

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**YURI MANTOVANI**

**Energia Alternativa:  
Sustentabilidade aplicada para a  
indústria de transformação**

**Taubaté – SP**

**2018**

**YURI MANTOVANI**

**Energia Alternativa:  
Sustentabilidade aplicada para a indústria de  
transformação**

Trabalho de Graduação apresentado  
para obtenção do Certificado de Graduação  
do curso de engenharia Mecânica do  
Departamento de Engenharia  
Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof. MSc. Maria Regina  
Hidalgo de Oliveira Lindgren

Coorientador(a): Prof. MSc. Paulo  
César Corrêa Lindgren

**Taubaté – SP**

**2018**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

**M293e** Mantovani, Yuri

Energia alternativa: sustentabilidade aplicada para a indústria de transformação / Yuri Mantovani. – 2018.

34 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Me. Paulo César Corrêa Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Energia elétrica. 2. Fontes renováveis. 3. Indústria. I. Título.  
II. Graduação em Engenharia Mecânica.

CDD – 621.3

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-0/6995

Yuri Mantovani

**Energia Alternativa: Sustentabilidade Aplicada para a Indústria de  
Transformação**

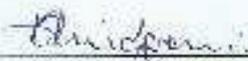
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Mr. Fábio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação

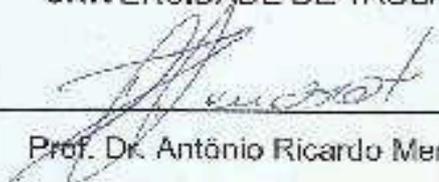
**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. MSc Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. MSc Paulo César Corrêa Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Dr. Antônio Ricardo Mendrut  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

06 de Dezembro de 2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a meus pais, Sandra Pereira e Osmar Camilo Mantovani e irmãs, Camila Mantovani e Yasmin Mantovani que tanto me apoiaram no curso e me ajudaram a chegar neste momento.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria primeiramente de agradecer a minha família, por sempre estarem do meu lado, por me apoiarem em diversos momentos.

Queria agradecer também a todos os professores que tivemos durante esses anos, que ajudaram em nosso desenvolvimento profissional.

E por último aos colegas que fiz, que sabem tão bem quanto eu a dificuldade de se chegar ao final do curso.

## RESUMO

Com o mercado cada vez mais competitivo o custo da produção de um produto se torna cada vez mais significativo. Parte do custo de um produto vem do valor gasto em energia para a produção deste. Atualmente muitos esforços são feitos na busca de uma matriz energética mais barata e que atenda as novas exigências ambientais. A produção de energia alternativa vem como uma grande força, mostrando que sua utilização já se torna viável e diminuindo o custo produtivo. Este trabalho visa mostrar o desenvolvimento nos últimos anos das principais fontes alternativas, mostrando seus pontos fortes e dificuldades. Através de pesquisa bibliográfica verificando números divulgados por diversos governos, tem-se uma estimativa de qual tipo de energia pode ser melhor aproveitada sempre levando em conta os aspectos socioeconômicos e geográficos que influenciam sua implementação.

**Palavras-chave:** Energia elétrica. Fontes renováveis. Indústria.

## **ABSTRACT**

With the market becoming increasingly competitive, the cost of producing a product becomes ever more significant. Part of the cost of a product comes from the amount spent on energy to produce it. Many efforts are currently being made to find a cheaper energy matrix that meets the new environmental requirements. The production of alternative energy comes as a great force, showing that its use already becomes viable and decreasing the productive cost. This work aims to show the development in the last years of the main alternative sources, showing its strengths and difficulties. Through a bibliographical research verifying numbers published by several governments, we have an estimation of which type of energy can be better utilized always taking into account the socioeconomic and geographic aspects that influence its implementation.

**Keywords:** Electricity. Renewable sources. Industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Oferta de energia renováveis no Brasil em 2016 .....	17
Figura 2: Produção Energia Renovável no mundo .....	19
Figura 3: Potência Eólica instalada Mundial.....	21
Figura 4: Crescimento Fotovoltaico no Mundo .....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produção/Participação Hidro .....	20
Tabela 2: Regiões do Brasil com seus Potenciais Instaláveis.....	23
Tabela 3: Matriz de capacidade instalada de geração de energia no Brasil ....	27

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

IEA – Agencia internacional de Energia

EPE – Empresa de pesquisa energética

EPIA- European Photovoltaic Industry Association (Associação Europeia das Industrias Foto Voltaicas)

## LISTA DE SÍMBOLOS

GW – Gigawatt

MW – Megawatt

M – Metros

TW – Terawatt

H – Hora

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
1.1	OBJETIVOS .....	12
1.2	Objetivos gerais.....	12
1.3	Objetivos específicos.....	12
1.4	Delimitação do estudo .....	12
1.5	Relevância do estudo .....	12
1.6	Metodologia.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.1	Importância da energia na indústria .....	14
2.1.1	Introdução.....	14
2.1.2	Custo da energia na produção .....	15
2.2	Energia no Brasil: Visão da matriz energética brasileira .....	16
2.2.1	Introdução.....	16
2.2.1	Matriz brasileira.....	16
2.3	Energias alternativas: Potencial no parâmetro Brasileiro e mundial.....	18
2.3.1	Hidroelétricas .....	18
2.3.2	Energia Eólica .....	21
2.3.3	Potencial da energia solar.....	23
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4	CONCLUSÕES.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

## 1 INTRODUÇÃO

Em um mundo de hoje a competitividade do mercado é muito grande, uma empresa compete com rivais de todo o mundo. Neste contexto o custo de venda de um produto se torna de extrema importância, quanto mais barato o produto for em relação a seus concorrentes, mais competitivo ele se torna.

