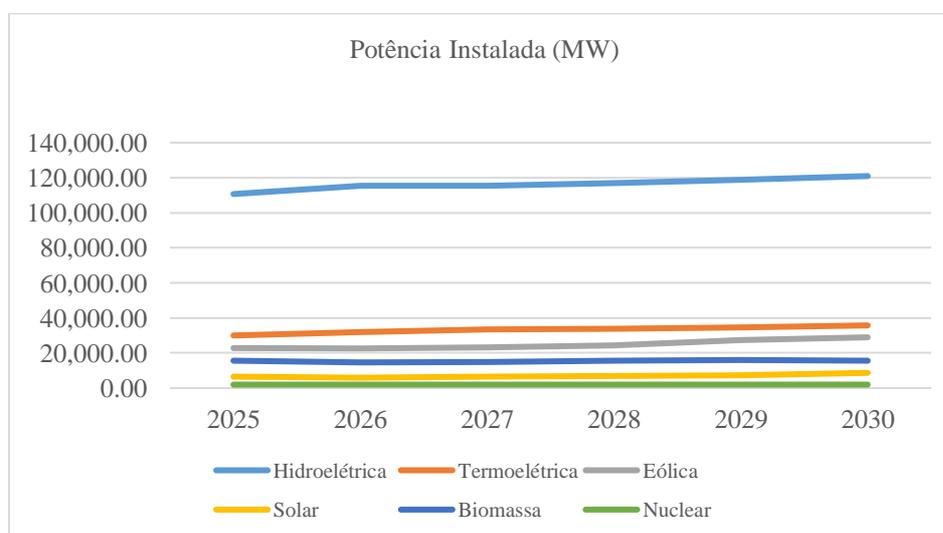
Fonte: Planilha de Previsão (Excel).

A análise do gráfico 23 é baseado em prováveis cenários que podem ocorrer ao longo do período em questão.

Para o horizonte de 2030, a fonte de energia elétrica com maior contribuição na matriz elétrica brasileira será as centrais hidrelétricas, atingindo uma meta de aproximadamente de 121 MW, representando 57,1% da oferta da energia elétrica na matriz elétrica brasileira e o crescimento destas centrais para o ano de 2030 em relação ao ano de 2025 é de 9,2%.

As centrais térmicas continuarão sendo a segunda maior fonte de energia elétrica no ano de 2030, mas o seu crescimento será lento comparada as outras fontes de energia elétrica, perdendo apenas para a biomassa. Nota-se que ao longo do tempo esta fonte manteve-se quase constante.

Gráfico 23 – Previsão da potência instalada do Brasil



Fonte: Planilha de Previsão (Excel).

A energia eólica é uma das fontes com alta taxa de crescimento na matriz elétrica do Brasil, em 2030 esta fonte contribuirá com 13,6% na matriz elétrica e com um crescimento da potência instalada quase aproximando-se das centrais térmicas. A energia solar é a fonte com mais alta taxa de crescimento no Brasil, a taxa de crescimento entre 2025 a 2030 é de 30,7% e terá um provável contributo de 4,1% na matriz elétrica. A biomassa apresentou tendência de decréscimo a uma taxa de 0,3% negativo, mas, contudo, será a quarta maior fonte de energia elétrica da matriz elétrica do Brasil, com uma potência provável de 15.476 MW. Com os dados do gráfico 24, as fontes nucleares se manterão constantes no horizonte de 2030.

Em suma, em 2030 cerca de 82,2% da matriz elétrica brasileira será proveniente das fontes renováveis, o que reduzirá significativamente na emissão GEE.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados levantados sobre as potências de geração de energia elétrica para Angola e o Brasil, percebe-se que para o período de projeção ambos os países apresentarão crescimentos nas suas matrizes elétricas. Os dois países possuem uma matriz elétrica com características semelhantes baseadas na sua maior parte em energias renováveis, ambos com a maior participação da energia proveniente da geração hidrelétrica.

