

Universidade de São Paulo
Instituto de Física

Física Aplicada
Aula 01

Profa. Márcia de Almeida Rizzutto

Edifício Oscar Sala – sala 220

rizzutto@if.usp.br

1º Semestre de 2019

Horário	
3a feira	21:00 – 23:00
5a feira	19:00 – 21:00
Sala: 210/2003 – Ala II	
Professora: Márcia A. Rizzutto Sala 220 – Oscar Sala e-mail: rizzutto@if.usp.br	

Página do curso:

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=67084>

Objetivos

- O objetivo prioritário desta disciplina é dar uma noção básica de como a física é aplicada no cotidiano das pessoas, através da explicação de mecanismos utilizados em nosso dia a dia. Esperamos que esta disciplina auxilie os alunos na compreensão de alguns processos que poderão ser utilizados e explicados em sala de aula para os estudantes do ensino médio. Instrumentações desenvolvidas para as outras áreas, etc.

Programa

- O Espectro Eletromagnético
 - Dimensões dos objetos
 - Produção de energia
 - Revisão sobre ondas Mecânicas;
- Princípios de acústica - Efeito Doppler;
 - Ondas de rádio;
 - Imagens por Ultrassom
 - Levitação mecânica.
- Revisão das Equações de Maxwell - Equação da onda eletromagnética
 - Lasers e Aplicações
 - Estrutura atômica – Revisão de física moderna;
 - Descrição dos princípios de geração dos Raios-X:
tubos de raios-X e radiação Síncrotron;
 - Propriedades dos Raios-X – Absorção e interação com a matéria
- Imagens médicas obtidas com Raios-X – Radiografia e tomografia.
 - Uso de técnicas atômico-nucleares para análise de materiais
 - Ressonância magnética nuclear

Livros Textos

- *NOTAS DE AULAS NO E.DISCIPINAS*
- <https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=67084>
- *Introduction to Physics in Modern Medicine*, 2 ed, S. A. Kane, CRC Press;
- *Fundamentals of Modern Physics*, Eisberg, R., John Wiley & Sons, Inc., 1961;
- *Radiologic Science for Technologists - Physics, Biology, and Protection*. Stewart Carlyle Bushong, Elsevier, 10ed, 2013.

Textos adicionais:

SERÃO COLOCADOS NA PÁGINA DO CURSO

Leituras recomendadas:

SERÃO COLOCADOS NA PÁGINA DO CURSO.

Atividades

- Aulas expositivas
- Material do seminário dos alunos
- Seminários dos alunos – grupo de 2 ALUNOS

Avaliação

P = Nota da prova $> 3,0$ para compor a MF

TS = Proposta + Texto relacionado a um tópico de física aplicada, relacionada ao seminário.

S = apresentação de seminário do tópico de física aplicada

A = média das atividades (lista de exercício e resumos das apresentações)

$$MF = (P + TS + S + A) / 4$$

Só haverá prova substitutiva para alunos que apresentarem atestado médico!!

NÃO HÁ PROVA SUBSTITUTIVA
Recuperação:

- **Presença:**

- a presença será monitorada nas provas e nas aulas. Caso o aluno não tenha as presenças nas listas e reprovou por nota, também será reprovado por faltas.

Só poderão fazer a prova de recuperação os alunos que tiverem presença acima ou igual a 70%.

A média da segunda avaliação será a média entre

MF (peso 2) e a nota da prova de recuperação

PREC (peso 1).

Física Aplicada 2019

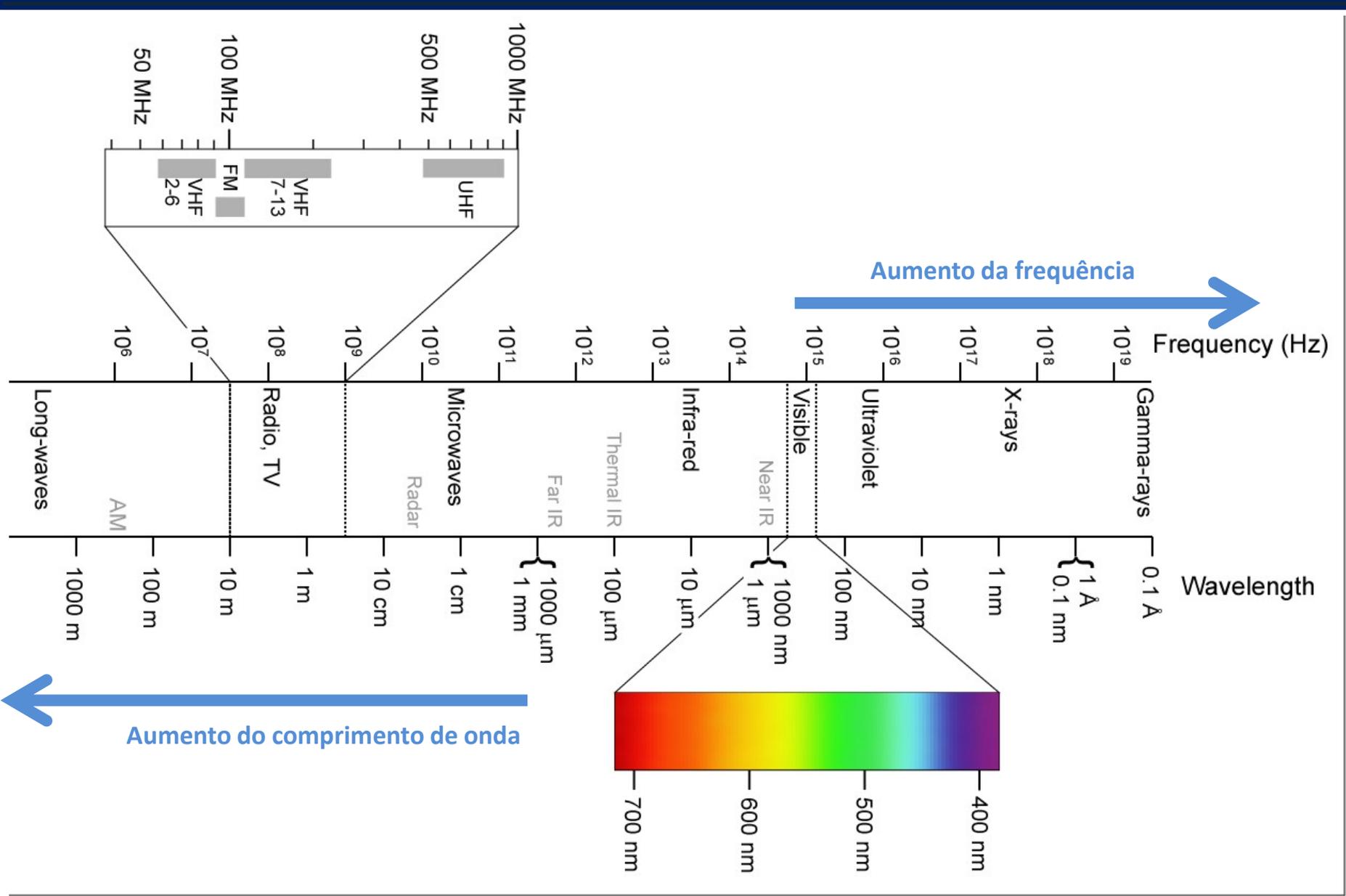
Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Prova 1						
		não aula		não aula		
		Aula 1		Aula 2		
Março						
	Carnaval	Carnaval	Carnaval	Aula 3		
		Aula 4		Aula 5		
		Aula 6		Aula 7		
		Aula 8		Aula 9		
	Abril					
		Aula 10		Aula 11		
		Aula 13		Aula 14		
	Semana Santa			Semana Santa		
		Aula 15		Aula 16		
		Aula 17				
	Mai					
			Não haverá aula	Aula 18		
		Aula 19		Aula 20		
		Aula 21/AP1		Aula 22/AP2		
		Aula 23/AP3		Aula 24/AP4		
		Aula 25/AP5		Aula 26/AP6		
		Junho				
		Aula 27/AP7		Aula 28/AP8		
		Aula 29/AP9		Aula 30/AP10		
		Aula 31		Não haverá aula		
		Prova 1				
	Julho					
	data entrega notas					