A energia elétrica sendo uma grande influenciadora do custo de um produto, se torna muito importante. A busca por meios de energia mais eficientes e baratos começou no mundo todo, o Brasil sendo um grande país, e rico em diversos fatores que podem ser explorados para a produção de energia, possui enorme potencial para se tornar um exemplo em produção de energia elétrica do mundo.

As energias renováveis são meios de produção de energia que ganharam muita força nos últimos anos pelo mundo, elas atendem a especificações ambientais muito importantes e discutidas. Elas mostram que a médio e longo prazo, além de sua produção não afetar o meio ambiente, elas são muito eficazes. Países como Alemanha já possuem sua matriz energética quase que cem por cento baseadas em fontes renováveis. A Alemanha conseguiu de forma eficiente construir sua matriz energética em cima da energia solar, mesmo sendo um país com baixas incidências de raios solares.

Nosso país tem potencial, mas infelizmente não é explorado. Esse potencial poderia ser aproveitado em diversas industrias, vinculando a produção de energia alternativa aos seus meios de produção. Este trabalho tem como objetivo exemplificar uma forma de implementação de energia solar no processo produtivo. Mostrando de forma clara que além de simples, este é um processo barato para a empresa.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.2 Objetivos gerais**

Este trabalho visa entender e avaliar processos alternativos de produção de energia, mostrando seu possível uso na indústria nos dias de hoje.

### **1.3 Objetivos específicos**

Mostrar o potencial brasileiro e mundial na produção de energia renovável, verificar o crescimento e o investimento na área nos últimos anos no país e no mundo.

Através de pesquisa literária sobre diferentes formas de energia, verificar valores atuais de produção energética desses meios.

### **1.4 Delimitação do estudo**

Apesar deste trabalho abordar mais de um tipo de produção alternativa de energia, ele foi focado em apresentar dados mundiais e nacionais das energias hídricas, eólicas e solar.

### **1.5 Relevância do estudo**

Desde a descoberta dos geradores a energia elétrica impactou toda a humanidade com sua importância. Quanto mais importante ela foi se tornando, mais desafios surgiam. Hoje estamos em um mundo onde a produção de energia para suprir a sociedade deve aumentar, em contraponto a diversas discussões e medidas ambientais que buscam a preservação do planeta, que já demonstra os efeitos de séculos de exploração e desenvolvimentos descontrolados.

A produção de energia alternativa cresce todos os dias neste cenário, chegando como uma grande resposta a esse problema. O Brasil possui em um cenário energético mundial um grande potencial a ser explorado. A incidência de raios solares no Brasil é muito alta, tornando nosso país como um dos possíveis

grandes produtores de energia fotovoltaica. Esse potencial é tão grande que indústrias e residências podem aproveitar dessa forma de geração de energia. O Nordeste entre outras regiões já mostra bons valores de produção eólica, mostrando a força dos ventos do país. Fora o potencial já explorado de nossas hidroelétricas que já fornecem boa parte da energia utilizada do país.

## 1.6 Metodologia

A pesquisa foi realizada utilizando o método quantitativo e qualitativo, baseando suas conclusões nos dados coletados de diferentes fontes e órgãos. O estudo ocorreu através de:

- A) Pesquisa Bibliográfica: Obtenção de dados de diferentes anos, analisando conceitos como “Números de produção de energia”, “Percentual produtivo de cada meio de energia”, “Expectativa de expansão da matriz energética” e “Crescimento da participação de produção renovável”. Tendo como principal fonte de dados os relatórios publicados anualmente pelo EPE (Empresa de Pesquisa Energética).
- B) Pesquisa Documental: Análise de notícias do setor jornalístico e matérias publicadas pelo governo brasileiro, abordando temas como “Custo produtivo”, “Energias Renováveis” e “Potencial de crescimento do país”. As principais fontes usadas foram Uol, Estadão e sites governamentais.

O primeiro capítulo da revisão bibliográfica tem como objetivo mostrar o papel e importância que a energia tem na indústria, mostrando alguns exemplos do custo da energia no processo produtivo. O segundo capítulo visa compreender como a energia no Brasil é produzida, mostrando os pontos fortes e fracos de sua matriz energética. O terceiro capítulo aborda as principais formas de energia renováveis, demonstrando de forma resumida um parâmetro mundial e brasileiro de expectativas de uso e crescimento das fontes renováveis.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Importância da energia na indústria**

#### **2.1.1 Introdução**

Segundo Alves(2018), a energia elétrica foi descoberta pelo filosofo grego Tales de Mileto, e desde a sua descoberta muitos anos se passaram até a humanidade conseguir entender e criar formas de utilização dela. Em 1831, Michael Faraday cria um sistema de indução magnética capaz de gerar correntes elétricas, esse instrumento foi nomeado de gerador.

Os geradores foram aperfeiçoados até se tornarem as principais fontes de suprimento de energia. Em 1886 junto as cataratas do Niágara foram instaladas a primeira hidroelétrica da história. Após isso ainda se houve muito desenvolvimento na parte de produção de energia, novas formas de produção foram criadas como as usinas termoelétricas, as nucleares, chegando até os dias de hoje com as usinas eólicas e as fotovoltaicas.

No final do século XIX segundo Gonçalves (2018), na revolução industrial a energia elétrica já se mostrou uma nova forma eficiente de diminuição de custos de produção. No meio de um fervor evolutivo das empresas a energia elétrica mostrou que era um tipo de energia que podia ser transmitida em longas distancias e que geraria um custo bem menor que o vapor. Em 1879 com a criação das lâmpadas incandescentes, se estabeleceu um importante marco nos sistemas de iluminação, tanto das grandes cidades, como nas industrias da época.