Para horizonte até 2030 a geração hidrelétrica continuará sendo a maior fonte de energia elétrica do Brasil representando cerca de 57,1% da oferta. A energia solar é a fonte com maior tendência de crescimento para os próximos anos de acordo com a previsão feita a partir do histórico dos dados analisados, aproximando-se da potência instalada da biomassa. A energia eólica se apresentará como a segunda maior fonte em crescimento para o período até 2030, a sua potência instalada se aproximará das fontes térmicas de energia elétrica. Cerca de 82,2% da matriz elétrica do Brasil dependerá das fontes renováveis de energia elétrica. As fontes de biomassa, sofrerão uma redução neste horizonte e as fontes nucleares se manterão constante. As fontes de gerações térmicas manterão crescimento lento no horizonte até 2030 por conta da forte aposta nas energias renováveis como a solar e a eólica.

A matriz elétrica de Angola terá como seu principal suporte as fontes hídricas representando 60% da oferta da energia. As fontes de energia termelétricas continuarão sendo a segunda maior fonte da matriz elétrica de Angola. Neste horizonte começarão a nascer as outras fontes renováveis como a solar, eólica e a biomassa. Em 2030 a energia termelétrica deverá participar com 32% na matriz elétrica de Angola. As demais fontes terão as seguintes participações: A biomassa com 5,13%, a eólica e a solar com 1,39% e 1,13% da oferta da energia elétrica. Em suma, 67,7% da matriz elétrica de Angola será de fonte renovável.

Com os dados obtidos acerca dos indicadores sociais, econômicos e de consumo de eletricidade per capita, percebeu-se que os países desenvolvidos apresentaram os melhores indicadores sociais e econômicos em relação ao de Angola e do Brasil e também apresentaram os maiores valores de consumo de eletricidade per capita.

Os índices criados para Angola, Brasil e os demais países apresentaram comportamentos de curvas semelhantes aos seus indicadores ao longo do tempo. No que tange ao índice relacionado ao PIB per capita/IDH, todos os países em estudo

apresentarão tendência de crescimento no horizonte até 2030. O Brasil apresentará a melhor taxa de crescimento de 121,14% entre os países, seguido de Angola com uma taxa de crescimento de 105,57%, em seguida Canadá (74%), Alemanha (51,4%), Portugal (43,69%) e Estados Unidos (33,36%). Para o índice de consumo de eletricidade per capita/IDH, a taxa de crescimento positivo para previsão até 2030 se registrará apenas nos países como: Angola (40,56%), Brasil (24,14%) e Portugal (8,16%), os demais países registrarão as seguintes taxas: Alemanha (-1,59%), Estados Unidos (-8,43) e Canadá (-20,83%) com maior taxa de decréscimo.

Os países desenvolvidos, a tendência da taxa de crescimento da economia é inferior comparadas aos países em via de desenvolvimento. Constatou-se que um IDH muito alto registrado por países desenvolvidos, significa em alto consumo de energia elétrica como foi constatado também pelo Pastenark (2000). A taxa de crescimento de consumo de eletricidade per capita nos países desenvolvido é inferior aos dos países em via de desenvolvimento e estes países apresentam taxas de redução do seu consumo de eletricidade per capita ao longo do tempo.

Percebeu-se também que os dois índices, do Brasil e o de Angola apresentaram tendências de crescimento semelhante ao longo da projeção, figurando com os maiores valores de crescimentos para ambos os índices. O que se leva a concluir com base históricas e previsível dos dados, que o consumo per capita de eletricidade crescerá com os indicadores sociais e econômicos para Angola e Brasil para o horizonte até 2030, conforme é atestada na hipótese: Quanto maior for o crescimento dos indicadores socioeconômicos, maior será o crescimento do consumo per capita de energia elétrica.

No demais, o presente trabalho ocupou-se na necessidade de comparar os índices de crescimento do PIB per capita e o consumo de eletricidade per capita entre Angola e o Brasil, comparando-os também com Alemanha, Canadá, Estados Unidos e Portugal. Pretende-se para um futuro trabalho, o abranger maior número de países para uma projeção dos índices criados até ao ano de 2050 de modo a usa-los como instrumento para o planejamento da demanda de energia elétrica.

