



Disciplina: Fontes Alternativas de Energia

Parte 1 – Fontes Renováveis de Energia

Prof. Alex Vilarindo Menezes

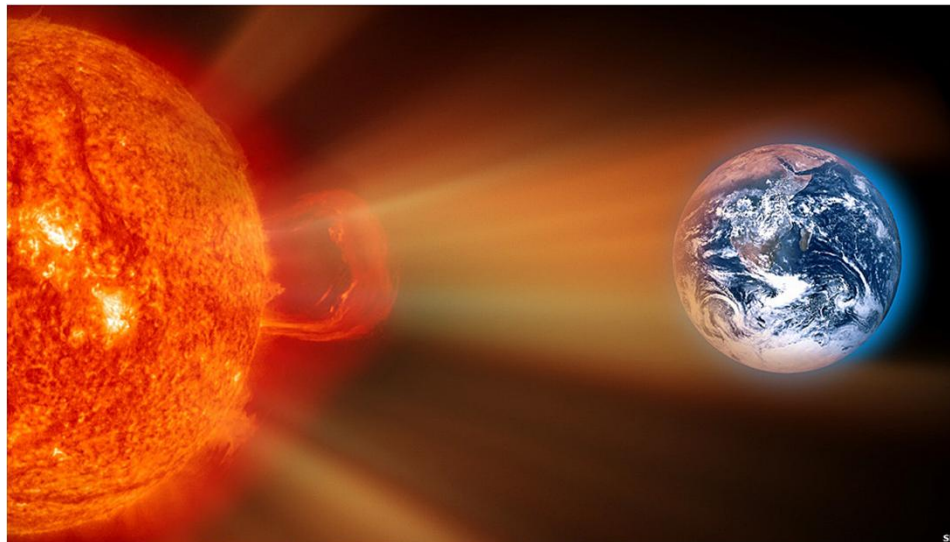
Cronograma

- 1. Fontes renováveis**
- 2. Fontes limpas**
- 3. Fontes alternativas de energia**
- 4. Exemplos de fontes renováveis**
 1. Energia hidrelétrica
 2. Energia solar térmica
 3. Energia solar fotovoltaica
 4. Energia eólica
 5. Energia oceânica
 6. Energia geotérmica
 7. Energia da biomassa
- 5. Geração e uso da eletricidade**
- 6. Geração distribuída de energia elétrica**
- 7. Fontes renováveis de energia no Brasil**

Fontes renováveis

✓ O sol é a principal fonte de energia do nosso planeta. A superfície da Terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar, nas formas de luz e calor, suficiente para suprir milhares de vezes as necessidades mundiais durante o mesmo período.

“Praticamente toda a energia usada pelo ser humano tem origem no Sol!”



Fontes renováveis

✓ O sol é a principal fonte de energia do nosso planeta. A superfície da Terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar, nas formas de luz e calor, suficiente para suprir milhares de vezes as necessidades mundiais durante o mesmo período.

“Praticamente toda a energia usada pelo ser humano tem origem no Sol!”



Energia hidrelétrica



Combustíveis fósseis



Energia eólica



Energia da Biomassa

Fontes renováveis

✓ Definição

“Fontes renováveis de energia são aquelas consideradas **inesgotáveis** para os padrões humanos de utilização e seu uso não causa esgotamento”.



Energia hidrelétrica



Energia eólica

Inesgotável? Até que ponto?

O Sol se tornará uma anã branca em poucos bilhões de anos!



Energia da Biomassa

Fontes renováveis

✓ Fontes não renováveis

“São baseadas em combustíveis fósseis ou outros recursos minerais que vão se esgotando com o uso, ou seja, consumimos mais do que produzimos”.



Urânio



Gás natural



Petróleo



Carvão

Fontes limpas

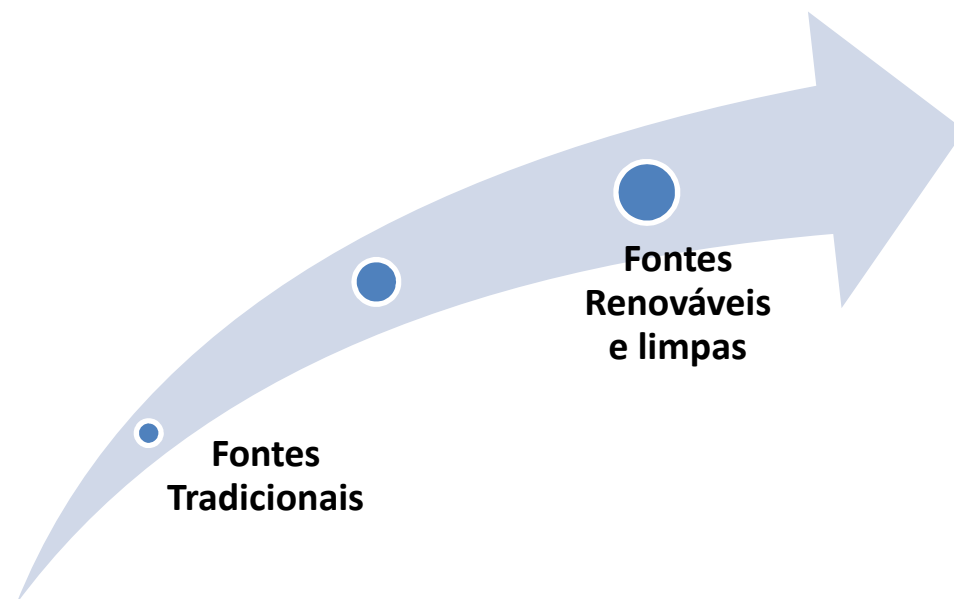
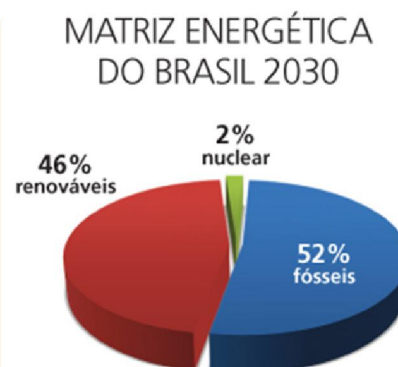
✓ O conceito de **energia limpa é frequentemente associado às fontes renováveis**, pois em comparação com os combustíveis fósseis, apresentam reduzidos impactos ambientais e praticamente não originam resíduos ou emissões poluentes!

“ A EXPLORAÇÃO DE QUALQUER FONTE DE ENERGIA PROVOCA ALTERAÇÕES NO MEIO AMBIENTE E PRODUZ IMPACTOS DE MAIOR OU MENOR RELEVÂNCIA.”

Fonte de energia	Impacto
Eólica	Morte de pássaros, ruídos e modifica a paisagem
Eólica e Solar Fotovoltaica	No processo de fabricação empregam-se componentes tóxicos
Usina solar térmica	Ocupa grandes áreas e afeta habitats naturais
Hidrelétrica	As represas inudam enormes áreas e alteram irreversivelmente o bioma
Combustíveis Fósseis	Emite gases poluentes na atmosfera, fortalecendo o efeito estufa, provocando elevação da temperatura do planeta e alterações climáticas graves
Nuclear	Não emite gases poluentes, mas gera resíduos: Onde alocar o lixo radioativo?

Fontes alternativas de energia

Matriz energética no Brasil e no mundo

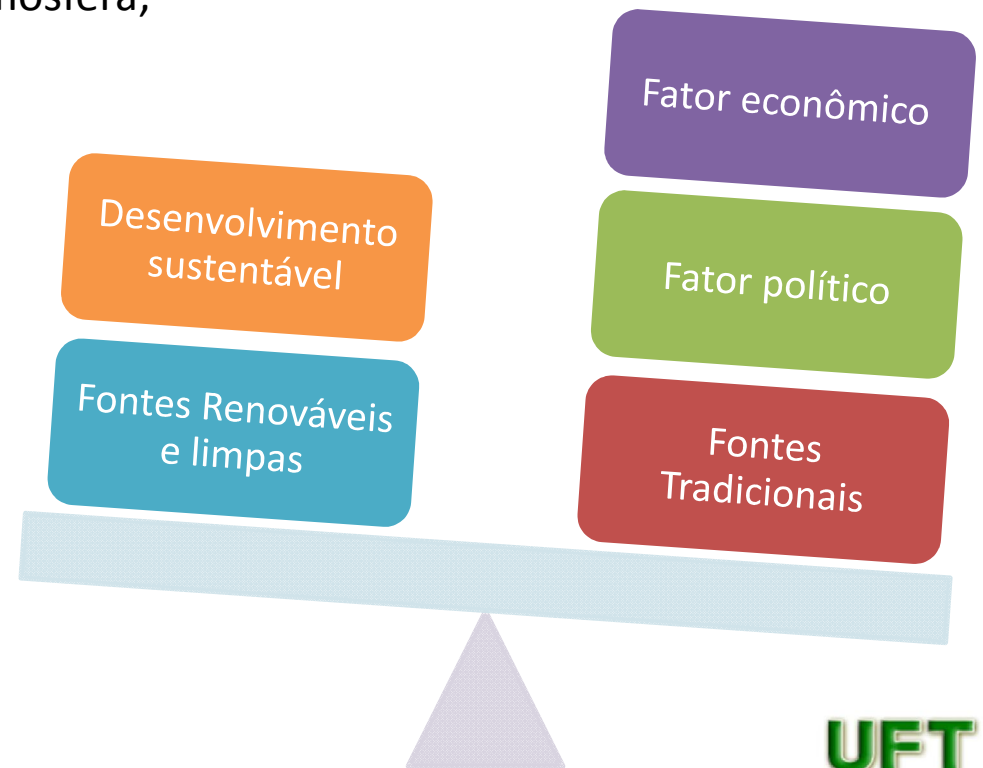


Fonte: Agência Internacional de Energia

Fontes alternativas de energia

Fatores que tem impulsionado a busca de novas fontes de energia:

