



FONTES DE ENERGIA UTILIZADAS NA AGRICULTURA

PROF. DR. GABRIEL AGOSTINI ORSO

gabriel.orso@ufmt.br

TÓPICOS DA AULA

INTRODUÇÃO À FONTES DE ENERGIA



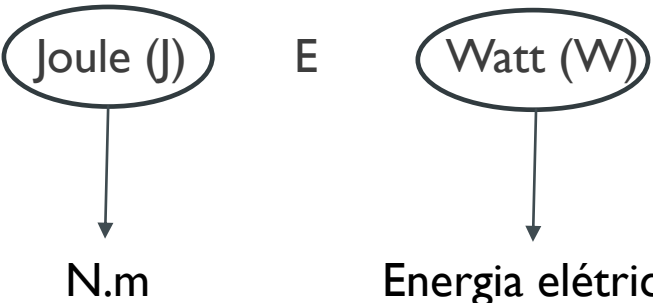
FONTES DE ENERGIA E MÉTODOS DE CONVERSÃO DE
ENERGIA



COMBUSTÍVEIS

I. INTRODUÇÃO

- **Energia:** É a capacidade de realizar trabalho podendo ser de um corpo, uma substância ou um sistema físico;

- **Medidas de energia:**

Joule (J) E Watt (W)

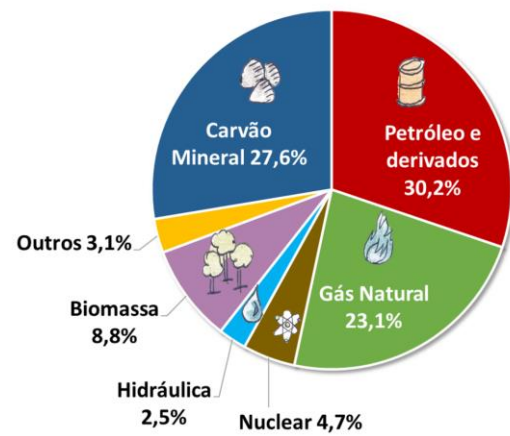
N.m Energia elétrica

- A energia elétrica pode ser oriunda de diversas fontes como: Energia hidráulica, eólica, térmica, solar, nuclear entre outras.

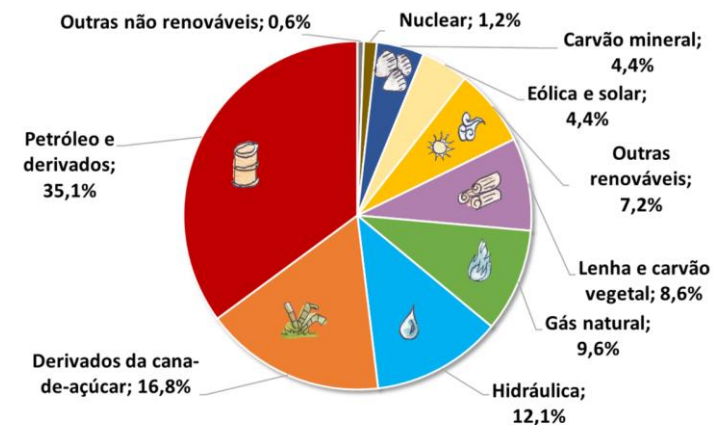
I. INTRODUÇÃO

Matriz Energética

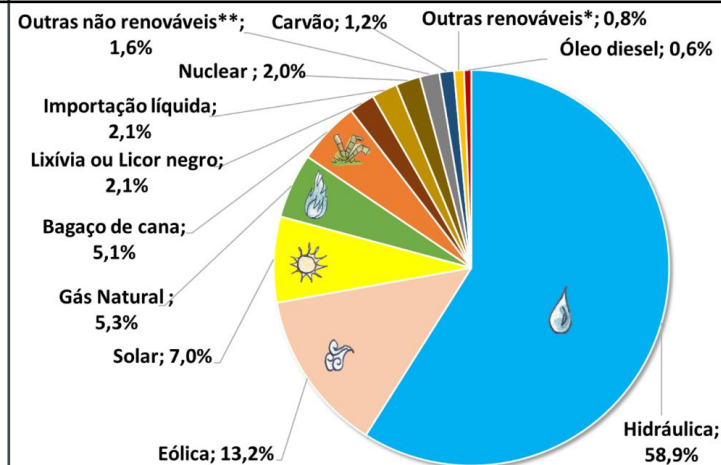
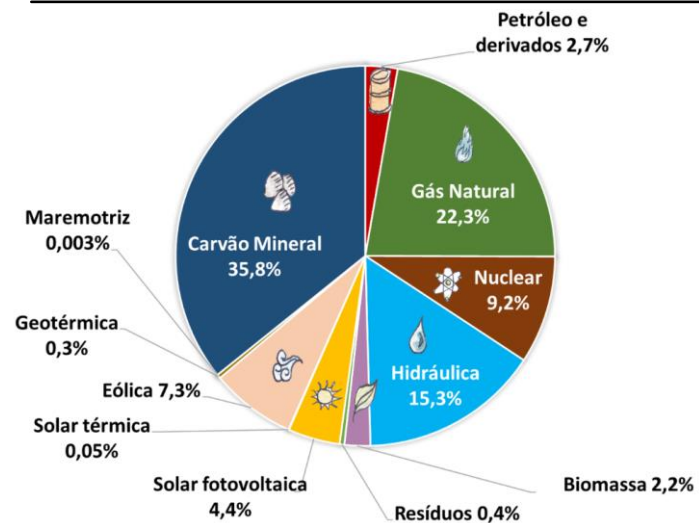
Mundo



Brasil



Matriz Elétrica



Fonte: EPE (2024)

I. INTRODUÇÃO



Fontes Renováveis

Utilizam recursos de natureza infinita

Não contribuem ou contribuem marginalmente na emissão de gases de efeito estufa



Fontes não renováveis

São naturalmente limitados ou escassos

Principais contribuidores na emissão de gases de efeito estufa.

