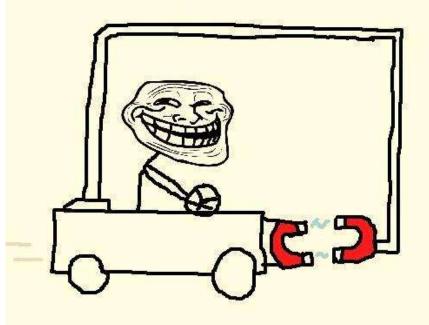
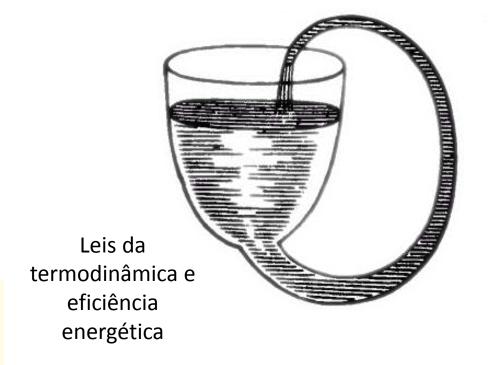
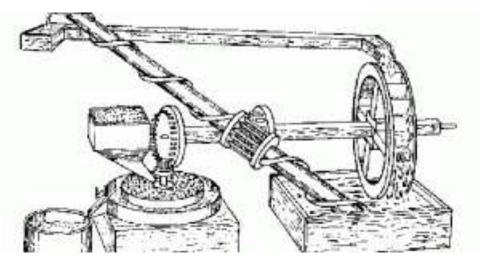
Recursos Energéticos II Energias "limpas" e alternativas

Antonio Liccardo – DEGEO - UEPG









Transformação de energia

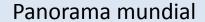


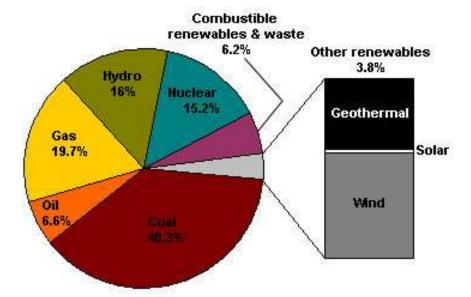




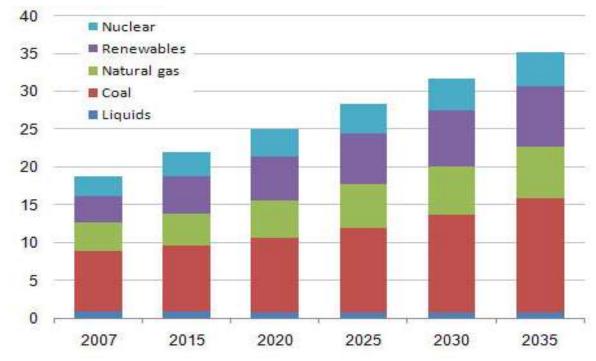
designer chinês projetou um <u>celular</u> que dispensa o uso de baterias de lítio: ele só precisa de um pouco de Coca Cola para funcionar, trata-se de uma Biobateria alimentada pelo refrigerante.





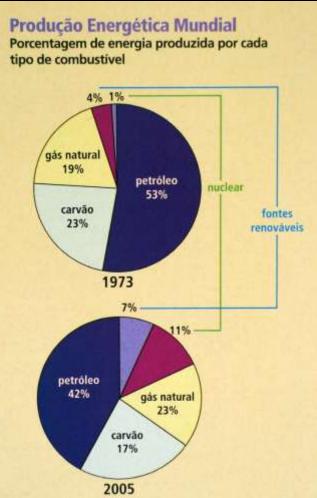


World Electricity Generation by Fuel, 2005



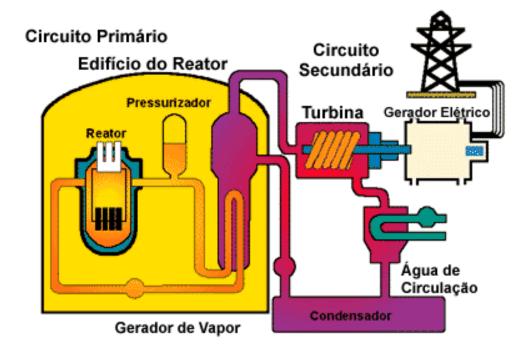
CONSUMO MUNDIAL POR TIPO DE ENERGIA - 2008

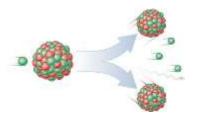
fonte: International Energy Outlook 2009



(Dan Smith. Atlas da situação mundial. Um levantamento único dos eventos correntes e das tendências globais. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007.)



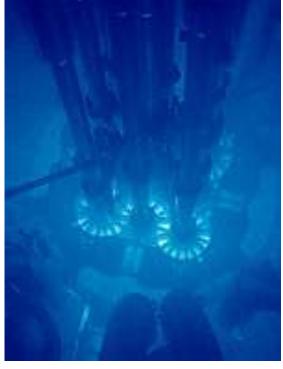




Funcionamento de um reator

- Controle da "reação em cadeia" pela inserção de varetas metálicas que absorvem nêutrons (feita de cádmio ou boro) entre os arranjos de combustível
- Se as varetas forem todas inseridas entre os arranjos a reação cessa.





- 238 U 99,3% de todo U na natureza
- 235 U 0,7 %
- ²³⁴ U ~ 0.005%

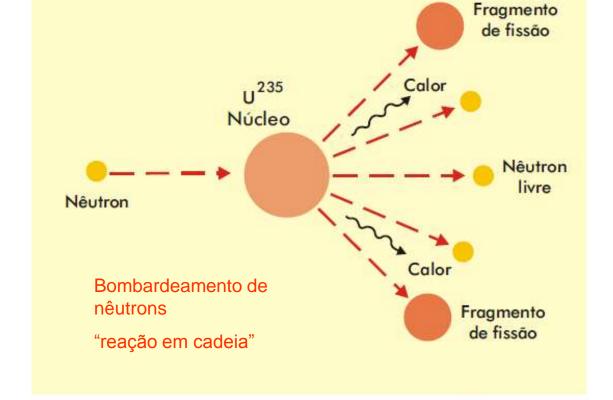


Fig. 22.11 Esquema da fissão nuclear do ²³⁵U.

235 U – único fissionável
 necessidade de concentração de
 3% na forma de UO₂ "urânio
 enriquecido"

Vantagens:

- não contribui para o efeito de estufa;
- não polui o ar com gases de enxofre, nitrogénio, particulados, etc.;
- não utiliza grandes áreas de terreno: a central requer pequenos espaços para sua instalação;
- não depende da sazonalidade climática (nem das chuvas, nem dos ventos);
- pouco ou quase nenhum impacto sobre a biosfera;
- grande disponibilidade de combustível;
- é a fonte mais concentrada de geração de energia
- a **quantidade de resíduos** radioativos gerados é extremamente pequena e compacta;
- a tecnologia do processo é bastante conhecida;
- o **risco de transporte** do combustível é significativamente menor quando comparado ao gás e ao óleo das termoelétricas;
- não necessita de armazenamento da energia produzida em baterias;

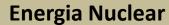




Desvantagens:

- necessidade de armazenar o resíduo nuclear em locais isolados e protegidos;
- necessidade de isolar a central após o seu encerramento;
- é mais cara quando comparada às demais fontes de energia;
- os **resíduos** produzidos emitem radiatividade durante muitos anos;
- dificuldades no armazenamento dos resíduos, principalmente em questões de localização e segurança;
- pode interferir com ecossistemas;
- grande **risco de acidente** na central nuclear.
- Pode ser utilizada para fins bélicos (armas nucleares), uma vez que caindo nas mãos erradas as consequências poderiam ser muito graves.







1 Mineral de urânio principal matéria prima do combustível nuclear.



2 Yellow cake - forma na qual o urânio é transportado à usina de enriquecimento.







3 UF6 – utilizado para o enriquecimento.





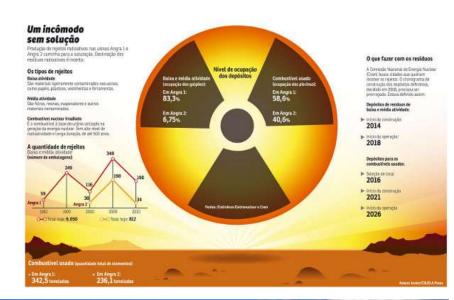


4 Combustível nuclear sólido, compacto, quimicamente inerte e insolúvel.

Energia nuclear é a solução?