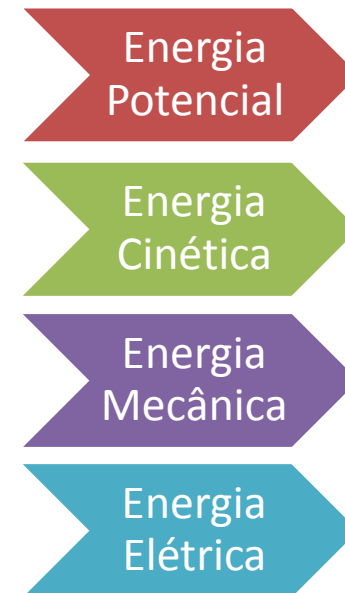
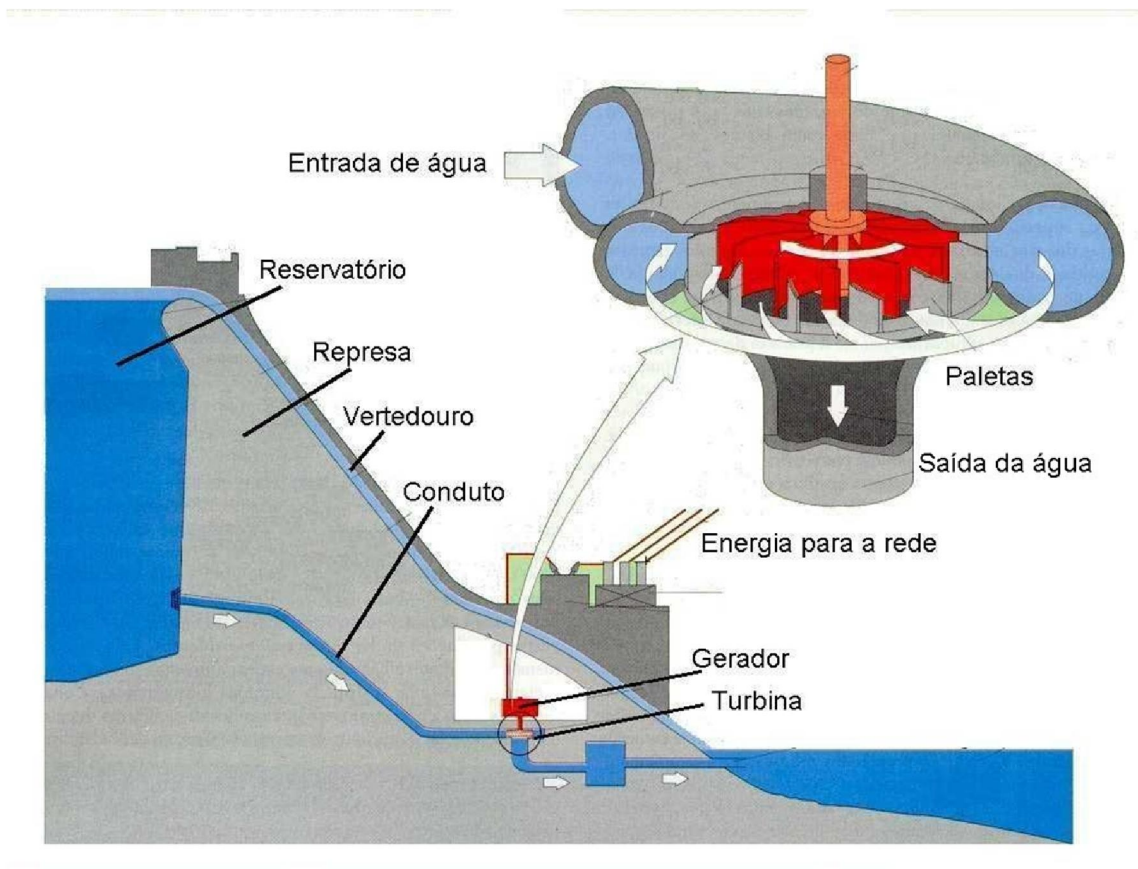
- ✓ Aumento acelerado da demanda de energia elétrica;
- ✓ Necessidade de diminuir a dependência de combustíveis fósseis;
- ✓ Redução da emissão de poluentes na atmosfera;
- ✓ Desenvolvimento sustentável; e
- ✓ Desenvolvimento de novas tecnologias.



Exemplos de fontes renováveis

Energia Hidrelétrica

✓ Quase toda a eletricidade gerada no Brasil tem origem nessa fonte.



Exemplos de fontes renováveis

Energia Hidrelétrica

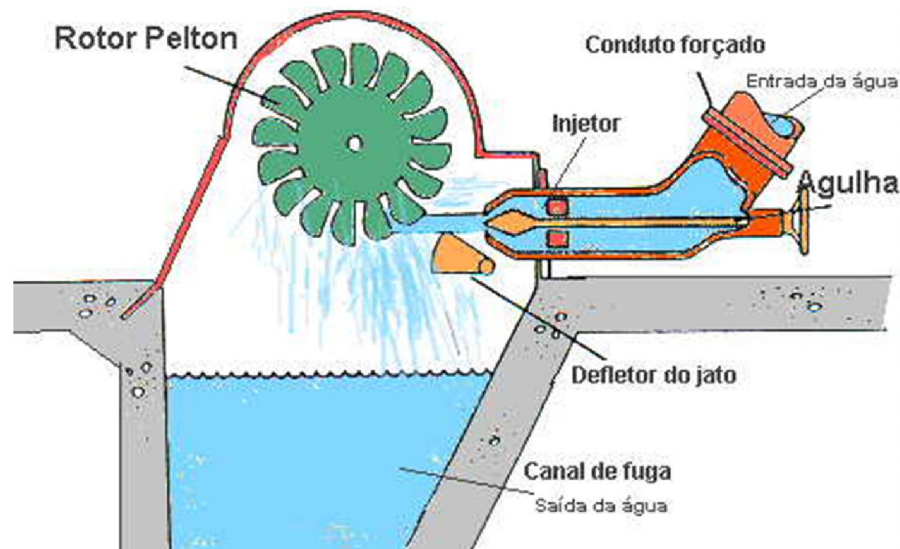
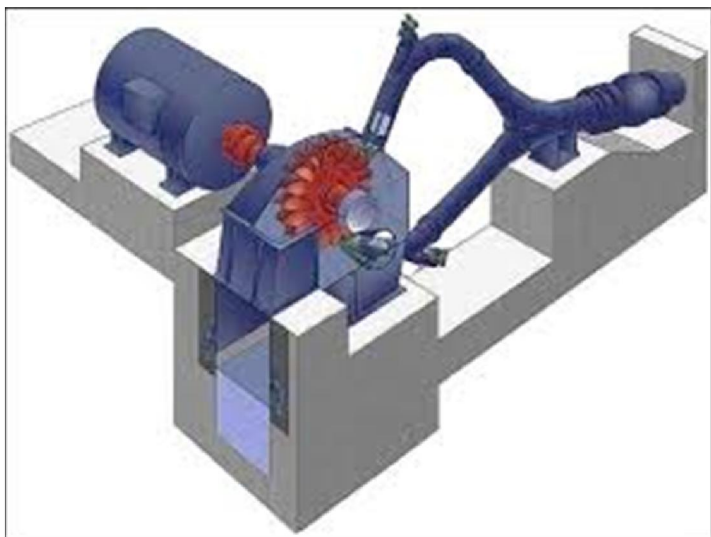
✓ Exemplo de turbinas

ENERGIA TIPOLOGIA	ENERGIA POTENCIAL	ENERGIA MECÂNICA	ENERGIA ELÉCTRICA
QUEDAS + 200 m	<p>$P = h \times Q$</p>	<p>Turbina Pelton</p> <p>600 a 3000 rpm</p>	<p>Alternador</p> <p>Eixo vertical ou horizontal</p>
QUEDAS MÉDIAS 30 A 200 m	<p>$P = h \times Q$</p>	<p>Turbina Francis</p> <p>100 a 600 rpm</p>	<p>Alternador</p> <p>Eixo vertical ou horizontal</p>
BAIXAS Quedas -30 m	<p>$P = h \times Q$</p>	<p>Turbina Kaplan</p> <p>75 a 120 rpm</p>	<p>Alternador</p> <p>Montagem bolbo</p> <p>Eixo vertical ou horizontal</p>

