

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**ESCOLA DE ARQUITETURA**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE**  
**CONSTRUÍDO**

**ANDRÉ MARQUES DE MELLO CAMPOS**

**INTRODUÇÃO À GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL**

BELO HORIZONTE

2018

ANDRÉ MARQUES DE MELLO CAMPOS

## **INTRODUÇÃO À GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. José Rubens Gonçalves de Souza.

BELO HORIZONTE

ESCOLA DE ARQUITETURA DA UFMG

2018

### FICHA CATALOGRÁFICA

C198i

Campos, André Marques de Mello.  
Introdução à geração distribuída no Brasil [manuscrito] / André Marques de Mello Campos. - 2019.  
35 f. : il.

Orientador: José Rubens Gonçalves de Souza.

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Energia elétrica - Produção. 2. Geração distribuída de energia elétrica. 3. Sustentabilidade. 4. Energia - Fontes alternativas. 5. Recursos naturais renováveis. I. Souza, José Rubens Gonçalves. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 621.3

## RESUMO

Esta monografia tem o objetivo de apresentar um histórico da Geração Distribuída de Energia Elétrica no Brasil, o estado da arte das políticas de regulação e as tecnologias de produção mais comuns utilizadas atualmente. O trabalho não tem como intenção esgotar a bibliografia disponível sobre o tema, abordando apenas a regulamentação da modalidade de micro e minigeração distribuída, ocorridas nas últimas duas décadas. O estudo se inicia com o começo da produção de energia elétrica no Brasil, sintetizando os principais marcos legais da época e as condicionantes para concepção e desenvolvimento do que viria a ser o sistema integrado de produção e distribuição de energia elétrica no país. São abordados também, de maneira sucinta, conceitos relacionados à energia, principalmente energia elétrica, de forma a preparar o leitor para a seção seguinte onde é resumida a política energética brasileira, da década de 1970 até 2030. São ressaltados os principais acontecimentos dos últimos quarenta anos e o planejamento governamental para a composição da Matriz Energética até 2030. A seguir a Geração Distribuída de Energia Elétrica é conceituada e suas regulamentações analisadas de maneira a explicar como funcionam os sistemas de compensação de crédito, *net metering*, utilizados atualmente. Em seguida são expostas as principais tecnologias utilizadas atualmente para a produção de eletricidade nas modalidades de Micro e Minigeração. Por fim conclui-se que ainda há muito a ser desenvolvido em termos tecnológicos e legais, quanto a regulamentação, desenvolvimento e implantação dessas tecnologias no país.

Palavras-chave: Geração Distribuída, Energia Elétrica, Mini e Microgeração, Resolução N° 482/2012 ANEEL, Net Metering.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	OBJETIVOS	3
<b>2</b>	<b>ENERGIA NO BRASIL</b>	<b>4</b>
2.1	MATRIZ ENERGÉTICA E MATRIZ ELÉTRICA	6
2.2	FONTES RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS	8
<b>3</b>	<b>POLÍTICA ENERGÉTICA BRASILEIRA: DE 1970 A 2030</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>MODALIDADES DE GERAÇÃO</b>	<b>21</b>
5.1	GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA	21
5.2	GERAÇÃO HIDRÁULICA	23
5.3	GERAÇÃO EÓLICA	28
5.4	A GERAÇÃO POR BIOMASSA	30
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>34</b>

## LISTA DE FIGURAS

1 - Composição da Matriz Elétrica do Brasil em 2017 .....	7
2 - Composição da Matriz Energética do Brasil em 1970 .....	10
3 - Composição da Matriz Energética do Brasil em 2000 .....	11
4 - Mudança na composição da Matriz Energética do Brasil entre 1970 e 2004 .....	12
5 - Composição da Matriz Energética do Brasil em 2017 .....	13
6 - Fontes renováveis e não renováveis da Matriz Energética do Brasil em 2017 .....	14
7 - Composição da fonte “lixívia e outras renováveis” da Matriz Energética do Brasil em 2017 .....	14
8 - Fontes renováveis e não renováveis da Matriz Elétrica do Brasil em 2016 e 2017 .....	15
9 - Projeção da composição da Matriz Energética do Brasil para 2030 .....	16
10 - Geração fotovoltaica e modalidades de consumo .....	18
11 - Participação das fontes na geração distribuída no Brasil em 2016 e 2017.	20
12 - Funcionamento de uma célula fotovoltaica .....	21
13 - Partes de um painel fotovoltaico .....	22
14 - Funcionamento de uma usina hidrelétrica .....	23

<b>15 - Turbinas Pelton, Francis e Kaplan .....</b>	<b>24</b>
<b>16 - Represa com turbina de bulbo .....</b>	<b>25</b>
<b>17 - Rotor de uma turbina Francis .....</b>	<b>25</b>
<b>18 - Turbina Francis com canal de voluta .....</b>	<b>26</b>
<b>19 - Corte esquemático em uma turbina Kaplan .....</b>	<b>26</b>
<b>20 - Turbina Pelton .....</b>	<b>27</b>
<b>21 - Funcionamento de um aerogerador .....</b>	<b>28</b>
<b>22 - Fluxo de potência eólica anual .....</b>	<b>29</b>
<b>23 - Diagrama do ciclo da cana-de-açúcar .....</b>	<b>31</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A utilização de eletricidade no Brasil começou com as primeiras indústrias no século XIX (SROUR, 2005, p. 13), a iluminação e os motores elétricos foram os primeiros geradores de demanda. As indústrias, ao se instalarem nos lugares, costumavam construir além de suas unidades fabris pequenas centrais geradoras, hidráulicas ou térmicas, para atender à demanda criada por sua própria produção (SILVESTRE, 2008). Ao longo do séc. XX o setor industrial do país cresceu, em especial na segunda metade, crescendo também a demanda por eletricidade (BRASIL, 2005, p. 99).

Um marco importante no desenvolvimento do sistema elétrico ocorreu durante o segundo governo de Getúlio Vargas (1951-1954), com as políticas voltadas para o desenvolvimento industrial e sua consequente demanda elétrica, aliada à necessidade de se controlar assuntos de interesse nacional<sup>1</sup>, resultou numa política de produção e gestão de energia elétrica centralizada pelo governo federal, viabilizada através de grandes usinas hidrelétricas, idealizadas entre 1951 a 1956 (BRASIL, 2005, p. 99). Juntamente com a centralização, houve também a criação de uma rede de distribuição atendendo quase todo o Brasil, assim a produção de energia era maciçamente injetada em alguns pontos e podia ser consumida em diversos outros. Com o crescimento das cidades, na segunda metade do século, devido à mecanização do campo e a demanda de trabalhadores na indústria, o país deixou de ter um perfil rural. A segurança no fornecimento de energia fez então com que a indústria e esta nova população urbana do país passassem a utilizar mais a eletricidade em detrimento de outras fontes como carvão e lenha para a obtenção de energia (LIMA et al., 2014, p. 8 - 11).

A mudança no perfil de consumo de energia do Brasil não se deu apenas por fatores de demanda interna, há também influências do cenário internacional como as crises do petróleo<sup>2</sup> da década de 1970 (LIMA et al., 2014, p. 11). Estas em especial viabilizaram

---

<sup>1</sup> Como abordado por Silvestre (2008), desde o código das águas de 1934 já havia interesse por parte do governo federal em regulamentar o uso de potenciais hídricos, como rios caudalosos e quedas d'água em propriedades privadas. Estes passam então a serem vistos como bens imóveis distintos do solo, e sua exploração para fins industriais e de geração de energia passou a acontecer através de concessões de lavras.

<sup>2</sup> Primeira crise do petróleo em 1973, caracterizado pelo aumento abrupto do preço do barril de petróleo, causando crise fiscal e de abastecimento em diversos países do mundo. Segunda crise do petróleo em 1979 também caracterizada pelo aumento abrupto do preço do barril de petróleo.

o fomento para o aperfeiçoamento tecnológico da exploração de outras fontes de energia. Uma delas, já conhecida por seu potencial da biomassa, era a cana de açúcar. Logo a produção de motores para automóveis movidos a álcool também comporiam uma parte considerável da demanda do país (CARVALHO, 2014, p. 34-36). A crise de 1973 mostra a volubilidade de mercados de combustíveis fósseis e acidentes entre 1960 e 1990 em usinas expuseram o dano potencial da energia nuclear<sup>3</sup>. Ao mesmo tempo viu-se surgir na comunidade internacional um movimento de procura por educação e medidas para o consumo mais consciente de energia e fontes renováveis e de menor impacto ambiental para sua produção.

Na última década do século XX, as fontes renováveis de energia foram cada vez mais tema de debates e discussões em todo mundo, resultando em ações de reorientação da gestão energética no Governo Federal e em suas agências reguladoras. Sinal disso é a regulamentação da geração distribuída no Brasil em 2012 através da Resolução Normativa N°482 da ANEEL<sup>4</sup>. Porém, as discussões ainda acontecem em esferas técnicas, dificultando o acesso do público leigo às informações. Há poucos trabalhos voltados a divulgação dos conteúdos das leis e regulações e quando há interesse a divulgação em meios oficiais acontece, majoritariamente, por meio de cartilhas.

---

<sup>3</sup> Os acidentes com usinas nucleares recorrentes na literatura são: Three Mile Island (EUA, 1979), Chernobyl (Ukraine, 1986), Fukushima Dai-ichi (Japão, 2011).

<sup>4</sup> <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf> Acessado 03/09/2018 às 14:23.

## **1.1 OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é apresentar um histórico sobre a energia distribuída no Brasil e o estado da arte das políticas de regulação e modalidades de produção.

O trabalho não tem como intenção esgotar a bibliografia disponível sobre o tema, visto que são muitas as tecnologias de geração e muitas as disciplinas envolvidas no seu entendimento. Optou-se então por abordar apenas a regulamentação da modalidade de micro e minigeração distribuída, independente da tecnologia utilizada para a geração.

No capítulo 2 serão apresentados conceitos relacionados à energia e ao sistema elétrico brasileiro, com um histórico sucinto da produção de energia no Brasil e as políticas energéticas mais atuais.

No capítulo 3 o conceito de geração distribuída é introduzido juntamente com a resolução nº 482/2012 da ANEEL, marco regulatório do tema. Por último, são dados exemplos de modalidades de geração distribuída para ilustrar o potencial e acessibilidade das tecnologias novas e existentes.

## 2 ENERGIA NO BRASIL

Ao abordarmos o assunto de energia elétrica faz-se necessário, primeiro, esclarecer alguns conceitos sobre o tema, principalmente no que diz respeito à energia. Estamos acostumados a chamar a energia elétrica simplesmente de *energia*, porém além de denominar a corrente elétrica o termo também é utilizado para descrever uma gama ampla de fatos cotidianos. Podemos de maneira simples consultar um dicionário para exemplificar sua gama de definições:

### **E·NER·GI·A**

(grego *enérgeia*, -as)

substantivo feminino

*1. [Física] Capacidade que um corpo ou um sistema físico tem de produzir trabalho (símbolo: E).*

*2. Fonte energética, como: Eletricidade, calor ou luz, que permite o funcionamento de algo (ex.: energias renováveis).*

*3. O mesmo que energia elétrica (ex.: o corte de energia deixou a cidade às escuras).*

[...]