## 6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ABEEÓLICA (Brasil). **Energia eólica chega a 14,71 GW de capacidade instalada**. Disponível em: <<http://abeeolica.org.br/noticias/energia-eolica-chega-a-1471-gw-de-capacidade-instalada/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

ANEEL (Brasil). **Capacidade de Geração do Brasil**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 21 jul. 2019.

ANEEL (Brasil). **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: [s.n.].

ANGONOTÍCIA. **Rússia quer urânio angolano em troca de tecnologias nucleares e «know-how»**. Disponível em: <<http://www.angonoticias.com/Artigos/item/13435/russia-quer-uranio-angolano-em-troca-de-tecnologias-nucleares-e-know-how>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

BANCO MUNDIAL. **Countries and Economies-Angola**. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/country/angola?view=chart>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

BEN. **Balço Energético Nacional**. p. 66, 2019.

BEN. **Balço Energético Nacional de 2017**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <[http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018\\_\\_Int.pdf](http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018__Int.pdf)>.

CEIC-UCAN (Angola). **Relatório de energia em Angola**. Luanda: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.ceic-ucan.org/wp-content/uploads/2014/02/Relatório-de-Energia-Versão-Final-26-10-2011.pdf>>.

CPFL. **Características Dos Sistemas Elétricos E Do Setor Elétrico De Países E / Ou Estados selecionados**. 2014.

DNER (Angola). **Projecto de mapeamento dos recursos eólico e solares de Angola**. Luanda: [s.n.]. Disponível em: <[file:///Users/HS/Downloads/DNER\\_PROJECTO\\_MAPEAMENTO\\_DOS\\_VENTOS\\_E\\_SOLAR\\_\(5\).pdf](file:///Users/HS/Downloads/DNER_PROJECTO_MAPEAMENTO_DOS_VENTOS_E_SOLAR_(5).pdf)>.

DOMBAXE, M. I. M. **Os Problemas Energéticos em Angola : Energias Renováveis , a Opção Inadiável**. 2011. 140f. Dissertação (Mestrado em Ciência Políticas e Relações Internacionais)-Universidade de Nova Lisboa, 2011.

ELETROBRAS(Brasil). **Angra 3**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br/Nossas-Atividades/Paginas/Angra-3.aspx>>. Acesso em: 7 abr. 2019.

EPE. **Plano Energetico Nacional 2030**. [s.l: s.n.].

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 12 out. 2018a.

EPE. **Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2026**. p. 66, 2017b.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2018**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf>>.

EPE(Brasil). **Fontes de Energia**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

FINKLER, A. et al. **Relação Do Crescimento Econômico E Consumo De Energia Elétrica. XXIV Seminário de Iniciação Científica**, p. 1–6, 2015.

GUILHERME, A. **Energia Elétrica**. Disponível em: <<https://www.antonioguilherme.web.br/com/Arquivos/energia.php>>. Acesso em: 17 mar. 2019.