Armazenamento dos Rejeitos

- Os rejeitos líquidos e sólidos, de baixa e média atividade, gerados durante a operação das usinas de Angra, são acondicionados em tambores testados enviados para o Depósito Intermediário de Rejeitos, próximo à Usina
- Os rejeitos produzidos por Angra 2 ficam estocados no subsolo da própria Usina.
 Todos esses rejeitos ficarão armazenados na Central Nuclear até a construção do Depósito Definitivo de Rejeitos
 - Os rejeitos de alta atividade de uma usina nuclear são formados pelos elementos combustíveis usados (matéria prima para o reprocessamento). No caso das usinas de Angra, os elementos combustíveis usados são estocados em piscinas especiais em prédios da usina com acesso controlado, blindagem apropriada, ventilação especial, etc.

A capacidade de estocagem da piscina de Angra 1, por exemplo, com mil e duzentos locais de armazenamento, em células de aço borado, permite a permanência de todo o combustível usado durante toda a vida útil da Usina.



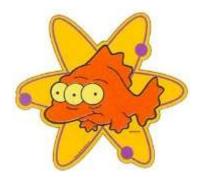
Acidente em Chernobyl - 1986





A guide holds a Geiger counter showing radiation levels 37 times higher than normal as a woman takes a picture in front of the sarcophagus of the destroyed fourth block of the Chernobyl nuclear power plant on **September 16, 2010.** Thousands of people each year visit the Chernobyl nuclear power plant, where the world's worst nuclear disaster took place in April 1986, and the 30-km zone around it that remains uninhabited. (GENYA SAVILOV/AFP/Getty Images)





A opinião de Fujii-e (exministro de energia do Japão) sobre o futuro da energia nuclear é compartilhada pelo coordenador-geral de Planejamento e Avaliação da CNEN, Francisco Rondinelli. O dirigente rebateu o mito de que a energia nuclear está sendo abandonada em todo o mundo. "Atualmente, 65 novos reatores estão em construção no planeta, mesmo depois do acidente de Fukushima. O major exemplo é o da China, que está construindo 27 usinas. com outras 16 já aprovadas"

[11/11/2011] Debate sobre Fukushima e futuro do setor nuclear marca workshop para jornalistas promovido pela Eletrobras Eletronuclear





		REATORES			REATORES
País	S da produção de energia elétrica 2003	Operacionals/ em construção Nov. 04	País		Operacionais/ em construção Nov. 04
África do Sul	6,1	. 2/0	Holanda	4,5	1/0
Alemanha	28,0	18/0	Hungria	33,0	4/0
Argentina	3,6	2/0	Índia	3,3	4/0
Armênia	35,0	1/0	Irā	0	0/1
Bélgica	55,0	7/0	Japão	25,0	53/3
Brasil	3,7	2/0	Lituánia	80,0	2/0
Bulgária	38,0	4/0	México	5,2	2/0
Canadá	12,5	17/1	Paquistão	2,4	2/0
China	2,2	15/4	Reino Unido	24,0	23/0
Coréia do Norte	0	0/1	República Tcheca	31,0	6/0
Coréia do Sul	40,0	19/1	Romėnia	9,3	1/1
Eslováquia	57,0	6/0	Rússia	17,0	30/5
Eslovênia	40,0	1/0	Suécia	50,0	11/0
Espanha	24,0	9/0	Suíça	40,0	5/0
Estados Unidos	19,9	103/1	Taiwan	22,0	6/2
Finlåndia	27,0	4/0	Ucrânia	46,0	15/0
França	78,0	59/0			

ENERGIA NUCLEAR PARA FINS CIVIS

REATORES NUCLEARES NO MUNDO

REATORES OPERACIONAIS

REATORES FUTUROS GERAÇÃO DE ELETRICIDADE



O Brasil é dono da sexta maior reserva de urânio do mundo, ~ 300 mil t.

Jazidas de Itataia, Ceará (142 mil toneladas), onde o mineral está associado ao fosfato e a rochas ornamentais economicamente exploráveis;

Lagoa Real, na Bahia (93.200 toneladas); e outras jazidas menores, como Gandarela, Minas Gerais, onde há ouro associado ao Urânio; Rio Cristalino, no Pará; e Figueira, Paraná.

	Reservas de Urânio	o no Mundo
	Austrália	24,6%
	Casaquistão	14,4%
	Outros	14,3%
	Canadá	13,9%
	África do Sul	9,2%
	Namíbia	7,1%
	Brasil	5,9%
	Rússia	4,1%
	EUA	3,6%
1	Nigéria	2,3%

Energia Nuclear



Distribuição do Urânio

- 1982-1995 Caldas (MG) fornecimento de matéria-prima para usinas de Angra
- Bahia (Caetité e Lagoa Real) reserva estimada de 100.000 ton produção de ~ 390 ton/ano U
- descoberta recente no Pará (Cristalino) maior área de mineralização de U do mundo? – necessidade ainda de pesquisa mineral detalhada
- único recurso mineral, no Brasil, sob Regime de Monopólio

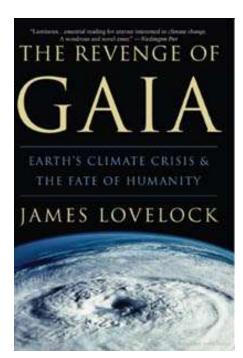
Energia Nuclear - limpa, segura e eficaz

A energia nuclear pode ser uma boa alternativa. Segundo criador da Teoria Gaia, JAMES LOVELOCK, os riscos são mínimos e a oposição dos ecologistas não tem razão de ser.

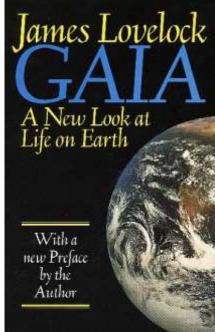
O aquecimento global é resultado de nossa dependência de combustíveis à base de carbono, como carvão, petróleo e gás natural. Se pudermos evitar a queima desses combustíveis "fósseis", o aquecimento global vai perder a força. Como fazer isso? Nossa tábua de salvação é a energia nuclear. James Lovelock Scientific American - 19/07/07 e repetido em 2011.



Energia eólica? Países que já implementaram isso em larga escala estão descobrindo várias falhas dessa tecnologia. Mas o lobby das empresas que lidam com isso é forte. James Lovelock 2009