**Energia.elétrica** • [Física] Energia fornecida sob a forma de corrente elétrica.

**Energia.nuclear** • [Física nuclear] Energia liberada pela desintegração de núcleos de átomos; energia atômica.

Podemos notar que a primeira definição é a capacidade de realizar um *Trabalho*, seguida pela definição de *Fonte energética*, sendo também adjetivada para denominar as fontes das quais a energia é produzida ou o estado que ela se encontra. Apesar de ajudar na compreensão dos termos, o dicionário não explica seus conceitos científicos, para isso discorreremos brevemente sobre estas definições, explicitando suas diferenças e expondo seus princípios.

A primeira definição de *Trabalho* utiliza o conceito físico, da energia mecânica<sup>5</sup>, cuja característica é a capacidade de se deslocar um corpo com a aplicação de uma força. Se pensarmos nos incontáveis motores que existem nos nossos dia a dia (motores de elevador, bombas d'água, compressores de gás, etc.) o conceito de energia como trabalho fica mais simples de se compreender. Por exemplo, basta apenas imaginar o “trabalho” que teríamos ao executar tarefas cotidianas se eles não funcionassem por um dia. Ao pensarmos nesses motores e em seu trabalho há também que se considerar que *fonte energética* está sendo utilizada: gasolina; álcool; etc. Fontes de energia, pois são eles que fornecem a energia para o trabalho dos motores. A terceira definição encontrada no dicionário é a de *energia elétrica*. Em sua explicação, a energia elétrica aparece como uma energia em forma de “corrente elétrica”, o que significa que a corrente elétrica possui uma fonte, não sendo assim a eletricidade a fonte da energia, e sim um estado que ela se apresenta.

---

<sup>5</sup> Na física a energia obedecerá às leis da termodinâmica e se manifestará de várias maneiras, aqui apresentada como energia mecânica.

## 2.1 MATRIZ ENERGÉTICA E MATRIZ ELÉTRICA

A Matriz Energética abrange um conceito amplo de energia. Suas fontes se dividem em partes:

A energia obtida mais próxima ao estado natural (ex. radiação solar; petróleo) é denominada “fonte primária” e;

A energia dependente de processos de transformação (ex. gasolina; eletricidade) é denominada “fonte secundária” (BRASIL, 2007).

Matriz Elétrica é o nome dado ao sistema que abrange a geração de energia elétrica (BORGES; ZOUAIN, 2010, p. 188), a partir de fontes primárias ou secundárias, sua distribuição e consumo. O tema deste trabalho se encaixa no contexto de matriz elétrica uma vez que a geração distribuída engloba tanto fontes primárias como secundárias para a geração de energia elétrica.

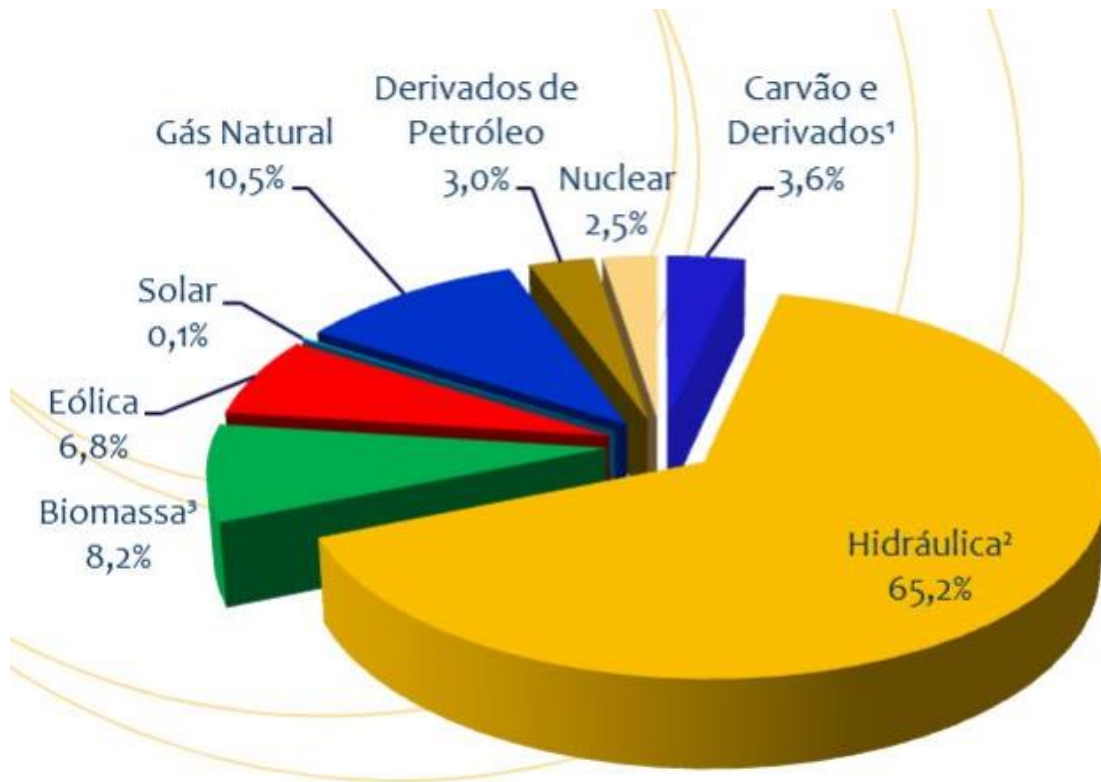


FIGURA 1 - Composição da Matriz Elétrica do Brasil em 2017  
 FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

A Matriz Elétrica faz parte da Matriz Energética. Enquanto a primeira se restringe ao setor elétrico a segunda abrange todas as formas e usos da energia em geral. A eletricidade é uma fonte de energia secundária, ou seja, derivada de fontes primárias como a energia hidráulica, a energia eólica e a energia solar ou de fontes secundárias como os combustíveis. A Matriz Elétrica é um indicador muito valioso aos setores urbanos e industriais, que dependem de energia em forma de eletricidade para desenvolverem suas atividades (BORGES e ZOUAIN, 2010, p. 188).

## 2.2 FONTES RENOVÁVEIS E NÃO RENOVÁVEIS

Denominamos fontes renováveis aquelas que se reabastecem naturalmente. É importante não confundir o reabastecimento natural com a origem natural, pois vários recursos naturais como o petróleo, carvão mineral, gás natural têm origens naturais e não são renováveis. As fontes não renováveis, como o nome já diz são aquelas que não são renovadas naturalmente (GOLDEMBERG e LUCON, 2007, p. 9 - 10).

O sol é a fonte de energia mais abundante do nosso planeta, a energia solar alimenta um sistema climático que percebemos como diversos subsistemas. Em termos de fontes renováveis, todas se incluem em um sistema dependente da energia do sol, o efeito fotovoltaico depende da radiação solar, o ciclo das águas, do calor para a evaporação de corpos d'água, os ventos, das massas de ar que aquecem ou esfriam gerando zonas de alta e baixa pressão, a biomassa que cresce pelo processo de fotossíntese (GOLDEMBERG e LUCON, 2007, p. 9).

Mesmo combustíveis fósseis, não renováveis, também dependeram do sol para se tornarem hidrocarbonetos, a partir de material orgânico como plantas, e animais, há muito tempo. Aconteceu então o acúmulo deste material orgânico e de camadas de sedimentos depositados naturalmente sobre ele, assim eleva-se a pressão e a temperatura, e ao longo deste período o material sofre metamorfose se tornando o que convencionalmente chamamos de combustíveis fósseis. Justamente por conta de nossa temporalidade, como a energia nuclear, a reposição desta fonte se torna inviável (GOLDEMBERG e LUCON, 2007, p. 9).

### 3 POLÍTICA ENERGÉTICA BRASILEIRA: DE 1970 A 2030

Após a implantação das primeiras indústrias no Brasil no século XIX, cuja demanda de eletricidade era suprida por usinas próprias (SILVESTRE, 2008), a eletricidade passou a fazer parte da matriz energética do país. Com o processo de industrialização cada vez mais intenso a demanda de eletricidade cresceu e com ela os investimentos em geração e exploração.

A idealização e construção de um sistema centralizado de geração e distribuição de energia elétrica, a partir de hidrelétricas, se iniciaram no período entre 1951 e 1956 (BRASIL, 2005, p. 99). Na segunda metade do século XX a eletricidade e o petróleo passaram a ter papel decisivo na composição da matriz energética do país, para suprir a demanda energética atrelada ao crescimento econômico, empresas estatais foram fundadas para explorar as fontes elétricas, nucleares e petrolíferas, foram elas a ELETROBRÁS, NUCLEBRAS e PETROBRÁS respectivamente (FILHO, 2015, p. 128 - 130).

Com as crises do petróleo da década de 1970 o governo também lançou o PRÓ-ÁLCOOL, com o intuito de desenvolver a tecnologia de motores a álcool, incentivando também a produção da cana de açúcar. No país a utilização da cana de açúcar como fonte energética para a produção de álcool e a utilização do bagaço para a geração de energia térmica que, na forma de vapor é utilizada no processo industrial e na geração de energia elétrica através de turbinas.

Houve também, após a centralização do sistema elétrico brasileiro, o investimento em grandes usinas hidrelétricas, dentre elas ITAIPÚ, bem como a criação de usinas nucleares, como Angra I, II e III<sup>6</sup>.

Faremos a partir daqui um breve histórico da Matriz energética brasileira, tópico necessário para a compreensão do cenário atual de políticas e das vantagens da geração distribuída no país. Os gráficos a seguir (FIG. 2 e 3) mostram a distribuição das fontes da matriz energética brasileira nos anos 1970 e 2000 antes da crise energética de 2001.

---

<sup>6</sup> Até o momento apenas as usinas de Angra I e II estão em funcionamento, ainda há apenas especulações sobre o início das atividades de Angra III.

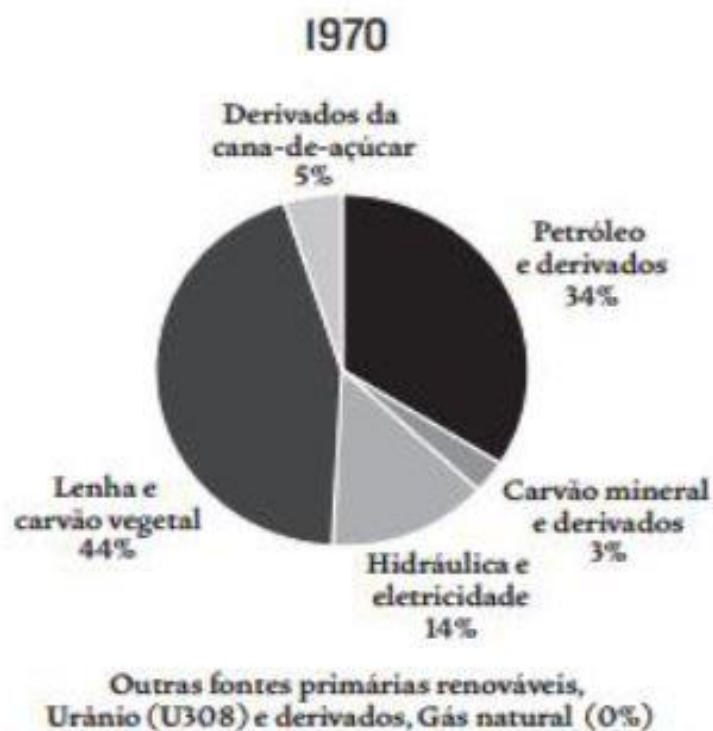


FIGURA 2- Composição da Matriz Energética do Brasil em 1970  
 FONTE: (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 56)

Salta aos olhos na análise inicial a grande participação do petróleo de 34% na composição. Neste período, durante a intervenção militar, houve maciços investimentos na expansão da malha viária brasileira, bem como um grande incentivo à implantação da indústria automobilística nacional, fatores com impacto plausível no aumento expressivo da presença do petróleo na Matriz.