A história mostra a importância da energia elétrica a cada período que se passa, a humanidade ainda busca formas mais eficientes de sua produção, e no meio de grandes discussões ambientais, novos problemas surgem para ser resolvidos.

### **2.1.2 Custo da energia na produção**

Hoje em dia existem processos produtivos que utilizam a energia de forma ostensiva. Esse uso gera um custo muito grande para a indústria que é repassado aos seus produtos. Segundo Tonim (2009), este custo pode ser baixo, sendo de 0,3% a 0,5% do valor final do produto, como pode atingir valores acima de 40% do valor do produto, segundo Farfan (2009), para estes casos temos as indústrias eletro intensivas, podemos citar como exemplo dessas indústrias as fábricas de produção de alumínio, siderúrgicas, ferroligas, celulose e petroquímicas.

Com valores tão altos da energia no custo final do produtivo, a situação do mercado de energia do país se torna de extrema importância. No Brasil segundo Pereira (2017), desde 2013 o preço da energia do país aumentou em 80% até o final de 2017. Ainda segundo ele, países como Estados Unidos tem o preço de sua energia com impostos já somados no valor de US\$69 o megawatt/hora, no México US\$82 e Canadá US\$78. No Brasil esse valor sem impostos já é muito maior que desses países atingindo US\$124, e se adicionarmos os valores exorbitantes da nossa carga tributária, esse valor atinge US\$164.

Um aumento tão grande em pouco tempo do custo da energia não só tira a competitividade de empresas em solo brasileiro, como força a migração de empresas para outros países. O setor de alumínio é um grande exemplo de como o alto valor da energia forçou o fechamento de empresas desse setor, Pereira (2017) diz que em 2001, o preço da energia no produto final destas empresas representava 26,7% do custo do produto, em 2016 esse valor já chegou a 70%.

## **2.2 Energia no Brasil: Visão da matriz energética brasileira**

### **2.2.1 Introdução**

A produção de energia de um país além de ser importante para seu desenvolvimento é essencial como demonstrativo de qualidade e crescimento desse país. Países que apresentam os maiores números de renda per capita da sua população, geralmente são os que dispõem do maior poder de consumo energético.

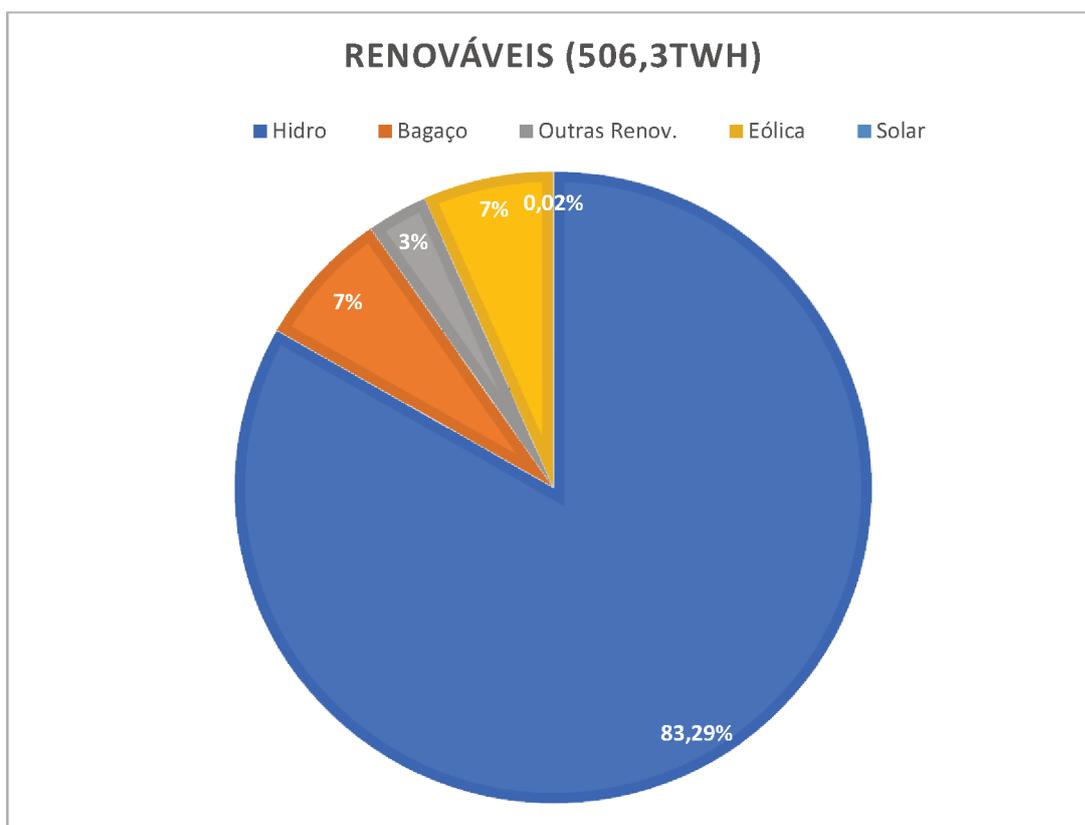
É de extrema importância que quanto mais um país cresça e aumente sua produção na indústria, sua produção energética cresça junto para atender esse crescimento. Em relatório oficial publicado pelo Ministério de Minas e Energia (2017) no ano de 2016 a produção energética do país caiu 3,8%, acompanhando o PIB, que teve 3,6% de queda, mostrando como estão interligados crescimento e produção energética do país.