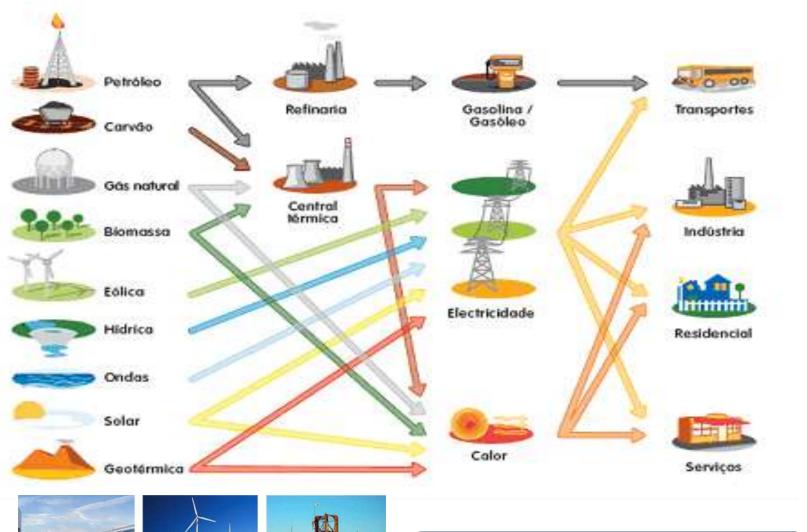








Energia renovável e Energia não renovável





Solar





Energia renovável e Energia não renovável



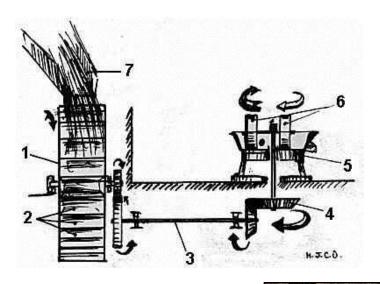


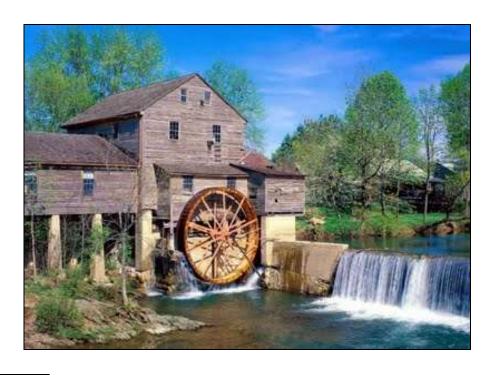


rmica Biomassa

Mini-hidricas

Energia hidráulica

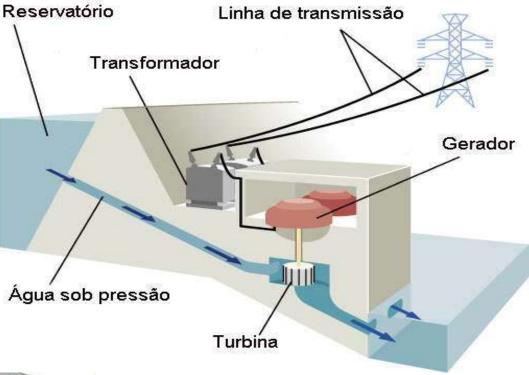


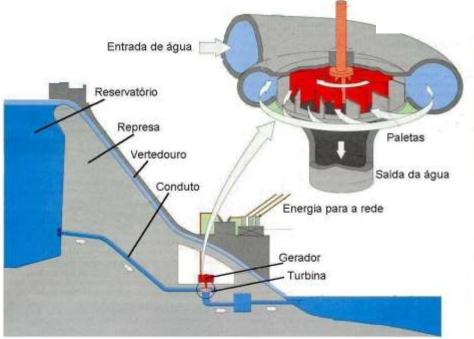


estrutura mais antiga conhecida de aproveitamento da energia cinética das águas dos rios

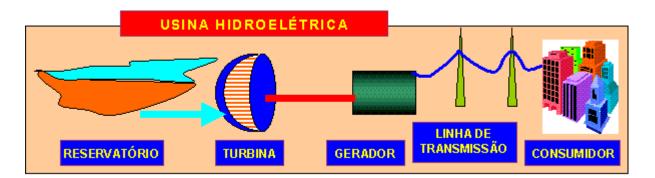




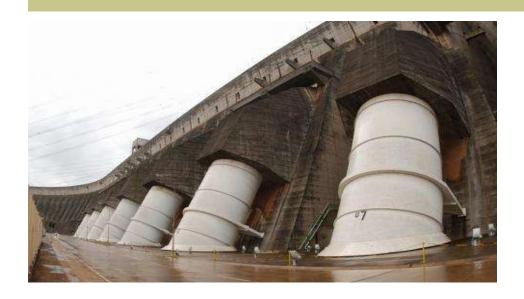




- 1º. <u>Três Gargantas</u> (China): 18.200 megawatts (MW)
- 2º. Itaipu (Brasil/Paraguai): 14.000 MW
- 3º. Belo Monte (Brasil): 11.233 MW [Em construção]
- 4º. Guri (Venezuela): 10.000 MW
- 5º. Tucuruí I e II (Brasil): 8.370MW
- 6º. Grand Coulee (EUA): 6.494 MW
- 7º. Sayano-Shushenskaya (Rússia): 6.400 MW
- 8º. Krasnoyarsk (Rússia): 6.000 MW
- 9º. Churchill Falls (Canadá): 5.428 MW
- 10°. La Grande 2 (Canadá): 5.328 MW

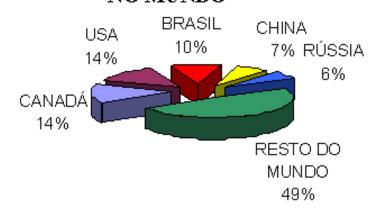


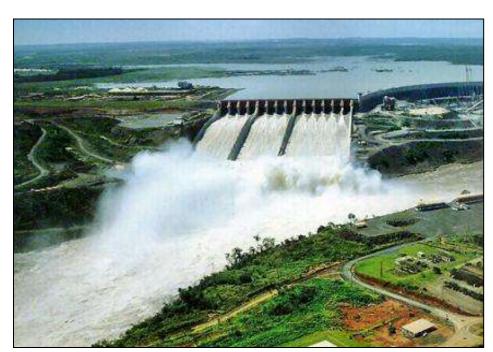
- 1 A Energia Elétrica é produzida por um Gerador, na Casa de Força.
- 2 O Gerador possui um eixo que é movido por uma Turbina.
- A Turbina é movida por um Jato de Água. Depois do uso, a água continua o seu percurso rio abaixo.
- A água fica armazenada em um Reservatório para ser usada nos períodos de estiagem. Quando o reservatório já está cheio, o excesso de água é jogada fora através do vertedouro.





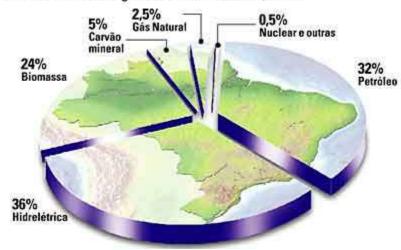
ENERGIA HIDRELÉTRICA GERADA NO MUNDO



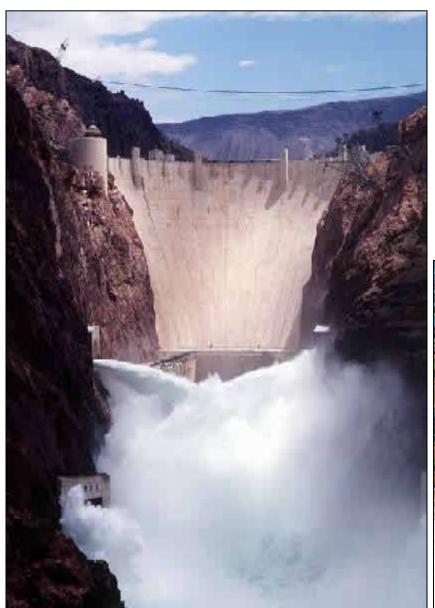


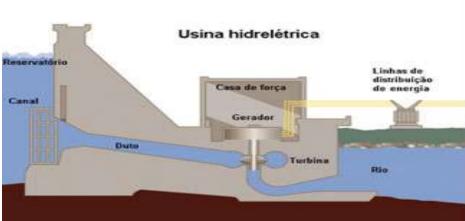
Sob o domínio dos rios

De onde vem a energia consumida no Brasil, em %











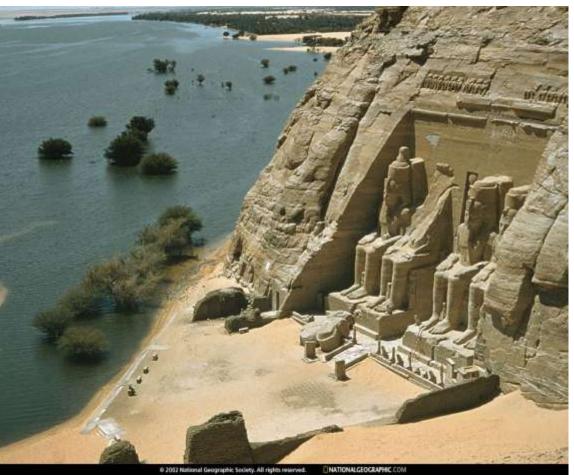
Energia x patrimônio

Em **1970**, com apoio da União Soviética, o governo nacionalista egípcio completou a versão mais ambiciosa da **represa Aswan**, no rio Nilo.

Foi nessa ocasião que **vários templos antigos foram movidos**, como o de <u>Abu Simbel</u>, recortado e remontado em apenas quatro anos para ficar 65 metros mais alto, pela barganha de 40 milhões de dólares.







Represas e natureza

Resgate fauna





Represa do lago Cingino no vale de Aosta, Itália.

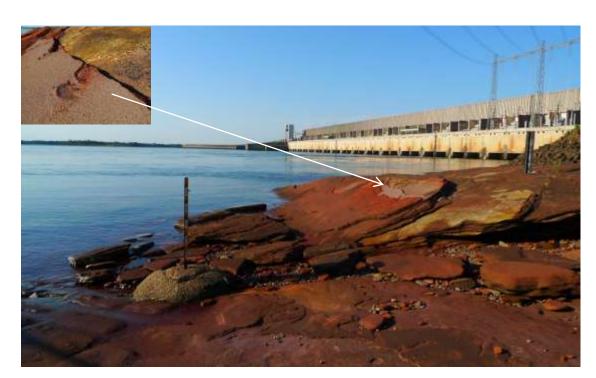




Represas e natureza

Um dos bons efeitos colaterais da construção de uma usina hidroelétrica é a regularização da vazão do rio. Isto quer dizer que o rio passa a ter água o ano todo e nas épocas de chuva não provoca inundações e enchentes.

O reservatório propricia a preservação da fauna e da flora. Nos meses de estiagem é muito comum alguns rios ficarem secos, destruindo totalmente a sua fauna e flora. O reservatório propicia também o desenvolvimento da piscicultura garantindo a sobrevivência dos profissionais da pesca.