Neste ponto cabe chamar a atenção à crise do petróleo de 73, cujo impacto impulsionou o desenvolvimento de tecnologias como produção de álcool combustível (CARVALHO, 2014, p. 34 - 36), cujo aumento pode ser percebido no segundo gráfico com a aparição de maneira mais expressiva da fonte “Derivados da cana de açúcar”.

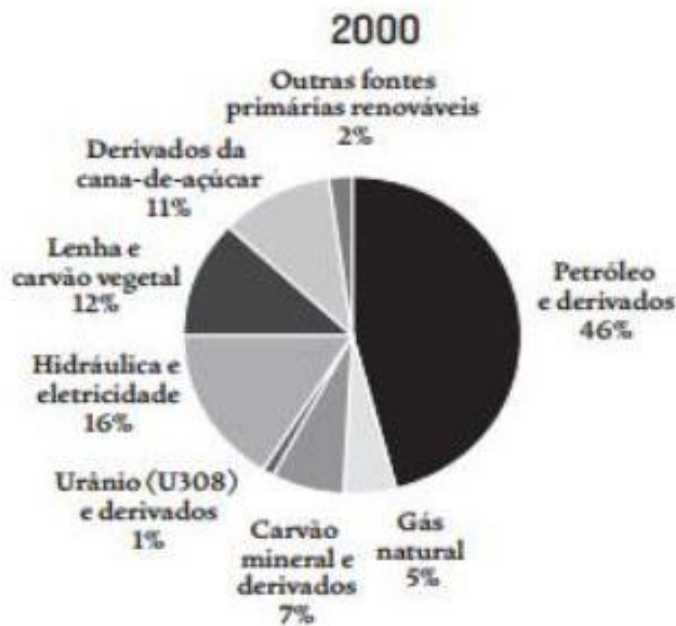


FIGURA 3- Composição da Matriz Energética do Brasil em 2000  
 FONTE: (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 56)

O aparecimento do consumo de urânio na FIG. 3 mostra um tímido começo do programa nuclear brasileiro, feito através da Nuclebrás. Entre 1970 e 2000 foram construídas as usinas de Angra I e II e formuladas as políticas de geração de energia nuclear no Brasil (CARVALHO, 2014, p. 35 - 36). Fontes primárias renováveis passam a figurar com alguma porcentagem na composição da matriz, são exemplos desta categoria a energia eólica e solar.

Na FIG. 4 a seguir vemos um panorama quatro anos a frente, é interessante notar a queda expressiva na utilização de lenha e o aumento de consumo de GLP (gás liquefeito de petróleo), ambas as fontes são utilizadas doméstica e industrialmente, a ascensão de uma e declínio da outra estão relacionados à mudança de tecnologia e perfil de consumo da população e da indústria (LIMA et al, 2014, p. 9 - 10).

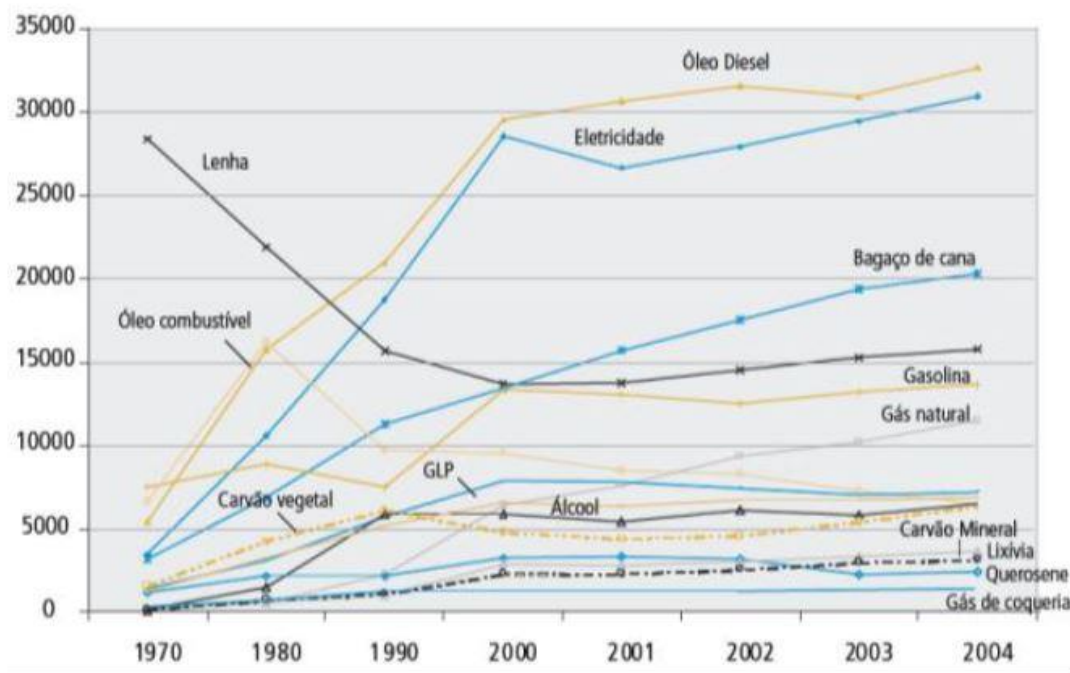


FIGURA 4 - Mudança na composição da Matriz Energética do Brasil entre 1970 e 2004  
 FONTE: (LIMA et al., 2014, p. 10)

Na mesma FIG. 4 notam-se aumentos expressivos de consumo da eletricidade e do óleo diesel. Há, em função de investimentos do governo em gasodutos e políticas de incentivo, o aumento do consumo de gás natural, utilizados majoritariamente no setor de transportes, mas também no industrial (LIMA et al, 2014, p. 10). Outra maneira de visualizar a Matriz Energética é por seu consumo final, ou em qual setor a energia é utilizada. Nas últimas duas décadas o Brasil viu a energia elétrica virar manchete em pelo menos duas grandes situações críticas: O apagão de 2001 (BRASIL, 2005, p. 100) e a crise hídrica do Estado de São Paulo em 2014/2015<sup>7</sup> (RODRIGUES, 2016, p. 8).

<sup>7</sup> <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/11/1704840-camara-aprova-mp-que-compensa-hidreletricas-por-falta-de-chuva.shtml> acessado 03/05/2018 às 11:23.

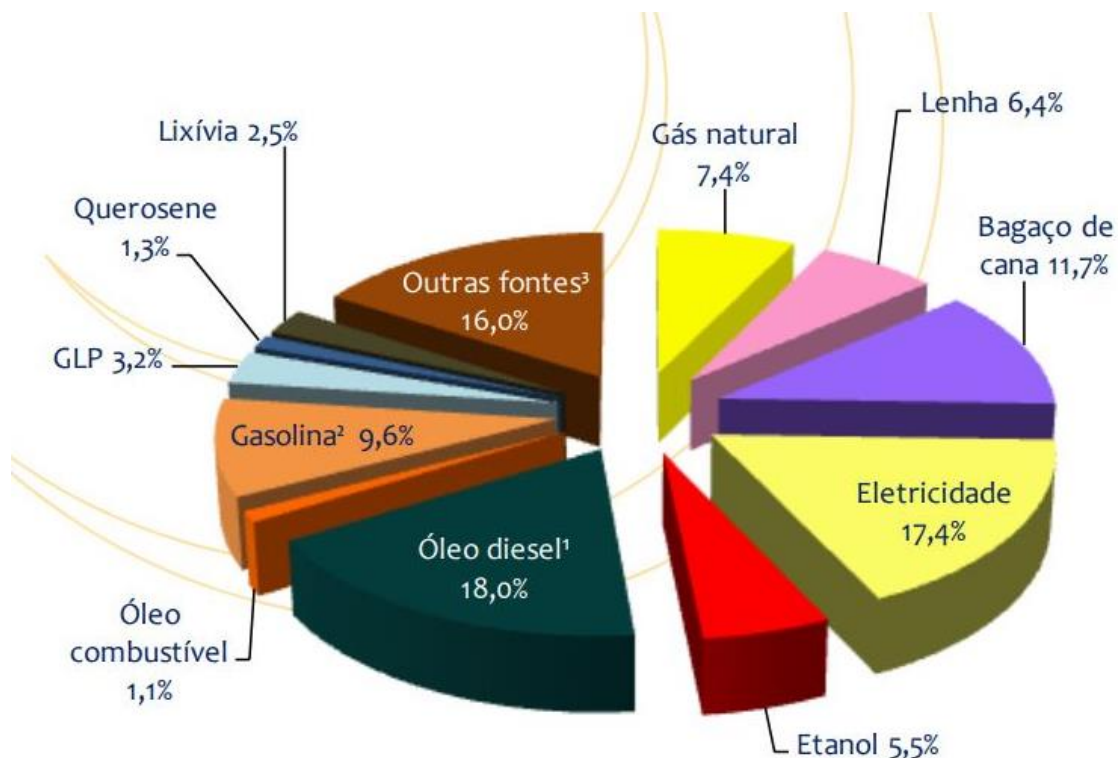


FIGURA 5- Composição da Matriz Energética do Brasil em 2017  
 FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

A FIG. 5 apresenta a composição de 2017 da matriz energética brasileira. As porcentagens de óleo diesel, gasolina, etanol e gás natural podem ser interpretadas como fontes utilizadas majoritariamente no setor de transportes do país. É interessante a revelação de uma pequena, mas ainda existente utilização de lenha como fonte de energia, evidenciando que há ainda no país uma provável utilização desta para a cocção e funções domésticas, bem como para a produção de carvão vegetal (esta fonte está incluída de maneira condensada em “Outras fontes”) utilizado na siderurgia. O bagaço da cana aparece de maneira expressiva, separado do etanol, evidenciando sua importância na composição da matriz. A figura apresenta em sua composição ambas as fontes primárias e secundárias.



FIGURA 6- Fontes renováveis e não renováveis da Matriz Energética do Brasil em 2017  
 FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

A FIG. 6 apresenta a divisão da matriz entre fonte renováveis e não renováveis. A seguir a FIG. 7 apresenta uma repartição detalhada das fontes denominadas “lixívia e outras renováveis”.