### **2.2.1 Matriz brasileira**

O Brasil é destaque no contexto mundial na produção de energia renovável (energias que não agredem o meio ambiente em seus processos produtivos), e isso é muito importante. Com grandes problemas ambientais sendo cada vez mais fortes e impactantes no mundo, políticas ambientais são discutidas e adotadas por todo o mundo.

Segundo notícia publicada no site do governo federal a agência Internacional de Energia (IEA) (2018) diz que o Brasil é o terceiro maior gerador de energia renovável do mundo, e o terceiro maior produtor de energia hídrica do mundo. Como mostra a figura 1 de 2016 publicado pelo ministério de minas e energia, 81,7% da produção nacional de energia é renovável, desse valor, 83,3% vem de hidroelétricas.

Figura 1: Oferta de energia renováveis no Brasil em 2016



Fonte: Autor, adaptado ministério de minas e energia

Ter uma grande parcela da produção elétrica do país focada em apenas um meio produtivo pode ser um grande problema. Em 2001 segundo Luiza (2016) em reportagem a revista superinteressante, o Brasil sofreu a pior crise energética de sua história, tendo uma falta de investimento no setor e somado a estiagem prolongada (tempo de seca no país), o país sofreu com apagões e falta de energia em todos seus setores por falta de água para mover as usinas.

Diversificar os meios de produção de energia do país é algo que vem acontecendo aos poucos para que problemas como o de 2001 não ocorram novamente. Nos últimos anos, se compararmos relatórios publicados pelo governo, 2011 comparado com 2016 já se tem uma mudança na matriz brasileira. Em 2011 a energia eólica teve participação de 0,5% em relação a toda produção nacional, em 2016 esse valor já alcançava 5,4%. Nesse meio tempo a

energia hídrica foi de 75,4% em 2011, para 68,1% em 2016, mostrando que o governo tem investido em diversificar sua matriz.

## **2.3 Energias alternativas: Potencial no parâmetro Brasileiro e mundial**

### **2.3.1 Hidroelétricas**

As hidroelétricas são atualmente os principais fornecedores de energia do país, mesmo nos últimos anos, onde seu percentual de participação da produção nacional tenha caído, elas ainda se mostram muito importantes para o país. O Brasil dispõe de uma geografia privilegiada para implementações deste tipo de usinas.

Entre as principais usinas hidroelétricas do país temos:

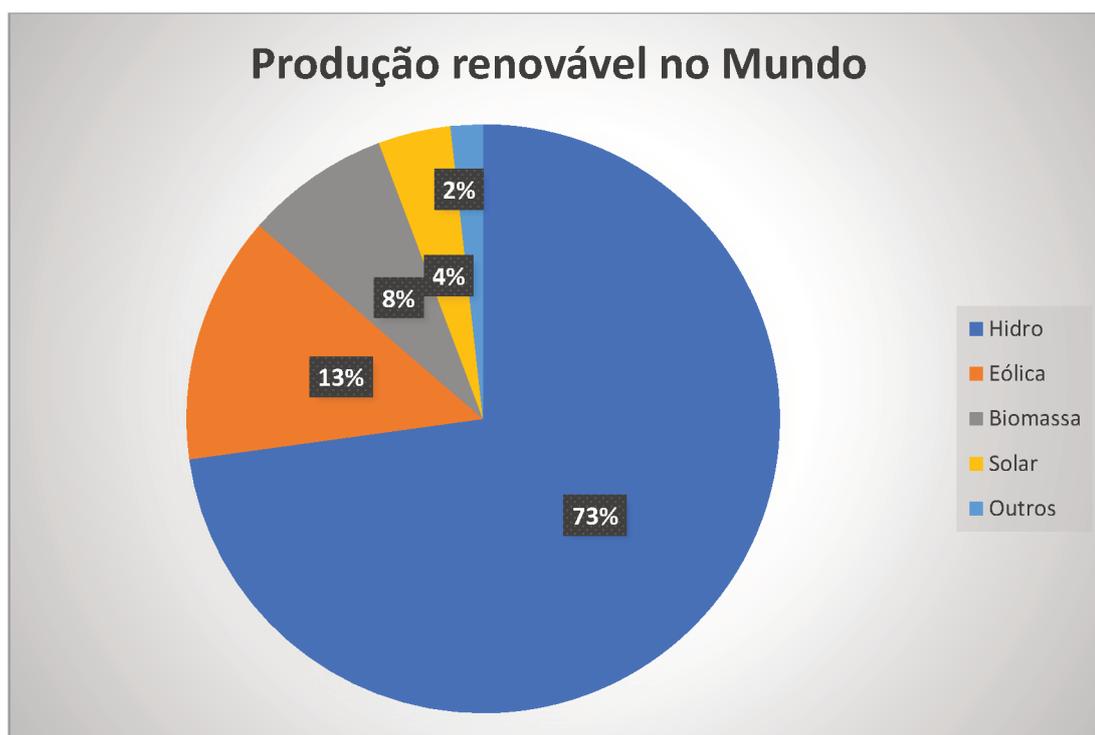
- a) Itaipu, no rio Paraná: capacidade de 14000MW:
- b) Tucuruí, no rio Tocantins: capacidade de 8370MW:
- c) Ilha Solteira, no rio Paraná: capacidade de 3444MW:
- d) Xingó, no rio São Francisco: capacidade de 3162MW.

Usinas hidroelétricas também são capazes de fornecer diversos serviços auxiliares, segundo o EPE (Empresa de pesquisa energética) (2016), um órgão do governo brasileiro em relatório diz que as usinas hidroelétricas têm um importante papel no controle tensão e frequência das redes de distribuição do Brasil, garantindo qualidade no padrão desejado da energia. Os reservatórios das usinas também possuem um papel fora da zona elétrica, atuando no controle de enchentes, irrigação de plantações, uso industrial, serviços de navegação e suprimento humano.