2. FONTES DE ENERGIA

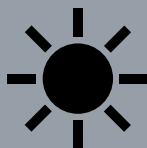
2.1 SOLAR



É uma fonte de energia que apresenta um crescimento exponencial, por ser uma fonte renovável;



Além de ser renovável é uma fonte de energia inesgotável;



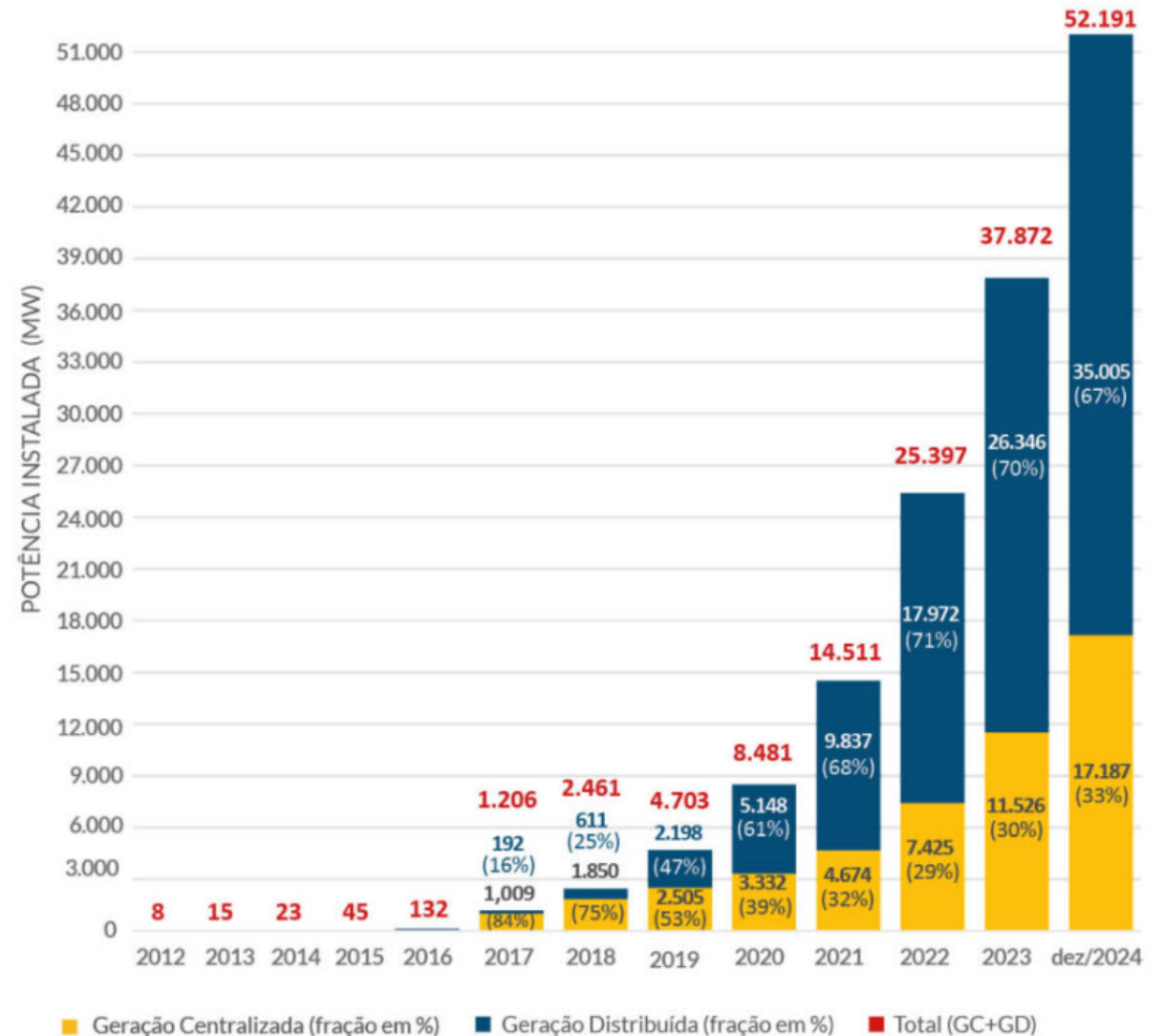
Sua forma de utilização é proveniente da luz e/ou calor do sol, e desta forma o seu uso pode ser na forma de calor, transformações fotovoltaicas e energia heliotérmica.

2. FONTES DE ENERGIA

2.1 SOLAR

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2025.



2. FONTES DE ENERGIA

2.1 SOLAR

- A radiação solar pode ser diretamente convertida em energia elétrica por meio de efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores.
- Através do sol dois efeitos são obtidos: Termoelétrico e fotovoltaico.
- **Termoelétrico:** Caracteriza-se pelo surgimento de uma diferença potencial provocada pela junção de dois metais quando tal junção está em uma temperatura mais elevada do que as outras extremidades dos fios.