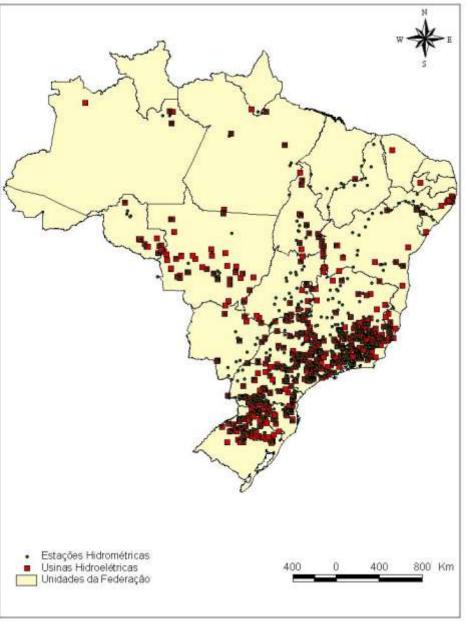






Energia hidrelétrica no Brasil





Energia hidrelétrica no Brasil

A usina hidrelétrica de **Itaipu** foi construída no rio Paraná na década de 1970 sob grande desconfiança da população e sob imposição do governo militar.

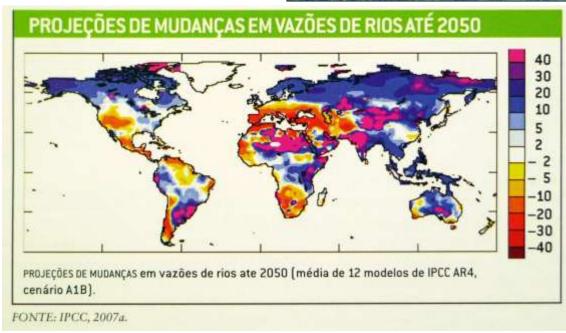
Vinte anos após o início das operações, com trinta anos de existência, a usina é um exemplo de projeto de sucesso. A hidrelétrica é responsável pelo fornecimento de **um quarto de toda energia consumida no Brasil** e por 95% da demanda paraguaia



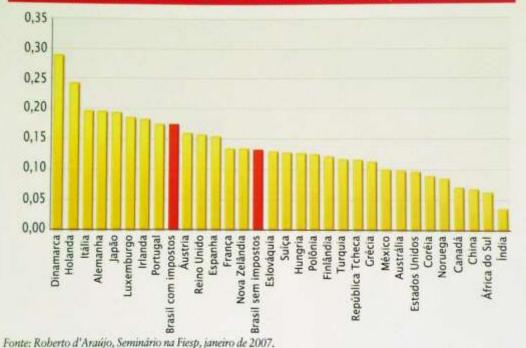








TARIFAS DA ENERGIA ELÉTRICA PARA AS RESIDÊNCIAS (US\$/KWH)





Energia hidrelétrica no Brasil

Virá do **rio Xingu**, terra desprovida de infraestrutura, energia para abastecer o Norte e outras regiões do Brasil. Junto com as usinas do Rio Madeira, Belo Monte aliviará Itaipu da pesada missão que é ser responsável por **20% da energia elétrica consumida no Brasil.**





Casa de Force

Belo Monte

Complementar

Reservatório dos



Reservatório da Catha do Rio

Barragem e Vertedouro

Principal e Casa de Força Complementa

Attamira Transamazonica

Os fomentadores defendem que além de gerar energia para o país, o principal empreendimento energético do PAC, vai levar qualidade de vida àquela população banhada pelo rio Xingu.

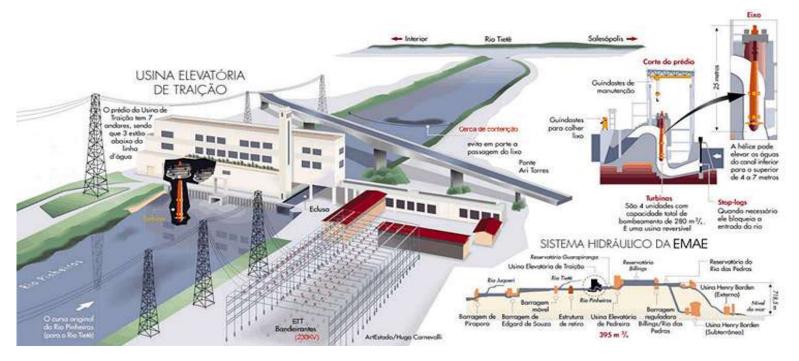
Ambientalistas e indígenas da região ainda são contra o empreendimento

Energia hidrelétrica no Brasil

Usinas elevatórias de Pedreira (1939) e Traição (1940)









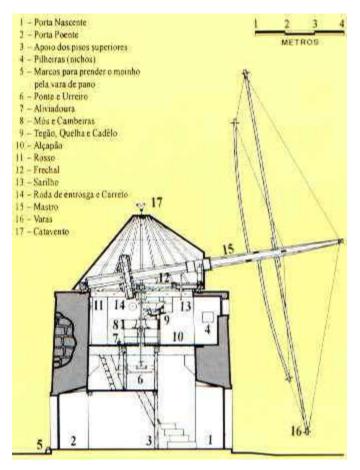




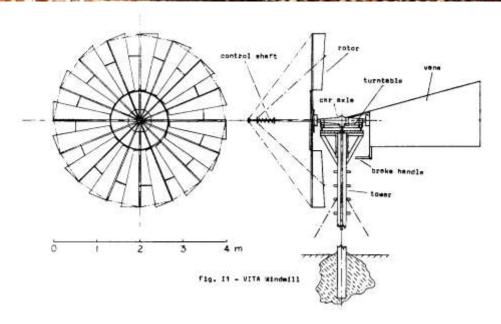




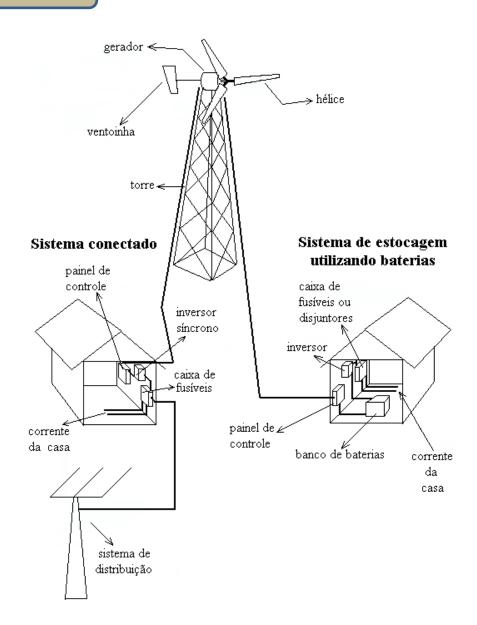
Energia eólica

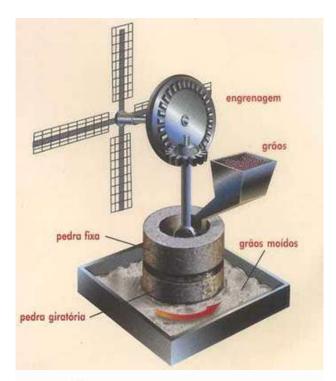






Energia eólica











ENERGIA EÓLICA



- 1 Vento faz hélices girarem
- (2) Eixo movimenta gerador para produzir eletricidade
- (3) Um transformador converte a energia em alta voltagem
- (4) Eletricidade transmitida pela rede elétrica



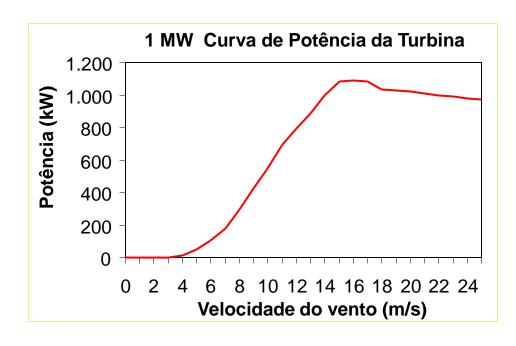
Energia eólica

Alta velocidade média dos ventos é essencial

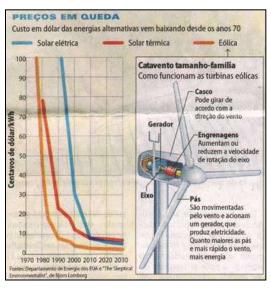
- Média anual de 4 m/s é o mínimo
- Pessoas tendem a superestimar o vento
- A velocidade do vento tende a aumentar com a altura

Bom recurso

- Áreas costeiras
- Encostas de grande declividade
- Passagens
- Terrenos abertos
- Vales que canalizem os ventos