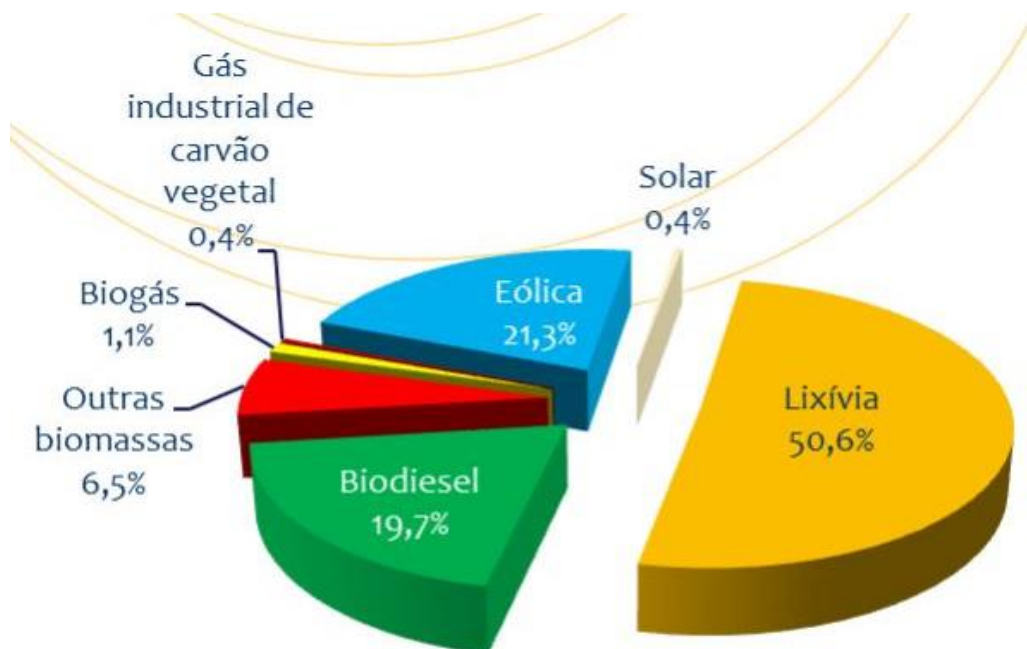


FIGURA 7- Composição da fonte “lixívia e outras renováveis” da Matriz Energética do Brasil em 2017.  
 FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

Vemos também a seguir na FIG 9 a divisão de fontes renováveis e não renováveis na composição da Matriz Elétrica Brasileira e as comparações desta com as situações mundial e da OCDE.

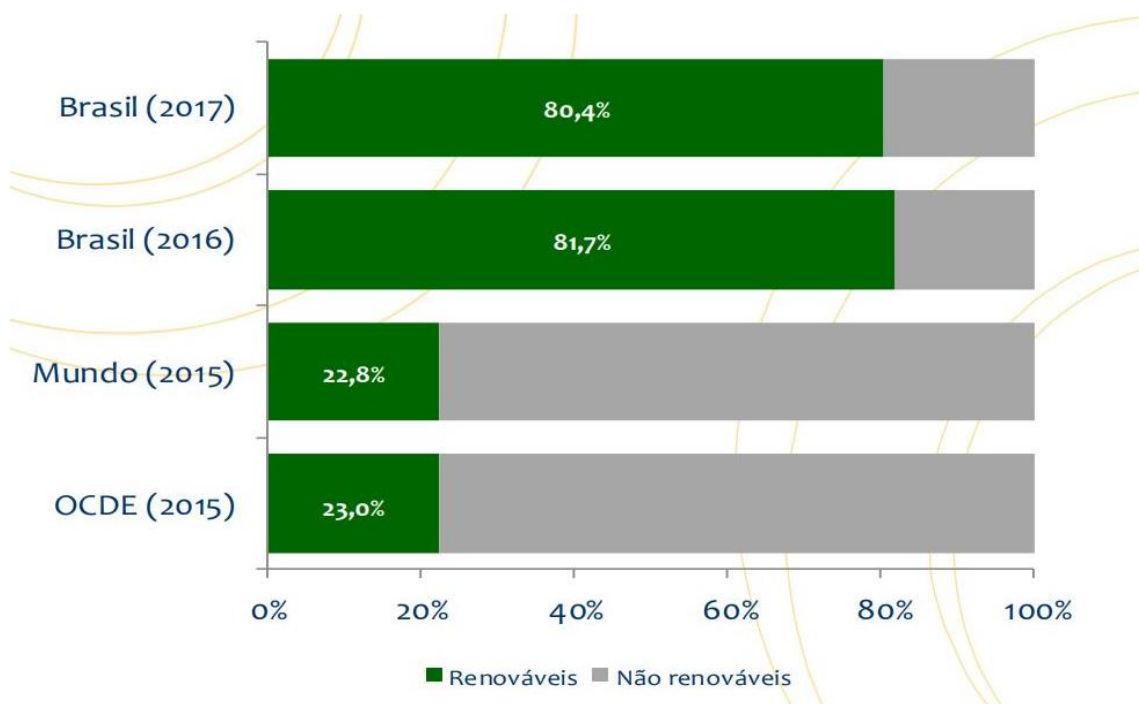


FIGURA 8- Fontes renováveis e não renováveis da Matriz Elétrica do Brasil em 2016 e 2017  
FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

Vendo a FIG 8 entendemos que a geração de energia elétrica no Brasil é composta em grande parte por fontes renováveis de energia. Há, entre a matriz elétrica e energética, a grande diferença causada pelo impacto dos setores de transportes na composição quando se trata de fontes renováveis ou não renováveis.

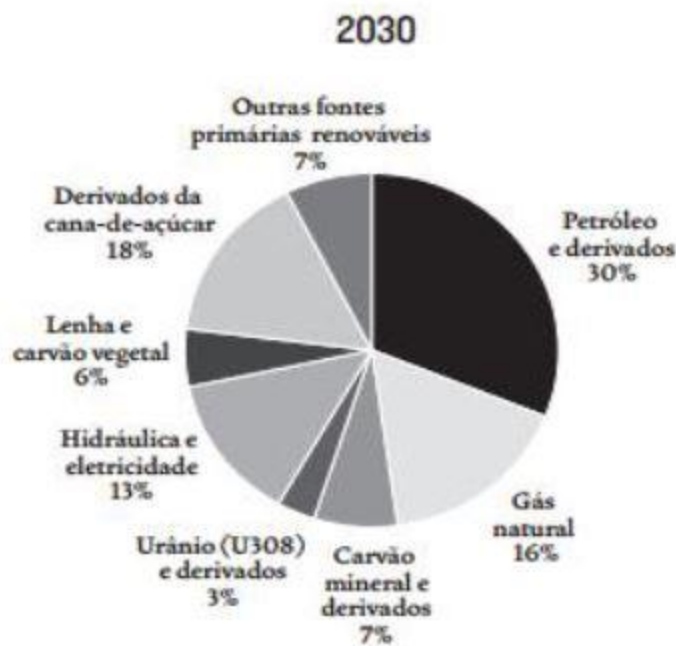


FIGURA 9 - Projeção da composição da Matriz Energética do Brasil para 2030.  
 FONTE: (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 56)

A projeção para 2030 analisa as realidades de consumo e tecnologia e estima a composição da matriz. Percebe-se que a utilização de petróleo e derivados sofre queda percentual de 36,2% em 2017 para 30% na projeção feita em 2007 para 2030, não implicando em menor volume de utilização<sup>8</sup>, porém permanece com forte participação na matriz.

<sup>8</sup> Entende-se aqui que a porcentagem não indica o volume de consumo e sim a proporção relativa às outras fontes, a diminuição é proporcional visto a inserção e expansão de outras fontes na Matriz.

## 4 A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Segundo Bacelar (2013) a GD (abreviação para Geração Distribuída) pode ser definida como a geração de energia elétrica próxima do consumidor, ligada à rede de distribuição. Este sistema de produção local gera vantagens em diversos aspectos, desde a não incidência de impostos até a melhora da qualidade de energia local (BORGES, 2017, p. 7 - 8).

Desde a década de 1990 a regulamentação da produção independente de energia vem, por meio de legislações, sendo implementada no país. As primeiras leis, até o começo dos anos 2000, foram no sentido de facilitar a implantação de pequenas usinas para a mini e microgeração (BORGES, 2017, p. 3 - 4).

A partir de 2004 a comercialização de energia e o conceito de Geração Distribuída passaram a integrar a política energética, primeiramente pela Lei 10.848 que permitiu a comercialização de energia elétrica entre concessionárias e outros agentes ligados ao sistema elétrico nacional, e posteriormente pelo decreto 5.163 regulamentando o caso específico de usinas de geração distribuída (BACELAR, 2013, p. 4).

A evolução das discussões sobre GD culminaram em 2012 na resolução N° 482/2012 da ANEEL, que regulamenta a ligação de pequenas centrais produtoras à rede, não necessitando mais que o pequeno produtor participe de leilões de energia, sendo tratada a questão apenas com a concessionária responsável pela rede local (RODRIGUES, 2016, p. 25 -26).

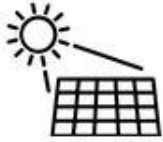
A resolução apresenta uma característica comum à GD, que é:

[...] instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis ou mesmo utilizando combustíveis fósseis, localizados próximos aos centros de consumo de energia elétrica. (BRASIL, 2016, p. 7)

A resolução também regulamenta o sistema de *net metering*, que é a medição de duas vias: mede a eletricidade introduzida na rede e a consumida da rede e o saldo entre estas. A unidade consumidora que produzir energia e injetá-la na rede receberá créditos equivalentes à energia injetada, podendo ser utilizados para o abatimento do consumo do mesmo CPF/CNPJ vinculado à unidade consumidora. O processo funciona com um medidor bidirecional, que contabiliza a energia injetada na rede e a consumida, mostrando o total bruto de ambas. O consumidor pode, no momento de protocolar a ligação do sistema na concessionária, escolher a melhor modalidade de utilização dos créditos relativos ao seu saldo de energia fornecido à rede, abatendo-o em uma ou múltiplas unidades consumidoras próprias. Um esquema de como funciona o sistema de crédito e quais modalidades de sua utilização existem pode ser visto na FIG. 10.

## Como funciona?

### 1º Passo: Geração



- A energia é gerada através dos painéis fotovoltaicos.

### 2º Passo: Medição



- O medidor registra separadamente o quanto é produzido e quanto é consumido.



### 3º Passo: Créditos

- Se o consumo é maior que a produção o usuário paga apenas a diferença.
- Se a produção é maior que o consumo a diferença é creditada e tem 60 meses de validade.

## Os créditos podem ser produzidos e utilizados de três formas:



### Autoconsumo

- Quando o CPF ou CNPJ titular da unidade consumidora gera e utiliza os créditos.
- **Autoconsumo remoto:**
  - A utilização do crédito poderá ser feita em outras unidades consumidoras desde que estas também estejam cadastradas sob o mesmo CPF ou CNPJ da unidade consumidora que gera os créditos.



### Condominial

- Geração através da unidade consumidora (CNPJ) do condomínio.
- As unidades consumidoras que irão utilizar os créditos deverão estar na mesma propriedade ou serem contíguas à propriedade da unidade que irá gerar.
- A unidade consumidora com geração deverá indicar quantos porcentos do crédito cada unidade recebe.



### Compartilhada

- Consórcio ou cooperativa composta por pessoa física ou jurídica.
- A unidade consumidora com geração está em local diferente das unidades consumidoras nas quais será utilizado o crédito.
- A unidade consumidora com geração deverá indicar quantos porcentos do crédito cada unidade recebe.



- Com o autoconsumo remoto você pode colocar seus painéis solares na chácara ou fazenda e usufruir do crédito em casa com a maior comodidade!
- Vale também para seu negócio, seja comércio, indústria, ou agro!



- Uma unidade consumidora gera os créditos, todas no mesmo CPF/CNPJ se beneficiam!



FIGURA 10 – Geração fotovoltaica e modalidades de consumo.

FONTE: Autor, adaptado de Resolução Normativa N°482/2012, ANEEL.