TERÇA 21:00 23:00
 QUARTA 18:00 21:00

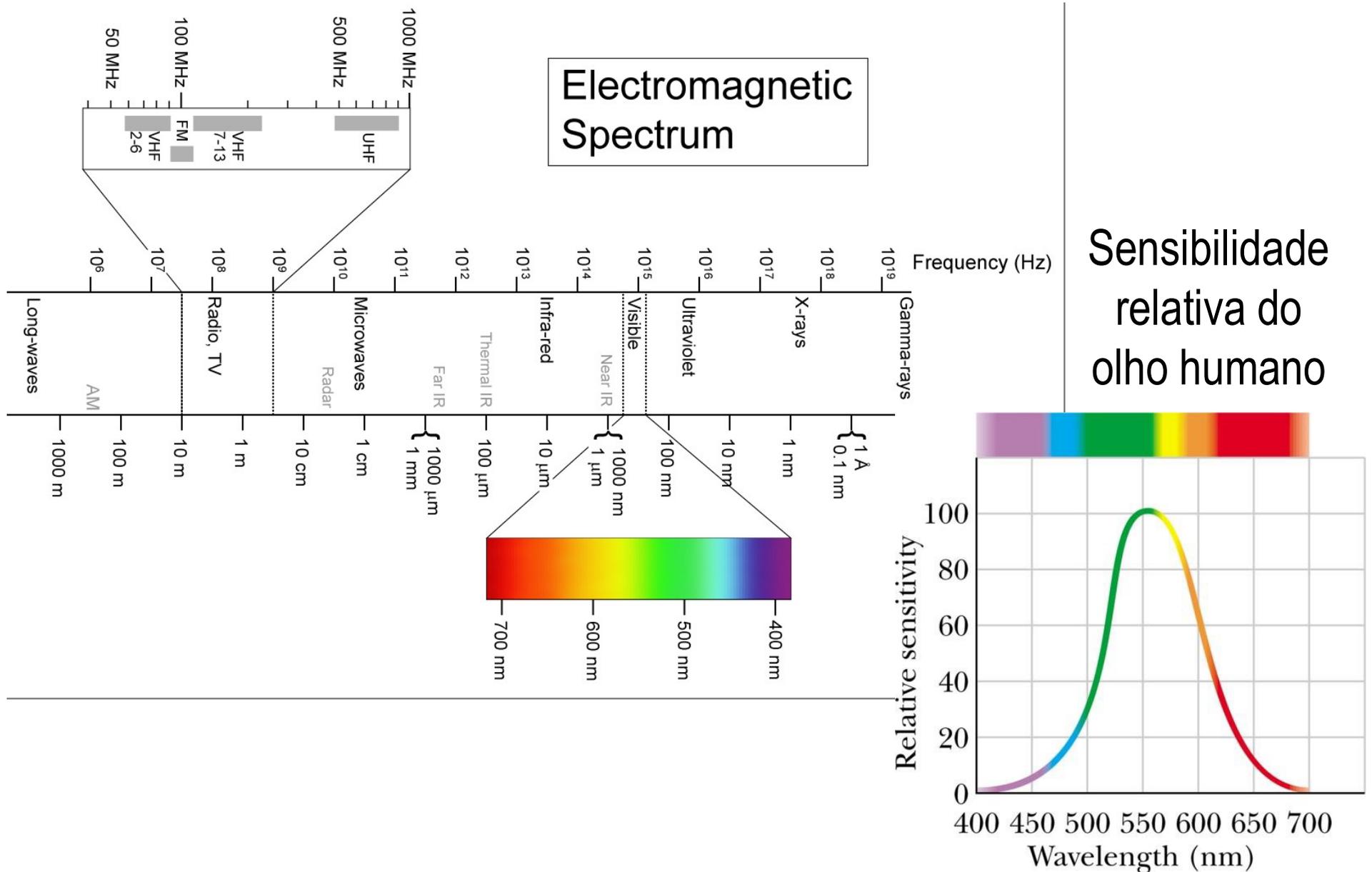
Calendário

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=67084>

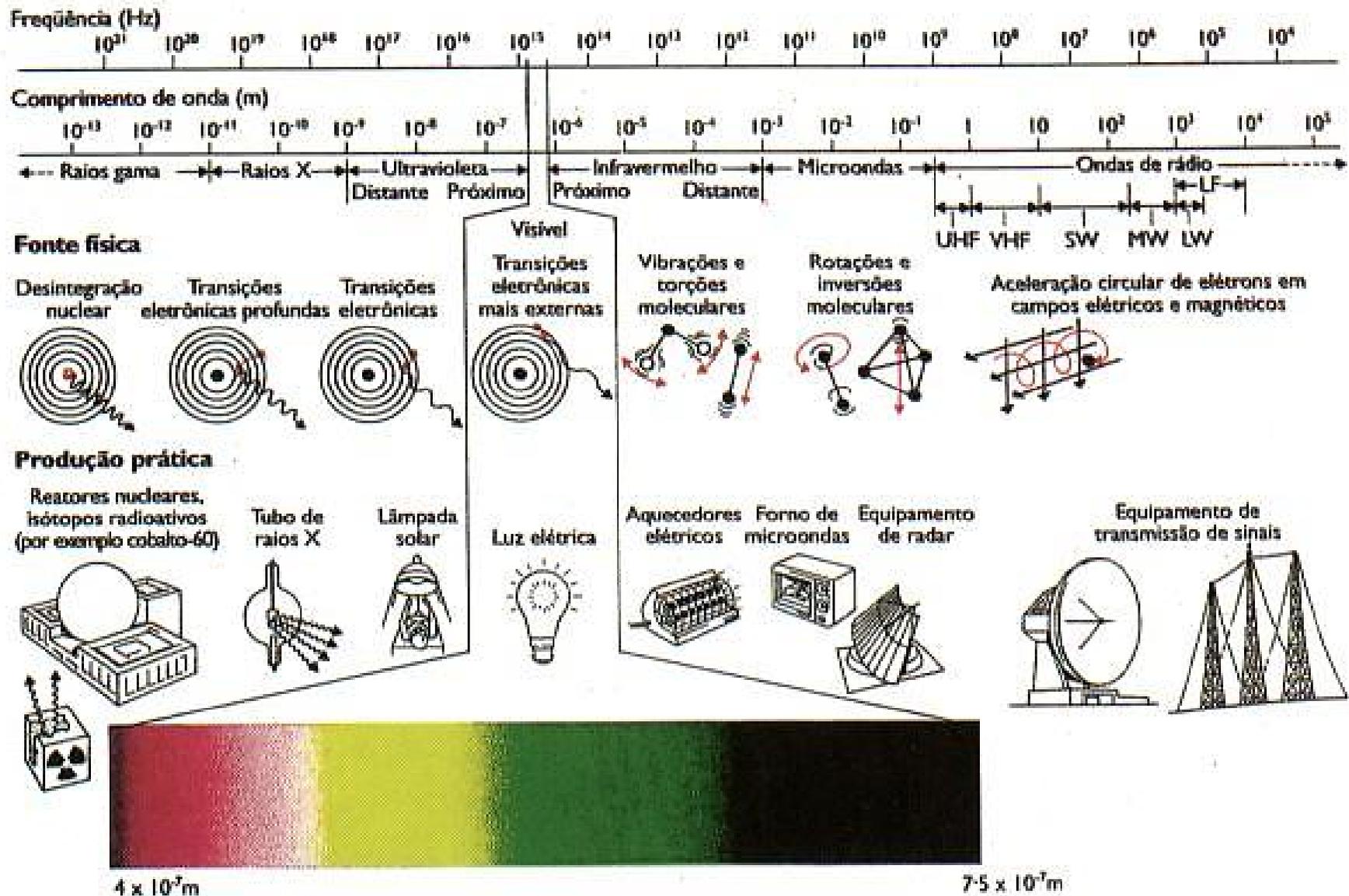
Espectro Eletromagnético (Arco-íris de Maxwell)



Espectro Eletromagnético (Arco-íris de Maxwell)



Espectro Eletromagnético (Arco-íris de Maxwell)

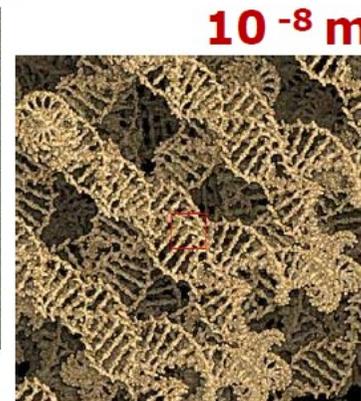
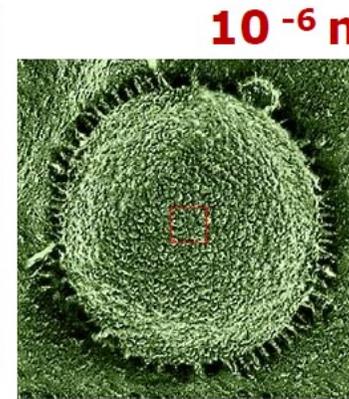


Ordens de Grandeza (dimensões dos objetos)

$10^{22} \text{ m} = 10.000.000.000.000.000.000.000 \text{ m}$
 10^{13} m



$0,1 = 10^{-1} \text{ m}$



Ordens de Grandeza (dimensões dos objetos)

10^{-1} m



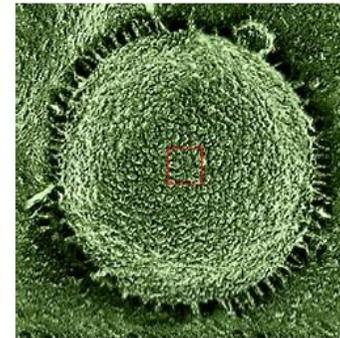
10^{-2} m



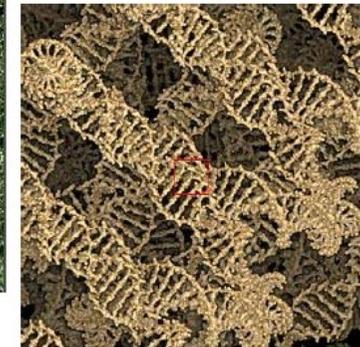
10^{-3} m



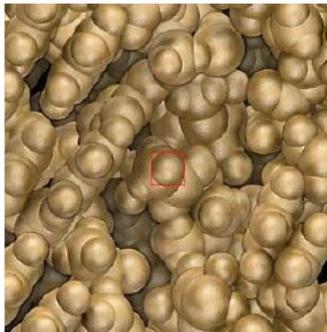
10^{-6} m



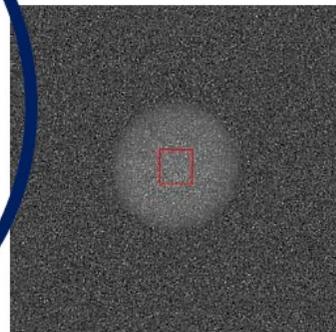
10^{-8} m



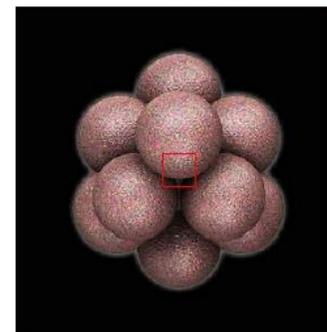
10^{-9} m



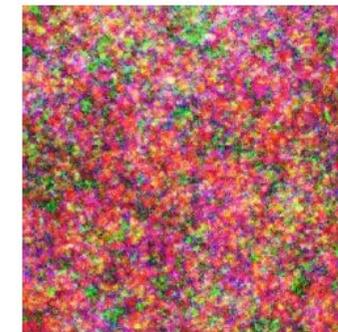
10^{-10} m



10^{-14} m



10^{-16} m



Nano = "anão" em grego

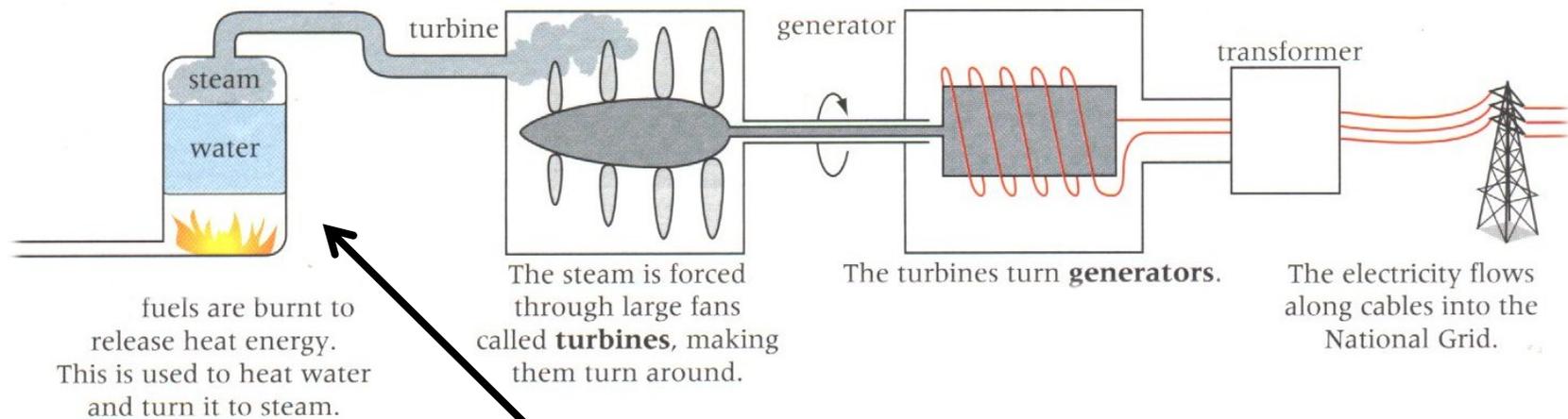
o diâmetro da nuvem de
elétrons (tamanho do átomo)

Consigo ver o elétron

Vamos falar de energia
fontes de energia

Geração de eletricidade

Por muitos anos, temos gerado eletricidade da mesma maneira:



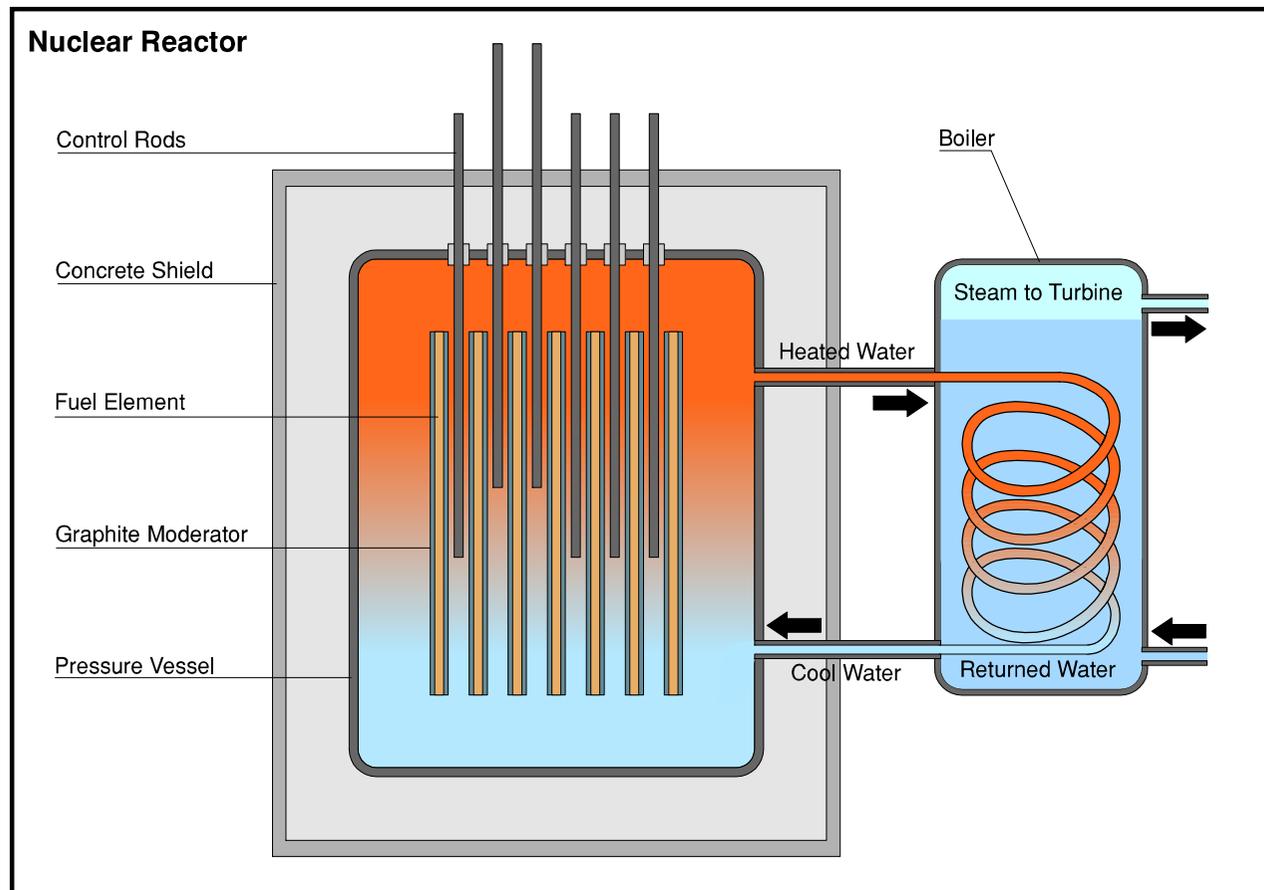
Combustíveis são queimados para liberar energia térmica. Isto é usado para aquecer água

O vapor é forçado através de grandes ventiladores, chamados turbinas, forçando-as a girar

As turbinas se transformam em geradores

A eletricidade flui ao longo de cabos na rede Nacional

Podemos também usar o calor de reações nucleares que fazem o vapor.