Energia eólica



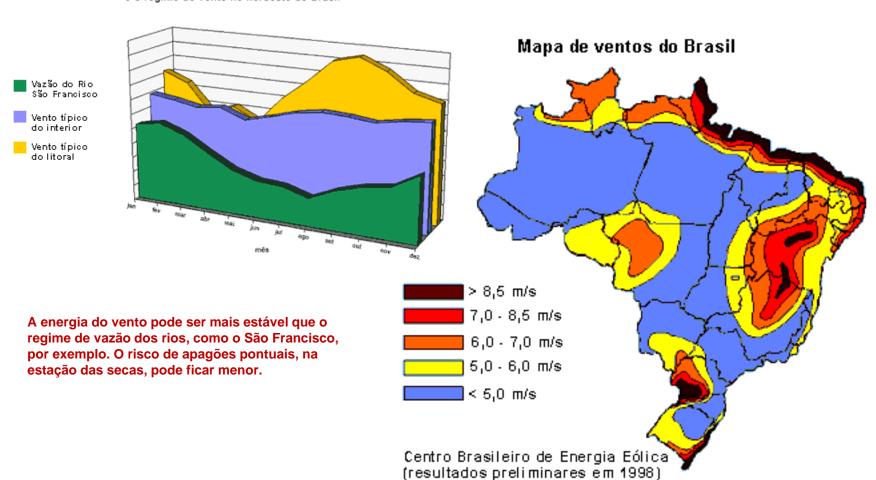






Potencial de ventos no Brasil: o interior baiano e norte de Minas, regiões de baixo desenvolvimento econômico, com excelente capacidade de geração eólica.

Comparação entre o fluxo de água do Rio São Francisco e o regime de vento no nordeste do Brasil



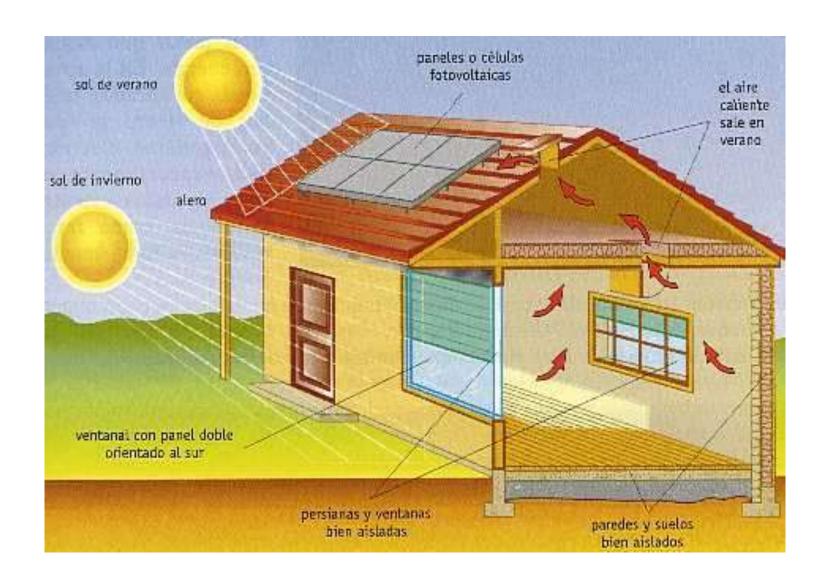
A energia solar é aquela energia obtida pela luz do Sol, pode ser captada com painéis solares. É uma fonte de vida e de origem da maioria das outras formas de energia na Terra. A cada ano a radiação solar trazida para a Terra leva energia equivalente a vários milhares de vezes a quantidade de energia consumida pela humanidade. Escolhendo uma boa radiação solar, esta pode ser transformada em outras formas de energia como calor ou eletricidade usando painéis solares.





<u>painel solar</u> fotovoltaico produz 4% do total de energia de Cabo Verde evitando a emissão de 13 mil toneladas de CO2

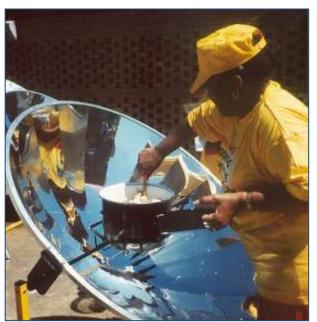
Através de colectores solares, a energia solar pode ser transformada em energia térmica, e usando painéis fotovoltaicos a energia luminosa pode ser convertida em energia eléctrica. Ambos os processos não têm nada a ver uns com os outros em termos de sua tecnologia. Mesmo assim, as centrais térmicas solares utilizam energia solar térmica a partir de coletores solares para gerar eletricidade.





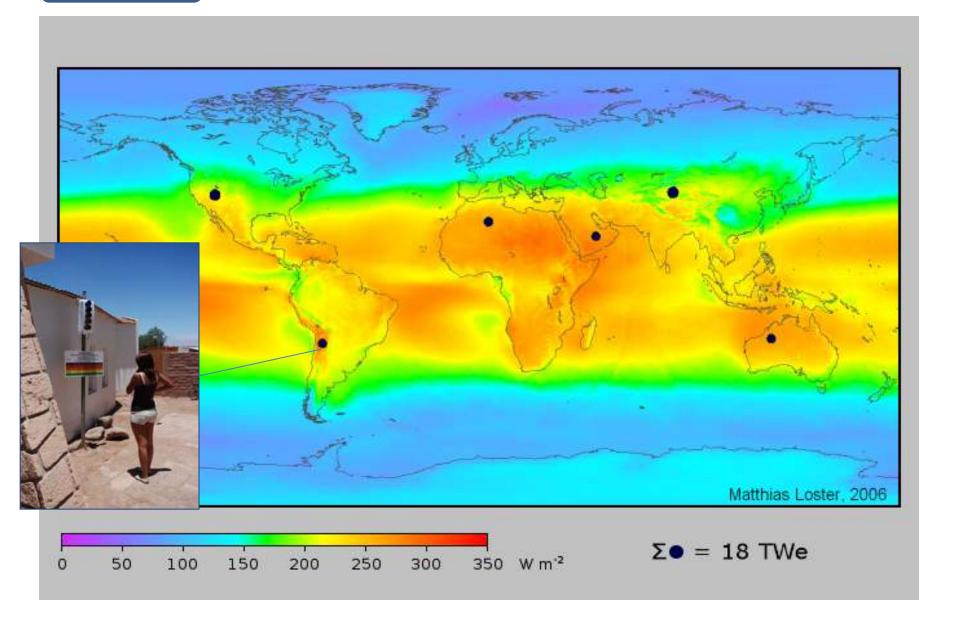
Desvantagens:

- -Armazenamento
- -Irregularidade
- -Custo inicial elevado

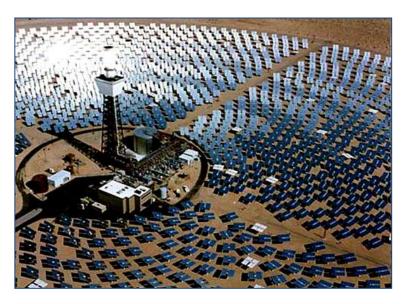




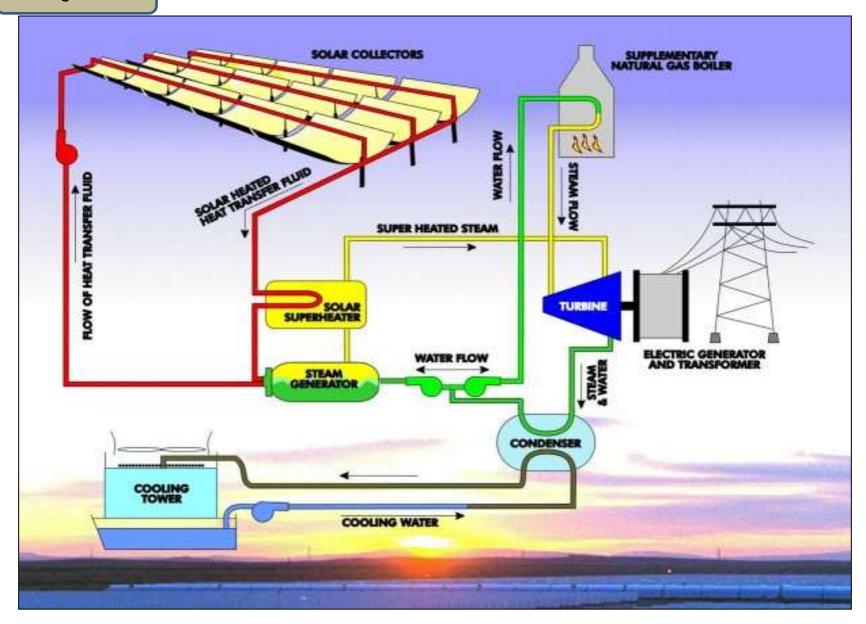






























Cientista de 13 anos revoluciona a forma de captar energia solar



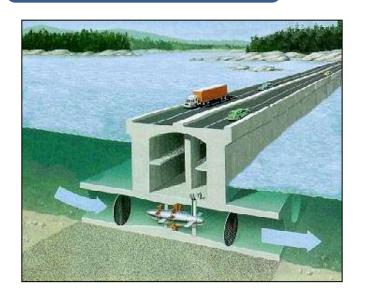


Aidan Dwyer, um rapazinho americano, bolou uma maneira de organizar os painéis solares que garante um melhor aproveitamento da luz e, assim, uma maior produção de energia. Semelhante a uma pequena planta, o invento do

menino aumenta a eficiência do mecanismo entre 20% a 50%.