Apesar de suas vantagens as hidroelétricas enfrentam dificuldades nos dias de hoje, segundo EPE (2014), os impactos socioambientais causados geralmente pelas áreas alagadas necessárias para sua construção, somados ao custo e planejamento elevados, inviabilizam sua construção. Ainda como um agravante do problema, normalmente tem-se as hidroelétricas construídas longe dos centros urbanos, sendo necessário um grande investimento nas linhas de transmissão da energia.

As hidroelétricas possuem um importante papel não só no Brasil como no mundo, como mostra a figura 2 em 2014 cerca de 16,6% da produção mundial de eletricidade vem de fontes hídricas, atingindo o valor de 3900TWh produzidos. Elas também representam aproximadamente 73% da energia renovável produzida, conforme mostra a imagem abaixo.

Figura 2: *Produção Energia Renovável no mundo*



Fonte: Autor, adaptado relatório EPE 2014

De 2009 a 2014 houve grande desenvolvimento na produção hidroelétrica, com grande destaque para a China, que nesse período passou sua produção de 350TWh em 2009 para 1042TWh em 2014. Essa expansão se deve a disponibilidade de recursos hídricos que ainda não tinham sido explorados.

A tabela 1 mostra os maiores produtores de energia hídrica do mundo em 2013, apresentando valores reais produzidos em TWh e a participação hídrica no percentual total produzido do país. Ela mostra que a China mesmo sendo a maior produtora mundial hídrica, esse valor representa apenas 17% de toda sua produção, enquanto que o Paraguai possui 100% de sua matriz energética hídrica.

*Tabela 1: Produção/Participação Hidro*

País	Produção Hidro (TWh)	Participação Hidro (%)
China	900	17
Canada	388	61
Brasil	387	72
Estados Unidos	269	7
Rússia	179	18
Índia	133	12
Noruega	127	96
Venezuela	83	69
Japão	77	8
França	70	13
Suécia	61	41
Paraguai	60	100
Turquia	59	26
Vietnã	57	47
Itália	52	19

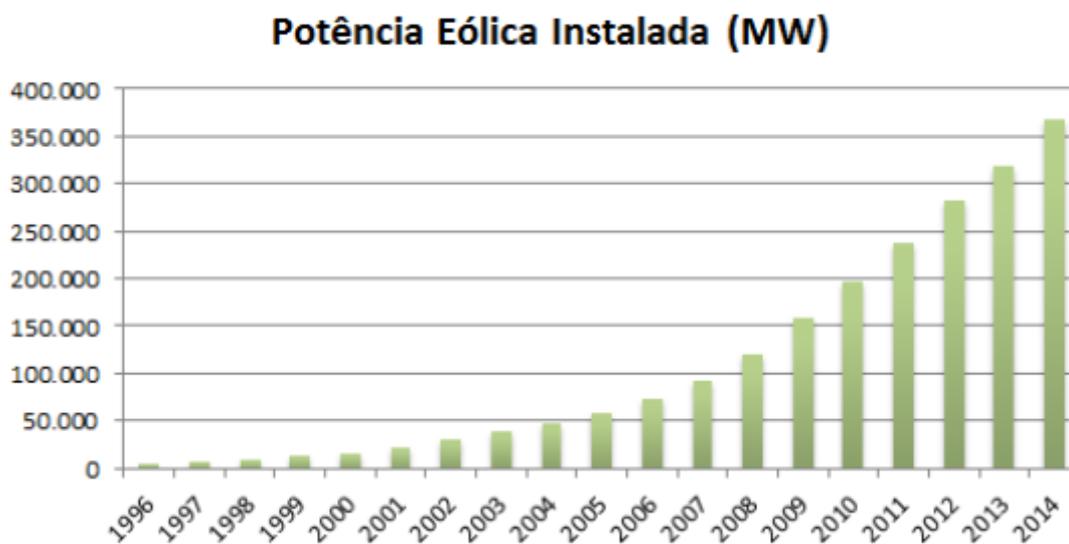
Fonte: Autor, Adaptado Relatório de energias renováveis EPE (2016)

### 2.3.2 Energia Eólica

Segundo EPE (2016) o uso da força dos ventos para a geração de eletricidade é algo recente, começou-se a utilizar a energia eólica primeiramente na Dinamarca e nos Estados Unidos no final do século XIX através dos aerogeradores. Com a crise do petróleo de 1973, onde a maior parte da energia elétrica era produzida com esse recurso, os Estados Unidos começaram a investir em formas alternativas de energia, e a energia eólica foi uma delas. Em 2000 a energia eólica já se espalhava no mundo todo, chegando em 2010 com números relevantes de participação na área de produção de energia.

Como podemos ver na figura 3, o aumento da produção de energia eólica nos últimos tempos é exponencial.

Figura 3: Potência Eólica instalada Mundial



Fonte: Relatório de energias renováveis EPE (2016)

Mesmo com números de participação da produção total de energia sendo considerados baixos (3%), em determinados países a taxa de participação dela é bem significativa, podemos destacar a Dinamarca, que em 2014 teve 39% da sua energia gerada vindo de fontes eólicas.

Dados do EPE (2014) mostram que em 2014 84% da produção eólica do mundo se encontravam localizadas em apenas dez países, com destaque para

a China 31%, Estados Unidos 18% e Alemanha 10%. O Brasil ocupa a décima posição da lista com 1,6%.