Exemplos de fontes renováveis

Energia Hidrelétrica

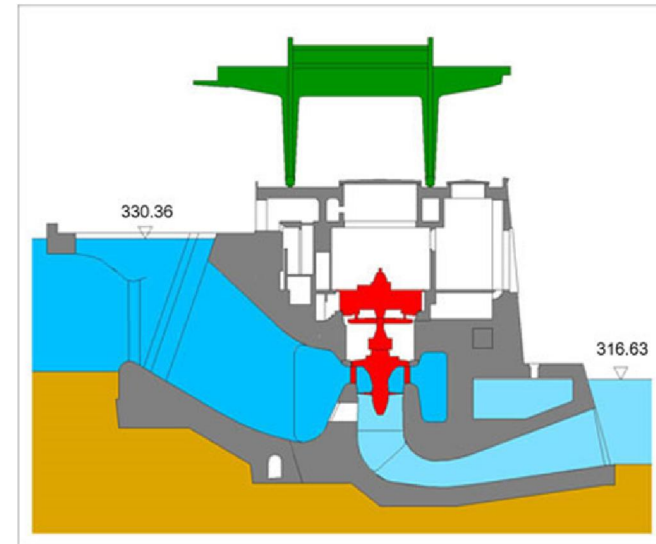
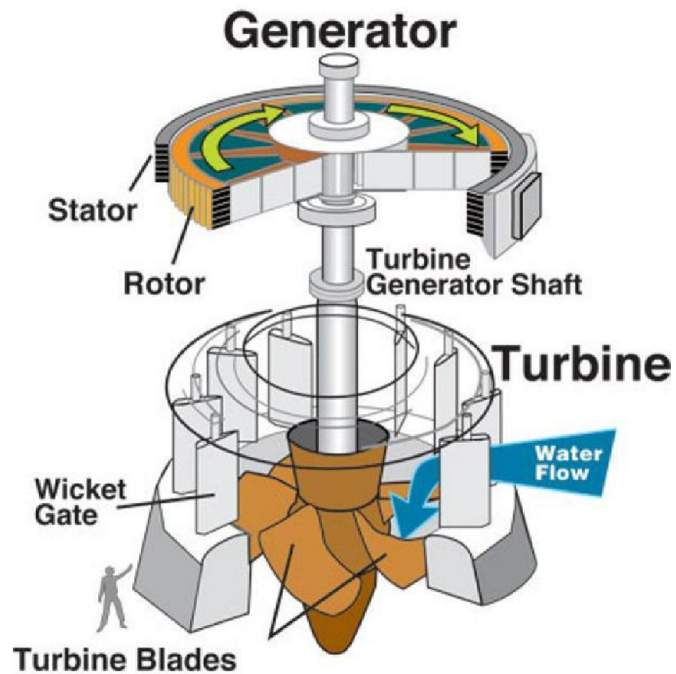
✓ Exemplo de turbinas: **PELTON**



Exemplos de fontes renováveis

Energia Hidrelétrica

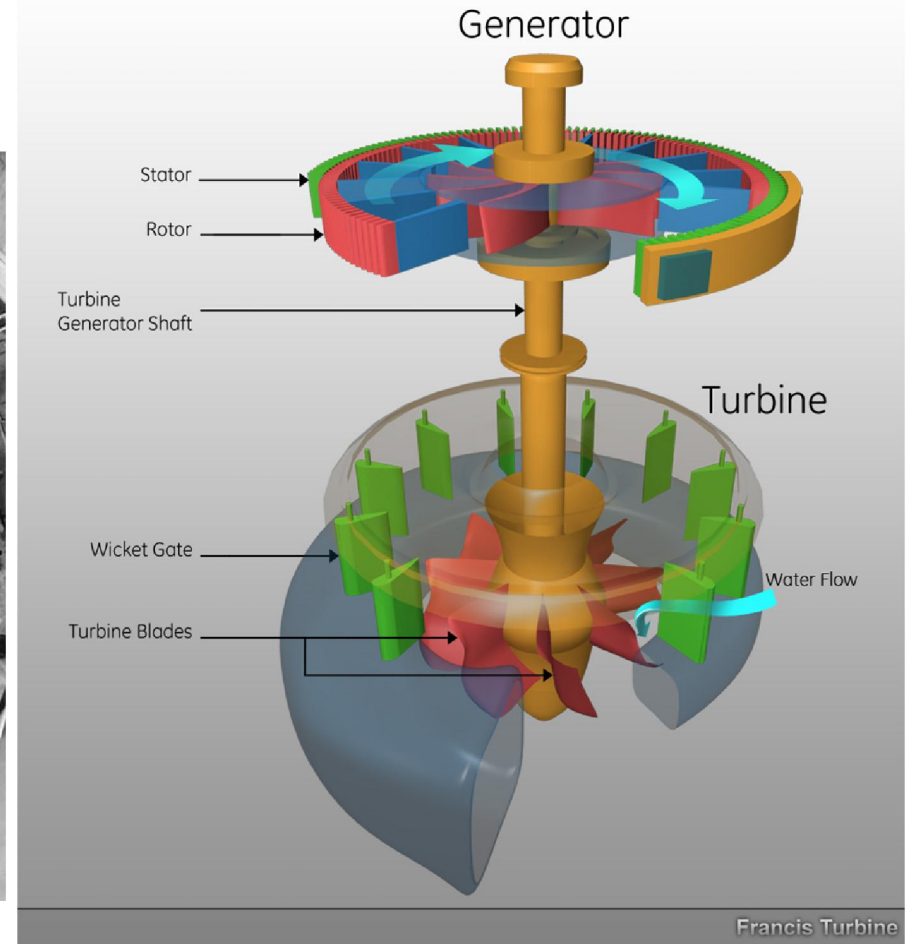
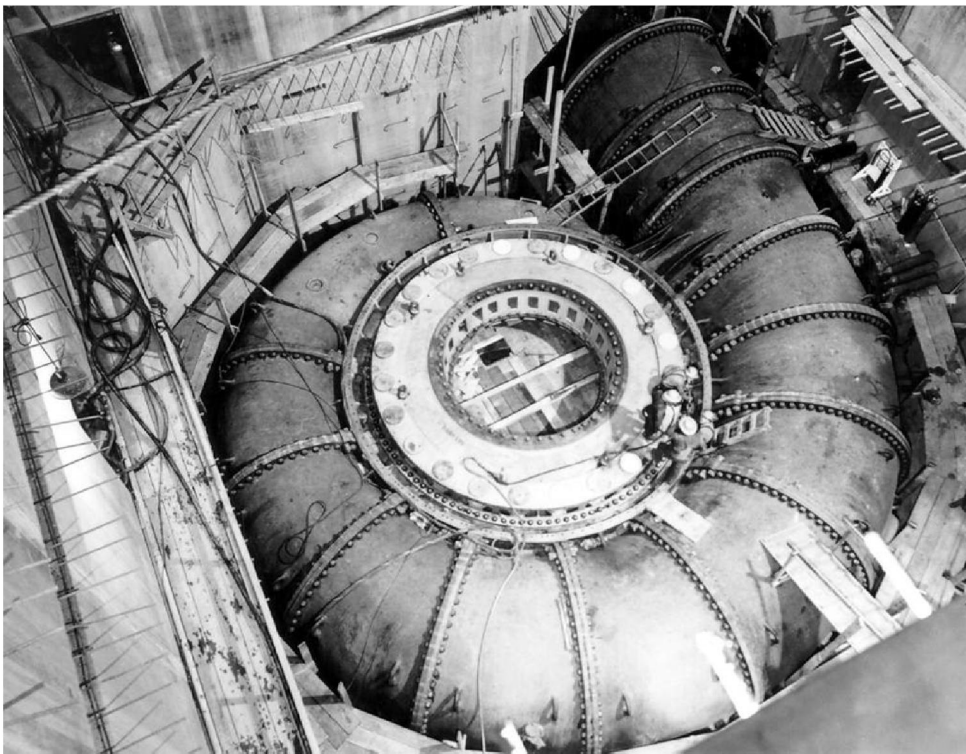
✓ Exemplo de turbinas: **KAPLAN**