2. FONTES DE ENERGIA

2.1 SOLAR

- **Fotovoltaico:**

- ❖ Foi observado pela primeira vez em 1839 pelo físico francês Edmund Becquerel;
- ❖ Entre os semicondutores mais adequados para conversão da radiação solar em energia elétrica, o que mais se destaca é o silício;
- ❖ A eficiência de conversão das células solares é medida pela proporção da radiação solar incidente sobre a superfície da célula que é convertida em energia elétrica;

2. FONTES DE ENERGIA

2.1 SOLAR

- ❖ Para geração e utilização da energia solar fotovoltaica são utilizados os seguintes equipamentos: **Painéis solares, inversor solar, sistema de fixação das placas solares, cabamentos, conectores e outros materiais elétricos padrões**

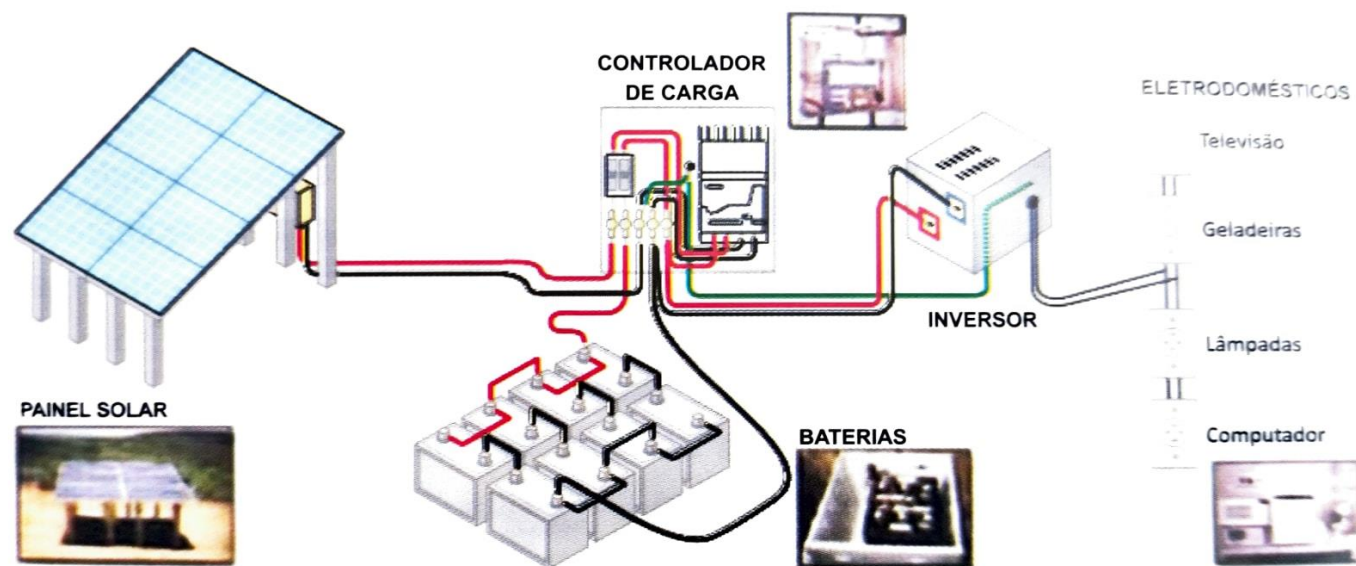


Figura 4 – Ilustração de um sistema de geração fotovoltaica de energia elétrica. Fonte:Atlas (2005) apud Fiedler e Oliveira (2018).

2. FONTES DE ENERGIA

2.1 SOLAR

- ✓ **Painel solar:** É composto por várias células fotovoltaicas. Uma célula fotovoltaica é a unidade básica de um sistema fotovoltaico. É o componente responsável por converter a radiação solar em eletricidade. O material mais utilizado para a produção de células fotovoltaicas é o silício que pode estar na forma cristalina, semicristalina e filme finamente disperso sobre um substrato. Uma célula fotovoltaica de silício cristalino produz uma tensão de aproximadamente 0,46 a 0,56 volts e uma corrente de aproximadamente 30 mA/cm². As células comerciais geram em torno de 1 A, 2,5 A, 3 A, 5 A e 7 A. Para atingir as potências comerciais os painéis são constituídos de várias células ligadas em séries.
- ✓ **Controlador de carga:** É necessário para equalizar a carga recebida pelos painéis com a do banco de baterias quanto este é utilizado.
- ✓ **Banco de baterias:** Tem o objetivo de armazenar a carga não utilizada de energia produzida e disponibilizar essa carga durante os períodos de menor produção.
- ✓ **Inversor:** Transforma a corrente contínua de 12 V, 24 V ou 48 V em corrente alternada de 127 V ou 240 V, com frequência igual à da rede elétrica.

2. FONTES DE ENERGIA

2.2 EÓLICA

- A energia eólica é aquela obtida através da energia cinética gerada pelos movimentos das massas de ar provocada pelas diferenças de temperatura existentes na superfície do planeta;
- A geração eólica ocorre pelo contato do vento com as pás do cata-vento, elementos integrantes da usina;
- Desta forma ao girar, as pás dão origem à energia mecânica que aciona o rotor do aerogerador que produz eletricidade;
- Assim a energia cinética dos ventos se transforma em energia mecânica ao girar as pás enquanto no gerador ocorre a conversão de energia mecânica em energia elétrica;

2. FONTES DE ENERGIA

2.2 EÓLICA

- De acordo com que se evoluiu a tecnologia dos materiais permitiu a construção de turbinas de maior diâmetro, desta forma aproveitando melhor a energia eólica. Um exemplo desta evolução é a dimensão das turbinas em 1985 com 20 m de diâmetro contra as atuais que podem chegar a 100 m;
- Da mesma forma houve um aumento na produtividade destas turbinas, antigamente era de 50 kW e atualmente pode superar 5 mil kW;
- Porém a produtividade destas turbinas não depende somente do seu tamanho, mas sim das condições climáticas, como: quantidade e direção do vento, do relevo e da geografia do local.