O Brasil começou a ter contato com energia eólica a partir de 1992, em uma parceria feita entre o grupo da Energia Eólica da Universidade de Pernambuco (UFPE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), que foram financiadas pelo instituto de pesquisas dinamarquês Folkcenter, colocando o primeiro aerogerador a funcionar no país.

Os primeiros incentivos vindo do governo começam a aparecer em 2001, com o programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) que não obteve sucesso. Depois disso muitos outros incentivos foram feitos para a área, como o programa de incentivo as fontes alternativas de energia elétrica (PROINFA), que tinha como objetivo:

“[...] promover a segurança no abastecimento, a valorização das características e potencialidades regionais e locais, além da criação de empregos, capacitação e formação de mão de obra e redução de emissão de gases de efeito estufa” (EPE, 2016, pg.241).

Entre 2009 e 2015, 14626MW foram contratados, confirmando o sucesso da energia eólica no país. Boa parte desse sucesso se deve a competitividade da fonte eólica que possui um relativo baixo custo nos leilões, e a capacidade de produção de determinadas regiões do país possui. Podemos destacar a zona litorânea Norte-Nordeste, que possui uma faixa costeira de cerca de 100Km, que já possui bons números de produção, segundo Barifouse e Scheider em 2015 a região Nordeste já produzia 85% de toda a energia eólica do país.

Um grande desenvolvimento tecnológico também impulsionou os aerogeradores do Brasil. Segundo EPE (2016) as torres passaram de 50m para até 120m de altura nos últimos anos, o que permitiu aproveitar ventos mais velozes aumentando a produção. Só nesse período a potência das máquinas geradoras também triplicou, reduzindo em 45% o custo de produção de energia.

A tabela 2 a seguir, mostra o potencial eólico do Brasil com dados coletados de diferentes atlas de cada região, importante ressaltar os diferentes anos de publicação de cada atlas, que pode influenciar os dados coletados.

Tabela 2: Regiões do Brasil com seus Potenciais Instaláveis

<b>Altura</b>	75m (*80m, **70m)		100m		150m	
<b>Estados Potencial</b>	Potência Instalável (MW)	Energia Anual (GWh)	Potência Instalável (MW)	Energia Anual (GWh)	Potência Instalável (MW)	Energia Anual (GWh)
Alagoas	336	822	649	1340	n.d.	n.d.
Bahia	38600*	150400*	70100	273500	195200	766500
Ceara	24900**	51900**	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Espirito Santo	448	1073	1143	2397	n.d.	n.d.
Minas Gerais	24742	57812	39043	92076	n.d.	n.d.
Paraná	1363	3756	3375	9386	n.d.	n.d.
Rio de Janeiro	1524	4835	2813	8872	n.d.	n.d.
Rio Grande do Norte	19431	55901	27080	69293	n.d.	n.d.
Rio Grande do Sul	n.d.	n.d.	102800	382000	245300	911000
São Paulo	15	48	564	1753	n.d.	n.d.
<b>Total dos Atlas</b>	<b>111023</b>	<b>325725</b>	<b>246918</b>	<b>839277</b>	<b>440500</b>	<b>1677500</b>

Fonte: Autor, adaptado Relatório de energias renováveis EPE (2016)

### 2.3.3 Potencial da energia solar

Existem duas formas de aproveitamento da energia solar segundo EPE (2016), uma é a fotovoltaica, que converte a luz do Sol em energia elétrica, e a hipotérmica, que é uma forma de energia termoelétrica, na qual um fluido é aquecido pela energia solar para produzir vapor.

A energia solar representa apenas uma pequena parcela da matriz energética global, mas seus grandes destaques vem sendo sua rápida expansão e uma perspectiva positiva. Com uma grande expansão, diminuição de custos e com um imenso potencial de aproveitamento, fez com que ela se tornasse um destaque no mundo.

Dentre os dois tipos de energia solar a que mais vem se destacando é a fotovoltaica, que representa 98% da capacidade instalada entre os dois tipos em 2014 segundo EPE (2014, pg.310 apud REN21, 2015). O modo de produção

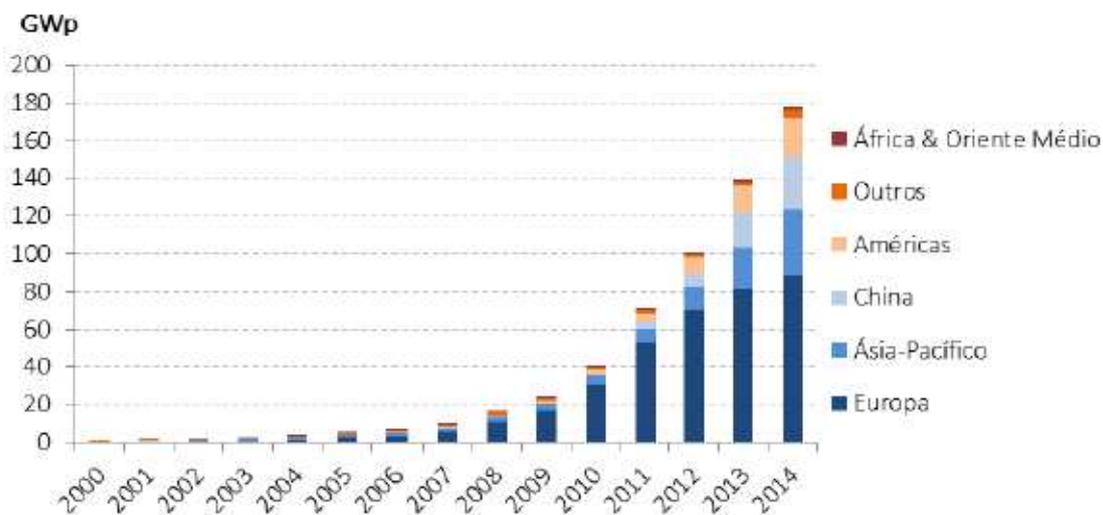
fotovoltaico começou a ser usado em 1970 em aplicações espaciais. Logo depois com a crise do petróleo, ela começa a se viabilizar economicamente em algumas áreas terrestres isoladas utilizando em conjunto com baterias. Em 1990 com estímulos de geração fotovoltaico lançado em alguns países, ela tem seus custos reduzidos, tornando-se uma alternativa viável para a produção de energia.