Exemplos de fontes renováveis

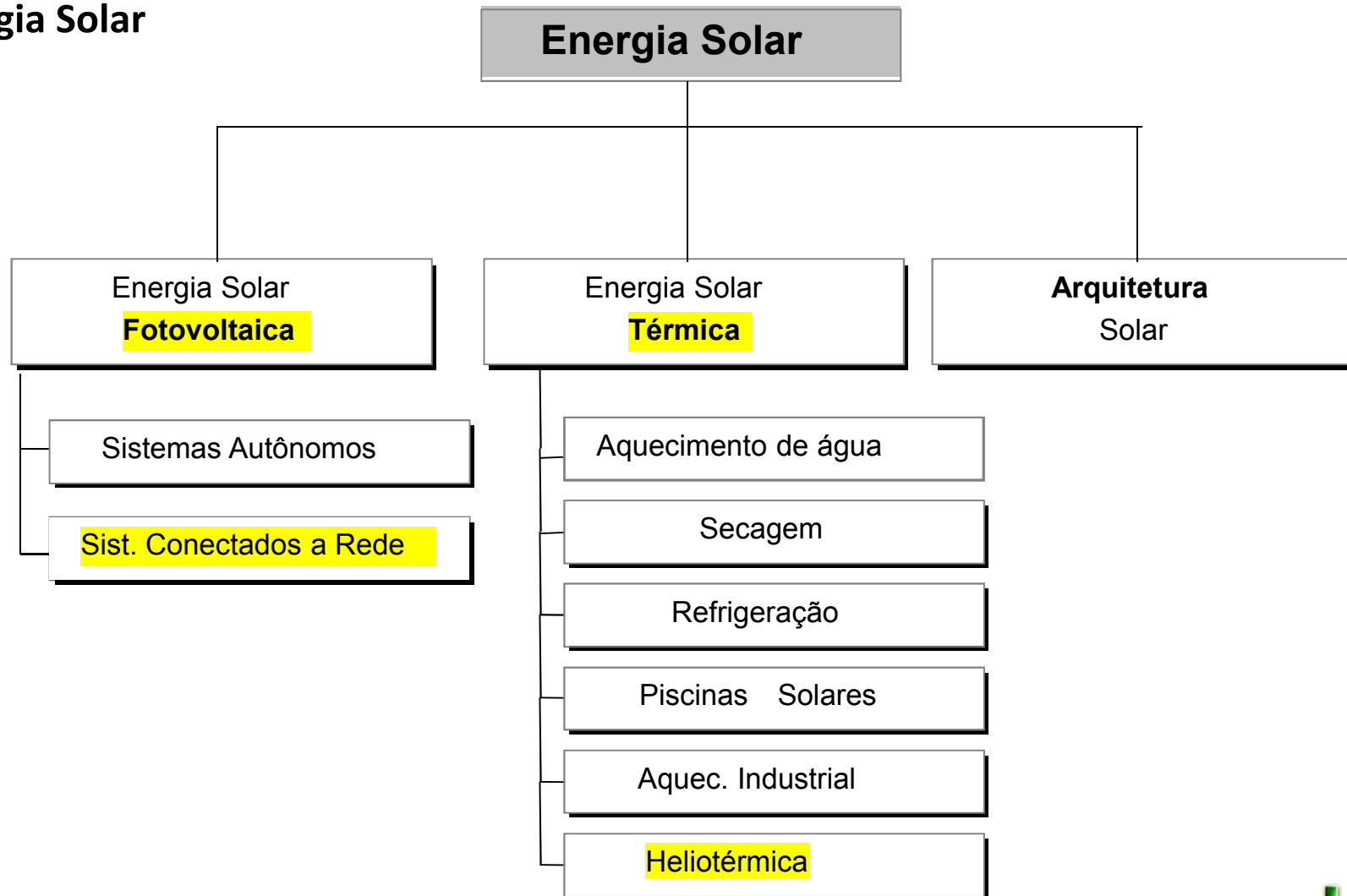
Energia Hidrelétrica

✓ Exemplo de turbinas: **FRANCIS**



Exemplos de fontes renováveis

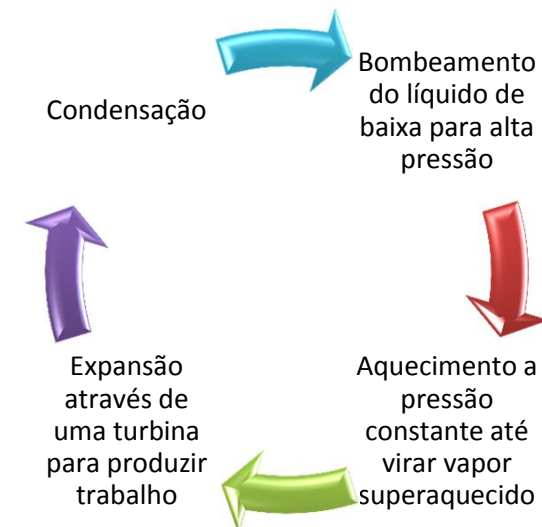
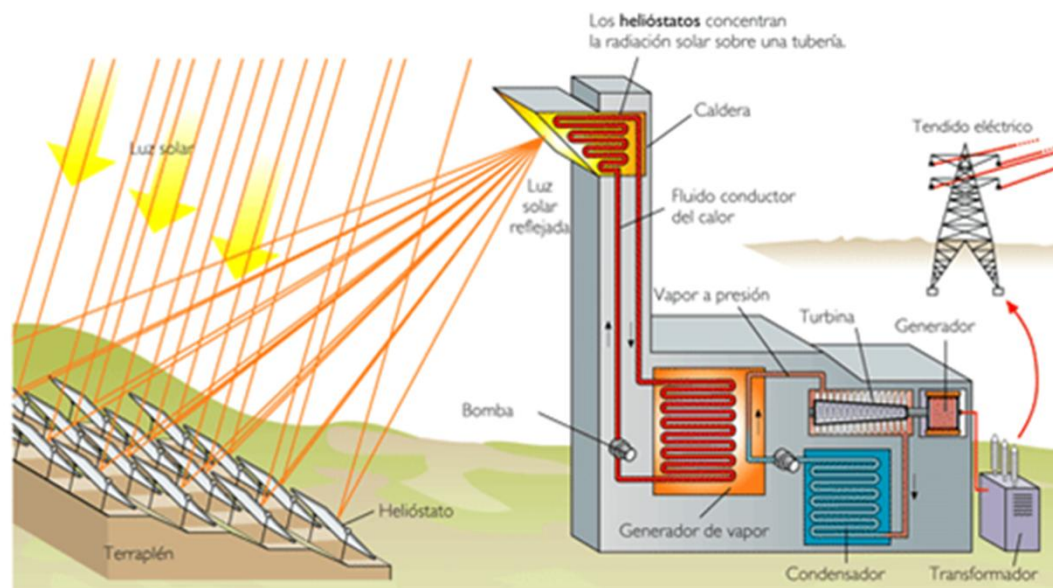
Energia Solar



Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

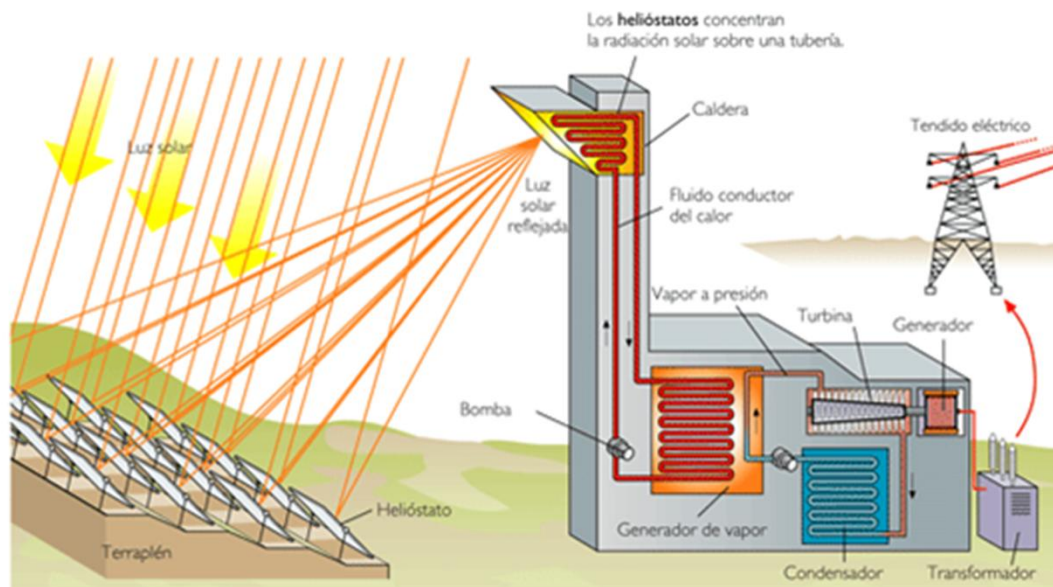
✓ Através da captação e concentração de calor em um determinado fluido, este, aquecido, produz vapor e aciona uma turbina acoplada a um gerador (Ciclo Rankine).



Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

✓ Através da captação e concentração de calor em um determinado fluido, este, aquecido, produz vapor e aciona uma turbina acoplada a um gerador (Ciclo Rankine).



Coletores parabólicos (côncavos)



Coletores parabólicos



Coletores planos

Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

✓ Exemplo: Usina solar térmica PS10, Espanha, em 2007 – Tecnologia de Torre Solar

Primeira usina solar térmica comercial do mundo



- 624 espelhos que **seguem** os raios solares
- 120m² por espelho
- Torre concentradora de 115 m
- Água aquecida a 400°C
- 11MW instalado
- Capacidade de operação sem sol: 30 minutos
- Produz energia equivalente a 5500 residências
- Custou 500 milhões de reais
- Investimento recuperado em 2 anos

Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

✓ Exemplo: Usina solar térmica PS20, Espanha, em 2007 – Tecnologia de Torre Solar



ATUALMENTE (2013):

- 1255 espelhos
- Gera energia de dia e de noite (Tanques de Sal Fundido)
- Capacidade instalada de 20MW
- Produz energia suficiente para 10000 residências, num total de 15500 residências

Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

✓ Exemplo: Solnova 1, 3 e 4 – Sevilha, Espanha – Tecnologia parabólica

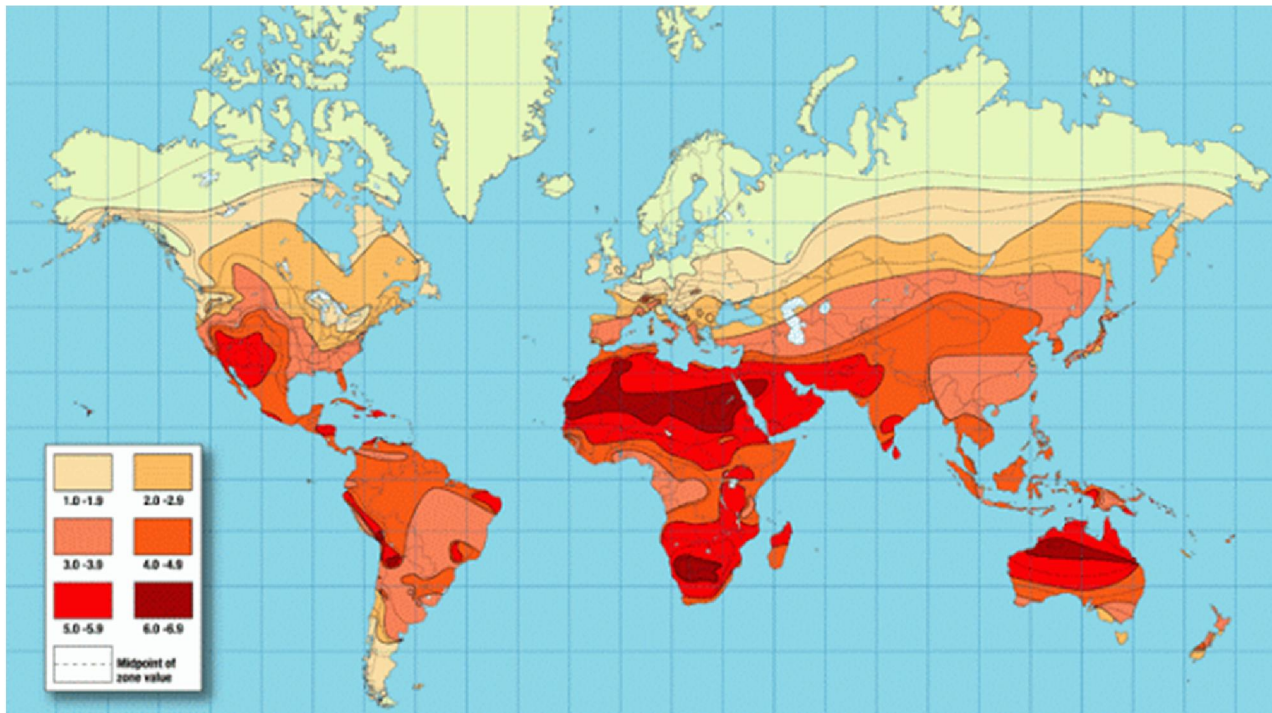


ATUALMENTE (2013):

- Gera energia de dia e de noite (Tanques de Sal Fundido)
- Capacidade instalada de 50MW por planta
- 2600 espelhos
- Produz energia suficiente para 77100 residências

Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Térmica (Heliotérmica) – Energia Limpa e Renovável

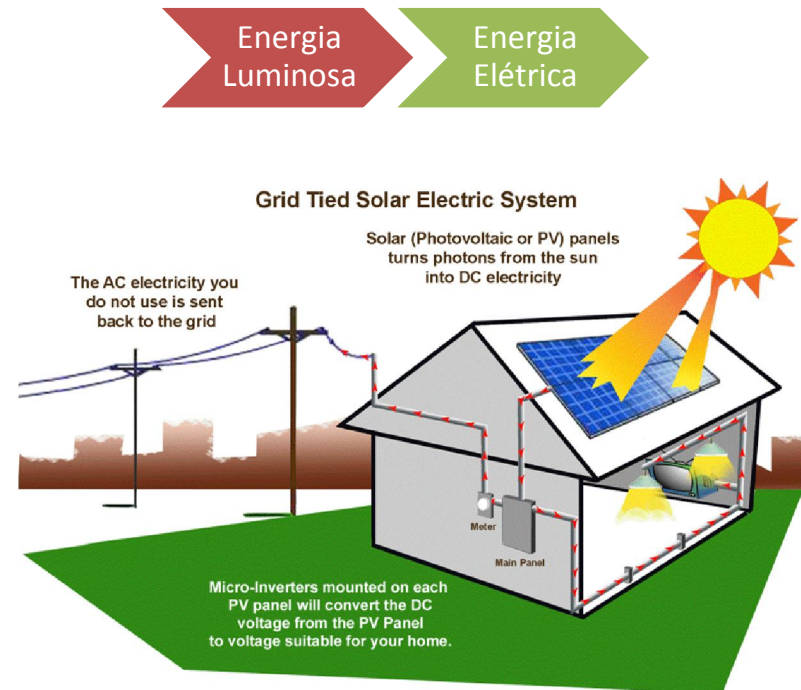
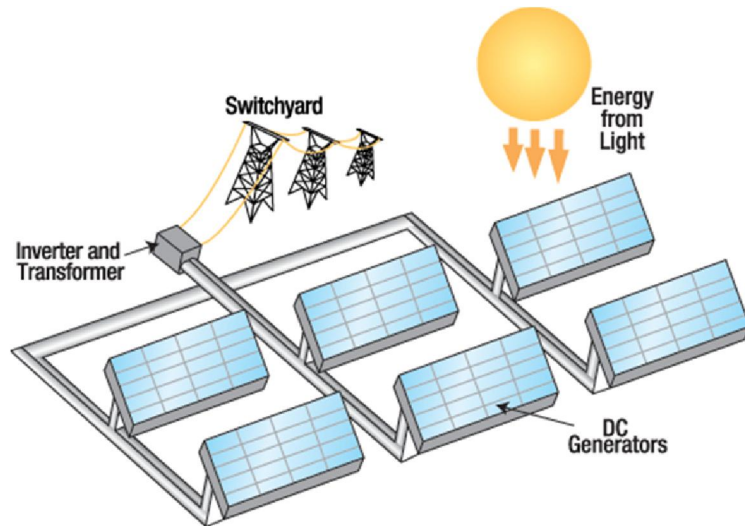


Mapa mundial de radiação solar média

Exemplos de fontes renováveis

Energia Solar Fotovoltaica

✓ Produção de energia elétrica diretamente da radiação eletromagnética (luz) emitida pelo Sol através do efeito fotovoltaico.

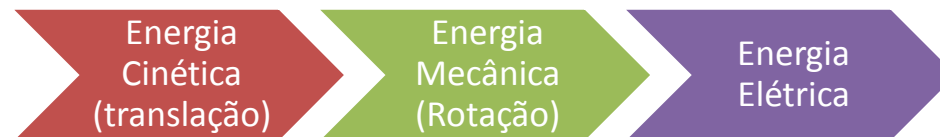


✓ Maiores detalhes serão apresentados em capítulo específico.

Exemplos de fontes renováveis

Energia Eólica

✓ Produção de energia elétrica a partir da energia cinética contida nas massas de ar (vento).

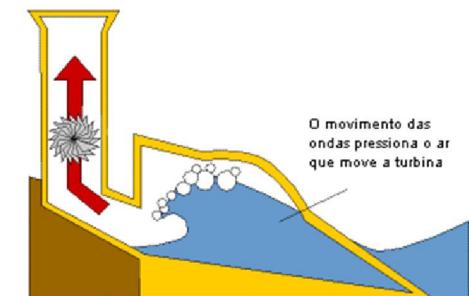
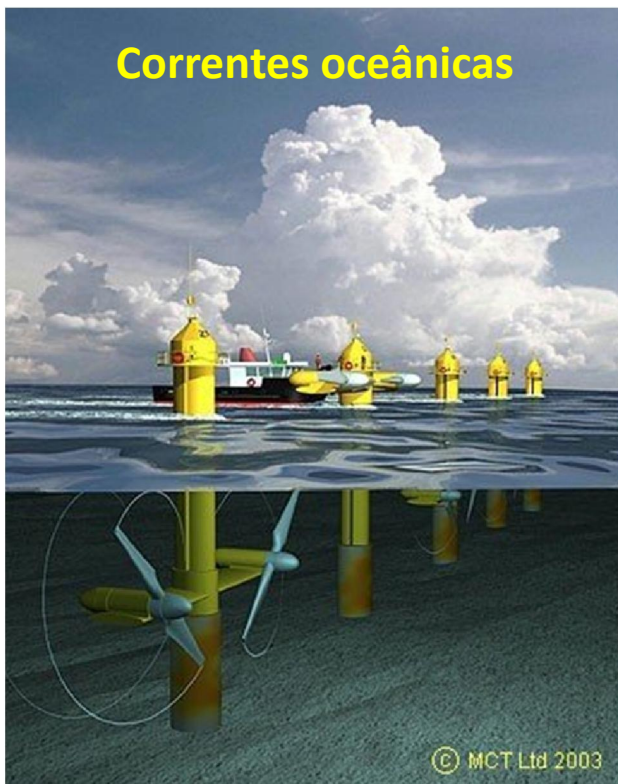


✓ Maiores detalhes serão apresentados em capítulo específico.

Exemplos de fontes renováveis

Energia Oceânica

✓ É possível extrair energia das ondas do mar, das correntes oceânicas ou dos movimentos das marés.