Energia de marés e ondas

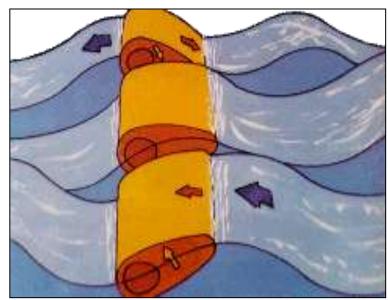




Energia Maremotriz

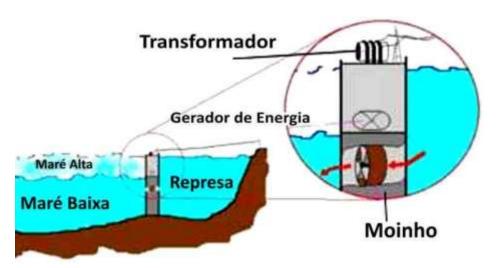
A energia dos mares é a energia que se obtém a partir do movimento das ondas, das marés ou da diferença de temperatura entre os níveis da água do mar. Esta diferença de altura pode ser explorada em locais estratégicos como os golfos, baías e estuários que utilizam turbinas hidráulicas na circulação natural da água, junto com os mecanismos de canalização e de depósito, para avançar sobre um eixo. Através da sua ligação a um alternador, o sistema pode ser usado para a geração de eletricidade, transformando, assim, a energia das marés, em energia elétrica aproveitável.

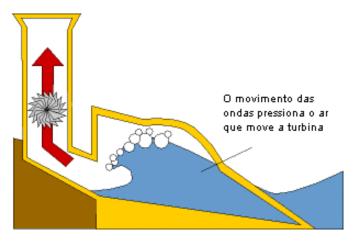
A relação entre a quantidade de energia que pode ser obtida com os atuais meios econômicos e os **custos e o impacto ambiental** da instalação de dispositivos para o seu processo impediram uma notável proliferação deste tipo de energia.

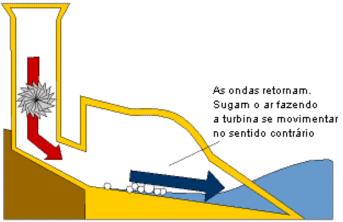


Energia de marés e ondas









Desvantagens: Armazenamento Irregularidade

Energia de marés e ondas

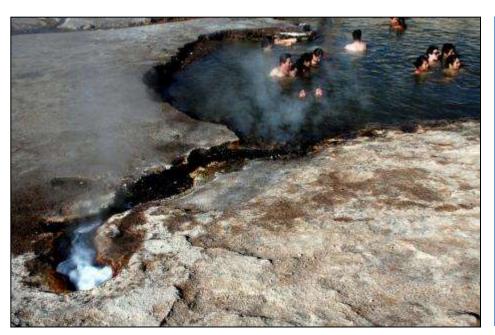
Turbina hidrocinética leva energia para comunidades isoladas na Amazônia





Gera 1,5 kW, o suficiente para alimentar com energia uma escola, carregar baterias para ribeirinhos que moram mais distantes da comunidade e, ainda, alimentar um secador de castanhas, o que movimenta também a economia da comunidade.

Energia geotérmica











Energia geotérmica

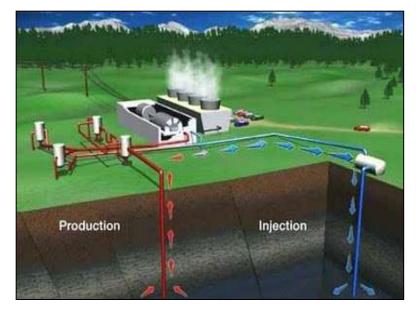




Energia Geotérmica

A energia geotérmica é a energia do interior da Terra. Consiste no aproveitamento de águas quentes e vapores para a produção de eletricidade e calor. Em algumas áreas do planeta, próximas à superfície, as águas subterrâneas podem atingir temperaturas de ebulição, e, dessa forma, servir para impulsionar turbinas para eletricidade ou aquecimento.

A energia geotérmica pode ser obtida pelo homem através do calor dentro da Terra, que ocorre devido a vários fatores, entre eles o gradiente geotérmico e o calor radiogênico. A energia geotérmica é muito restrita, não só geograficamente, mas algumas das suas fontes são consideradas **poluentes**. Isso ocorre porque a extração de água subterrânea em altas temperaturas arrasta para a superfície sais minerais indesejáveis e tóxicos.



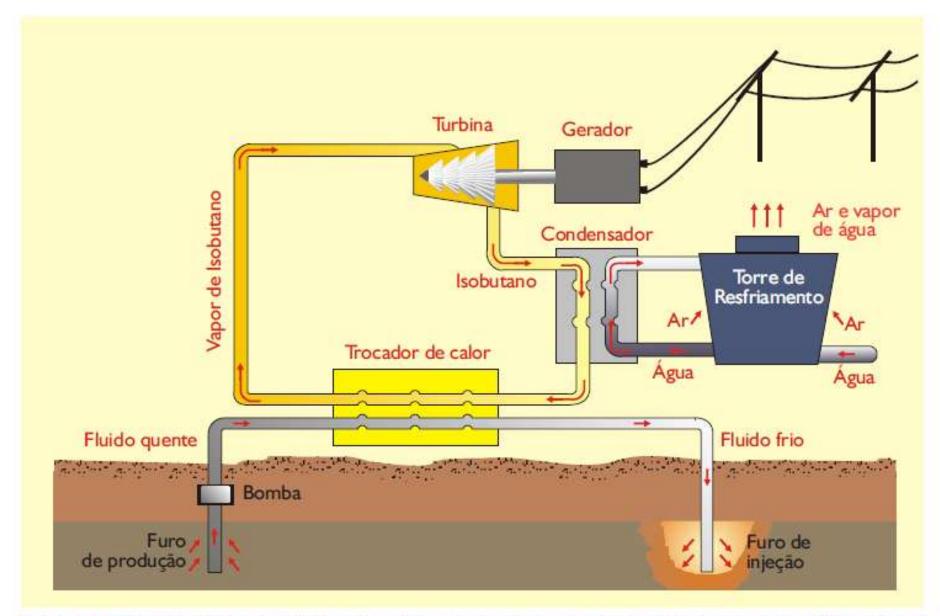


Fig. 22.15 Diagrama esquemático do aproveitamento de energia pelo sistema convectivo hidrotermal.

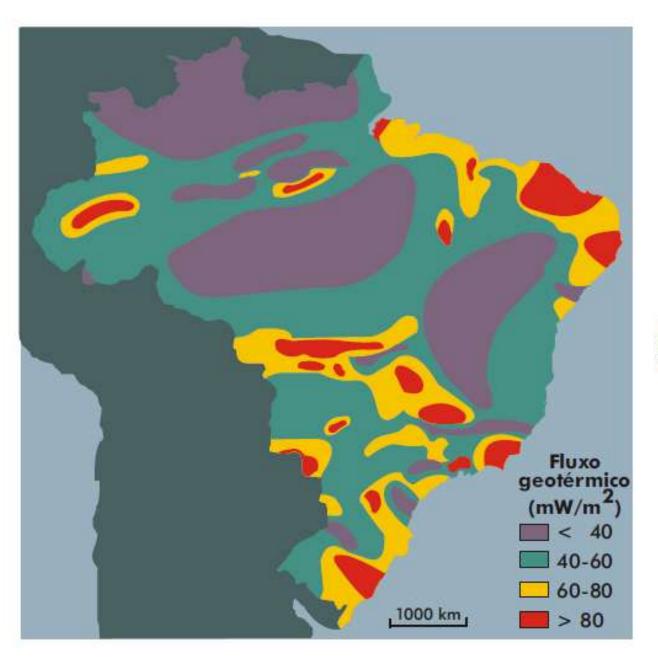
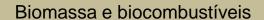
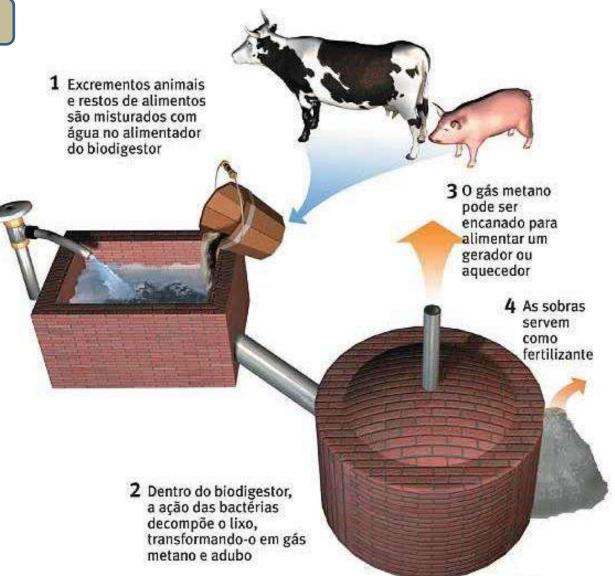


Fig. 22.14 Mapa do fluxo térmico do Brasil (cedido por V. M. Hamza).