O Brasil tem uma posição privilegiada para a produção fotovoltaica, segundo EPE (2016), nosso país tem uma incidência dos raios solares mais vertical, o que é favorável para a produção de energia, somado a proximidade com a linha do equador, faz com que se tenha pouca variação de incidência solar durante o ano, tornando possível produzir bem, mesmo em estações desfavoráveis como o inverno.

Nossa pesquisa na área começa em 1950, com a busca do desenvolvimento das células de silício cristalino. Isso se intensificou a partir da década de 1970, com surgimentos de grupos de pesquisa e laboratórios da área. No final do século passado já se começou pequenos investimentos em programas de eletrificação rural, que utilizavam tecnologia fotovoltaica. Mas somente nos dias de hoje é que ela começa a ter abrangência nacional, com o uso de leilões específicos da área e a nova regulamentação da geração distribuída da rede.

Mesmo com apenas 1% da participação de energia elétrica produzida pelo mundo em 2014 (EPE, apud SOLARPOWER, 2015), ela se destacou pelo crescimento substantivo dos últimos anos, que pode ser observado na figura 4, a energia fotovoltaica foi de 3,7GWp em 2004 para 177GWp em 2014, com um crescimento anual de 47%. Esse aumento também se reflete nos investimentos, em 2014, estima-se que foram investidos 150 bilhões de dólares em energia solar, esse valor representa 55% do dinheiro investido em fontes renováveis no mesmo ano.

Figura 4: Crescimento Fotovoltaico no Mundo



Fonte: EPIA, 2014; IEA PVPS, 2015

A hipotérmica por ser dependente de aplicações de grande escala teve dificuldades na sua determinação, atualmente seu mercado é bem menor que o da fotovoltaica segundo EPE(2014), em 2014 ela produziu apenas 4,4GW.

No Brasil a expansão da energia solar teve um grande salto, em dados publicados no relatório mensal de Junho de 2018 do Ministério de Minas e Energia, se compararmos os números de Junho de 2017 com Junho de 2018 se teve um aumento de 577% nos números produzidos, mas não podemos esquecer que boa parte desse aumento tão expressivo se deve ao fato dos números de produção solar serem muito baixos nos anos anteriores. Com todo esse aumento a energia solar representa apenas 1% ainda da matriz energética brasileira.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho foi feito através de pesquisa bibliográfica e documental com o intuito de se encontrar dados, que ajudem empresas a escolher meios de produção de energia alternativa para suprir ou ajudar seus processos produtivos, seja diminuindo seus custos de produção, aproveitando o próprio espaço que a empresa possui, ter uma maior independência energética ou até mesmo criando um exemplo de empenho com o meio ambiente.

Com o objetivo de adquirir conhecimento da área industrial foi feita pesquisa bibliográfica, focando-se na importância do custo elétrico na produção industrial. Foi verificado o grande aumento do custo de se produzir no Brasil influenciado pelo aumento do valor da energia no país.

Logo após a pesquisa aborda a matriz de produção elétrica brasileira, tentando entender os fatores que levaram ao aumento constante verificado de energia no país. Foi encontrado que em 2011, 75,4% de toda produção de energia brasileira originava-se apenas de uma fonte, que era o setor hídrico. Essa dependência de apenas um setor já mostrou grandes problemas para o país, como o que ocorreu em 2001 que gerou racionamento e grandes apagões de energia em todo o Brasil.

No próximo capítulo é feito um estudo de 3 meios produtivos de energia alternativa, com a finalidade de se avaliar suas principais vantagens e desvantagens na produção. Verificou-se também como estas energias estão se desenvolvendo no Brasil e no mundo, qual a importância que elas possuem e qual seria sua possível expansão ao longo dos anos.

Tabela 3: Matriz de capacidade instalada de geração de energia no Brasil

FONTE	JUNHO/17	JUNHO/18			EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA JUN/2017 JUN/2018
	CAPACIDADE INSTALADA [MW]	Nº DE USINAS	CAPACIDADE INSTALADA [MW]	%CAPACIDADE INSTALADA	
Hidráulica	98.778	1.407	102.228	63.3%	3.5%
Térmica	43.253	3.149	43.620	27,20%	0,80%
Eólica	10.712	585	12.931	8,10%	20,70%
Solar	237	33.369	1.602	1,00%	577%

Fonte: Autor, adaptado boletim mensal de monitoramento do sistema elétrico brasileiro

Todos os dados e fatos reunidos nos ajudam a entender e tentar determinar quais as melhores formas de agir a fim de melhorar e expandir o setor energético brasileiro de forma consciente para que crises de falta de energia não ocorram no futuro.

Com relação a cada meio produtivo abordado no trabalho conseguimos chegar a algumas considerações:

- Hídrico: Meio de produção de energia alternativa que possui maior participação e importância no mundo atualmente. Por mais que ainda se encontre em expansão, de forma geral, vem perdendo espaço para outros meios produtivos como a eólica e solar. Tem como principais pontos negativos a dependência do volume hídrico da região e a quantidade de chuvas. Por precisar de uma grande estrutura e estudos ambientais na região de sua implantação, nos dias de hoje vem encontrando barreiras sociais e ambientais na sua construção. Tem como principal vantagem o grande valor energético produzido em suas usinas.