- HADDAD, Fábio Jamil. Energia Elétrica : Conceitos , Qualidade e Tarifação. 1ed.Rio de Janeiro: PROCEL Indústria, 2004. 137p.
- IEA. **INTERNATIONAL ENERGY OUTLOOK 2017**. Disponível em: <[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)>. Acesso em: 9 dez. 2018.
- JORNALDEANGOLA. **Energia nuclear em Angola**. Disponível em: <[http://jornaldeangola.sapo.ao/opiniao/editorial/a\\_energia\\_nuclear\\_em\\_angola](http://jornaldeangola.sapo.ao/opiniao/editorial/a_energia_nuclear_em_angola)>. Acesso em: 13 jul. 2019.
- LEÃO, R. P. S. GTD – Geração , Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica. Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 2009.
- LUCON, O.; JOSÉ, G. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, v. 72, p. 6–15, 2006.
- MARQUES, S. **Energias Fósseis versus Energias Renováveis : proposta de intervenção de Educação Ambiental no 1º Ciclo do Ensino Básico**. [s.l.] Universidade do Minho, 2007.
- MINEA (Angola). Á. **Avaliação Rápida e Análise de Lacunas | Angola**. Luanda: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.info-angola.com/attachments/article/4707/150901 - UNDP - Avaliação e Análise de Lacunas Angola - Energias e Águas.pdf>>.
- MINEA (Angola). **Agenda De Acção De Angola Sustainable Energy for All-Action Agenda-Angola**. Luanda: MINEA, 2016. Disponível em: <[https://www.se4all-africa.org/fileadmin/uploads/se4all/Documents/Country\\_AAs/Angola\\_SEforALL\\_Agen da\\_Accao\\_PT\\_-\\_Action\\_Agenda.pdf](https://www.se4all-africa.org/fileadmin/uploads/se4all/Documents/Country_AAs/Angola_SEforALL_Agen da_Accao_PT_-_Action_Agenda.pdf)>.
- MINEA (Angola). Á. **Plano de acção do setor de energia e água 2018-2022** Ministério da Energia e Águas » Entrada » **PLANO DE ACÇÃO DO MINEA » PLANO DE ACÇÃO DO SECTOR DA ENERGIA E ÁGUAS » IVª LEGISLATURA 2017 - 2022**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.minea.gv.ao/index.php/2017-11-19-18-06-34/category/143-leg4>>.
- MINEA (Angola). Á. **Atlas e Estratégia nacional para novas energias renováveis**. Luanda: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.angolaenergia2025.com/sites/default/files/editor/atlas\\_e\\_estrategia\\_nacional\\_para\\_as\\_novas\\_energias\\_renovaveis.pdf](http://www.angolaenergia2025.com/sites/default/files/editor/atlas_e_estrategia_nacional_para_as_novas_energias_renovaveis.pdf)>.
- MINEA (Angola). Á. **OUTRAS TÉRMICAS**. Disponível em: <<http://www.angolaenergia2025.com/pt-pt/conteudo/visao-2025>>. Acesso em: 7 nov. 2018a.
- MINEA (Angola). Angola Energia 2025. **Ministério da Energia e Águas » Contéudo » Geração**, p. 13, 2018b.
- MME, M. D. M. E. E. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2026**. Brasília: [s.n.]. 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)>.
- MME; EPE. **Plano Nacional de Energia -Geração Termelétrica Biomassa**. 1. ed. Brasília: EPE, 2006a.
- MME; EPE. **Plano Nacional 2030**. 1. ed. Brasília: Eletrobrás, 2006b.
- MORELLI, F. D. S. Panorama Geral Da Energia Eólica No Brasil. 2012. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica)-Universidade de São Paulo- USP, São Paulo, 2012.
- MUNDI, I. **Consumo de eletricidade per capita (kWh por habitante)**. Disponível em: <<https://www.indexmundi.com/g/g.aspx?v=81000&c=br&l=pt>>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- NASCIMENTO, R. L. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. **Estudo**

**Técnico Câmara dos Deputados**, p. 1–46, 2017.

PASTERNAK, A. D. Global energy futures and human development: a framework for analysis. **Lawrence Livermore National Laboratory**, n. October, p. 25, 2000.

RESEARCHGATE. **Localização de Angola**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Localizacao-de-Angola\\_fig1\\_299547757](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Localizacao-de-Angola_fig1_299547757)>. Acesso em: 19 jul. 2019.

SALDANHA, M. M. Energia elétrica e meio ambiente : Um Novo Paradigma Para o Desenvolvimento. **direito em debate**, p. 123–150, jul. 2012.

SILVA, M. G. DA; GUIMARÃES, L. D. S. Uso do Índice de Desenvolvimento Humano como Instrumento de Projeção de Demanda de Energia Elétrica. **Economia e Energia**, v. 86, p. 36, 2012.

SOUSA, F. J. R. DE. A Geração Termelétrica: A contribuição das Térmicas a Gás Natural Liquefeito. 2009. 131f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético)- Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, 2009.

TOLMASQUIM, Mauricio T. Energia termelétrica. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016. 417p.