2. FONTES DE ENERGIA

2.2 EÓLICA



Figura 5 – Turbina eólica. Fonte: DW (2012)

2. FONTES DE ENERGIA

2.2 EÓLICA

- Uma outra forma de utilização da energia eólica, principalmente no meio rural, é através de moinhos de vento utilizados para moer grãos ou acionar bombas hidráulicas entre outras atividades, desta forma a energia cinética é diretamente transformada em energia mecânica.



Figura 6 – Moinho de vento. Fonte: Peon (2021)

2. FONTES DE ENERGIA

2.3 GEOTÉRMICA

- A energia geotérmica é obtida pela transformação da energia térmica presente no interior da terra em energia elétrica. As principais fontes de energia térmica são as gêiseres;
- Onde estas não estão presentes a energia térmica pode ser proveniente do calor presente no interior das rochas;
- A produção de energia se dá pela transformação que ocorre através de turbinas que são movimentadas por vapor d'água extremamente aquecidos assim como nas termoelétricas.



2. FONTES DE ENERGIA

2.3 GEOTÉRMICA

<https://www.youtube.com/watch?v=VbejdTX4Ojs>

2. FONTES DE ENERGIA

2.3 GEOTÉRMICA

- Alguns países, como México, Japão, Filipinas, Quênia, Islândia e Estados Unidos investiram no campo da energia geotérmica.

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

- A água é o recurso natural presente em grande abundância na terra, com um volume estimado de 1,36 bilhão de quilômetros cúbicos (km³) recobrindo 2/3 da superfície do planeta;
- A energia hidroelétrica é gerada através da transformação da energia potencial da água acumulada em grandes alturas, em energia cinética, que nas turbinas geradoras será transformada em energia elétrica;
- A energia cinética da água, causada pela diferença de elevação, também é transformada diretamente em energia mecânica utilizada na movimentação dos moinhos;

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

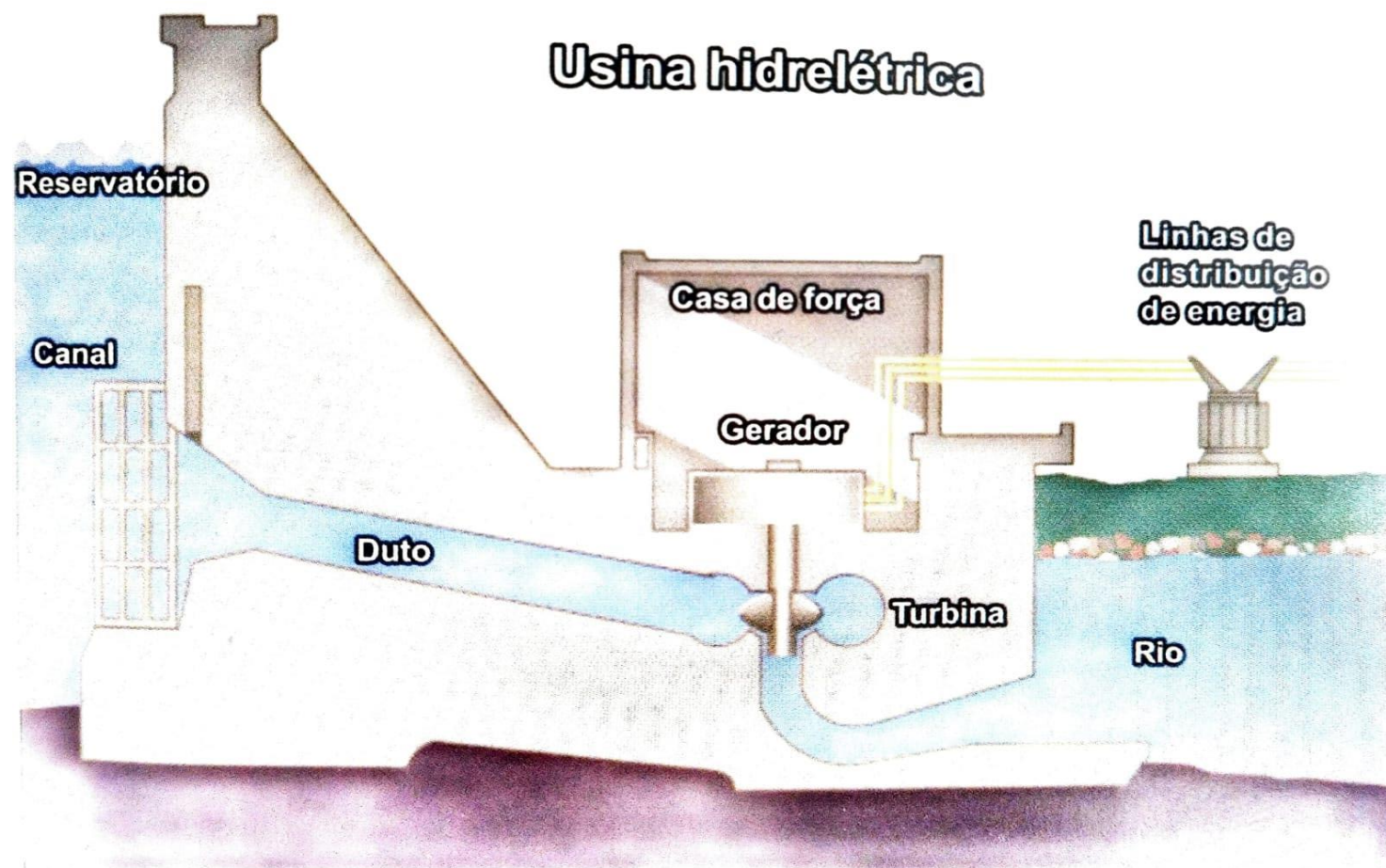


Figura 7 – Usina hidroelétrica de forma esquemática. Fonte: Fiedler e Oliveira (2018)