A possibilidade de injetar na rede a potência produzida veio solucionar um problema que muitas vezes inviabilizava a instalação de um sistema de GD fotovoltaica, o banco de baterias. Ao produzir sem a ligação à rede, o consumidor deveria armazenar a energia em baterias estacionárias para que pudesse usá-la posteriormente, quando não houvesse insolação ou esta fosse insuficiente, tornando o sistema caro e com alta demanda de manutenção. Com o sistema de *net metering* a própria rede funciona como provedora da energia complementar necessária, substituindo o banco de baterias. A energia produzida em excesso, em vez de armazenada, é absorvida pela rede e a demanda adicional é injetada pela rede e prontamente utilizada. A companhia distribuidora cobra o saldo da energia consumida menos a energia fornecida à rede. Se o saldo for favorável ao usuário este terá um crédito em kWh a ser gasto em determinado período.

A resolução N° 482/2012 leva também em conta a capacidade instalada de geração, diferenciando então mini e microgeração. Sistemas instalados com a capacidade de gerar potência igual ou menor que 100kW foram considerados de microgeração, e instalações com capacidade superior a 100kW, mas inferior ou igual a 1MW foram consideradas de minigeração. Em 2015 a resolução N° 687 da ANEEL revisou a normativa anterior e reclassificou as instalações em termos de capacidade passando ao limite de menor igual a 75kW para microgerações, visando produção pelo consumidor individual. As minigerações na nova revisão ganharam distinção quanto a modalidade de geração para a definição de seu limite sendo superior a 75kW até 3MW no caso de hidrelétricas e 5MW para as demais fontes.

- Em 2017, aumento de 245% na geração distribuída.

➤ Em GWh:

2016	2017
104	359

➤ Participação de cada fonte na geração distribuída em 2017:

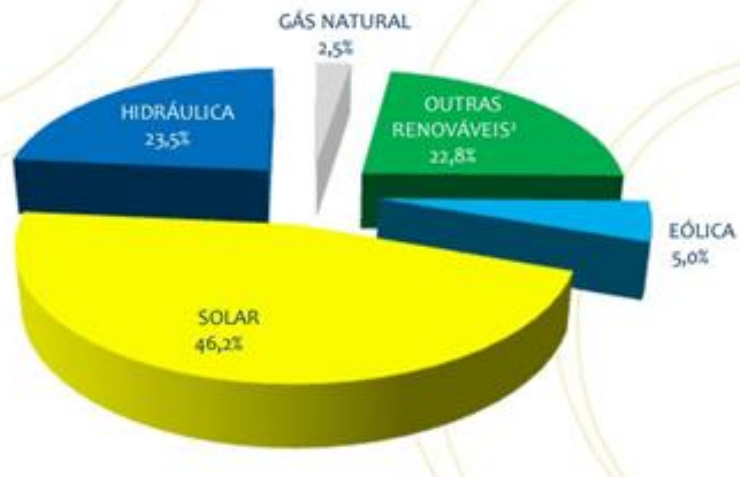


FIGURA 11- Participação das fontes na geração distribuída no Brasil em 2016 e 2017  
 FONTE: Balanço Energético Nacional - BEN, (BRASIL, 2018)

Houve assim, grandes avanços com a regulamentação da geração distribuída. Como podemos ver na FIG. 11 a participação da geração compartilhada teve um crescimento de 245% no período de 2016 a 2017, demonstrando o potencial das fontes. Ainda dependemos de políticas fiscais de incentivo à implantação de novas usinas e desoneração tanto para o investimento em novas usinas quanto no desenvolvimento de tecnologias e implantação de indústrias de equipamentos para a geração distribuída.

## 5 MODALIDADES DE GERAÇÃO

Os próximos tópicos descrevem brevemente as modalidades de geração mais promissoras, escolhidas por serem fontes renováveis de energia e possuem tecnologia para produzirem potência suficiente para se enquadrar na micro e minigeração de energia.

### 5.1 GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA

A geração solar fotovoltaica é uma das diversas formas existentes de se aproveitar a energia do sol. As plantas realizam a fotossíntese, os captadores para aquecimento absorvem radiação solar para aquecer água ou ar e a fotovoltaica para a produção de eletricidade. A FIG. 12, a seguir, apresenta o funcionamento de uma célula fotovoltaica composta de lâminas de silício cristalino (representado em azul e verde). O *efeito fotoelétrico* acontece quando os raios solares incidem nas lâminas de silício e acabam por atingir elétrons, estes se separam de suas moléculas e migram para os contatos, que são condutores. Ao passar pelos contatos produzem uma corrente nos condutores o evento passa a se chamar *efeito fotovoltaico*.

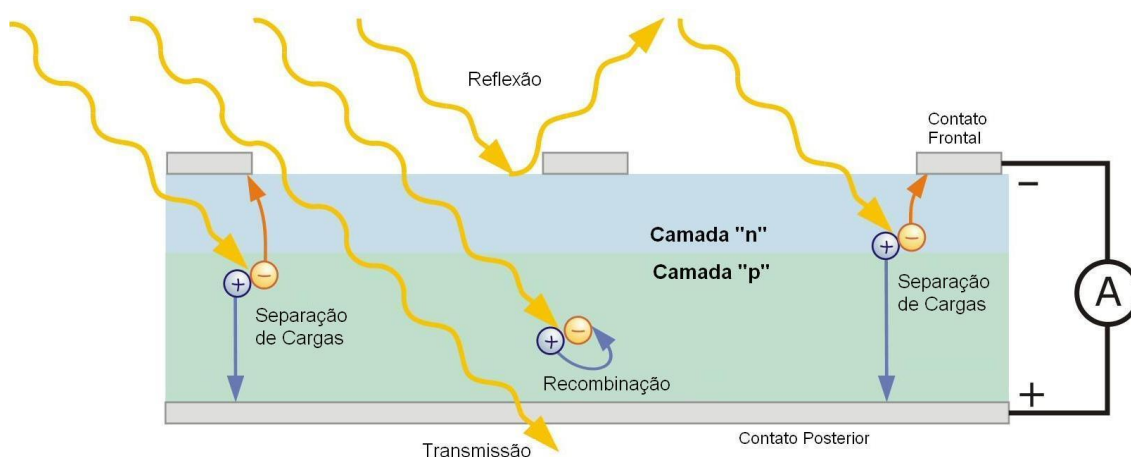


FIGURA 12 – Funcionamento de uma célula fotovoltaica.

FONTE: [http://lib.convdocs.org/pars\\_docs/refs/132/131191/131191\\_html\\_514a58c1.jpg](http://lib.convdocs.org/pars_docs/refs/132/131191/131191_html_514a58c1.jpg) acessado em 21/05/2018 às 14:59

Em um painel solar as células são as menores partes do sistema, seus condutores são ligados às células vizinhas, podendo ser em série ou paralelo. O conjunto de arranjos de células é chamado módulo solar. O conjunto de módulos, incluindo as proteções e estrutura é denominado painel solar. Pela natureza do efeito fotovoltaico o painel solar apenas produz energia em corrente contínua, diferente da corrente alternada presente na rede.

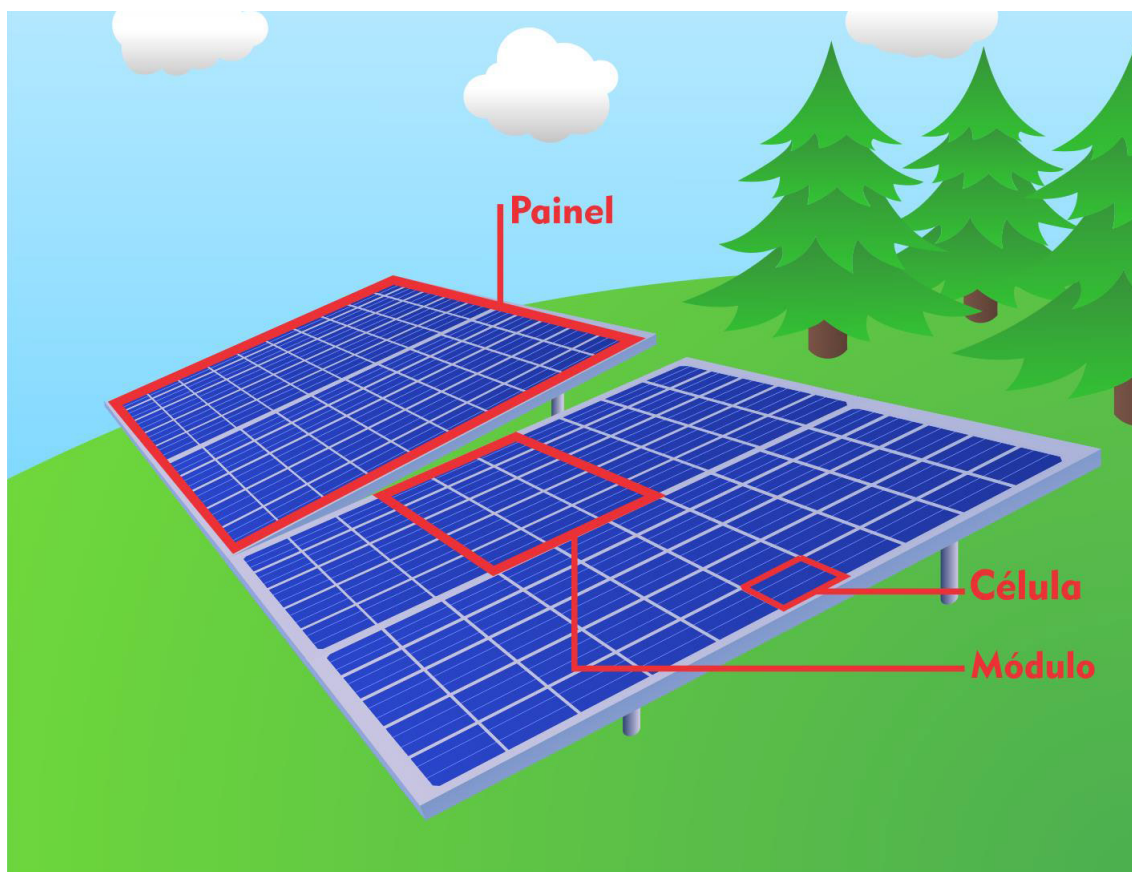


FIGURA 13 – Partes de um painel fotovoltaico.

FONTE: [http://gt-mre.ufsc.br/moodle/pluginfile.php/622/mod\\_label/intro/5.png](http://gt-mre.ufsc.br/moodle/pluginfile.php/622/mod_label/intro/5.png) acessado em 21/05/2018 às 18:08

## 5.2 GERAÇÃO HIDRÁULICA

A geração hidráulica, seja na moagem de grãos ou no bombeamento de água, já era utilizada há muito tempo, a energia cinética de rios era captada por rodas d'água e convertida em trabalho. A geração de energia numa usina hidrelétrica acontece por meio da diferença de pressão estática entre seu reservatório e o curso d'água a jusante. A água é conduzida para uma turbina hidráulica convertendo a energia cinética e potencial gravitacional da água em energia de rotação do eixo da turbina, este por sua vez está ligado a um gerador elétrico que produz a eletricidade a partir da energia rotação do eixo.