UNDP. **Human Development Reports**. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/countries/profiles/BRA>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

UNDP. **Human Development Data (1990-2017)**. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/data>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

WNA. WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. **Nuclear Power in Brazil**. Disponível em: <<http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/brazil.aspx>>. Acesso em: 19 fev. 2019.

## 7 ANEXOS

## ANEXO I

Tabela 12– Potência Instalada do Ano de 2013 á 2025 de Angola e o Brasil.

Fonte	Angola		Brasil	
Hidrelétrica	Ano	Potência Instalada(MW)	Ano	Potência Instalada(MW)
	2013	948,9	2013	86018
2014	948,9	2014	89193	
2015	990	2015	91650	
2016	1900	2016	96924	
2017	2400	2017	100276	
2018	2655	2018	102870	
2019	3805	2019	104548	
2020	3805	2020	108407	
2021	3805	2021	108569	
2022	3894	2022	108667	
2023	4900	2023	109226	
2024	5500	2024	109694	
2025	6600	2025	110700	
Térmica	2013	899,1	2013	19950
	2014	1301	2014	20484
	2015	1400	2015	20671
	2016	1800	2016	21187
	2017	2300	2017	21246
	2018	2690	2018	22812
	2019	2507	2019	23453
	2020	2507	2020	25255
	2021	2903	2021	26559
	2022	2322	2022	26559
	2023	3000	2023	28506
	2024	2900	2024	30977
	2025	2600	2025	30012

Eólica	2013	0	2013	2202
	2014	0	2014	4888
	2015	0	2015	7633
	2016	0	2016	10124
	2017	0	2017	12283
	2018	0	2018	13624
	2019	0	2019	14951
	2020	40	2020	15069
	2021	100	2021	15171
	2022	100	2022	15351
	2023	100	2023	18672
	2024	100	2024	20672
	2025	100	2025	20672
Solar	2013	0	2013	5
	2014	0	2014	15
	2015	0	2015	21
	2016	0	2016	24
	2017	0	2017	935
	2018	0	2018	1768
	2019	0	2019	2196
	2020	40	2020	2258
	2021	40	2021	2832
	2022	80	2022	3638
	2023	80	2023	3639
	2024	90	2024	5639
	2025	100	2025	6639
Biomassa	2013	0	2013	11601
	2014	0	2014	12341
	2015	0	2015	13257
	2016	0	2016	14147
	2017	0	2017	14505
	2018	0	2018	13598
	2019	0	2019	13581

	2020	0	2020	13595
	2021	0	2021	13724
	2022	40	2022	13806
	2023	150	2023	14463
	2024	350	2024	14993
	2025	500	2025	15523
Nuclear	2013	0	2013	1990
	2014	0	2014	1990
	2015	0	2015	1990
	2016	0	2016	1990
	2017	0	2017	1990
	2018	0	2018	1990
	2019	0	2019	1990
	2020	0	2020	1990
	2021	0	2021	1990
	2022	0	2022	1990
	2023	0	2023	1990
	2024	0	2024	1990
2025	0	2025	1990	

Fonte:( Adaptado de BEN, 2018; MINEA, 2016, 2017a; MME, 2017)

Os dados de Angola referentes aos anos de 2016, 2023 e 2024 da tabela 5, foram acrescentados, pois as fontes pesquisadas não constavam dados referente a estes anos.

## ANEXO II

Tabela 13– Potência Instalada da Alemanha em GW.

Fonte	2008	2009	2010	2011	2012
Hídrica	16,45	17,14	17,03	17,25	16,91
Térmica	81,79	83,25	85,82	89,42	89,65
Nuclear	20,49	20,48	20,47	20,47	12,07
Eólica	23,85	25,72	27,23	29,06	31,3
Solar	6,12	10,57	17,55	25,04	32,64
Total	148,7	157,16	168,1	189,83	201,8

Fonte:(Adaptado de CPFL., 2014)

## ANEXO III

Tabela 14– Potência Instalada de Portugal em GW.