Primeira usina instalada:
Novembro de 2000 – Irlanda

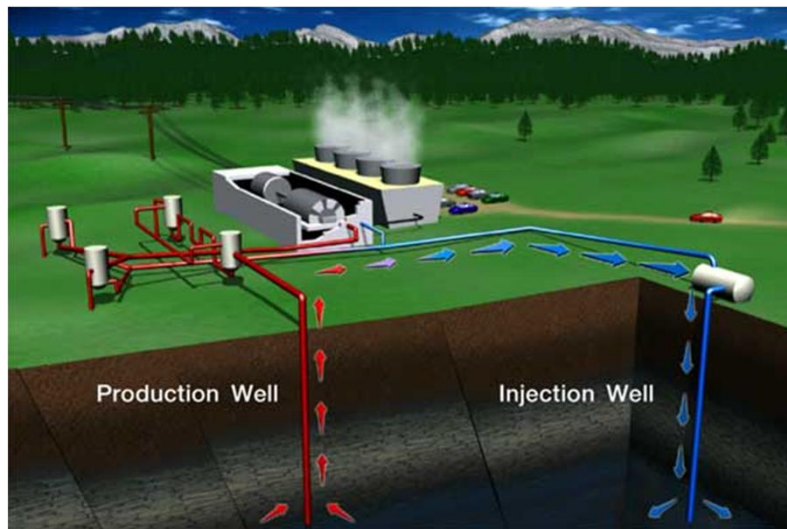


Parte 1 – Fontes Alternativas de Energia
Prof. Alex Vilarindo Menezes

Exemplos de fontes renováveis

Energia Geotérmica

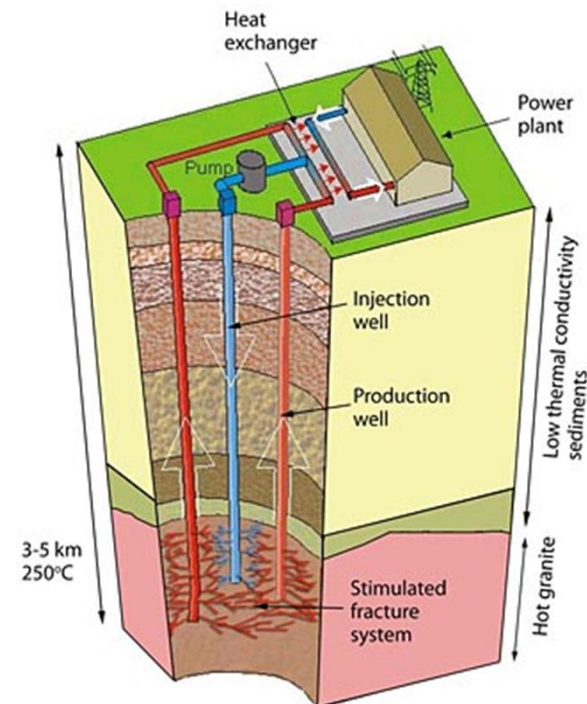
✓ O calor interior da terra pode ser usado como fonte para geração de eletricidade. Nas usinas geotérmicas empregam-se tubulações subterrâneas de água com as quais é possível extrair o calor do subsolo e levá-lo até centrais geradoras, as quais utilizam turbinas a vapor para acionar geradores elétricos.



Energia
térmica

Energia
Mecânica

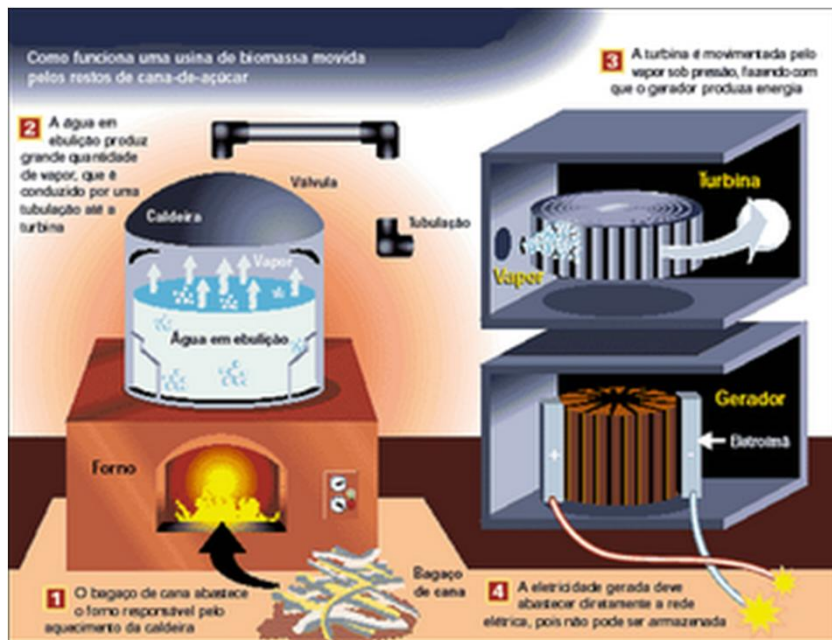
Energia
Elétrica



Exemplos de fontes renováveis

Energia da Biomassa

✓ A energia da biomassa é obtida a partir da queima de compostos orgânicos de origem vegetal ou animal.



Energia
térmica

Energia
Mecânica

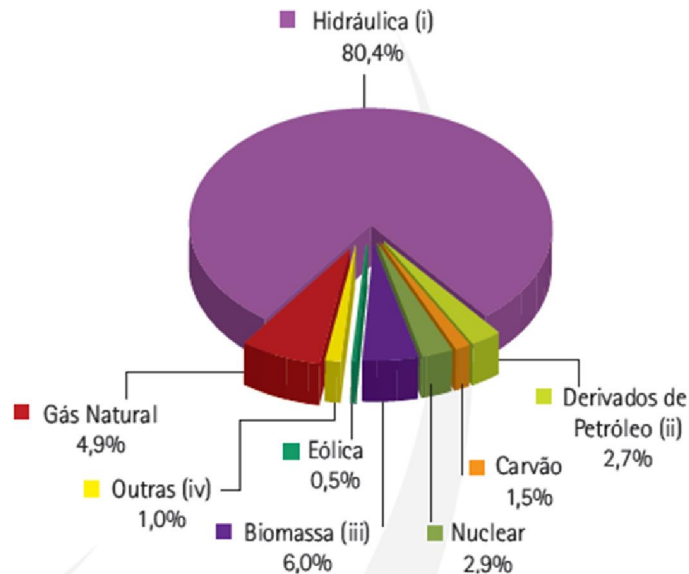
Energia
Elétrica

Geração e uso da eletricidade

Consumo de eletricidade por fonte:

Brasil

2011
532.872 GWh

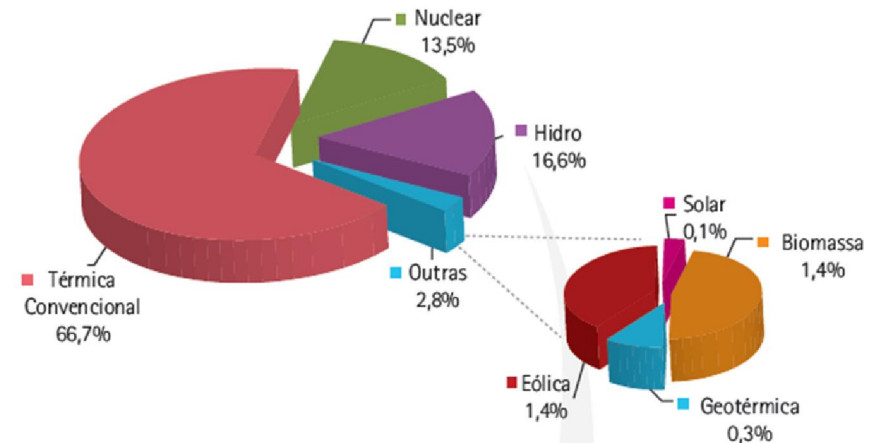


- I) Inclui autoprodução
- II) Derivados de petróleo: óleo diesel e óleo combustível
- III) Biomassa: lenha, bagaço de cana e lixívia
- IV) Outras: recuperações, gás de coqueria e outros secundários

Fonte: Balanço Energético Nacional (BEN) 2012 - Resultados preliminares; Elaboração: EPE

Mundo

2009
18.980 TWh



Fonte: U.S. Energy Information Administration (EIA); Elaboração EPE

Em 2030, o consumo de eletricidade no mundo vai passar para **30.000TWh (+63%)**, segunda a Agência Internacional de Energia.

Geração e uso da eletricidade

Empreendimentos no Brasil por fonte:

Tabela 7. Matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica do Brasil.

Fonte	Nº Usinas	Capacidade Instalada (MW)	% Capacidade Disponível (sem importação contratada)
Hidráulica	1.077	85.557	68,5%
Térmica	1.753	37.204	29,8%
Gás	149	13.620	10,9%
Carvão	12	3.024	2,4%
Petróleo	1.119	7.459	6,0%
Nuclear	2	1.990	1,6%
Biomassa	471	11.111	8,9%
Eólica	97	2.109	1,7%
Solar Fotovoltaica	32	3	0,0%
Capacidade Total - Brasil	2.959	124.873	100,0%

* Além dos montantes apresentados, existe uma importação contratada de 5.650 MW com o Paraguai e de 200 MW com a Venezuela.

Fonte: ANEEL (BIG 30/09/2013)

Geração e uso da eletricidade

Empreendimentos no Brasil por fonte:

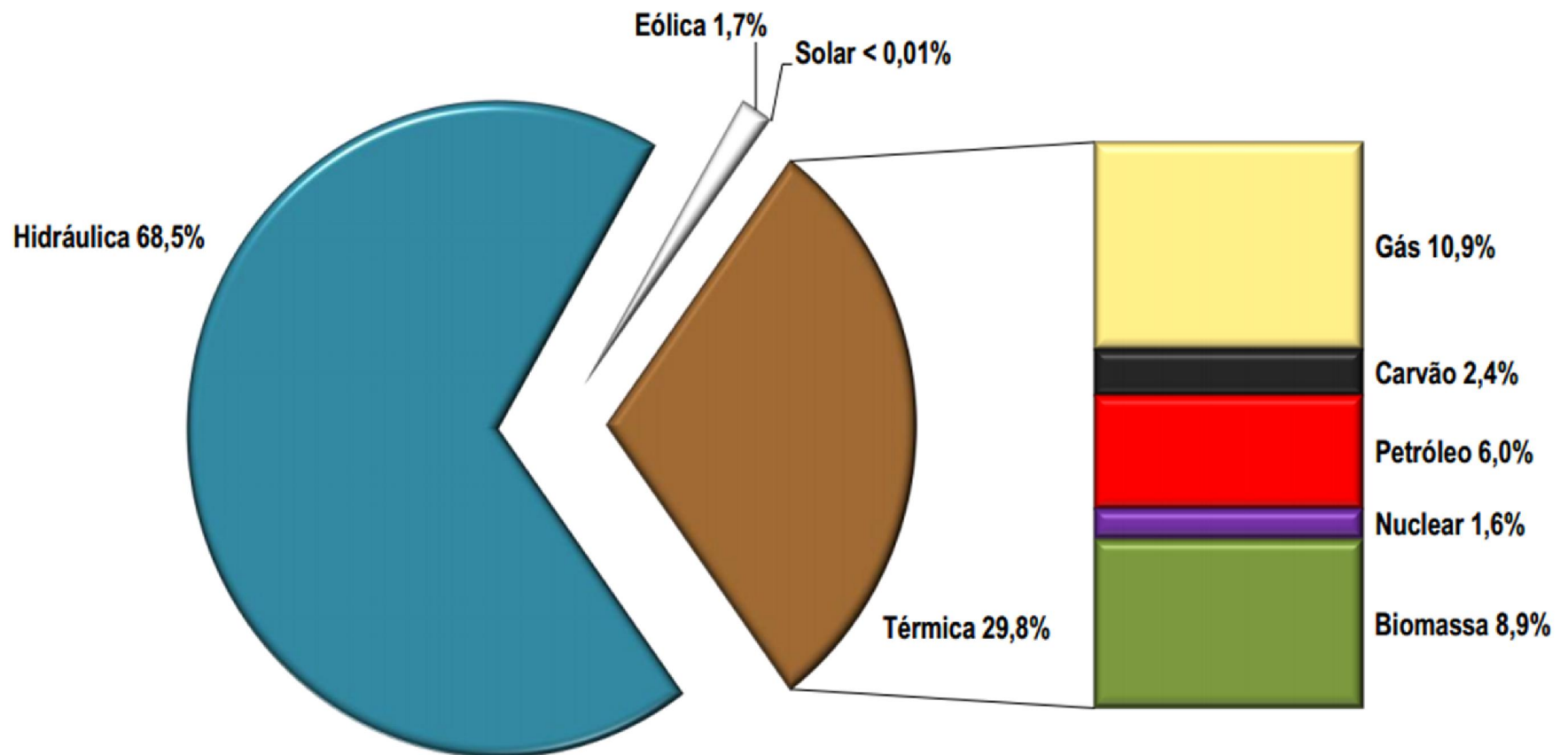


Figura 19. Matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica do Brasil sem importação contratada.

Geração e uso da eletricidade

Empreendimentos no Brasil por fonte:



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Energia Elétrica | Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico

Tabela 11. Entrada em operação de novos empreendimentos de geração.

Fonte	Realizado em Ago/2013 (MW)	Acumulado em 2013 (MW)
Hidráulica	157,1	1.371,0
Térmica	228,0	2.947,7
Gás	0,0	675,2
Petróleo	0,0	383,1
Nuclear	0,0	0,0
Carvão Mineral	0,0	720,3
Biomassa	228,0	1.169,0
Eólica	28,0	248,8
Solar Fotovoltaica	0,0	0,0
TOTAL	413,1	4.567,4

Fonte: MME / ANEEL / ONS

Geração e uso da eletricidade

Empreendimentos no Brasil por fonte:

8.2. Previsão da Expansão da Geração *

Tabela 12. Previsão da expansão da geração (MW).

Fonte	Previsão 2013	Previsão 2014	Previsão 2015
Hidráulica	1.524,5	3.640,4	3.877,0
Térmica	1.094,7	1.236,5	240,8
Gás	504,5	1.156,5	200,8
Petróleo	208,2	0,0	0,0
Nuclear	0,0	0,0	0,0
Carvão Mineral	365,0	0,0	0,0
Biomassa	17,0	80,0	40,0
Eólica	673,6	3.152,6	3.574,0
Solar Fotovoltaica	0,0	0,0	0,0
TOTAL	3.292,8	8.029,5	7.691,8

Fonte: MME / ANEEL / ONS / EPE / CCEE / Eletrobras

Geração e uso da eletricidade

Empreendimentos no Brasil por fonte:

Dados do Ministério de Minas e Energia



Tipo de geração:

Região:

Unidade de medida:

Período:

comparar com o período:

CONSULTAR

Hidráulica
Térmica convencional
Termo-nuclear
Térmica emergencial
Eólica

Geração e uso da eletricidade

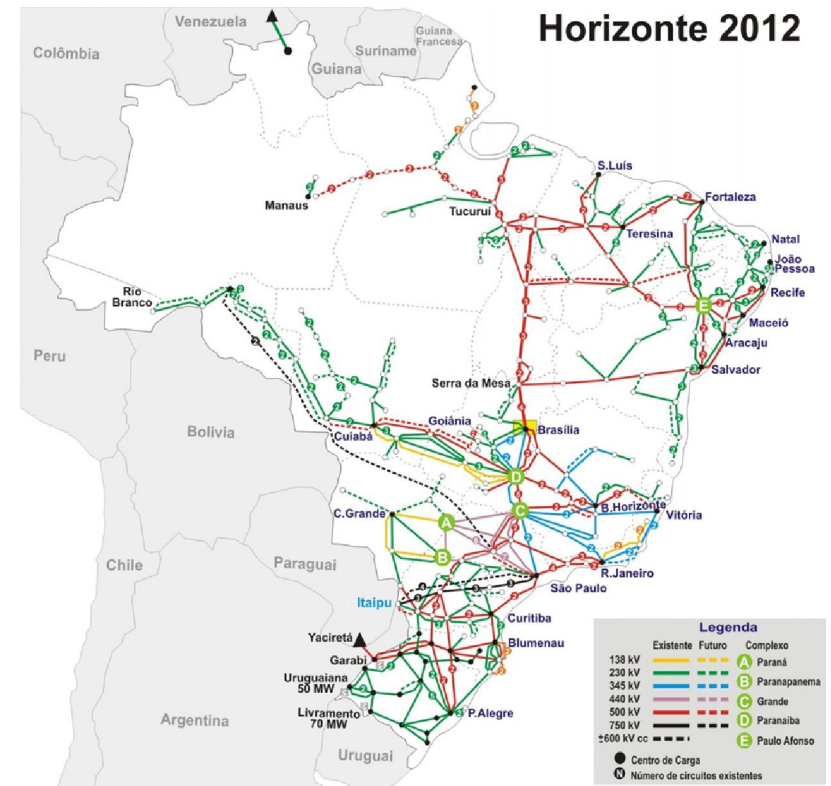
Intercâmbios entre subsistemas do SIN (2013):



Figura 11. Principais intercâmbios de energia (MW médios).

Fonte: ONS / Eletronorte

- Nordeste e Sudeste: Regiões que necessitam de investimentos em geração de energia.



Geração e uso da eletricidade

Mapa energético do Brasil (2013):



Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Energia Elétrica | Departamento de Monitoramento do Sistema Elétrico

Tabela 3. Consumo de energia elétrica no Brasil: estratificação por classe.

	Valor Mensal			Acumulado 12 meses		
	Ago/13 GWh	Evolução mensal (Ago/13/Jul/13)	Evolução anual (Ago/13/Ago/12)	Set/11-Ago/12 (GWh)	Set/12-Ago/13 (GWh)	Evolução
Residencial	10.291	2,6%	7,0%	115.412	122.594	6,2%
Industrial	15.883	2,4%	1,6%	184.198	183.552	-0,4%
Comercial	6.597	2,1%	4,7%	76.977	82.121	6,7%
Rural	2.056	6,4%	6,8%	22.398	23.754	6,1%
Demais classes *	3.860	0,8%	4,5%	44.086	45.887	4,1%
Perdas	9.147	4,7%	10,2%	94.011	97.498	3,7%
Total	47.833	2,9%	5,2%	537.082	555.406	3,4%

* Em Demais Classes estão consideradas Poder Público, Iluminação Pública, Serviço Público e Consumo próprio das distribuidoras. Dados contabilizados até agosto de 2013.

Fonte: EPE

Geração e uso da eletricidade

Mapa energético do Brasil (2013):

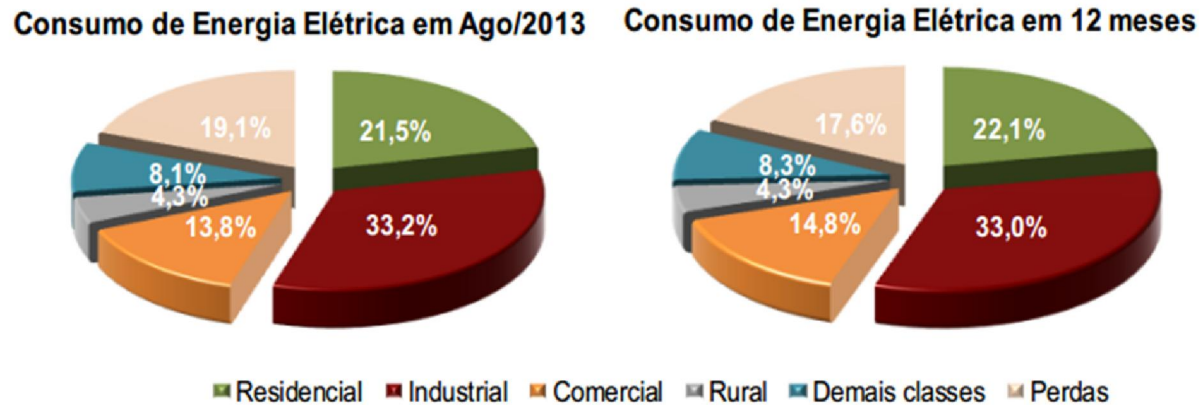


Figura 13. Consumo de energia elétrica no mês e acumulado em 12 meses.