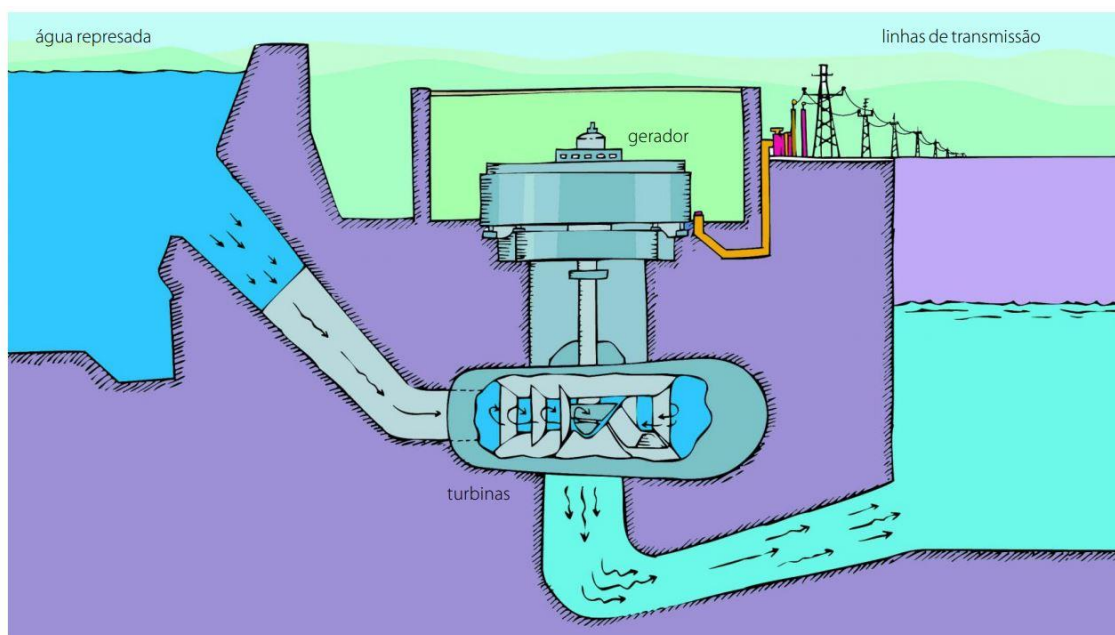


FIGURA 14 – Funcionamento de uma usina hidrelétrica.  
FONTE: (BRASIL, 2005, p. 101)

As turbinas hidráulicas são utilizadas conforme a configuração de altura e tamanho do reservatório e vazão. Para grandes volumes e ainda podendo ser utilizadas em pequenos desníveis são empregadas turbinas tipo *Francis* ou *Kaplan*, enquanto que para grandes usinas com alta queda d'água, ou pequenas, geralmente com pequenas quedas d'água, se utilizam turbinas (ou rodas) *Pelton*. Há ainda para o caso de rios, onde não se utiliza grande reservatório, as turbinas de bulbo, localizadas junto ao leito do curso d'água.

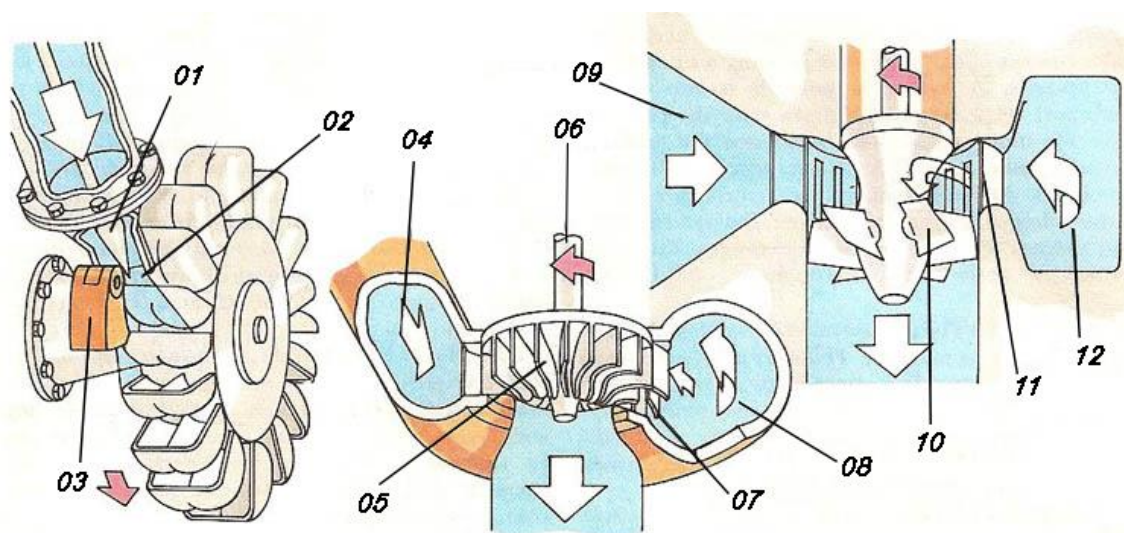


FIGURA 15 – Turbinas Pelton, Francis e Kaplan.

FONTE: [http://rivers.bee.oregonstate.edu/sites/default/files/imagecache/module/types\\_of\\_water\\_turbine\\_daviddarling.jpg](http://rivers.bee.oregonstate.edu/sites/default/files/imagecache/module/types_of_water_turbine_daviddarling.jpg) Acessado 19/06/2018 às 16:30

LEGENDA (tradução própria):

TURBINA PELTON

- 01 - Injetor
- 02 - Pás (Dupla colher)
- 03 - Defletor

TURBINA FRANCIS

- 04 - Entrada de água
- 05 - Rotor
- 06 - Eixo do gerador
- 07 - Pás guias\*
- 08 - Canal de voluta\*\*

TURBINA KAPLAN

- 09 - Entrada de água
- 10 - Pá com inclinação variável
- 11 - Pás guias
- 12 - Canal de voluta\*\*

\*Também chamada pás estáticas

\*\*Também chamado canal helicoidal

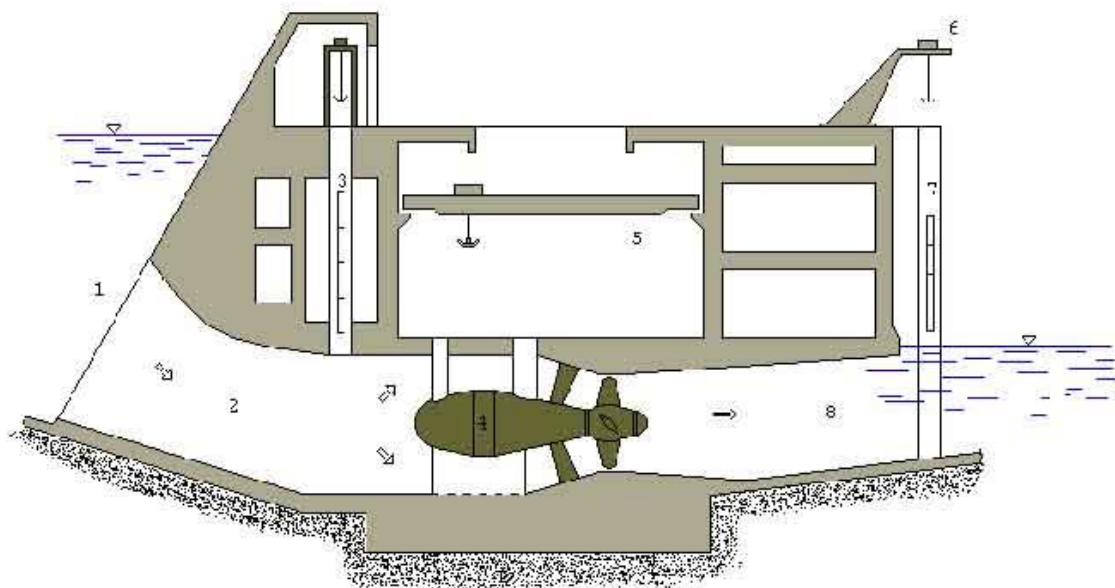


FIGURA 16 – Represa com turbina de bulbo.

FONTE: <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/esqh12.jpg> Acessado 20/06/2018 às 10:31

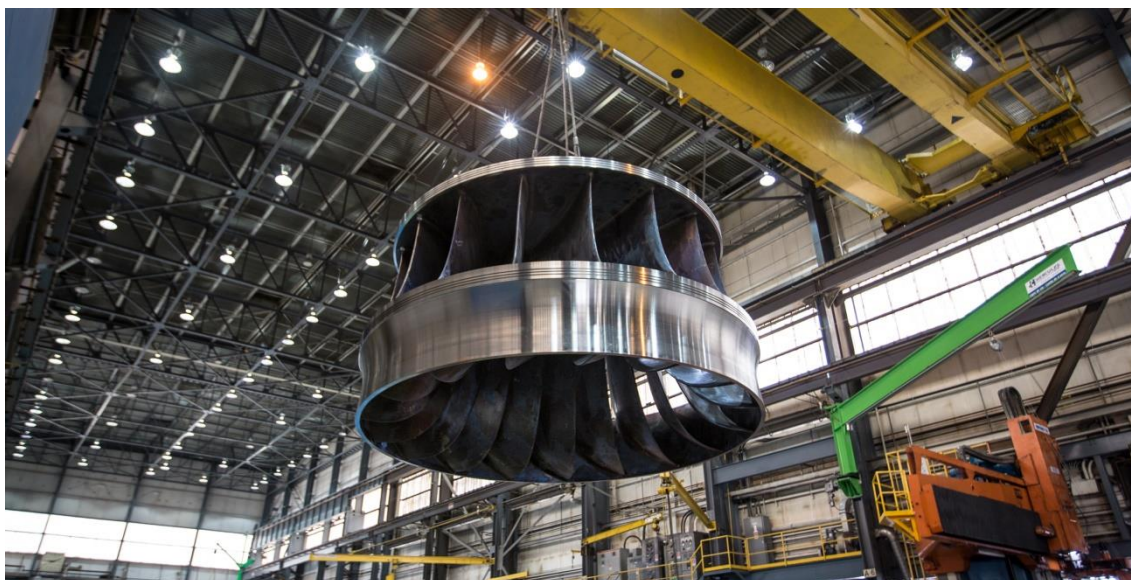


FIGURA 17 – Rotor de uma turbina Francis.

FONTE: [https://www.ge.com/content/dam/gepower-renewables/global/en\\_US/downloads/photographs/hydro-canada-sorel-tracy-francis-turbine-lifted-3000px.jpg](https://www.ge.com/content/dam/gepower-renewables/global/en_US/downloads/photographs/hydro-canada-sorel-tracy-francis-turbine-lifted-3000px.jpg) Acessado 19/06/2018 às 16:28



FIGURA 18 – Turbina Francis com canal de voluta.

FONTE: <https://i.pinimg.com/originals/3a/56/b4/3a56b469679ce165e95828cf9dfc62c1.jpg> Acessado 19/06/2018 às 16:42



FIGURA 19 – Corte esquemático em uma turbina Kaplan.