Combustíveis nucleares tornam-se quentes sem queimar
(veremos isto a frente)

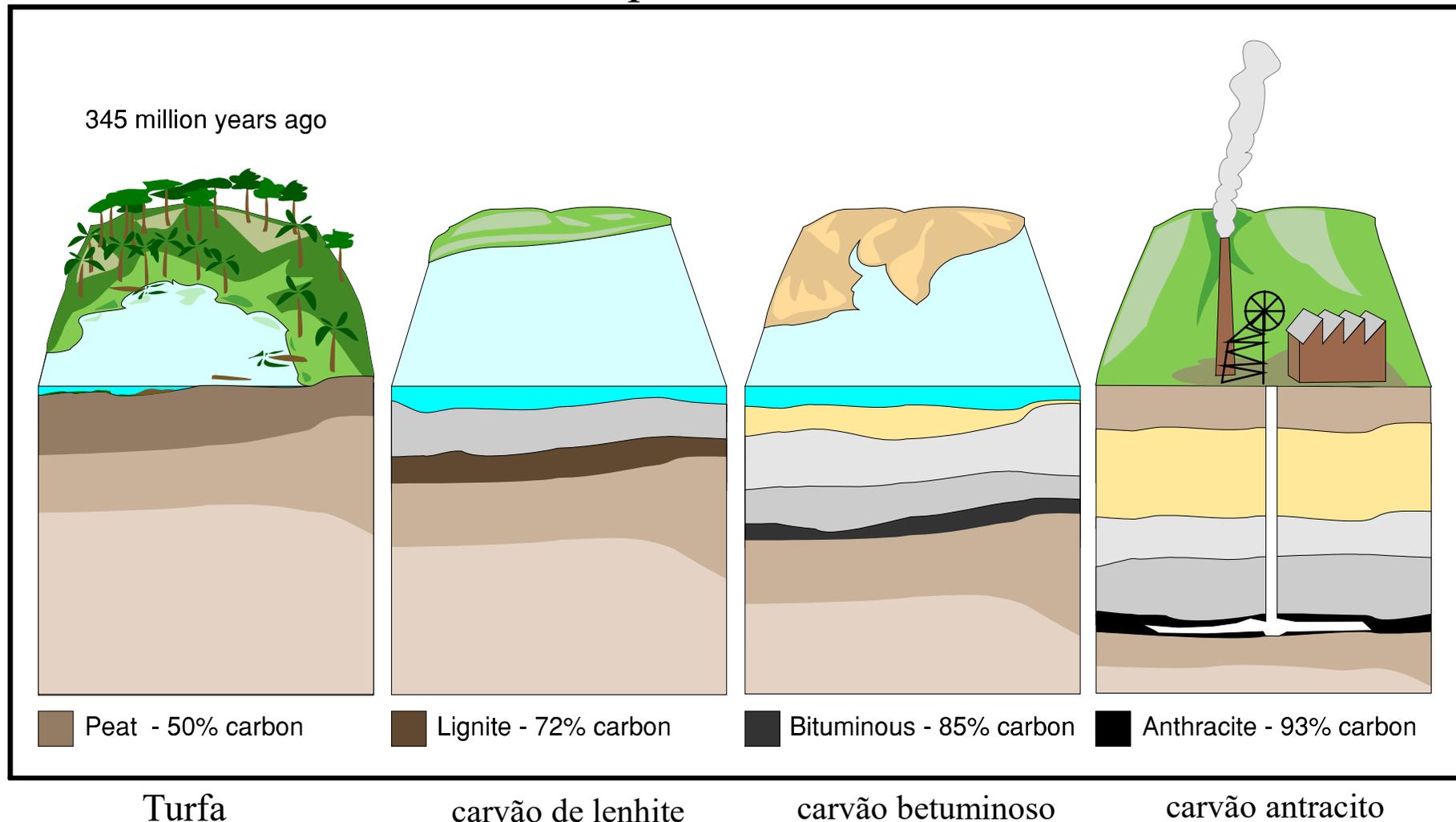
Mas os combustíveis mais utilizados necessitam ser
queimados para produzir calor. Esses são:

CARVÃO ÓLEO e GÁS NATURAL (Metano)

Estes combustíveis estão presentes em camadas internas. Eles levam milhões de anos para se formar e por isso são chamados combustíveis fósseis e não são renováveis.

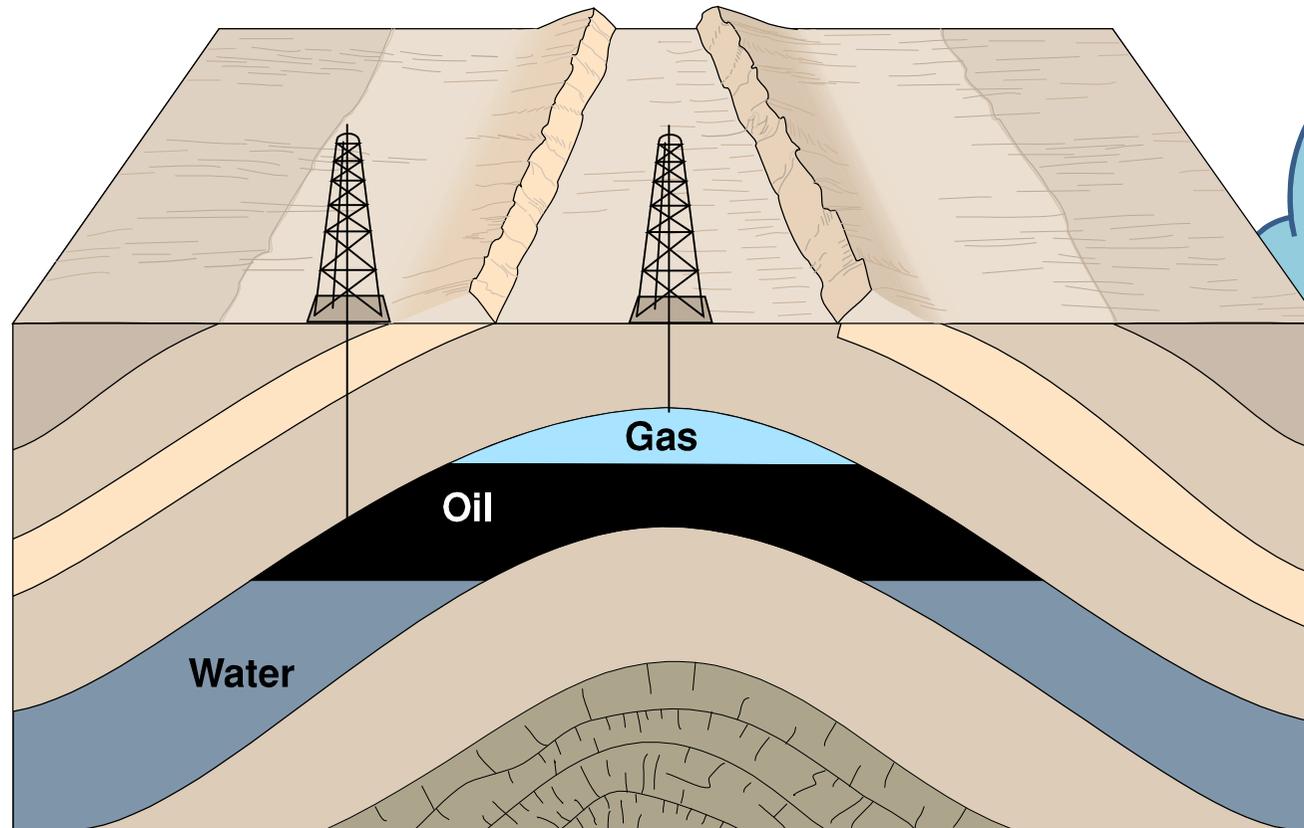
CARVÃO

Produzido a partir dos restos de plantas que morreram há milhões de anos



ÓLEO e GÁS NATURAL (Metano)

Produzido a partir dos restos decompostos de animais, plantas, etc. do mar que morreram há milhões de anos



O **combustível nuclear** mais conhecido é o urânio, porque é o mais utilizado em reatores de fissão **nuclear**. Todos os reatores **nucleares** atualmente em produção para a geração de energia elétrica são de fissão. O plutônio é também usado como **combustível nuclear**

Mesmo que não produzido a partir de plantas ou animais mortos, o combustível nuclear é considerado um combustível fóssil, porque se trata de um material presente no solo.

Todos esses combustíveis fósseis estão se esgotando

e queimá-los aumenta o dióxido de carbono na atmosfera, que aumenta o EFEITO ESTUFA, CAUSANDO O AQUECIMENTO GLOBAL.

Alguns combustíveis fósseis contêm enxofre e quando se queimam se tornam DIÓXIDO DE ENXOFRE, um gás venenoso, que reage com a água na atmosfera para formar ÁCIDO SULFÚRICO que conhecemos como chuva ácida.

Para resolver os problemas dos combustíveis fósseis,
precisamos desenvolver:

COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS, como a biomassa
(madeira, etc.).

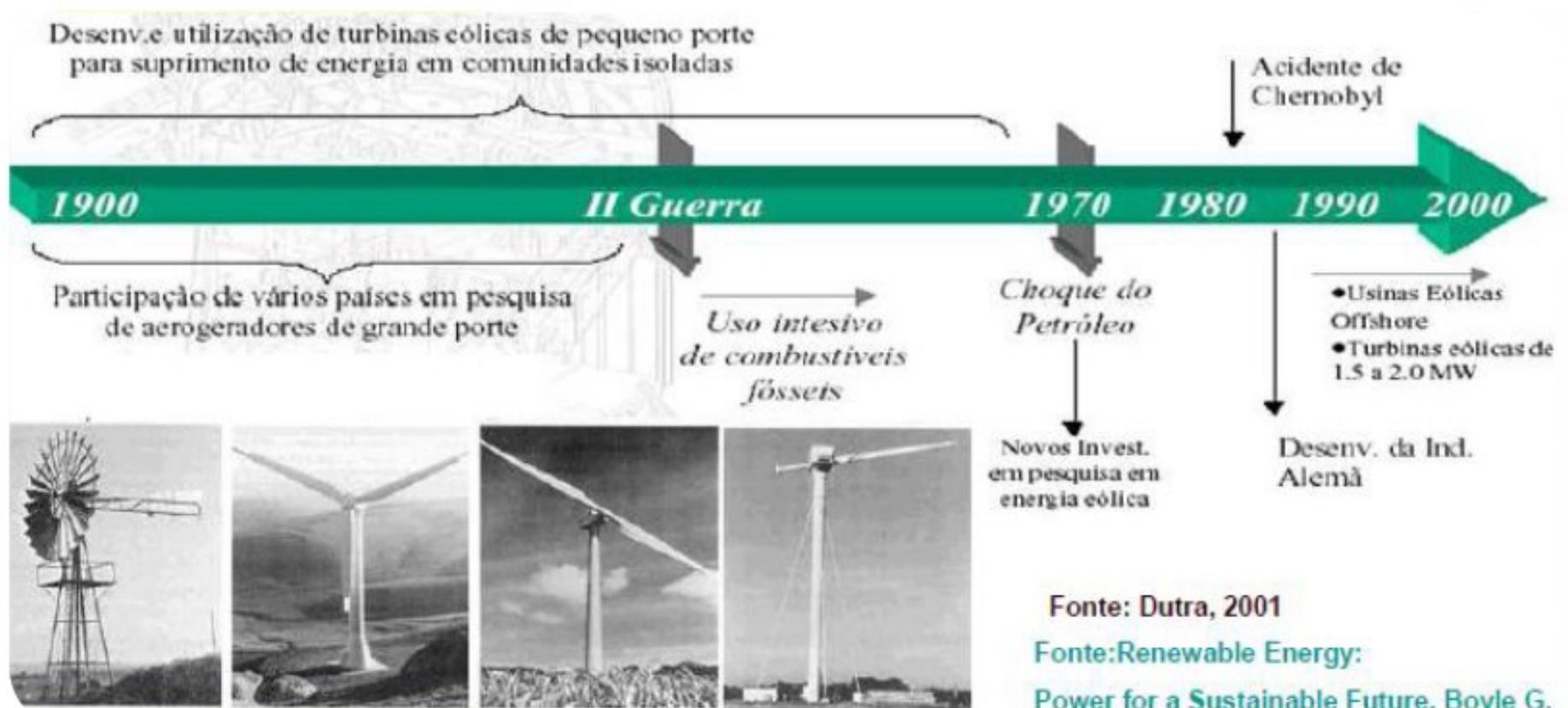
Plantas de crescimento rápido que possam ser queimadas em centrais eléctricas, em vez de combustíveis fósseis, mas também as plantas podem ser cultivadas para produzir óleos e açúcares para fazer o álcool que pode ser usado como um combustível, como a gasolina.

formas de energia RENOVÁVEIS, tais como :

Vento
(energia eólica)



Histórico



Fonte: Dutra, 2001

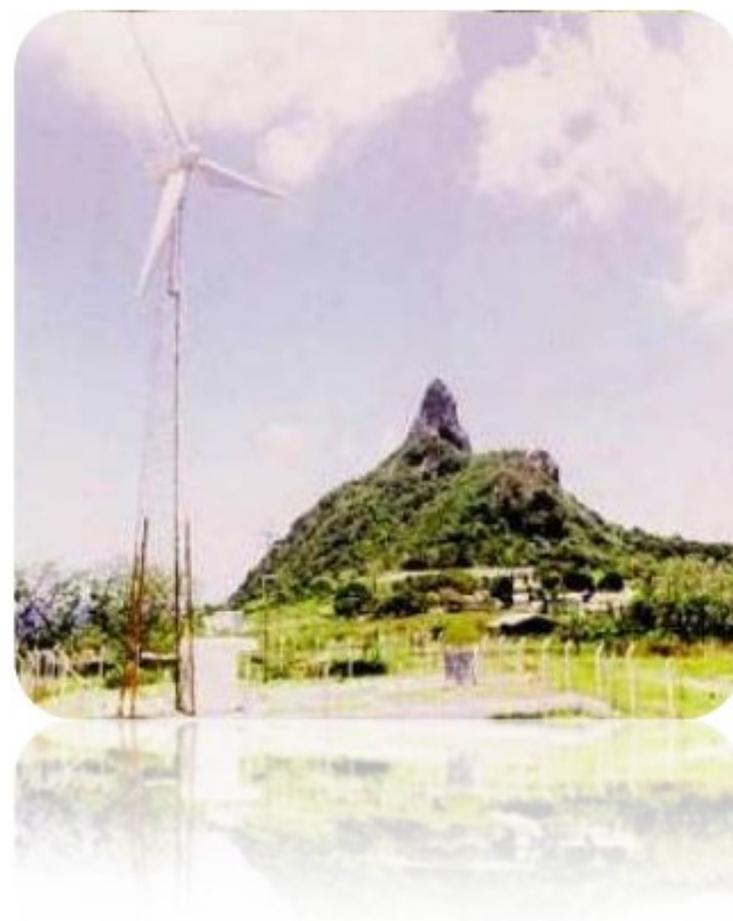
Fonte: Renewable Energy: Power for a Sustainable Future, Boyle G.