Dados contabilizados até agosto de 2013.

Fonte: EPE

Geração e uso da eletricidade

Mapa energético do Brasil (2013):

7.2. Matriz de Produção de Energia Elétrica no Sistema Interligado Nacional **

Tabela 9. Matriz de produção de energia elétrica no SIN.

Fonte	Valor mensal			Acumulado 12 meses		
	Ago/13 (GWh)	Evolução mensal (Ago/13 / Jul/13)	Evolução anual (Ago/13 / Ago/12)	Set/11-Ago/12 (GWh)	Set/12-Ago/13 (GWh)	Evolução
Hidráulica	34.279	1,3%	-7,2%	454.163	403.647	-11,1%
Térmica	9.419	3,2%	64,4%	54.419	111.491	104,9%
Gás	4.421	5,3%	176,6%	20.362	55.089	170,6%
Carvão	1.155	1,7%	66,0%	6.050	10.419	72,2%
Petróleo *	251	-38,5%	26,5%	2.714	16.646	513,4%
Nuclear	1.234	2,7%	-9,3%	14.682	13.513	-8,0%
Biomassa	2.358	8,3%	25,7%	10.611	15.825	49,1%
Eólica	654	41,6%	23,2%	4.301	5.753	33,8%
Solar Fotovoltaica	0,13	18,8%	-	1	1,41	-
TOTAL	44.352	2,1%	2,7%	512.884	520.894	1,6%

* Em Petróleo estão consideradas as usinas a óleo diesel, a óleo combustível e as usinas bicomcombustíveis.

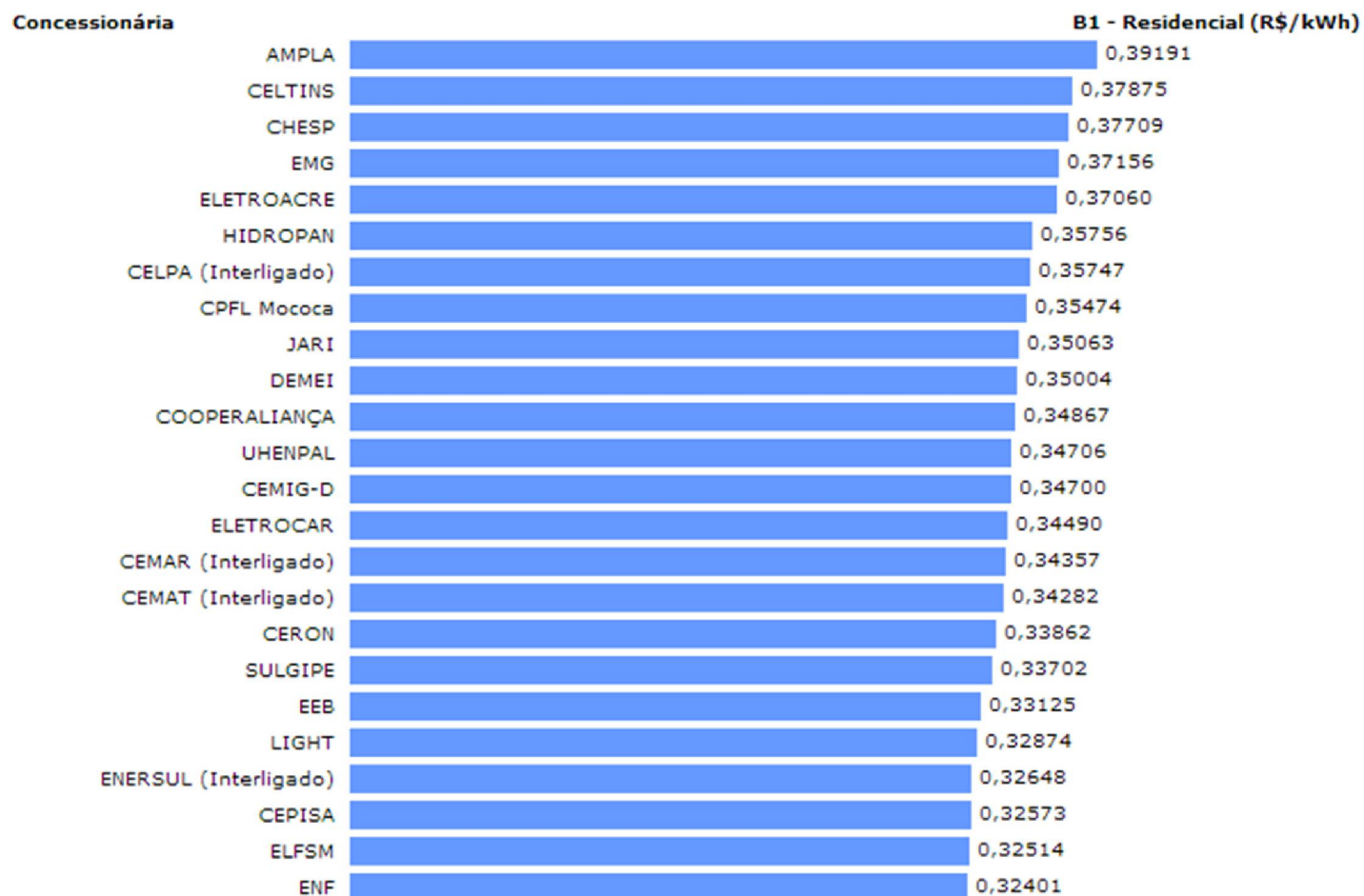
** Os valores de produção incluem geração em teste e estão referenciados ao centro de gravidade.

Dados contabilizados até agosto de 2013.

Fonte: CCEE

Geração e uso da eletricidade

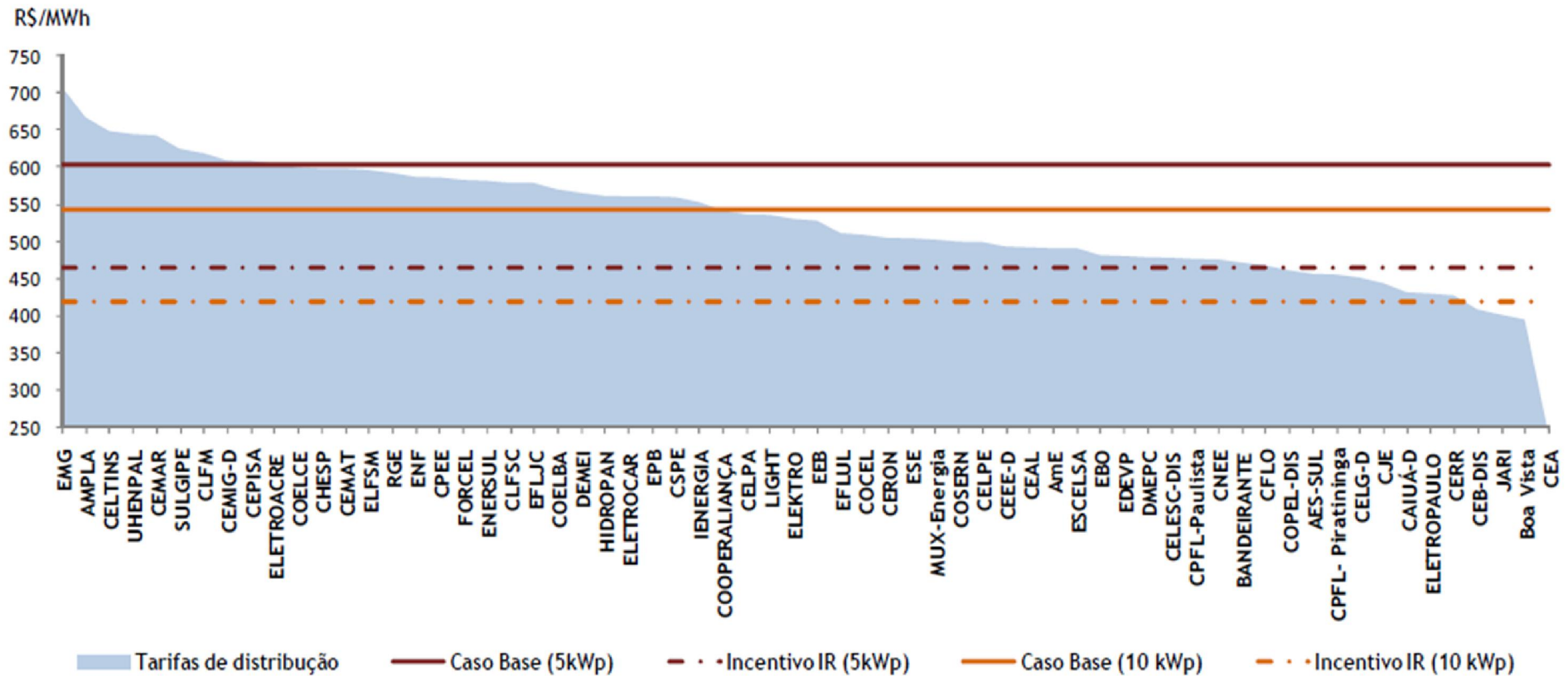
Preço da tarifa de energia elétrica: Grupo B



FONTE: ANEEL, 2013.

Geração e uso da eletricidade

Preço da tarifa de energia elétrica: Grupo B



NOTA TÉCNICA EPE - Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira, RJ, Maio de 2012.

Geração distribuída de energia elétrica