FONTE: <https://www.turbinealterateur.fr/wp-content/uploads/2016/06/diam-1550.jpg> Acessado 19/06/2018 às 16:31

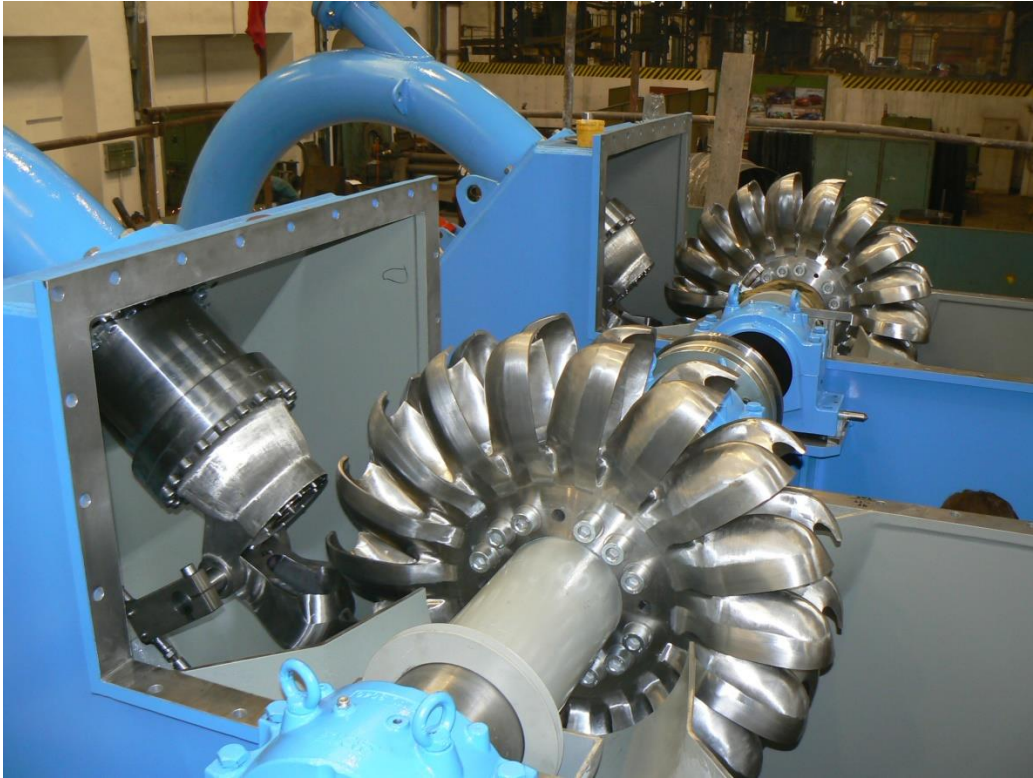


FIGURA 20 – Turbina Pelton.

FONTE: <http://riverrunhydro.com/wp-content/uploads/2014/04/P11110732.jpg> Acessado 19/06/2018 às 16:35

O fato de ter reservatórios de grande porte garante a estabilidade de produção ao longo do tempo, bem como o controle de vazão também proporciona a estabilidade na quantidade de energia produzida. A energia hidráulica, quando bem planejada possui a característica de ser uma das fontes renováveis com menor impacto.

## 5.3 GERAÇÃO EÓLICA

Utilizada há milhares de anos a energia eólica é uma das mais antigas e conhecidas fontes de energia da humanidade, empregada no bombeamento de água, moagem de grãos e mais recentemente para a geração de energia elétrica.

A energia que utilizamos do vento é energia cinética e se caracteriza por uma massa de ar em movimento. No caso de moinhos ou cata-ventos o movimento das pás é convertido em energia mecânica e nos aerogeradores há a conversão na turbina que gera energia mecânica e esta, por sua vez, é transformada em eletricidade no alternador elétrico.

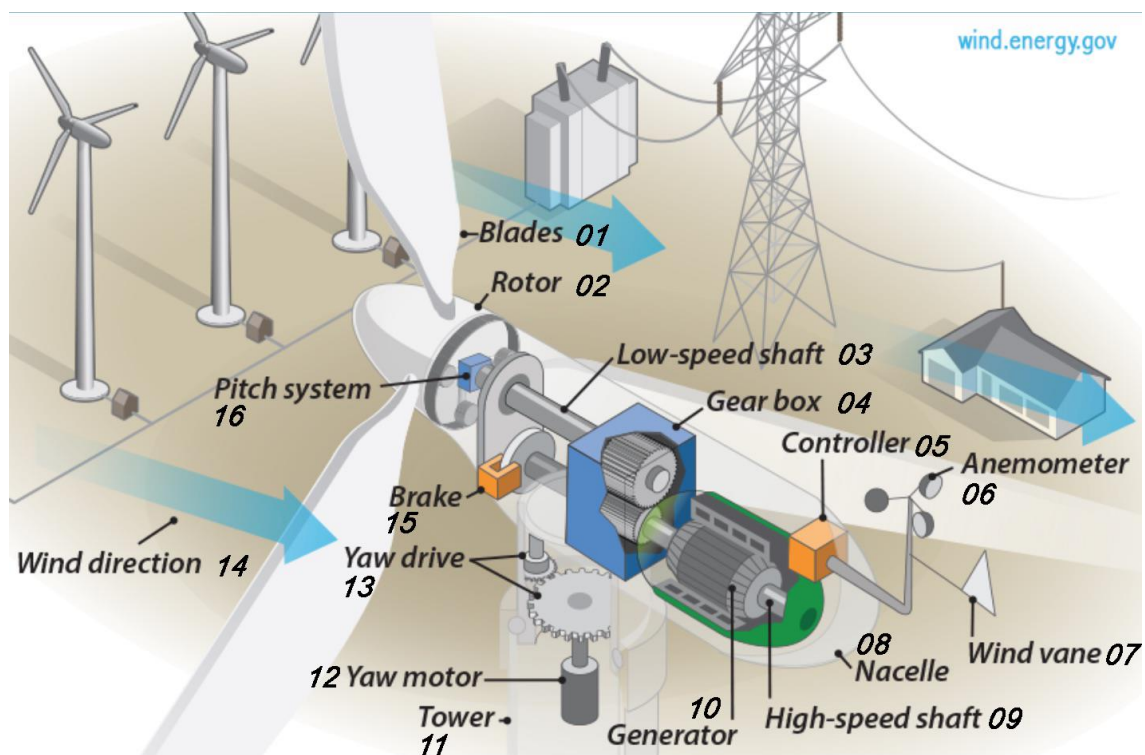


FIGURA 21 – Funcionamento de um aerogerador.

FONTE: <http://www.anthropoceneinstitute.com/wp-content/uploads/2017/05/Wind-turbine.jpg> Acessado 19/06/2018 às 16:40

LEGENDA (tradução própria):

01 - Pás	07 - Cata-vento	13 - Mecanismo de orientação
02 - Rotor	08 - Nacela	14 - Direção do vento
03 - Eixo de baixa velocidade	09 - Eixo de alta velocidade	15 - Freio
04 - Caixa de engrenagens	10 - Gerador	16 - Sistema de inclinação das pás
05 - Controlador	11 - Torre	
06 - Anemômetro	12 - Motor de guinada	

Devido a sua natureza a energia eólica pode estar sujeita a sazonalidade dos ventos, motivo pelo qual os maiores investimentos neste tipo de tecnologia são feitos no litoral. A capacidade de absorção térmica da água do mar e da terra é diferente causando uma diferença de temperatura, e logo pressão, levando o ar a se deslocar da maior pressão para a menor, este fenômeno conhecido como brisa possui um ciclo diário e ininterrupto ao longo do ano. Há também grande potencial em regiões de geografia acidentada, as massas de ar que passam por estas regiões mudam de velocidade ao mudar de altitude ou se afunilar para vencerem os obstáculos como morros, vales e escarpas. Este conjunto de condições resulta em uma diferenciação do potencial eólico para cada região conforme a representação da FIG 22 para todo o Brasil.

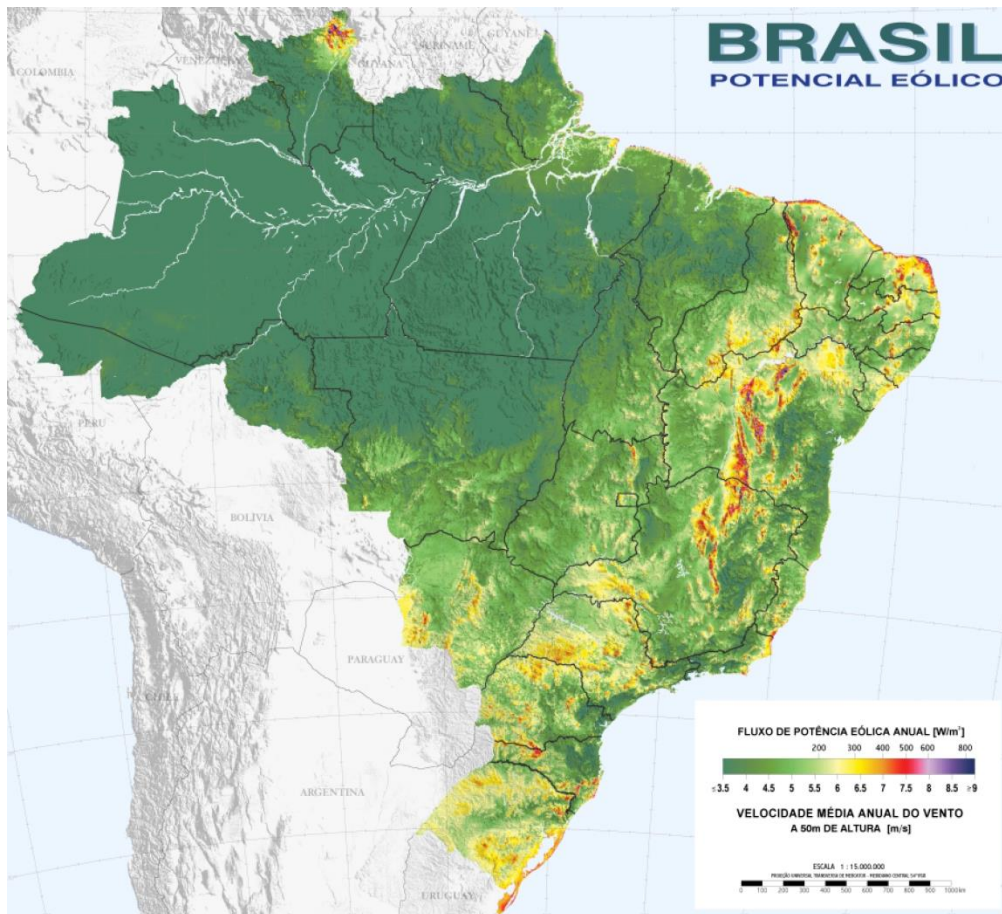


FIGURA 22 – Fluxo de potência eólica anual.  
FONTE: (BRASIL, 2001, p. 26)

## **5.4 A GERAÇÃO POR BIOMASSA**

A biomassa, como o nome sugere, no presente estudo, é matéria de origem orgânica com potencial para ser utilizada como fonte energética. Pode-se dizer que esta modalidade de obtenção de energia é tão antiga quanto à humanidade. Segundo Galdino (2000, p. 17) a biomassa é um recurso renovável substancial, podendo ser planejado seu cultivo para atender diversas necessidades, inclusive a obtenção de energia. Exemplo disto é a indústria do açúcar e álcool, cuja cultura é a cana e o subproduto, o bagaço, utilizado há um bom tempo no Brasil para os processos industriais, e que vem ganhando mais espaço como gerador de energia elétrica. O bagaço de cana é queimado em uma caldeira que produz vapor d'água utilizado no processo industrial e ainda na geração termoelétrica de eletricidade.