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

- As hidroelétricas normalmente são construções de grande porte, pois para o ganho de energia potencial a água necessita de grandes elevações o que configura em enormes áreas alagadas;
- As usinas hidroelétricas são classificadas de acordo com: Vazão, localização, tipo de barragem, reservatório, altura da queda d'água, capacidade ou potência instalada e tipo de turbina empregada;
- A altura da queda d'água e a vazão são fatores que dependem do local de construção, esses determinarão qual será a capacidade instalada que por sua vez, determina o tipo de turbina, barragem e reservatório;
- Existem dois tipos de reservatórios: acumulação e fio d'água;

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

Usinas de reservatório



Armazenamento de água para uso humano e agrícola.



Controle de enchentes regulando o fluxo de água.



Geração constante de eletricidade, independente das condições climáticas.



Possibilidade de regular a produção de energia de acordo com a procura.



Usina de Itaipu

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

Usinas fio d'água



Impacto ambiental mínimo, pois não é necessária a construção de barragem.



Menor custo de construção e manutenção em comparação com usinas de reservatório.



Utilização de recursos naturais sem alterar significativamente o meio ambiente.



Geração de eletricidade a partir de um recurso renovável e limpo.



Usina de Belo Monte

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

- As usinas são classificadas quanto a sua potência instalada da seguinte forma: Centrais Geradoras Hidrelétricas (com até 1 MW de potência instalada), Pequenas Centrais Hidrelétricas (entre 1,1 MW e 30 MW) e Usina Hidrelétrica de Energia (Com mais 30 MW);
- Devido ao tamanho da área alagada e os impactos diretamente causados no meio ambiente as usinas são instaladas longe dos grandes centros. Devido a esta distância, linhas de transmissão são construídas com tensões altas e extra altas (de 230 quilovolts a 750 quilovolts);
- O parque hidrelétrico chegou a representar 90% da capacidade instalada da produção de energia elétrica no país, estando hoje próximo de 60%;

2. FONTES DE ENERGIA

2.4 HIDRÁULICA

- As três principais razões para este efeito são:
 - ❖ Necessidade da diversificação da matriz energética;
 - ❖ A construção de novos empreendimentos hídricos pela ausência da oferta e estudos e inventários;
 - ❖ Aumento da preocupação ambiental.

2. FONTES DE ENERGIA

2.5 ENERGIA DOS MARES

- Nas águas do mar existem algumas possibilidades de geração de energia elétrica podendo ser através das marés, correntes marítimas, ondas, energia térmica e gradientes de salinidade;
- Esse tipo de geração de energia apresenta ainda elevados custos principalmente quanto a manutenção, pois o ambiente marinho é fortemente corrosivo e degradante;
- No mundo os principais projetos piloto com o aproveitamento da energia das marés são: Estados Unidos, Argentina, México, Austrália, Índia, Canadá, Rússia Reino Unido e Coreia do Sul.

2. FONTES DE ENERGIA

2.5 ENERGIA DOS MARES



Figura 8 – Geração de energia em usina maremotriz. Fonte: Fiedler e Oliveira (2018)



2. FONTES DE ENERGIA

2.5 ENERGIA DOS MARES

<https://www.youtube.com/watch?v=lwMOq3FqyZs>

2. FONTES DE ENERGIA

2.6 ENERGIA NUCLEAR

- As transformações ocorridas em núcleos atômicos (fissão) em alguns isótopos, principalmente o urânio, gera uma grande quantidade de calor nas usinas nucleares;
- O calor gerado por essa transformação é convertido em energia elétrica através da utilização de tubos geradores. Onde o calor gerado no reator transforma a água em vapor superaquecido e pressurizado, e vapor sob alta pressão movimenta a um turbo gerador;