Fonte: Renewable Energy:

Fonte: Dutra, 2001

Energia Eólica no Brasil

- *1992 - Primeira turbina eólica instalada no Brasil*
 - ✓ *Fernando de Noronha - PE;*
 - ✓ *Parceria entre a UFPE e a CELPE;*
 - ✓ *Potência Instalada - 75 kW;*
 - ✓ *Diâmetro - 17 metros;*
 - ✓ *Altura - 23 metros;*
 - ✓ *Atendia 10% da demanda da ilha.*

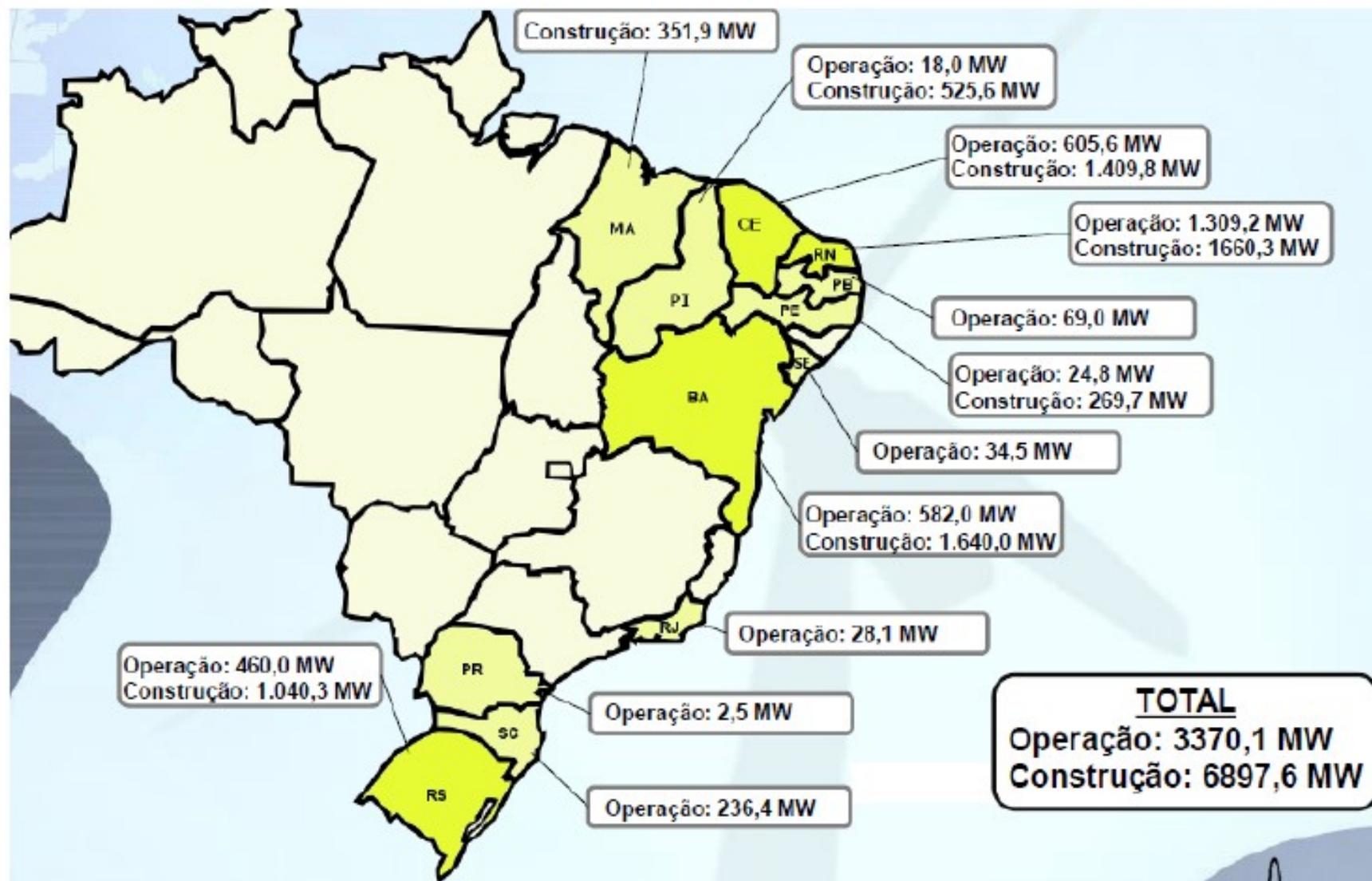


Energia Eólica no Brasil

- 1999
 - ✓ *Central Eólica Taíba - CE (5 MW);*
 - ✓ *Central Eólica Prainha - CE (10 MW);*
 - ✓ *Central Eólica de Palmas - PR (2,5 MW);*
 - ✓ *Central Eólica de Olinda - PE (225 kW)*

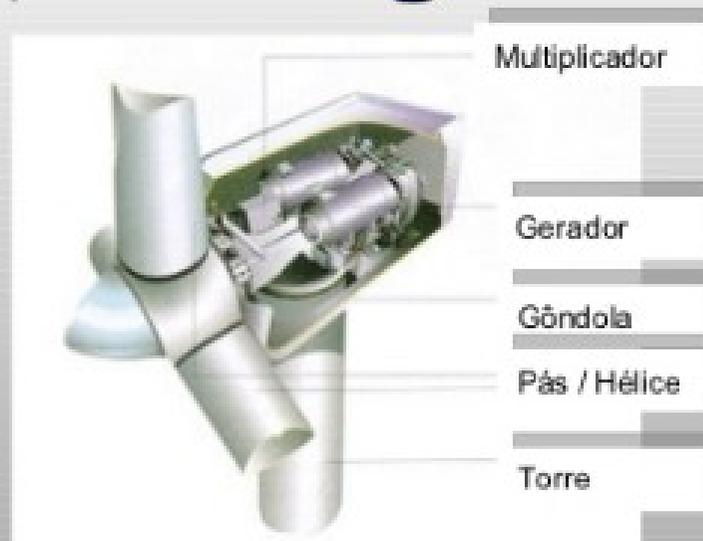


Localização dos Parques Eólicos





Os Aerogeradores

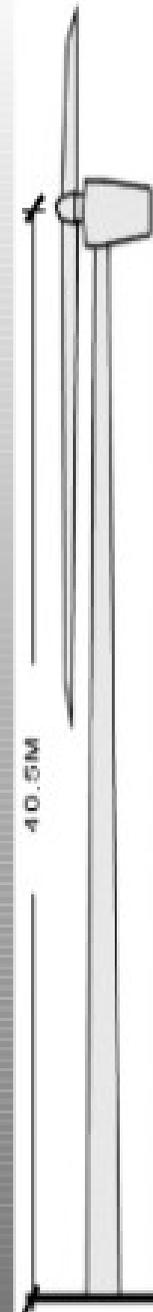


Os Aerogeradores são constituídos por três elementos principais:

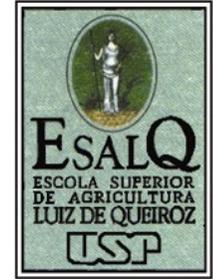
Pás / Hélice - o movimento rotativo das pás transforma a energia do vento em energia cinética.

A Gôndola - onde se encontra o gerador que transforma a energia cinética transmitida pela hélice em energia eléctrica.

A Torre - é sobre esta que se monta o conjunto de hélice e gôndola.



MOTORES EÓLICOS. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO.



VENTO é a “MASSA DE AR EM MOVIMENTO”

E SUA ENERGIA CINÉTICA (E_{cv}) É EXPRESSA POR:

MASSA DE AR . VELOCIDADE

$$E_{cv} = \frac{1}{2}mv^2$$

UMA MASSA DE AR QUE PASSA NUMA ÁREA “A”, NA UNIDADE DE TEMPO, SERÁ:

$$m = d \cdot A \cdot V$$

taxa de variação da quantidade de energia fornecida ou cedida por um sistema durante um intervalo de tempo.

ONDE d = DENSIDADE DO AR (1225 g/m³)

A POTÊNCIA EÓLICA (Pe) É OBTIDA SUBSTITUINDO AS EQUAÇÕES

$$Pe = d \cdot A \cdot V^3 / 2 \quad \text{(EMPÍRICA)}$$

EQUAÇÃO GERAL DA POTÊNCIA TOTAL DISPONÍVEL PARA DIFERENTES UNIDADES DE POTÊNCIA, ÁREA E VELOCIDADE

$$Pe = k \cdot A \cdot V^3$$

3.1. TIPOS PRINCIPAIS DE AEROMOTORES.

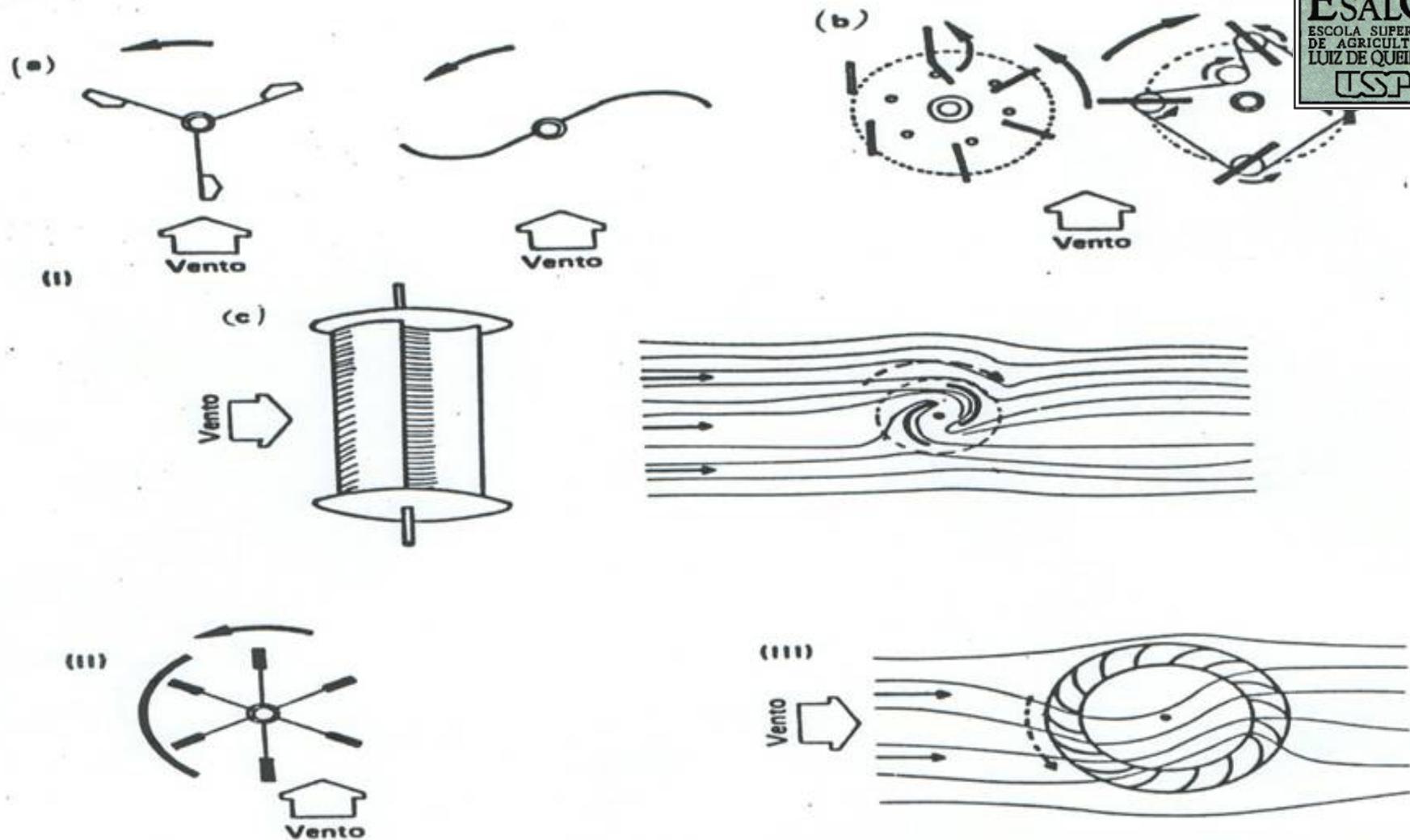
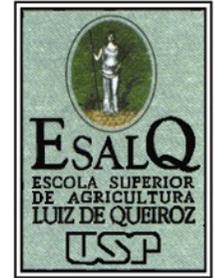


Figura 3.2. Tipos de rotores de árvore vertical. (I) Rotores abertos: a) de pás fixas (rotor de canecas, rotor de lâmina curva); b) de pás móveis (de pás articuladas e pás giratórias); c) rotor de Savonius. (II) Rotor semilechado. (III) Rotor tipo turbina. (MIALHE, 1974)



$$P_e = k \cdot A \cdot V^3$$



VALORES DE k A SEREM EMPREGADOS NO CÁLCULO DA POTÊNCIA DISPONÍVEL NO VENTO

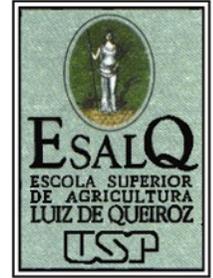
POTÊNCIA	ÁREA	UNIDADES DE VELOCIDADE	VALOR DE k
CV	m ²	m/s	0,0008766565
kW	m ²	m/s	0,00006449924
kW	m ²	km/h	0,0000138244
hp	pé ²	m.p.h.	0,0000071316
kW	pé ²	m.p.h.	0,0000053215

Adaptado de Golding(1955)

SEGUNDO *BETZ(1922)*: APENAS UMA FRAÇÃO DO POTENCIAL DISPONÍVEL SE TRANSFORMA EM TRABALHO ÚTIL.