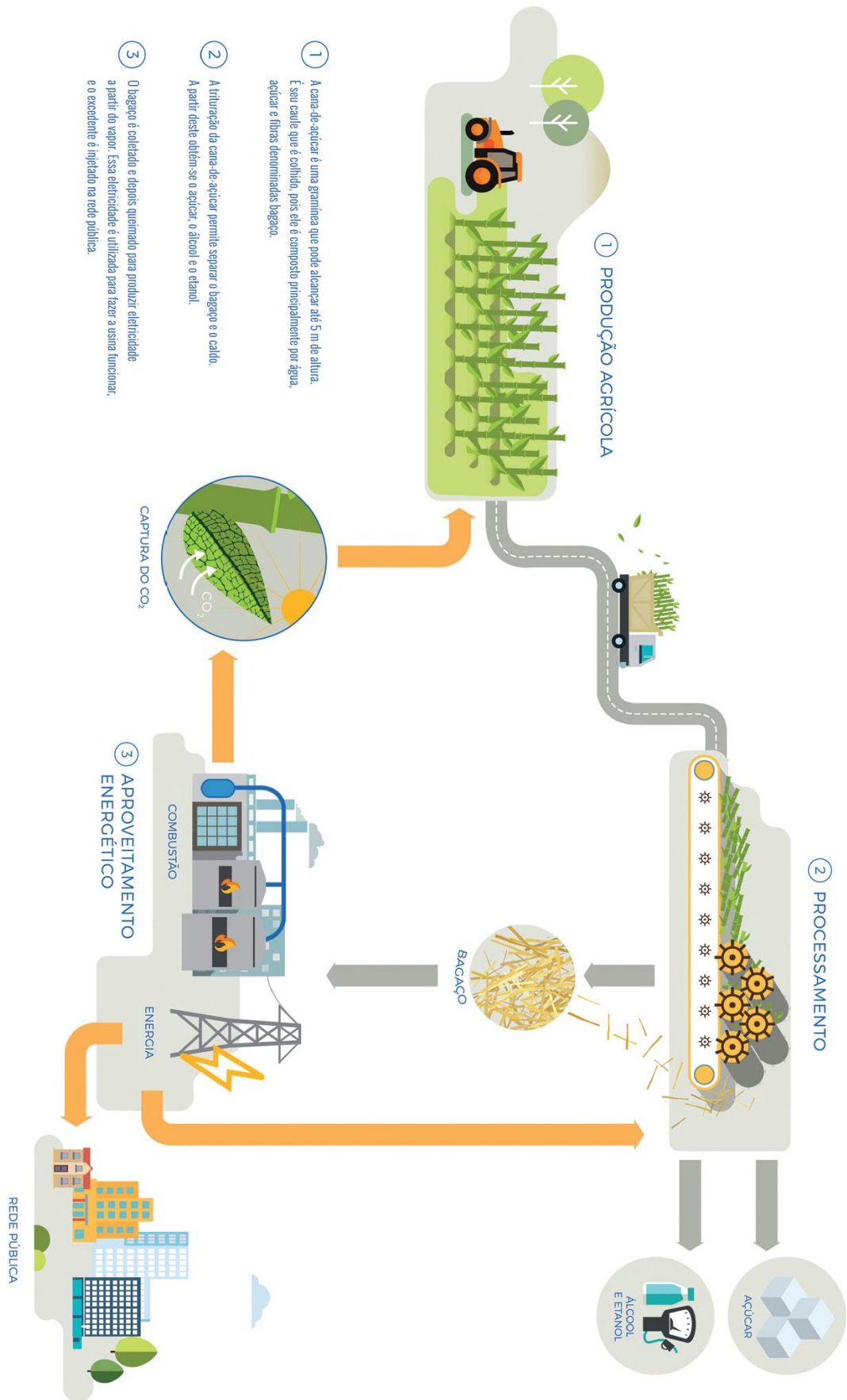


FIGURA 23 – Diagrama do ciclo da cana-de-açúcar.  
 FONTE: [http://www.tereos.com.br/static/img/industria-positiva/infografico\\_cana\\_energia\\_renovavel.png](http://www.tereos.com.br/static/img/industria-positiva/infografico_cana_energia_renovavel.png)  
 acessado em 22/05/2018 às 16:23.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O termo *Geração Distribuída* demorou um século até ser cunhado e regulamentado, veio da oposição ao modelo centralizador de geração de energia elétrica idealizado no século XX, embora a “geração de energia elétrica próxima do consumidor”, definição de Borges (2007, p. 7) para a Geração Distribuída, tenha se iniciado com as primeiras indústrias no país durante o século XIX.

Durante o século XX o país passou por períodos de crescimento populacional e econômico que impulsionaram a demanda de energia elétrica. Na primeira metade do século a eletricidade passou a integrar o dia a dia das cidades e figurar como uma expressiva fonte energética para a indústria.

O potencial de geração de energia elétrica se tornou um assunto de interesse nacional levando o Estado a regulamentar sua exploração. Entre a década de 1930 e 1960 a produção de eletricidade passaria a ser algo de interesse nacional, cuja necessidade de regulamentações e garantia de produção culminariam na centralização da produção e na criação de um sistema nacional integrado para sua distribuição.

Entre as décadas de 1970 e 1990 o país gozou da estabilidade no atendimento da demanda elétrica graças à produção de energia elétrica centralizada. Neste período foram feitos grandes investimentos no setor com a construção de grandes usinas e a diversificação das modalidades de produção, são exemplos do período as usinas de ITAIPÚ e Angra I e II.

Neste mesmo período o cenário internacional passou por grandes momentos de instabilidade que refletiram no setor energético nacional. As crises do petróleo e acidentes nucleares exigiram em todo o mundo a pesquisa e o desenvolvimento de novas modalidades de produção de energia elétrica e de eficiência energética. O Brasil que apresenta grande dependência de combustíveis fósseis como o petróleo, passou a fomentar o desenvolvimento de tecnologias nacionais para a utilização do bagaço da cana e do álcool combustível tendo criado o PROÁLCOOL.

No final da década de 1990, já mostrando sinais de recuperação econômica o país passou por uma nova crise, culminando no ano de 2001 no evento conhecido como “apagão”.

No século XXI vemos um setor energético que tenta se renovar à sombra de crises que assombram a garantia de atendimento da demanda e o desenvolvimento econômico.

Cabe aqui pontuar o papel da Geração Distribuída que vem, neste século, ganhando mais espaço nas modalidades de produção de eletricidade. As novas tecnologias estão sendo acompanhadas, a passos importantes, mas modestos. Há uma evolução na legislação e na regulamentação no sentido de aumentar a participação das modalidades de geração distribuída na Matriz Elétrica do Brasil.

As modalidades de geração distribuída têm ganhado espaço, como pode ser visto no BEN 2018, e significam um futuro de mais prosperidade e segurança no atendimento da demanda elétrica do país. Combinados aos investimentos nas modalidades consolidadas de produção de energia elétrica, a geração distribuída pode ajudar a combater as oscilações no atendimento da demanda. Produções locais podem garantir independência caso o sistema central apresente falha.

Há ainda muito a ser feito com relação à regulamentação da geração distribuída de energia elétrica, mas principalmente em relação ao fomento e desoneração da implantação de novas usinas e no desenvolvimento de tecnologias nacionais. Aliados, a produção nacional e o fomento ao consumo destas tecnologias nacionais podem ser um oásis de desenvolvimento a ser descoberto no mercado interno, com benefícios para além das partes diretamente envolvidas, uma vez que a produção local ajuda a desafogar o sistema central.

Espera-se que as novas regulamentações e as legislações que fomentam este setor sejam de fato sustentáveis, cobrindo todo o tripé: Produção de eletricidade ambientalmente correta, economicamente viável e socialmente justa.

## BIBLIOGRAFIA

BACELAR, M. N. **Avaliação do desempenho estático e dinâmico de uma microrredena ocorrência de ilhamentos intencionais**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ. Rio de Janeiro, p. 124. 2013.

BORGES, F. Q.; ZOUAIN, D. M. A matriz elétrica no estado do Pará e seu posicionamento na promoção do desenvolvimento sustentável. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 35, Julho / Dezembro 2010. ISSN ISSN: 01034138.

BORGES, T. H. Panorama da Geração Distribuída de Energia Elétrica no Brasil: Avanços e Desafios. **Especialize On-Line**, Goiânia - GO, v. 01, n. 13, p. 1-19, 2017. ISSN 2179-5568.

BRASIL. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. CEPEL. Brasília, p. 44. 2001.

BRASIL. **Manual de Educação para o consumo sustentável**. Ministério do Meio Ambiente - MMA; Ministério da Educação - ME. Brasília, p. 160. 2005. (ISBN 85-87166-73-5).

BRASIL. **Matriz Energética Nacional 2030**. Ministério de Minas e Energia. Brasília. 2007. p.254.

BRASIL. **Micro e minigeração distribuída: Sistema de compensação de energia elétrica**. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília. 2016.

BRASIL. **Balanco Energético Nacional**. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Rio de Janeiro. 2018.

BUCUSSI, A. A. **TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA-IF-UFRGS**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, p. 32. 2006. (ISSN 1807-2763).

CARVALHO, J. F. D. Energia e Sociedade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 25-39, Outubro 2014. ISSN ISSN 1806-9592. [http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0103-40142014000300003&pid=S0103-40142014000300003&pdf\\_path=ea/v28n82/03.pdf&lang=pt](http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0103-40142014000300003&pid=S0103-40142014000300003&pdf_path=ea/v28n82/03.pdf&lang=pt).

COLACIOS, R. D. Matriz Energética Brasileira: Consolidação, expansão, políticas e meio ambiente. (1971-1979). **Territórios e Fronteiras**, Cuiabá - MT, p. 285-304, 2009.

FILHO, A. V. A Política Energética do Brasil. **Cadernos Adenauer XV (2014), Nº3, Eficiência Energética**, Rio de Janeiro, n. 3, p. 121-143, Janeiro 2015. ISSN issn 1519-0951 isbn 978-85-7504-190-1.

GALDINO, M. A. E. et al. O contexto das energias renováveis no Brasil. **Revista da DIRENG**, Rio de Janeiro, p. 17-25, Novembro 2000.

GOLDENBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **REVISTA USP**, São Paulo, n. 72, p. 200, dezembro/fevereiro 2006-2007. ISSN ISSN: 2316-9036.

GOLDENBERG, J.; PRADO, L. T. S. Reforma e crise do setor elétrico no período FHC. **Tempo Social - USP**, São Paulo, p. 220-231, 2003.

HAGE, J. A. A. H. O poder político na energia e relações internacionais: O difícil equilíbrio entre o direito e a busca de segurança do Estado brasileiro. **Bras. Polít. Int.** **51 (1)**, p. 170-184, 2008.

LIMA, M. T. D. S. L.; AL., E. Sobre a Situação Energética Brasileira: De 1970 a 2030. **Ciência e Natura**, Santa Maria - RS, 37, 2014. 06-16.

MARTINS, V. A. **Análise do potencial de políticas públicas na viabilidade de geração distribuída no Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro - RJ, p. 93. 2015.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **MANUAL DE ENGENHARIA PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**. CEPEL CRESESB. RIO DE JANEIRO, p. 530. 2014.

PRIBERAM. <https://www.priberam.pt/dlpo/energia>. **Priberam Dicionário**, 2018. Disponível em: <<https://www.priberam.pt/dlpo/energia>>. Acesso em: 01 maio 2018.

RODRIGUES, I. S. **Geração Distribuída no Setor de Energia Elétrica no Brasil**. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO PUC-RJ. Rio de Janeiro, p. 58. 2016.

SILVESTRE, M. E. D. Código de 1934: Água para o Brasil industrial. **geo-paisagem (online)**, 2008.

SROUR, S. **A REFORMA DO ESTADO E A CRISE NO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA VISÃO CRÍTICA DO CASO BRASILEIRO**. FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS – RJ. Rio de Janeiro, p. 136. 2005.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira - Uma perspectiva. **Novos estudos**, São Paulo, v. 3, n. 79, p. 47-69, Novembro 2007. ISSN 0101-3300.