2. FONTES DE ENERGIA

2.6 ENERGIA NUCLEAR

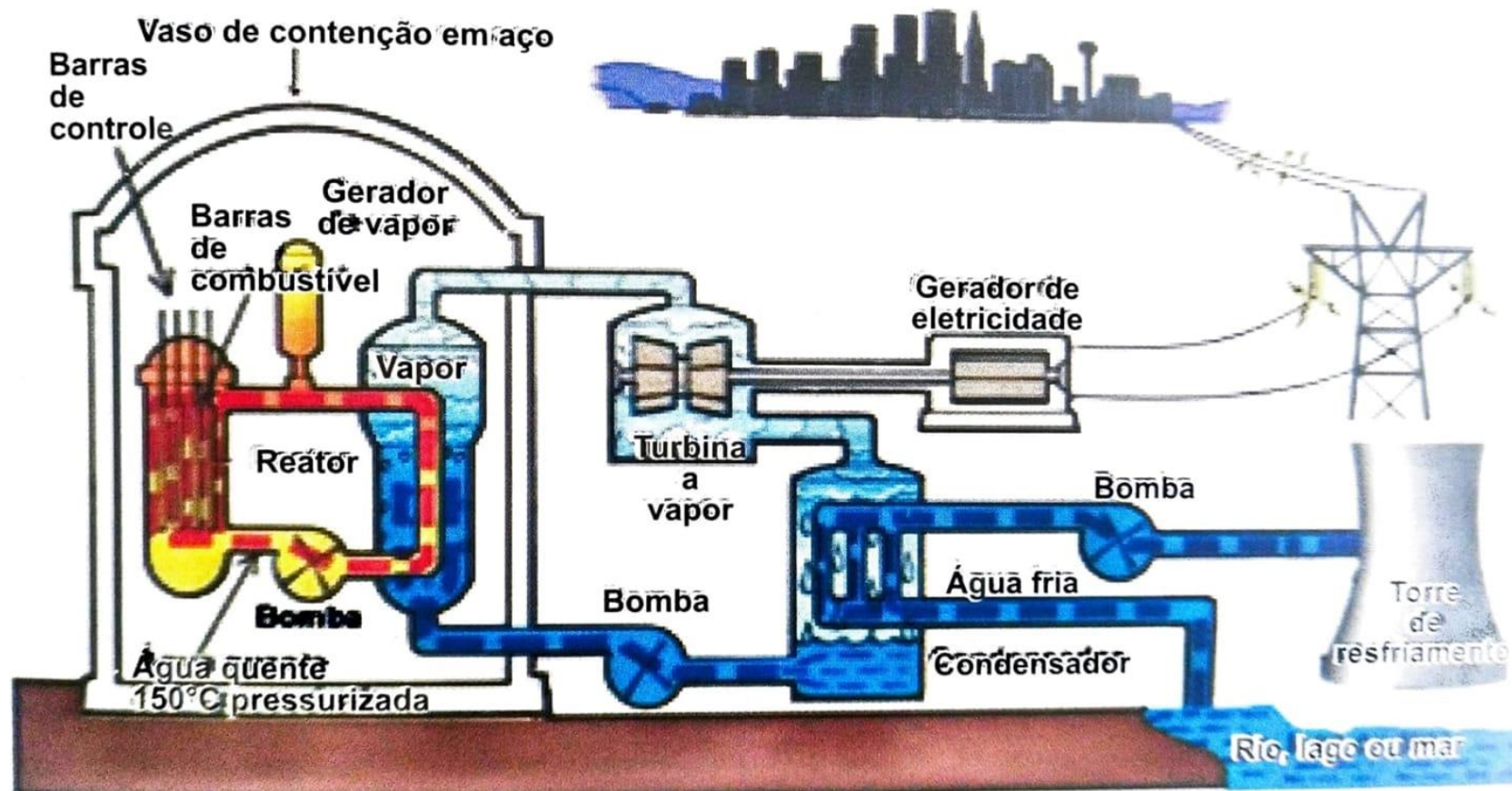


Figura 9 – Esquema técnico de uma usina nuclear. Fonte: Fiedler e Oliveira (2018)

2. FONTES DE ENERGIA

2.6 ENERGIA NUCLEAR

- A energia nuclear é considerada uma fonte limpa de energia, apesar de produzir lixo radioativo e sua operação pode ser considerada de alto risco;
- O lixo ocupa um pequeno volume e os riscos de operação podem ser controlados;
- Há uma pequena quantidade de gás carbônico (CO_2) que é produzida durante a operação;

2. FONTES DE ENERGIA

2.6 ENERGIA NUCLEAR



Figura 10 – Angra I. Fonte: <http://defesacivil.rj.gov.br/index.php/a-energia-nuclear-cestgen>

3. COMBUSTÍVEIS

3.1 COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

- O nome combustível fóssil, tem como origem a matéria viva, como plantas e animais, que existiram há milhões de anos, e que devido a processos de decomposição, pressão e temperatura se transformaram em algumas das fontes primárias que hoje se conhecem;
- No caso do petróleo e do gás natural, surgiram de organismos microscópicos e camadas de restos de vegetais, que foram cobertos com lamas e areias, e que sofreram reações químicas originando os fluidos combustíveis e gases que hoje conhecemos.

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.1 PETRÓLEO

- O petróleo apresenta como composição o crude, gás natural em solução, compostos pesados e leves, e compostos betuminosos;
- Todos os depósitos de petróleo contém gás natural, mas nem todos os depósitos de gás natural contém petróleo;
- O petróleo passa por um processo de “refinamento”, para dar origem aos produtos, tais como: Querosene, gasolina, parafinas, ceras, diesel entre outros;