**PERDAS OCORREM DEVIDO A :
POTÊNCIA DE ATRITO, VARIAÇÃO DA VELOCIDADE,
TIPO DE ROTOR E POR QUESTÕES ERODINÂMICAS.**

**A ESSA FRAÇÃO DEU-SE O NOME DE
COEFICIENTE DE EFICIÊNCIA MÁXIMA - C_p
(VARIA DE 0,3 A 0,4)**



**OUTROS ESTUDOS EM AEROMOTORES DE *ÁRVORES*
HORIZONTAIS E DE PÁS DEMONSTRARAM QUE HÁ LIMITES
NAS RELAÇÕES ENTRE:**

VELOCIDADE ANGULAR (ω) , **RAIO DO ROTOR (R) E
VELOCIDADE DO VENTO V**

A RELAÇÃO ÓTIMA ENTRE ESSAS VARIÁVEIS É :

$$\omega \cdot R / V = 0,9$$

ASSIM, A EQUAÇÃO DE **POTÊNCIA MECÂNICA- P_m OBTIDA
É EXPRESSA POR:**

$$P_m = C_p \cdot k \cdot A \cdot V^3$$



PARA UTILIZAÇÃO DE AEROMOTORES DEVE-SE OBSERVAR ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DOS VENTOS:

- ALTITUDE ; 30- 60 m

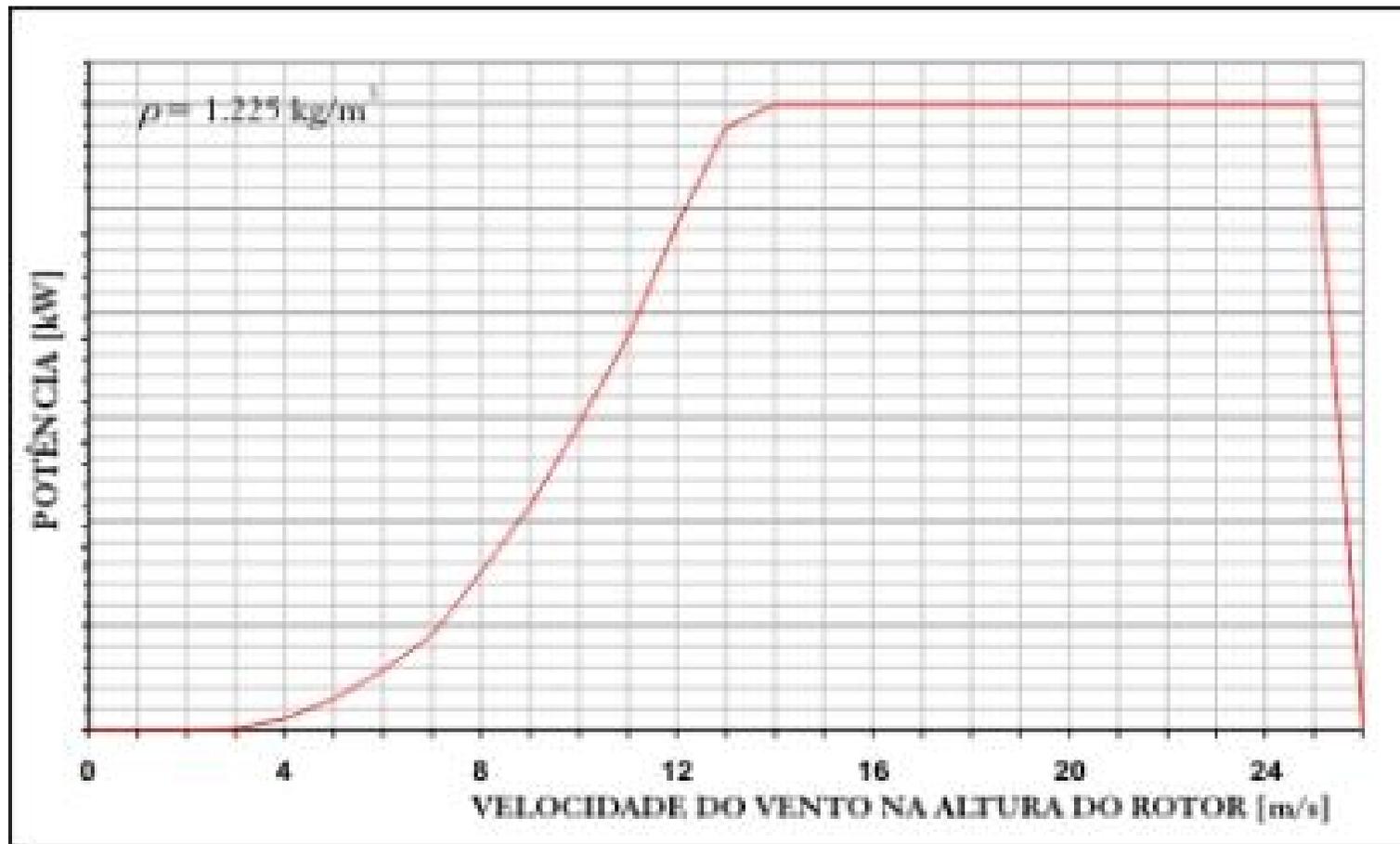
- A VARIAÇÃO DA VELOCIDADE, POR HORA DURANTE O ANO

- VELOC. MÉDIA ANUAL: 24 h/dia. 365 dias/ano = 8760 VALORES

EXEMPLO: NUM CERTO LOCAL OBTEVE-SE OS SEGUINTE VALORES DE VELOCIDADES MÉDIAS DOS VENTOS:

V (MILHAS/h)	t (horas)	POTENCIAL ENERGÉTICO EÓLICO ANUAL (V³ . t)
0	87860	0,00
10	7850	7,85 x 10 ⁶
20	5550	44,00 x 10 ⁶
30	3000	81,00 x 10⁶ (máximo)
40	1250	80,00 x 10 ⁶
50	500	62,50 x 10 ⁶
60	120	25,92 x 10 ⁶

POTÊNCIA DE UMA TURBINA EÓLICA



Energia Eólica no Mundo

- Ranking Mundial (GW)

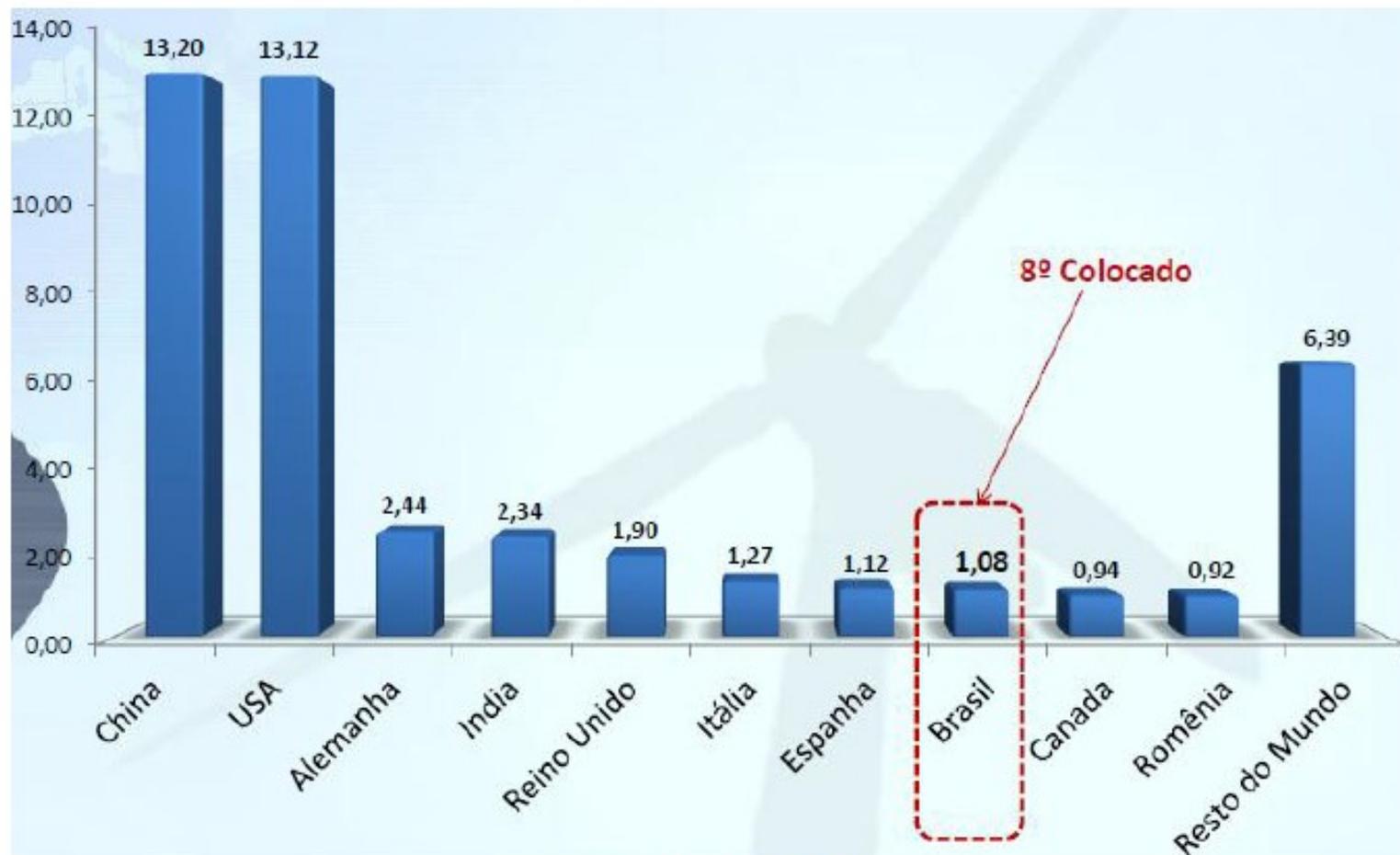
1		China	75,56
2		EUA	60,01
3		Alemanha	31,33
4		Espanha	22,80
5		Índia	18,42
6		Reino Unido	8,45
7		Itália	8,14
8		França	7,20
9		Canadá	6,20
10		Portugal	4,53

11		Dinamarca	4,16
12		Suécia	3,75
13		Japão	2,61
14		Austrália	2,58
15		Brasil	2,51
16		Polônia	2,50
17		Holanda	2,39
18		Turquia	2,31
19		Romênia	1,91
20		Grécia	1,75