Fonte	2008	2009	2010	2011	2012
Hídrica	5,1	5,1	5,1	5,5	5,7
Térmica	7,8	8,8	9,9	9,9	9,4
Eólica	2,9	3,3	3,8	4,3	4,4
Solar	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Total	15,8	17,4	18,9	19,9	19,8

Fonte:(Adaptado de CPFL, 2014)

## ANEXO IV

Tabela 15– Potência Instalada da Angola em GW.

Fonte	2008	2009	2010	2011	2012
Hídrica	0,648	0,648	0,651	0,711	0,907
Térmica	0,319	0,319	0,557	0,557	1,145
Total	0,967	0,967	1,208	1,268	2,052

Fonte:(Adaptado de CEIC-UCAN, 2011)

Os dados referentes a 2008 são os dados de 2009, pois nas literaturas pesquisadas não constavam os dados de 2008.

## ANEXO V

Tabela 16– Potência Instalada da Brasil em GW.

Fonte	2008	2009	2010	2011	2012
Hídrica	77,5	78,6	80,7	82,5	84,3
Térmica	18,0	17,6	21,7	22,2	22,9
Eólica	0,38	0,62	0,927	1,4	1,9
Solar	0	0	0	0	0
Biomassa	5,0	5,7	7,9	9,0	9,9
Nuclear	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Total	102,9	104,5	113,27	117,1	121

Fonte:(Adaptado de BEN, 2018)

As tabelas a seguir são referentes aos dados do consumo de energia, IDH e PIB de diferentes países.

## ANEXO VI

Tabela 17– Dados sobre Angola.

	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	9,13	16,44	555,35	2,84	172,89
2001	8,83	16,98	525,91	2,25	123,36
2002	15,28	17,57	869,66	1,84	104,50
2003	17,81	18,20	978,57	2,28	125,20
2004	23,55	18,86	1248,67	2,32	122,78
2005	36,97	19,55	1891,05	2,77	141,81
2006	52,38	20,26	2585,39	3,17	156,67
2007	65,26	20,99	3109,10	3,49	166,35
2008	88,53	21,75	4070,34	5,35	246,10
2009	70,30	22,54	3118,90	5,43	240,95
2010	83,79	23,36	3586,90	5,67	242,80
2011	111,79	24,21	4617,51	5,76	237,88
2012	128,05	25,09	5103,63	4,68	186,36
2013	136,71	25,99	5260,10	5,12	197,09
2014	145,71	26,99	5398,67	6,49	240,57

Fonte: (Adaptado de MUNDI, 2018; UNDP, 2019; BANCO MUNDIAL, 2019)

## ANEXO VII

Tabela 18– Dados sobre Alemanha.

Anos	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	1950	82,21	23719,74	545,50	6635,45
2001	1951	82,34	23694,44	556,84	6762,65
2002	2079	82,48	25206,11	569,18	6900,78
2003	2506	82,53	30364,74	578,51	7009,73
2004	2819	82,51	34364,72	586,56	7108,96
2005	2861	82,46	34165,56	588,62	7138,22
2006	3002	82,37	34695,61	588,62	7212,44
2007	3440	82,26	41818,62	594,66	7229,09
2008	3752	82,11	45694,80	590,19	7187,76
2009	3418	81,90	41733,82	558,33	6817,16
2010	3417	81,77	41787,94	594	7264,32
2011	3758	80,27	46816,99	584,47	7281,27
2012	3544	80,42	44068,64	584,67	7270,15
2013	3753	80,64	46540,18	582,02	7217,53
2014	3899	80,98	48147,69	569,73	7035,48

Fonte: (Adaptado de UNDP, 2019; BANCO MUNDIAL, 2019).

## ANEXO VIII

Tabela 19– Dados sobre o Canadá.