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.1 PETRÓLEO

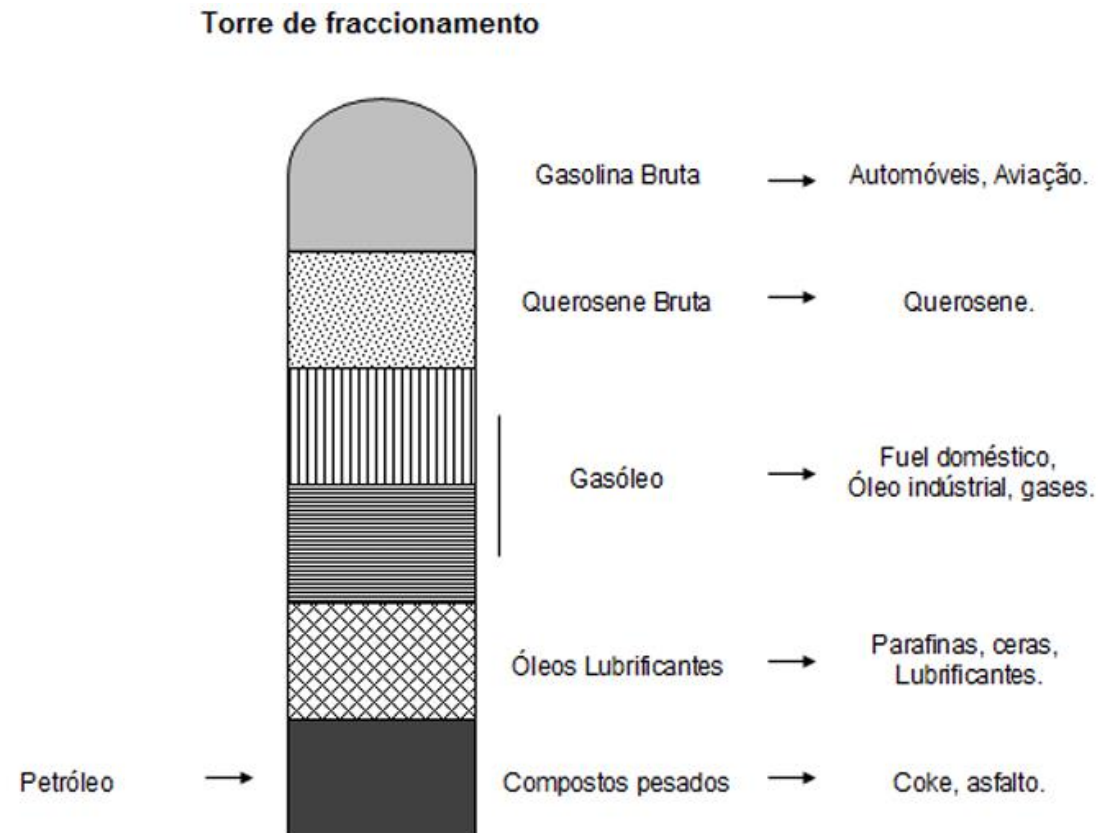


Figura 11 - Esquema simplificado da torre de fraccionamento e dos produtos resultantes. Fonte: Hinrichs e Kleinbach (2006) apud Calhau (2011).

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.1 PETRÓLEO

- Muitos dos produtos produzidos são posteriormente tratados química e termicamente para produzir gasolina, óleo de aquecimento, combustível de avião, diesel, parafinas e asfalto;

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.2 CARVÃO

- O carvão mais novo é o lenhite, que se caracteriza por ter sido formado a temperaturas e pressões mais baixas, o que faz com que tenha uma maior quantidade de água e conseqüentemente menor poder calorífico inferior;
- Já o carvão sub-betuminoso, é formado em maiores pressões e temperaturas. O mesmo possui a vantagem por possuir uma menor quantidade de enxofre e baixo valor de exploração;
- O carvão betuminoso é o que possui o maior valor calorífico.

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.3 GÁS NATURAL

- É o mais simples dos combustíveis naturais, e fora as impurezas que o constituem, é composto por uma molécula bem conhecida que é o metano (CH_4);
- O gás natural quando encontrados em reservas compostas apenas por gás natural este tem o nome de “Gás não associado”, e quando é encontrado em reservatórios onde existe petróleo é chamado “Gás associado”;
- Uma das vantagens do metano é de ser menos poluidor quando comparado com o petróleo e com o carvão, e está cada vez mais a ser usado para aquecimento de água, produção de energia, espaços interiores.

3. COMBUSTÍVEIS

3.1.3 GÁS NATURAL

Combustível	Calor produzido pela combustão			CO ₂ libertado (kg)	
	kWh/kg	GJ/t	GJ/m ³	Por 100 kWh de calor	Por GJ de calor
Petróleo	12	42	34	20	75
Carvão	7,2	26	50	35	120
Gás natural	15	55	0,04 ^b	14	50

^b - Gases à pressão normal.

Figura 12 - Poder calorífico dos combustíveis e CO₂ libertado na sua combustão. Fonte: Ramage (1997) apud Calhau (2011).

3. COMBUSTÍVEIS

3.2 BIOCOMBUSTÍVEIS

- Um dos maiores impulsionadores para o desenvolvimento dos biocombustíveis é pela menor contribuições que eles têm para o aquecimento global quando comparado com a utilização dos combustíveis fósseis;
- A sua utilização apresenta a vantagem, em que a sua combustão pode ser considerada neutra quando refere-se à libertação de CO_2 , pois a quantidade que é libertada deste gás, durante a combustão, é igual à que é retida da atmosfera durante a fotossíntese e no crescimento das culturas;

3. COMBUSTÍVEIS

3.2.1 ETANOL

- O etanol pode ser produzido a partir de qualquer matéria-prima biológica que contenha quantidades significativas de açúcar e matérias que possam ser convertidas em açúcar, como o amido e a celulose;

Açúcar	Culturas de Raiz	Beterraba
	Culturas de Caule	Cana-de-açúcar
		Sorgo Doce
Amido	Cereais	Milho
		Cevada
		Centeio
		Trigo
		Sorgo
		Batatas
Celulose	Culturas de Raiz	Cevada
	Resíduos Florestais	-
	Culturas Energéticas	Salgueiros
		Choupo
		Relva
	Lixo municipal sólido	-
	Resíduos Agrícolas	Palha
		Folhas e Caule do Milho
		Bagaço

Figura 13 - Diferentes tipos de matéria-prima para produção de etanol. Fonte: Rutz e Janssen (2008) apud Calhau (2011).

3. COMBUSTÍVEIS

3.2.1 ETANOL

- As etapas para a produção do etanol são:
 - ❖ Produção de matéria-prima – colheita, recepção e armazenagem;
 - ❖ Pré tratamento físico – moagem, fatiamento, extração do líquido;
 - ❖ Pré-hidrólise – separação dos componentes da madeira, conversão da hemicelulose em xilose;
 - ❖ Hidrólise – conversão da celulose em glucose;
 - ❖ Sacarificação – liquefação do substrato da hidrólise, conversão de amido em açúcar;
 - ❖ Tratamento químico – diluição de açúcares em água e adição de leveduras ou outros organismos;

3. COMBUSTÍVEIS

3.2.1 ETANOL

- ❖ Fermentação – produção de etanol, água, subprodutos e outros resíduos a partir do açúcar;
- ❖ Destilação – separação de etanol;
- ❖ Desidratação – remoção de água do álcool;
- ❖ Preparação de Sub-produtos – remoção do álcool para produção de alimentos para animais.