Fonte: GWEC, 2012

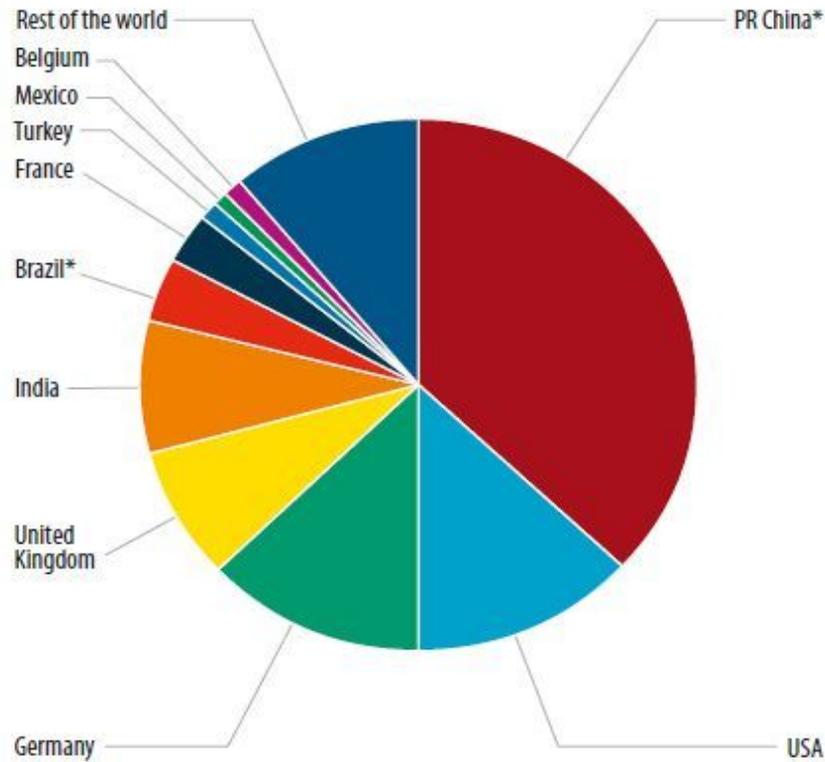
Energia Eólica no Mundo

- *Capacidade Instalada em 2012*



Fonte: GWEC, 2012

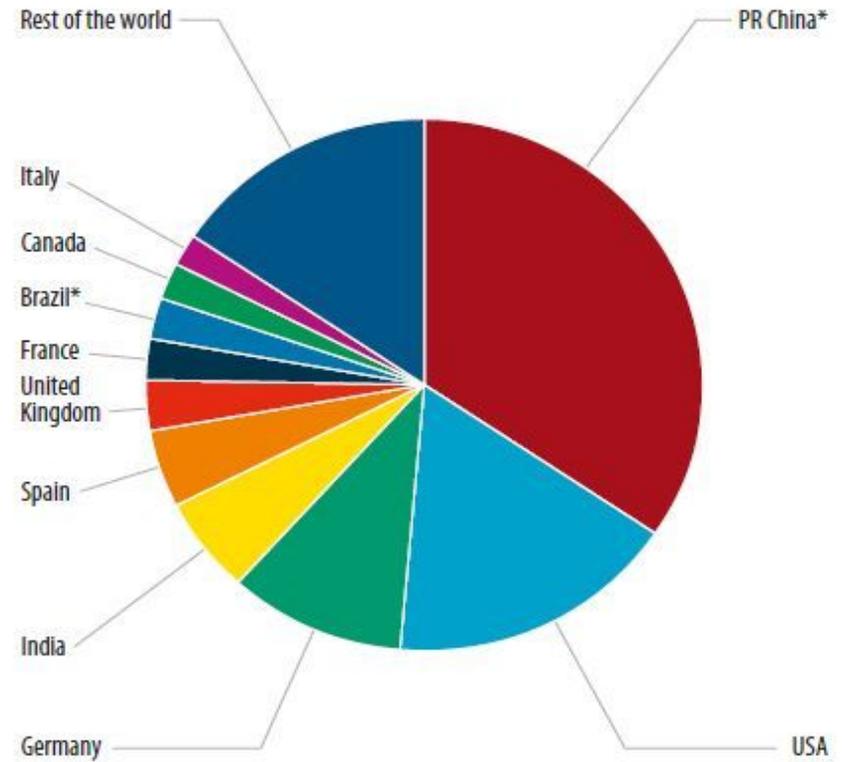
TOP 10 NEW INSTALLED CAPACITY JAN-DEC 2017



Country	MW	% Share
PR China*	19,500	37
USA	7,017	13
Germany	6,581	13
United Kingdom	4,270	8
India	4,148	8
Brazil*	2,022	4
France	1,694	3
Turkey	766	1
Mexico	478	1
Belgium	467	1
Rest of the world	5,630	11
Total TOP 10	46,943	89
World Total	52,573	100

Source: GWEC

TOP 10 CUMULATIVE CAPACITY DEC 2017

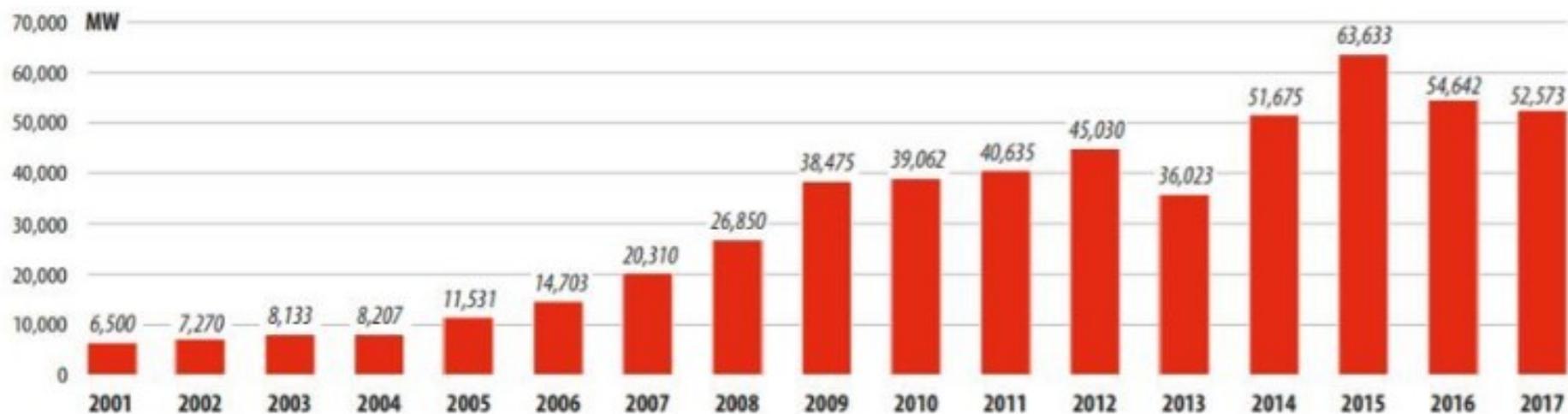


Country	MW	% Share
PR China*	188,232	35
USA	89,077	17
Germany	56,132	10
India	32,848	6
Spain	23,170	4
United Kingdom	18,872	3
France	13,759	3
Brazil*	12,763	2
Canada	12,239	2
Italy	9,479	2
Rest of the world	83,008	15
Total TOP 10	456,572	85
World Total	539,581	100

Source: GWEC

O CRESCIMENTO DA ENERGIA EÓLICA NO MUNDO DE 2001 A 2017

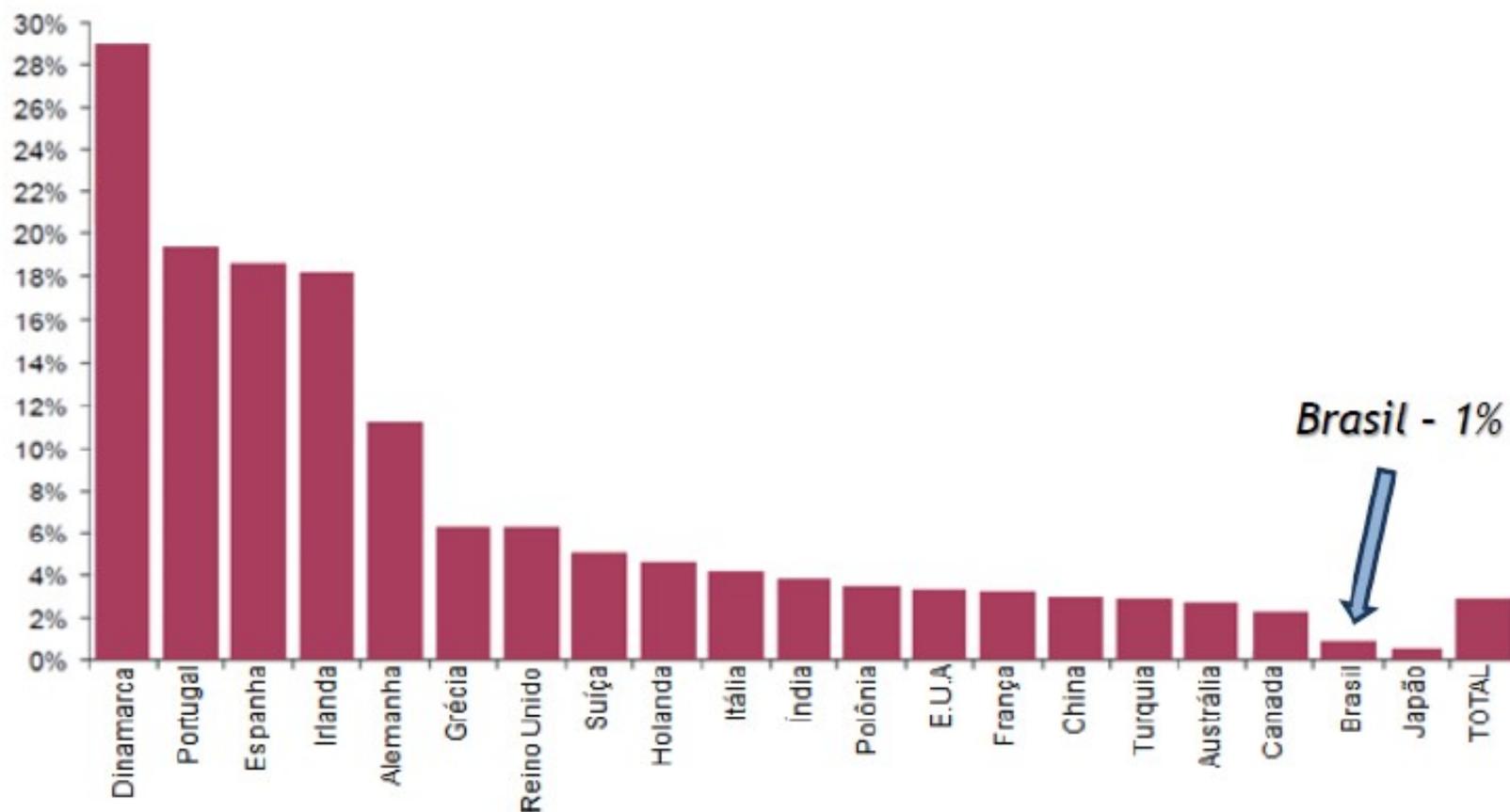
GLOBAL ANNUAL INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Source: GWEC

Energia Eólica no Mundo

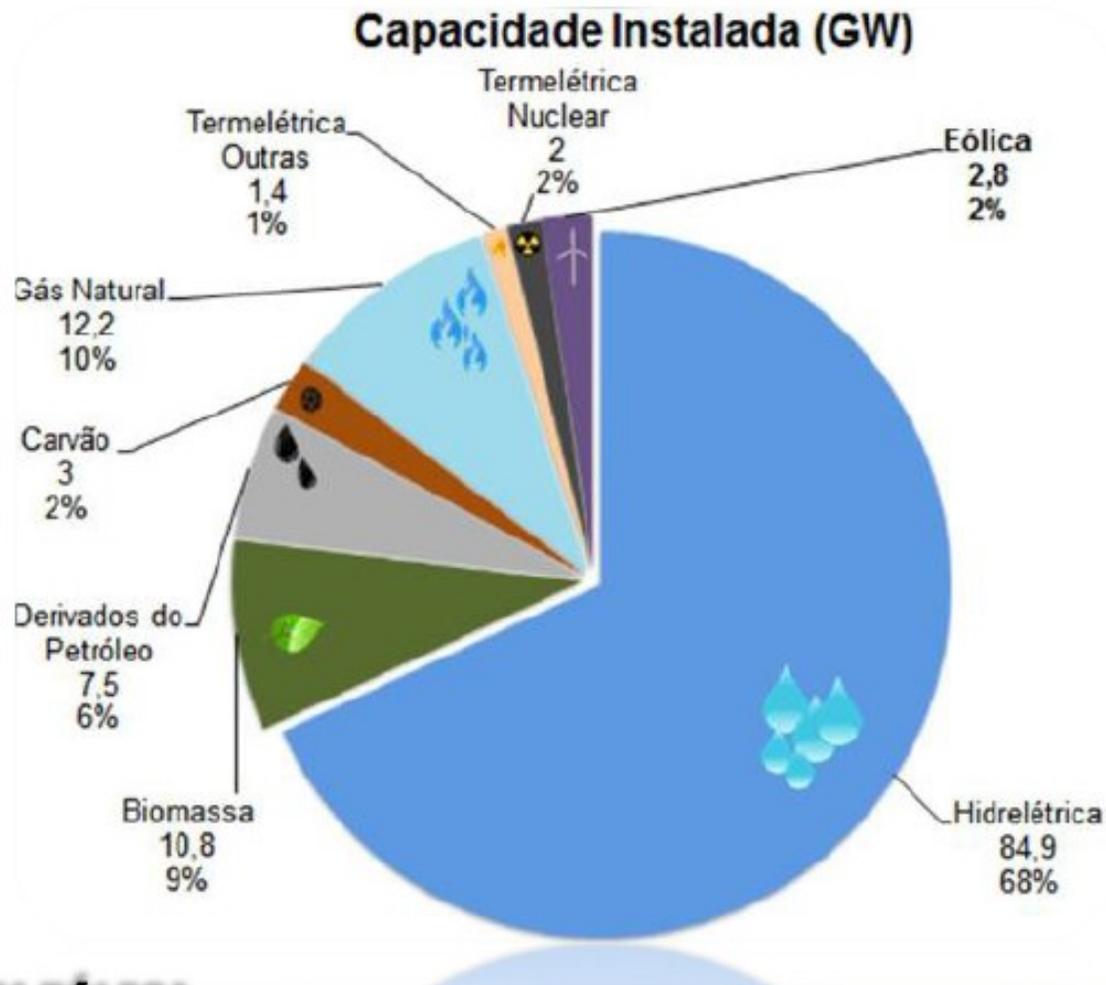
- *Atendimento a demanda*



Fonte: GWEC, 2012

Energia Eólica no Brasil

- *Matriz Energética*



2012

Matriz elétrica Mundial

A geração de energia elétrica no mundo é baseada, principalmente, em combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural, em termelétricas. Vamos conhecer a matriz elétrica mundial?