Ano	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	742	30,76	24122,24	742	16990,58
2001	736	31,08	23680,82	736	16807,15
2002	754	31,36	24043,37	754	16959,60
2003	892	31,67	28265,46	892	17191,15
2004	1023	31,99	31978,74	1023	17235,41
2005	1169	32,31	36180,75	1169	17235,41
2006	1315	32,57	40374,58	1315	16508,68
2007	1465	32,88	44555,96	1465	16683,69
2008	1549	33,24	46600,48	1549	16378,14
2009	1371	33,62	40779,30	1371	15450,88
2010	1613	34	47441,18	1613	15269,57
2011	1789	34,34	52096,68	1789	15642,97
2012	1824	34,75	52489,21	1824	15320,59
2013	1843	35,15	52432,43	1843	15719,71
2014	1799	35,53	50633,27	1799	15545,54

Fonte:( Adaptado de UNDP, 2019; BANCO MUNDIAL, 2019)

## ANEXO IX

Tabela 20– Dados sobre Brasil.

Anos	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	655,40	173,44	3778,83	337,37	1945,17
2001	559,40	175,88	3180,58	356,54	2027,15
2002	508	178,27	2849,61	365,23	2048,75
2003	558,30	180,61	3091,19	333,27	1845,27
2004	669,30	182,91	3659,18	333,73	1824,54
2005	891,60	185,15	4815,55	368,59	1990,78
2006	1108	187,33	5914,70	398,83	2129
2007	1397	189,46	7373,59	421,36	2224
2008	1696	191,54	8854,55	437,67	2285
2009	1667	193,54	8613,21	434,69	2246
2010	2209	195,49	11299,81	466,83	2388
2011	2616	197,39	13252,95	483,01	2447
2012	2465	199,24	12372,01	496,11	2490
2013	2473	201,03	12301,65	514,03	2557
2014	2456	202,76	12112,84	530,42	2616

Fonte:(Adaptado de EPE, 2018; MUNDI, 2018; UNDP, 2019; WIKIPÉDIA, 2019)

## ANEXO X

Tabela 21– Dados sobre o Estados Unidos.

Ano	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	10285	282,16	36450,95	3857,42	13671,05
2001	10622	284,16	37380,35	3707,33	13046,61
2002	10978	287,62	38268,42	3824,25	13296,18
2003	11511	290,10	39679,42	3860,50	13307,49
2004	12275	292,80	41922,81	3920,18	13388,58
2005	13094	295,51	44309,84	4049,84	13704,58
2006	13856	298,37	46438,99	4052,84	13583,27
2007	14478	301,23	48062,94	4114,03	13657,45
2008	14719	304,09	48403,43	4154,91	13663,43
2009	14919	306,77	48632,53	3961,54	12913,72
2010	14992	309,36	48461,34	4143,86	13394,95
2011	15543	311,58	49884,46	4127,20	13246,03
2012	16197	313,87	51604,17	4069,11	12964,33
2013	16785	316,05	53108,69	4109,95	13004,12
2014	17522	318,38	55034,86	4137,02	12993,96

Fonte:(Adaptado de UNDP, 2019; BANCO MUNDIAL, 2019)

## ANEXO XI

Tabela 22 – Dados sobre Portugal.

Anos	PIB (Bilhões Dólar)	População (milhões)	PIB per capita (Dólar/hab)	Consumo de Energia (TWh)	Consumo per capita de Energia (TWh)
2000	118,36	10,28	11513,42	41,01	3988,96
2001	121,55	10,36	11732,24	42,68	4119,67
2002	134,23	10,41	12894,24	44,46	4271,17
2003	164,96	10,45	15786,03	45,73	4375,73
2004	189,19	10,48	18052,19	47,51	4533,54
2005	197,31	10,50	18790,95	49,17	4682,99
2006	208,57	10,52	19825,76	50,78	4827,47
2007	240,17	10,54	22786,43	51,55	4890,56
2008	262,01	10,55	24834,88	51,18	4850,84
2009	243,75	10,56	23082,01	51,15	4843,85
2010	238,30	10,57	22545,22	52,42	4959,09
2011	244,90	10,55	23212,80	51,15	4848,28
2012	216,37	10,51	20586,87	49,78	4736,35
2013	226,07	10,45	21633,78	48,96	4685,06
2014	229,63	10,40	22079,81	48,49	4662,60

Fonte:(Adaptado de UNDP, 2019; BANCO MUNDIAL, 2019)