Matéria Prima	Balanço de energia fóssil estimado
Etanol (Celulose)	2-36
Etanol (Cana de Açúcar)	8
Etanol (Trigo)	2
Etanol (Beterraba)	2
Etanol (Milho)	1,5
Etanol (Sorgo Doce)	1
Etanol (Fóssil)	0,8

Figura 14 - Comparação dos diferentes balanços energéticos para diferentes matérias primas. Fonte: Rutz e Janssen (2008) apud Calhau (2011).

3. COMBUSTÍVEIS

3.2.2 BIODIESEL

Biodiesel	Frutos de Palma	Côco
		Óleo de Palma
	Algas	Microalgas
		Rícino
		Girassol
		Amendoim
	Sementes	Sorgo
		Colza
		Soja
		Jatrofa
		Óleo de Fritar
	Óleos usados	Gordura animal

Figura 15 - Diferentes matérias-primas utilizadas na obtenção de óleos para a produção de biodiesel. Fonte: Rutz e Janssen (2008) apud Calhau (2011).

3. COMBUSTÍVEIS

3.2.2 BIODIESEL

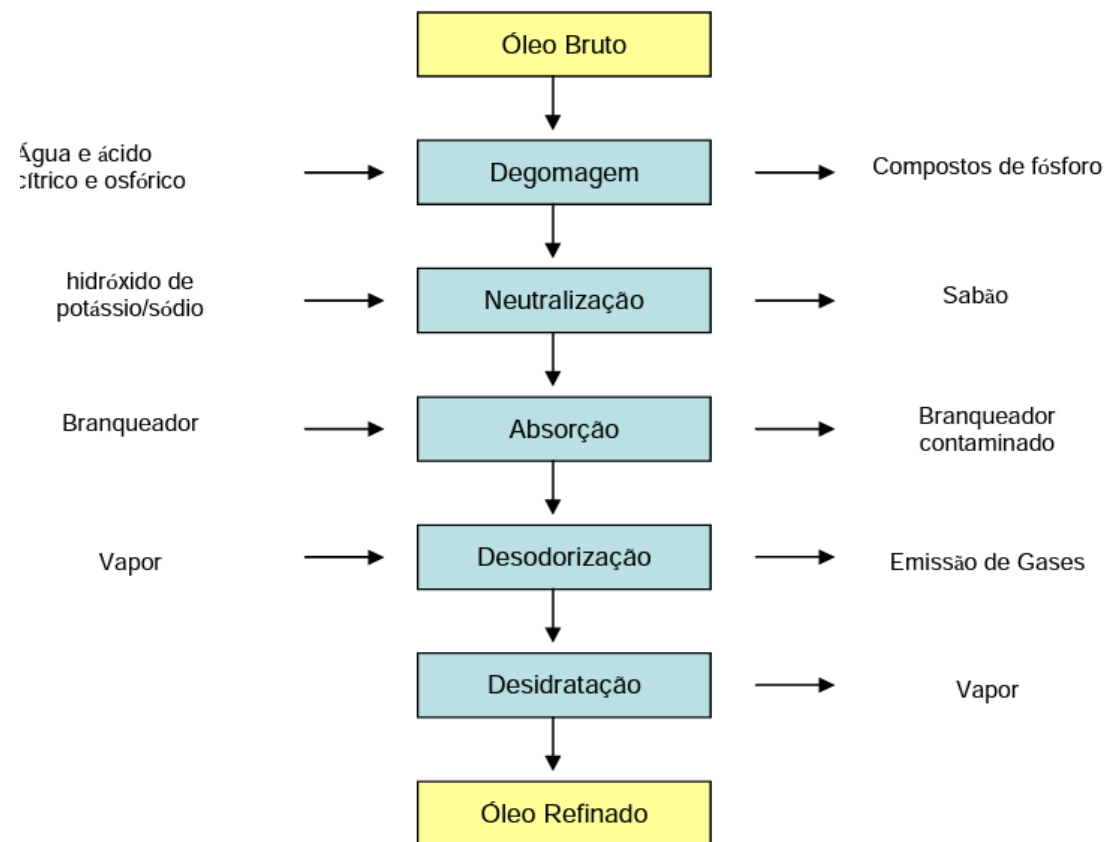


Figura 16 - Processo de produção do biodiesel. Fonte: Rutz e Janssen (2008) apud Calhau (2011).

4.REFERÊNCIAS

- CALHAU, M. F. P.V. P. Principais biocombustíveis e combustíveis fósseis, com breve abordagem ao Projecto de Conversão da Refinaria de Sines do ponto de vista da Higiene e segurança. 99 f. Dissertação (Mestrado em Energia e Bioenergia) – Universidade Nova de Lisboa. 2011.
- FIEDLER, N. C.; OLIVEIRA, M. P. **Motores e máquinas florestais**. CAUFES:Alegre-ES, 323p. 2018.
- <https://www.dw.com/pt-br/energia-e%C3%B3lica-deve-superar-a-gerada-por-usinas-nucleares-no-mundo-at%C3%A9-2020/a-15918962>.Acessado em 25/01/2025.
- <http://www.peon.com.br/orcamento-ver/moinho-de-vento/68/>.Acessado em 25/01/2025.