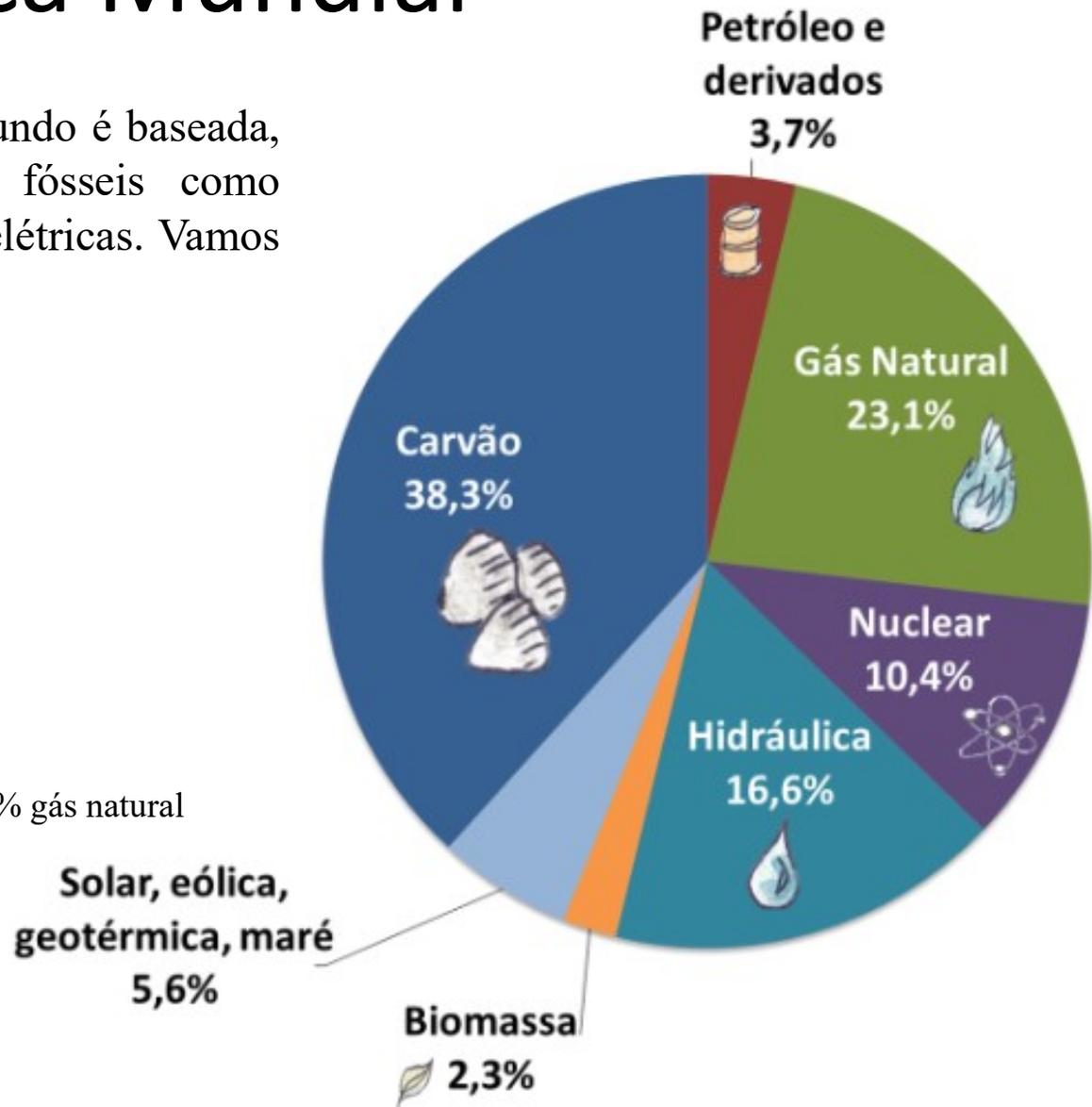
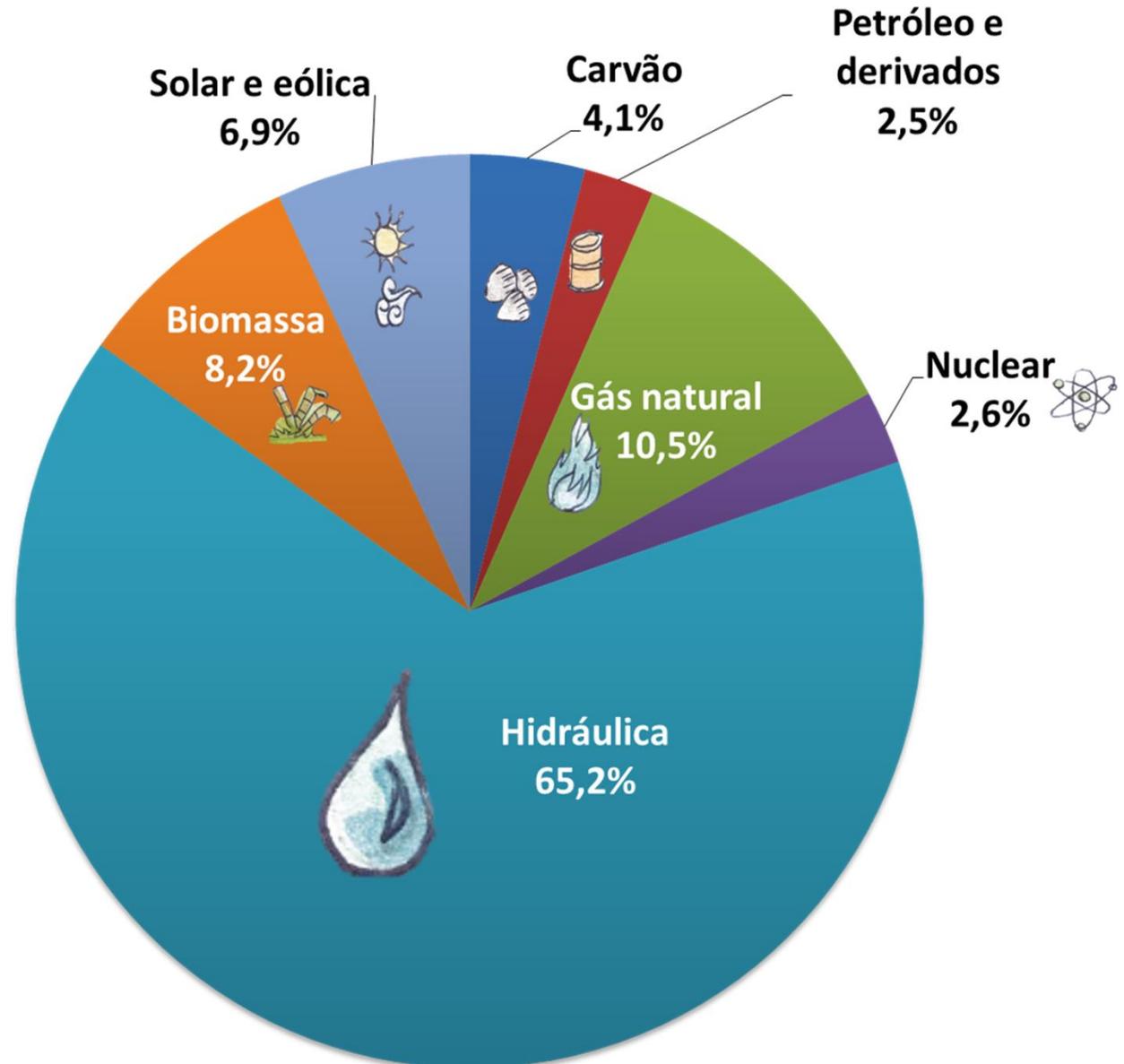


Gráfico de percentuais das fontes: carvão 39,3% gás natural 22,9% hidráulica 16% nuclear 10,6%

Matriz Elétrica Mundial 2016 (IEA, 2018)

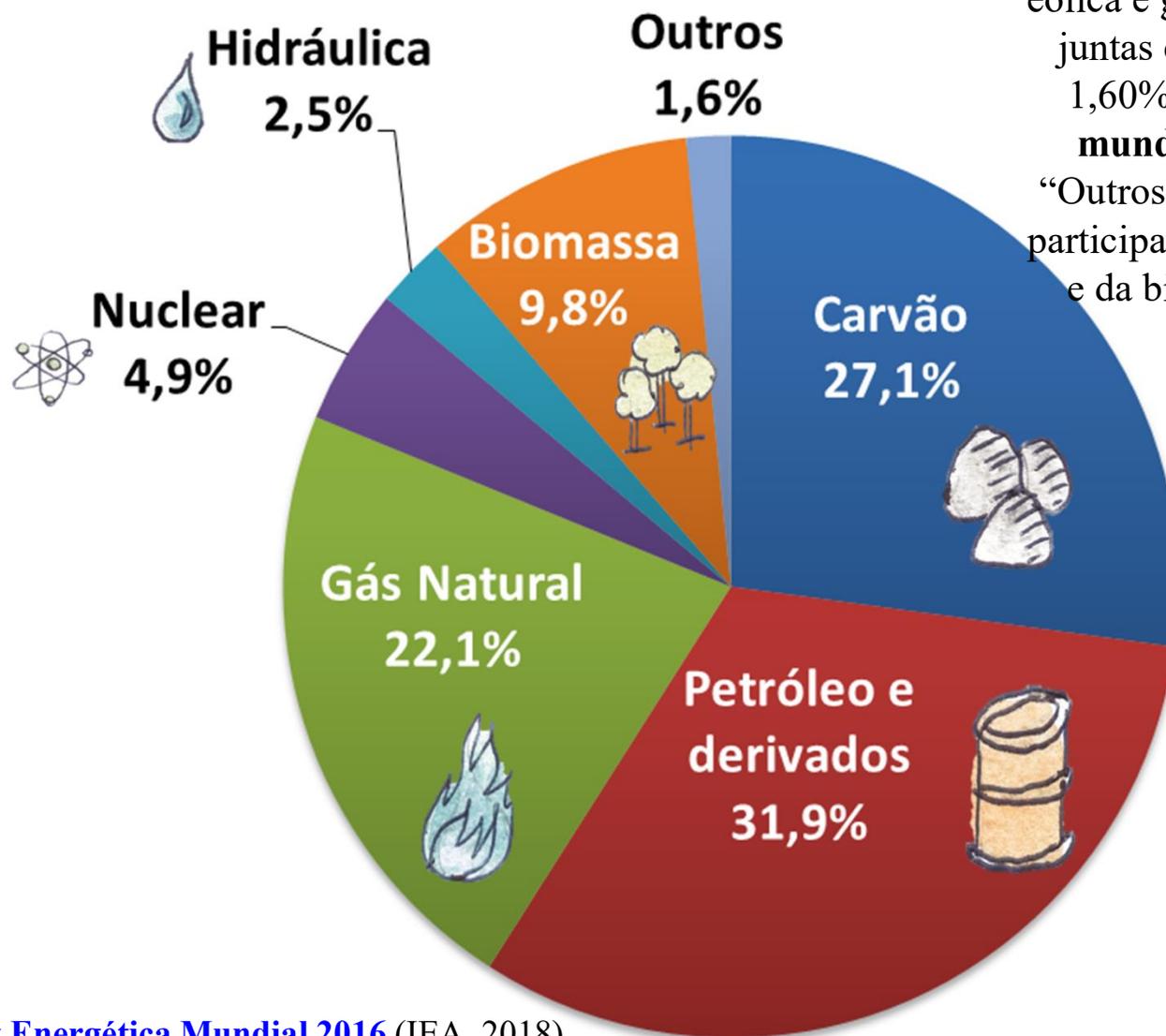
Matriz Elétrica Brasileira 2017 (BEN, 2018)

A **matriz elétrica brasileira** é ainda mais **renovável** do que a energética, isso porque grande parte da energia elétrica gerada no Brasil vem de usinas hidrelétricas. A energia eólica também vem crescendo bastante, contribuindo para que a nossa matriz elétrica continue sendo, em sua maior parte, renovável.