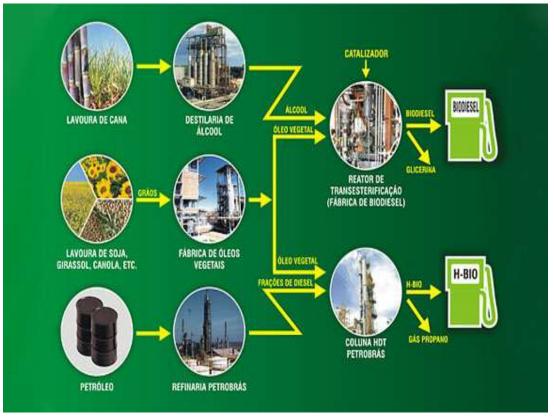




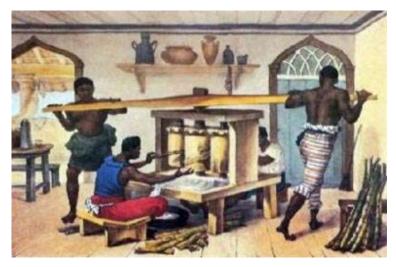
biomassa abrange os derivados recentes de organismos vivos utilizados como combustíveis ou para a sua produção

Biocombustíveis são fontes de energias renováveis, derivados de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, plantas oleaginosas, biomassa florestal e outras fontes de matéria orgânica.

O uso do biodiesel traz uma série de benefícios associados à redução dos gases de efeito estufa, e de outros poluentes atmosféricos, tais como o enxofre, além da redução do consumo de combustíveis fósseis. Porém, no processo de fabricação, uma série de resíduos e subprodutos industriais é gerada, os quais podem, quando adequadamente geridos, contribuir para a viabilidade econômica da produção de biodiesel.





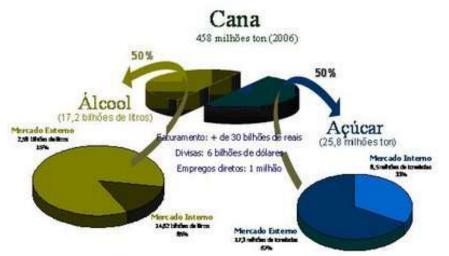


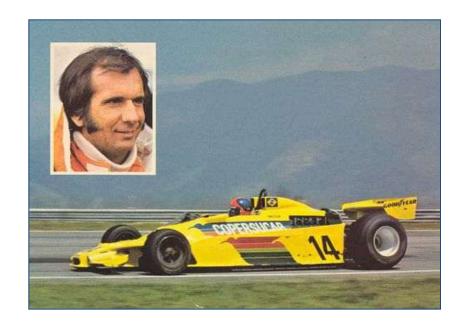


"Biomassa pode impulsionar desenvolvimento das nações pobres"



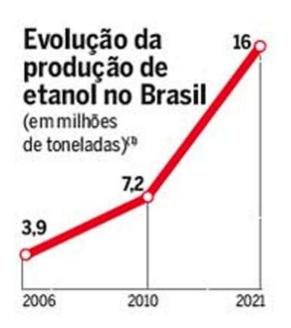
O Brasil e o programa do álcool - PROALCOOL





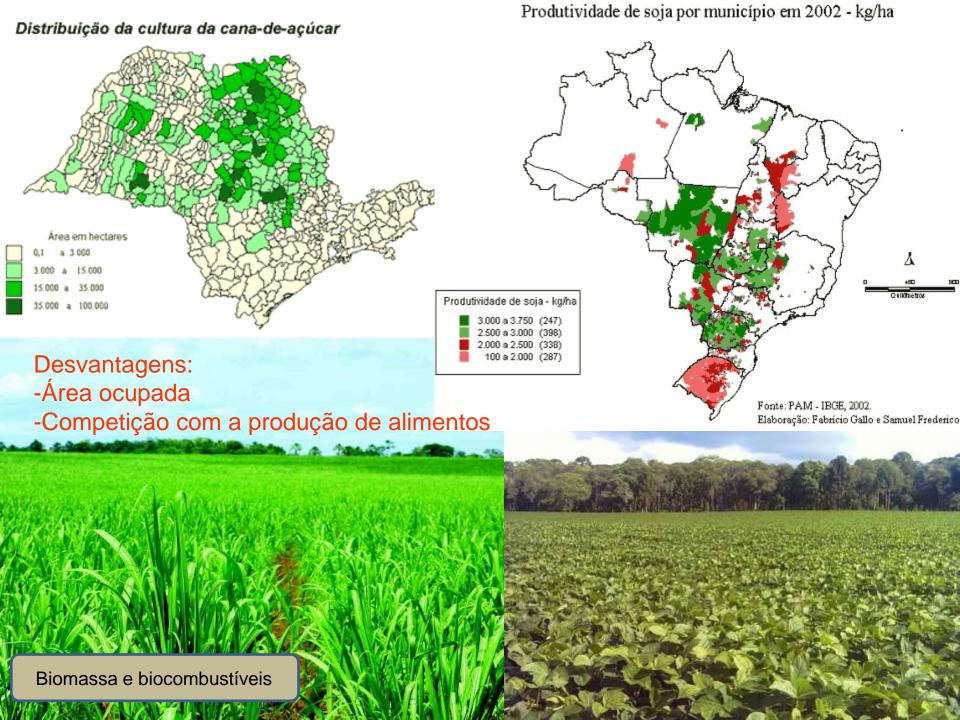


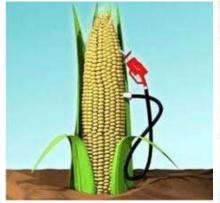


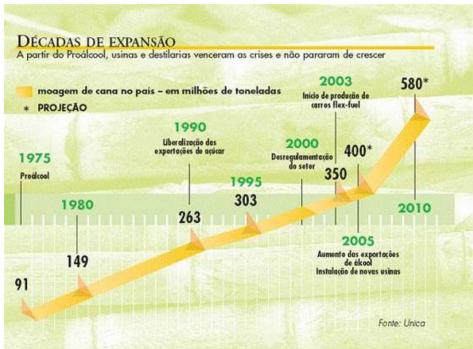






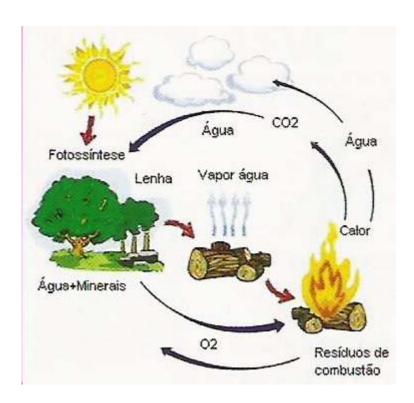








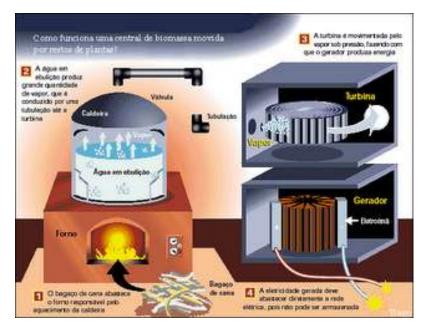




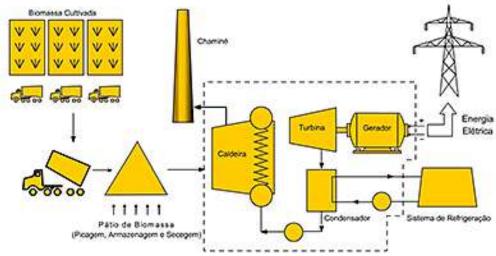
- Etanol (cana e milho)
- Biodiesel (plantas oleaginosas. Ex. soja, palma e mamona)
- Biogás