- Eólico: No Brasil vem encontrando grande aceitação e bons números de produção, já é de grande importância em determinados países do mundo como China e EUA. No Brasil segundo Luna, a região nordeste tem cerca de 80% da sua energia produzida através das forças dos ventos. Tem como principais desvantagens a dependência de fortes ventos na área de sua implementação o que acarreta a dependência de áreas planas, que possuem normalmente mais ventos.

- Solar: Energia que mais cresce em porcentagem no Brasil. Tem a desvantagem de depender da concentração de raios solares na região de implementação.

Seus painéis fotovoltaicos não possuem uma duração muito prolongada, cerca de 15 anos apenas. Possui como vantagem a fácil implementação e a possibilidade de se fazer mini usinas em praticamente qualquer local aberto ou telhado, sendo possível seu uso em residências e qualquer tipo de indústria.

## 4 CONCLUSÕES

O intuito desde trabalho foi compilar de forma geral dados que demonstram os pontos fortes e fracos das matrizes energéticas estudadas, visando obter o conhecimento necessário para poder avaliar em situações diversas qual a melhor forma de produção pode ser escolhida para se produzir energia elétrica.

Observamos o grande avanço da energia eólica e solar, podendo sua aplicação ser feita de forma simples e eficiente nos dias de hoje, seja por indústrias de pequeno ou grande porte sua aplicação já é possível. Já o uso dos recursos hídricos implica em projetos que muitas vezes por seu valor elevado e complexidade só possam ser aproveitados pelo próprio governo.

Na busca por um maior entendimento e aprofundamento do assunto verificar e analisar o custo de produção de energia de cada meio citado é de grande importância, podendo enriquecer o tema e ajudar na avaliação do meio a ser escolhido.

## REFERÊNCIAS

Alves dos Anjos, Talita. **A história da eletricidade**. Disponível em: <  
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/a-historia-eletricidade.htm>>.

Acesso em: 25 de mar. de 2018.

Antunes, Luiza. Os 10 maiores períodos de seca no Brasil. Disponível em:  
 <<https://www.google.com.br/amp/s/super.abril.com.br/blog/superlistas/os-10-maiores-periodos-de-seca-no-brasil/amp/>>. Acesso em: 28 de mar. de 2018.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha energética Brasileira exercício de 2016**. Disponível em: <  
<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02?version=1.0>>.

Acesso em: 3 de abr. de 2018.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de planejamento e Desenvolvimento Energético. **Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico -Junho- 2018**. Disponível em: <  
[http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/boletinsdeenergia?p\\_p\\_id=20&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&\\_20\\_struts\\_action=%2Fdocument\\_library%2Fview\\_file\\_entry&\\_20](http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/boletinsdeenergia?p_p_id=20&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fview_file_entry&_20)>. Acesso em: 18 de ago. de 2018.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de planejamento e Desenvolvimento Energético. **Resenha energética Brasileira exercício de 2011**. Disponível em: <  
[http://www.mme.gov.br/documents/10584/3597100/1+-+Resenha+Energetica+Brasileira+2012+-+Ano+Base+2011+\(PDF\)](http://www.mme.gov.br/documents/10584/3597100/1+-+Resenha+Energetica+Brasileira+2012+-+Ano+Base+2011+(PDF))>.

Acesso em: 3 de abr. de 2018.

Brasil. Meio Ambiente. **Brasil renovável: País e destaque mundial em energia limpa.** Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2018/03/brasil-renovavel-pais-e-destaque-mundial-em-energia-limpa>>. Acesso em: 3 de abr. de 2018.

Brasil. Empresa de Pesquisa energética. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** Disponível em: < <http://antigo.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>>. Acesso em: 9 de abr. de 2018.

EPIA. **Global Market Outlook for photovoltaics 2014 - 2018**, 2014.

F. Alves Pena, Rodolfo. **Fontes de energia do Brasil.** Disponível em: < <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/fontes-energia-brasil.htm>>. Acesso em: 9 de abr. de 2018.

Gonçalves Sousa, Reiner. **Segunda revolução industrial.** Disponível em: <https://m.brasilecola.uol.com.br/amp/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>. Acesso em: 25 de mar. de 2018.

Luna, Deise. **Geração de energia eólica bate recorde no Nordeste.** Disponível em: < <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,geracao-de-energia-eolica-bate-novo-recorde-no-nordeste,70002368146>>. Acesso em: 26 de ago. de 2018.

Pereira, Renée. **Indústria perde competitividade com o aumento da tarifa de energia.** Disponível em: < <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,industria-perde-competitividade-com-aumento-da-tarifa-de-energia,70002105633.amp>>. Acesso em: 3 de abr. de 2018.

Tonim, Gilberto. **A gestão de energia elétrica na indústria- seu suprimento e uso eficiente.** 2009. 112 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia (Sistemas de Potência) - Escola politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. [Orientador: Prof. Dr. Luiz Natal Rossi]. Disponível em: < [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09042010-155930/publico/Dissertacao\\_Gilberto\\_Tonim.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09042010-155930/publico/Dissertacao_Gilberto_Tonim.pdf)>. Acesso em: 28 de mar. de 2018.

Von Farfan, Erick. **Eletro intensivos gastam 30% da energia do país.** Disponível em: < [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09042010-155930/publico/Dissertacao\\_Gilberto\\_Tonim.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09042010-155930/publico/Dissertacao_Gilberto_Tonim.pdf)>. Acesso em: 28 de mar. de 2018.