MATRIZ ENERGÉTICA - Mundial

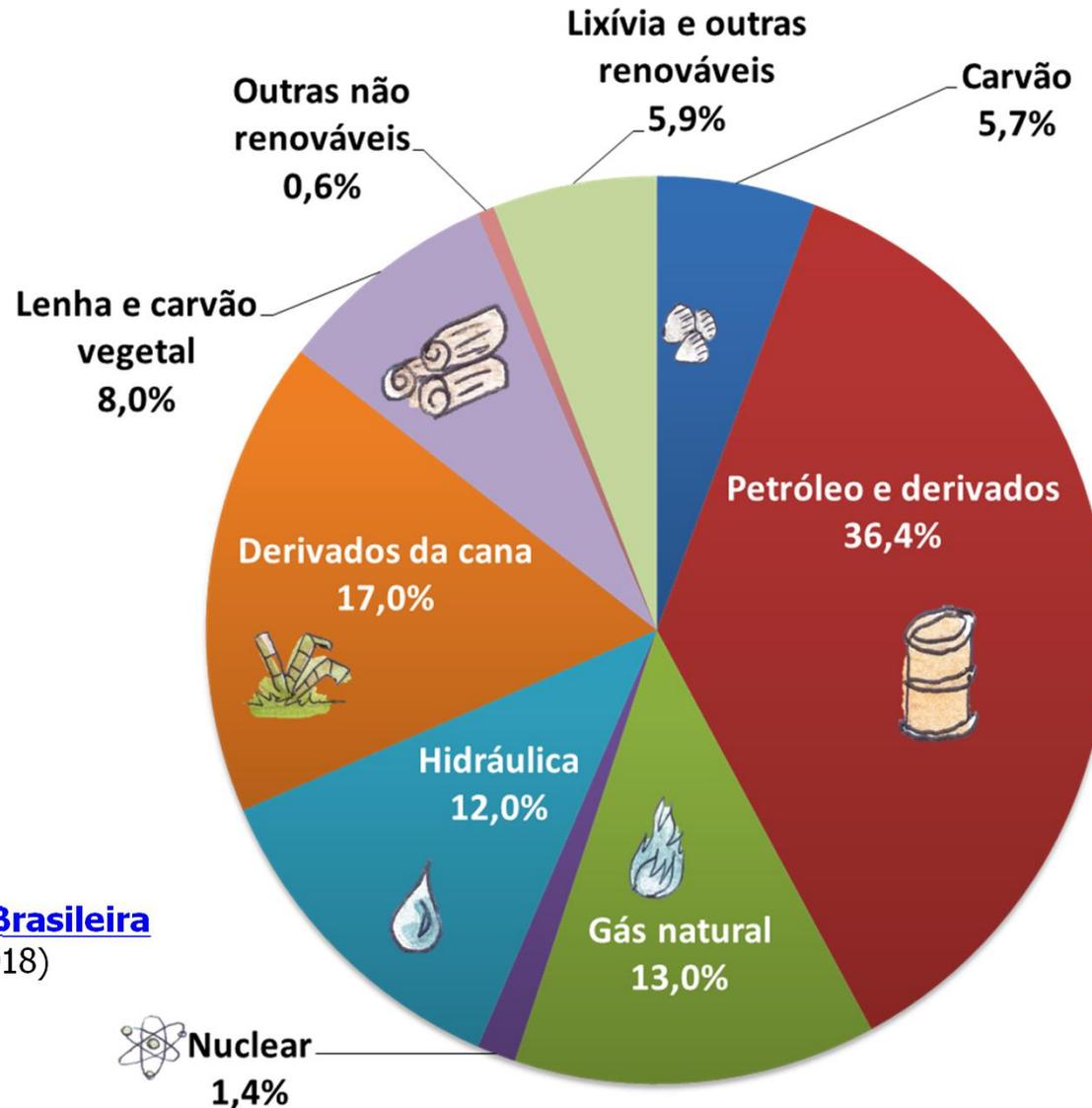
O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por **fontes não renováveis**, como o carvão, petróleo e gás natural:



Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 1,60% da **matriz energética mundial**, assinaladas como “Outros” no gráfico. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam 14%.

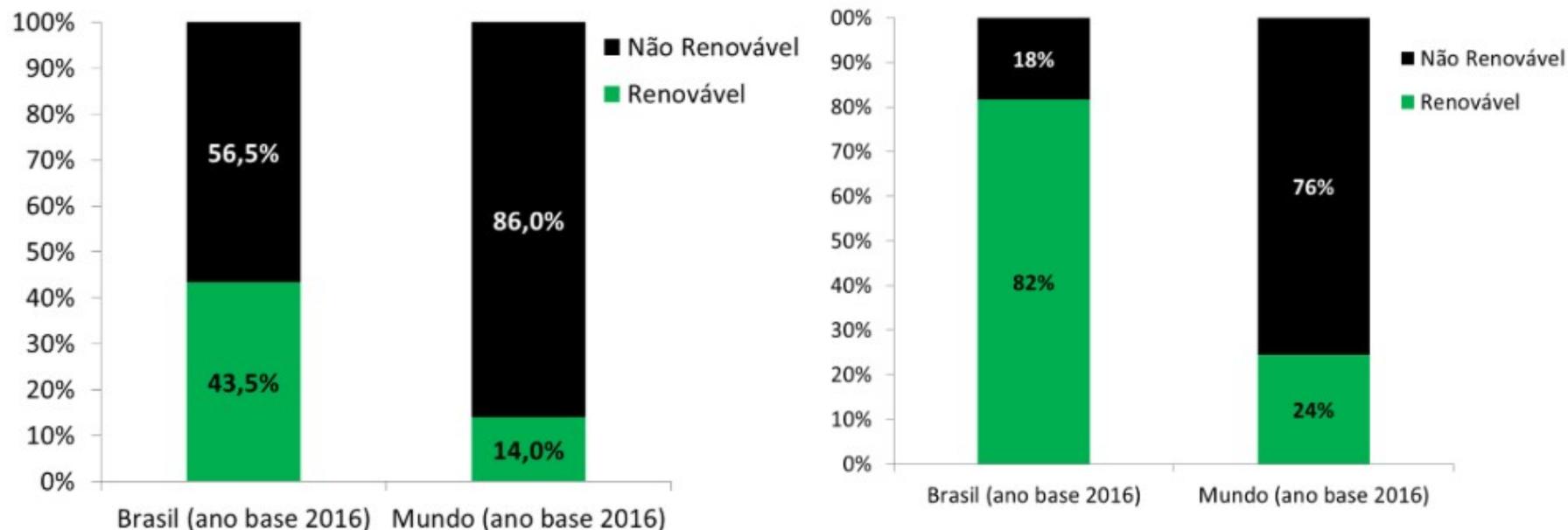
MATRIZ ENERGÉTICA - Brasileira

A matriz energética do Brasil é muito diferente da mundial. Por aqui, apesar do consumo de energia de fontes não renováveis ser maior do que o de renováveis, **usamos mais fontes renováveis que no resto do mundo**. Somando lenha e carvão vegetal, hidráulica, derivados de cana e outras renováveis, nossas renováveis totalizam 42,9%, quase metade da nossa matriz energética:



Matriz Energética Brasileira
2017 (BEN, 2018)

Matriz energética x matriz elétrica



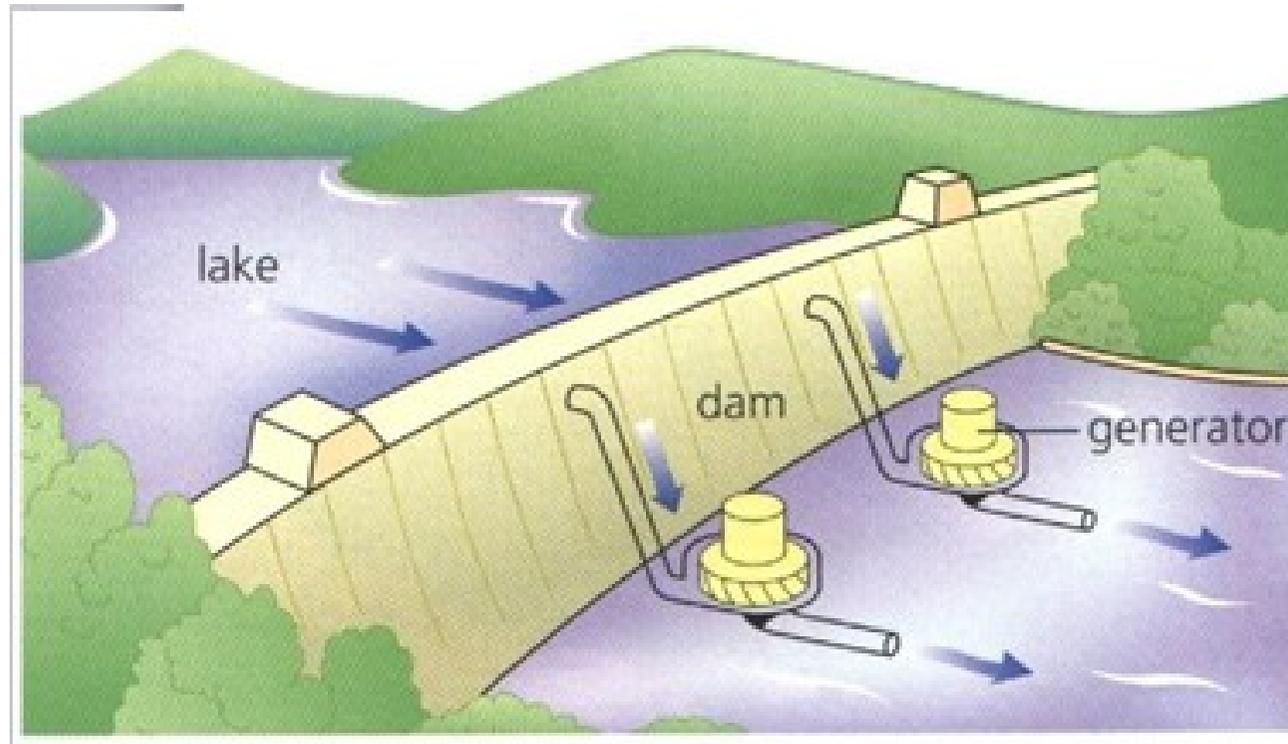
Percebemos pelo gráfico que a **matriz energética brasileira** é mais renovável do que a mundial.

matriz elétrica brasileira é baseada em fontes renováveis de energia, ao contrário da matriz elétrica mundial. Isso é ótimo para o Brasil, pois além de possuírem menores custos de operação, as usinas que geram energia a partir de fontes renováveis em geral emitem bem menos gases de estufa.

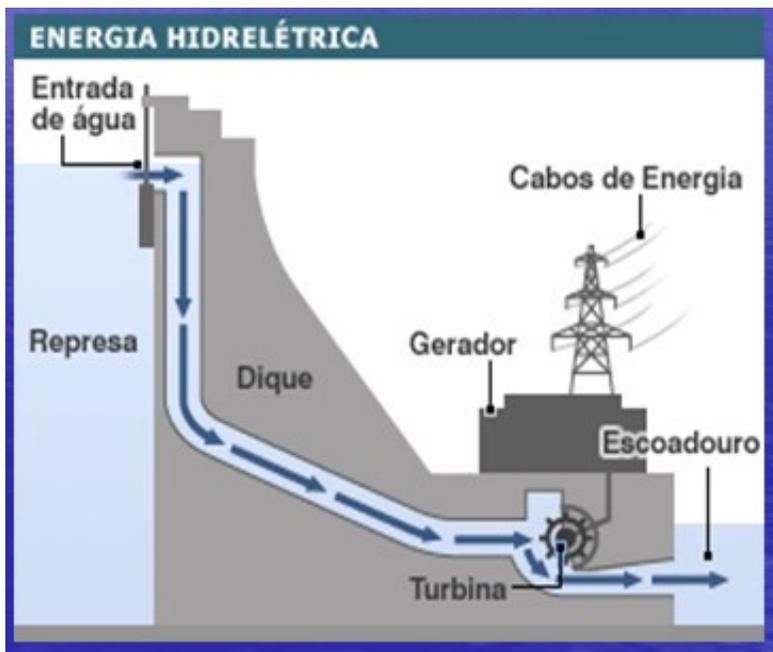
<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>

Esquemas hidroelétricos

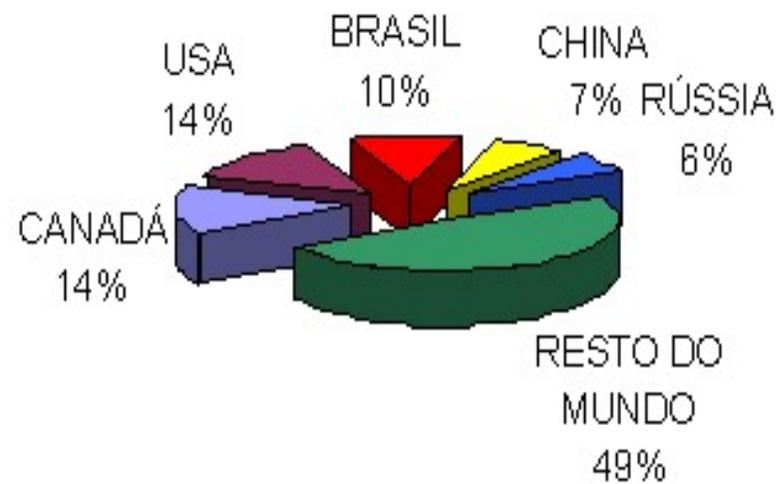
Geralmente usa-se a água em montes para gerar eletricidade que flui em declive.



Esquema de energia hidrelétrica: Rio e água da chuva enchem um lago atrás de uma represa. Como a água corre para baixo a partir da barragem, giram-se as turbinas que giram geradores



ENERGIA HIDRELÉTRICA GERADA NO MUNDO



Ilha Solteira



Rio Paraná – PI = 3.230 Mw

Jupiá



Rio Paraná – PI = 1.650 Mw

Itaipú



Rio Paraná - PI = 12.000 Mw (2ª maior usina do mundo)

Tucuruí



Rio Tocantins – PI = 8.000 Mw

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NESTA AULA

- Mialhe, L.G. Máquinas motoras na agricultura. v.1. EPU. São Paulo. 289 p. 1980.
- Hinrichs, R.A. Energy. Cap. 8. Sauders College Publishing. New York. 540 p. 1992.
- Arquivo pdf de Treinamento Básico em Eólica – Situação atual - MULTI EMPREENDIMENTOS
- [Site: http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica](http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica)
- Iniciativas públicas para uma matriz energética limpa, Apresentação da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – Diretoria de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável – governo de Santa Catarina
- Curso do Prof. Prof. Tomaz Caetano Cannavam Ripoli - Esalq – USP – 2006 LER 244 – Recursos Energéticos E Ambiente - Departamento de Engenharia Rural
- Palestra sobre “Noções Gerais sobre Barragens e Estudos Preliminares sobre Usinas Hidroelétricas” - Fea-fumec - Novembro 2009 - José Augusto Pimentel Pessoa