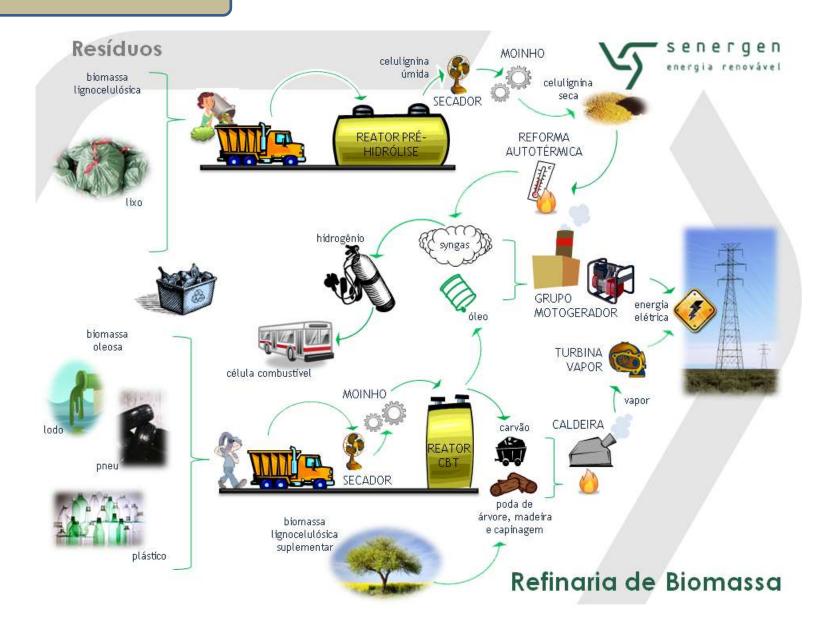






USINA TERMELETRICA A BIOMASSA





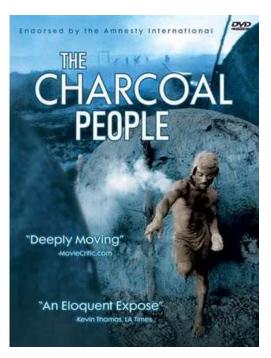


















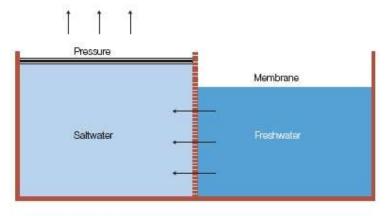


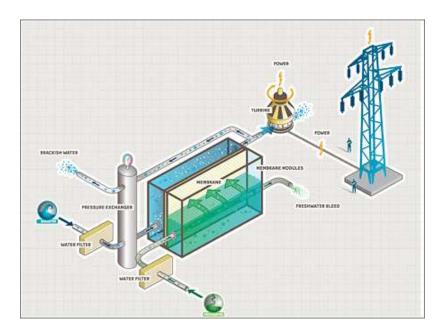
Eletrodiálise reversa

Água salobra: energia azul: Energia azul é a energia obtida através da diferença entre a concentração de sal da água do mar e a do rio com o uso da eletrodiálise reversa (EDR) (mais conhecida por **osmose**), com membranas (onde é realizada a osmose) específicas para cada tipo de íon.

O resíduo deste processo é água salobra (água salobra é aquela que tem mais sais dissolvidos que a água doce e menos que a água do mar e que resulta da sua mistura). A tecnologia de EDR foi confirmada em condições laboratoriais. Como em tantas outras tecnologias, o custo da membrana foi um obstáculo. Uma membrana nova e mais barata, baseada em polietileno eletricamente modificado, permitiu o seu uso comercial.

A energia azul é considerada mais uma das novas fontes que no futuro, quando se esgotarem as não renováveis, nos trará energia.





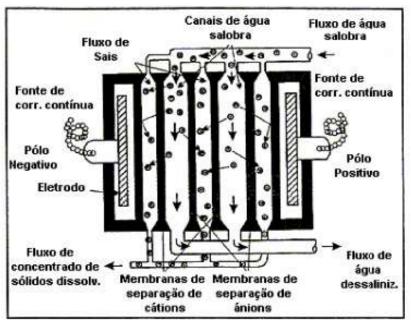


Figura 2. Processo de eletrodiálise



Energia e futuro

Perspectivas, realidade e ficção





Comparativo entre algumas das fontes – Relação Custo x Benefício

Energia e futuro



◆ Gás natural: Construção barata, manutenção cara.

Custo* (per kW)

US\$ 717

Custo para a produção US\$ 0,047 de energia elétrica

[parkWh]

Requermence espaço fíxico Principalmente situatecimente doméstico

Emissão de gases de efeito estufa Necessidade de perfuração

FUNTES DE TURCOS CALDADOS APRESENTADOS. Administração de agramação de Energia. Comunido Federal Republidos de Energia: Agência Internacional de Energia:

Eólica: Funcionamento mais limpo, porém menos confiável ▶

Custo* [por kW] Custo para

US\$ 1.434



a produção de energia US\$ 0,034 (por kWh)

Sementicades de gases

Sem consumo de água ao combactivel Abactecimento intermitente Pode se localizar distante dos clientes



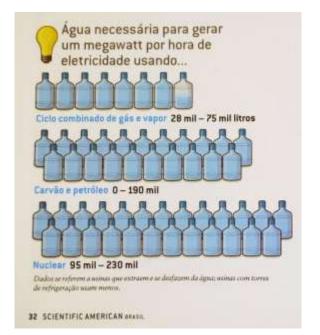
www.sciam.com.br



Energia e futuro





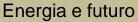


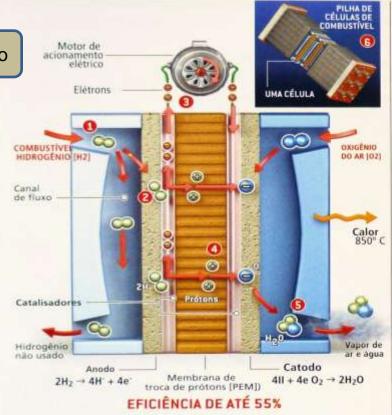
Interdependência entre geração de energia e gerenciamento de recursos hídricos

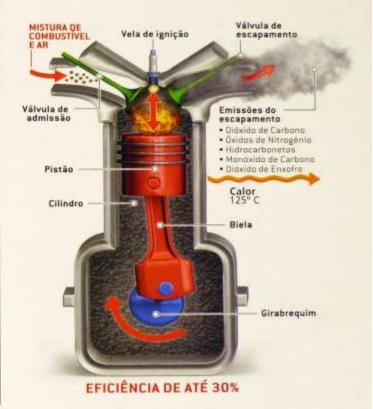


USINA DE FORÇA BASEADA EM CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA









HY-WIRE LIBERA ESPAÇO NO INTERIOR DO VEÍCULO



FLEXIBILIDADE DE DESIGN e opções de excolha para o consumidor são a chiave da extratégia da GM, de "empacoramentos de extremas operacionais do carro no chasa semenhante a um state gigante. Os projetistas de carrocerias têm, agora, soerdade para experimentar diferentes configurações do compartimento destinado aos parsageiros.





funcionam como os. tokamaks, mas usam formas de imás maiscomplexas que facilitam o confinamento do plasma superquente (Icraeja). O grapo de trabalho Aries analisa projetas de referência puru um stellarator em escala conservial.

USS 0.05 por kilowatt-bora, competitivo em refacão às usinas atuais a petróleo ou gás. Se o trobaho numa usina commercial começasse em paralelo com o lten, e não décadas após este entrar em operação, a fusão poderta atingir escala de produção em meados do século, argumenta Najmabadi.

Para Hoffert, a fusão teria custo aindo mais competitivo se ne nAutroris velicors produzidos peles tokumaks fossem usados a fim de transformar tório (que é relativamente abundante) em urânio (que poderá se tornar escuso em 50 exos). para ser usado como combustivel em usinas de fissão nuclear. "Os partidários da funão não querem macular sua imagem limpa", dir, "mus hibridos de fusão-fusão talvez seiam o melhor caminhu."

385.70

Ondas e marés

FATOR DE REALIDADE

VENNUE AS DECADAS OF 80 1 90, on defensores da energia de marés e de ondas podiam aportar apenas dois sucessos co-França e estação de 20 MW na Nova Escócia (Canadá). Agosa a China aderio com uma instalação de 40 kW em Daishan. Seis turbinas de 30 kW logo começarão a girar no East. River, na cidade de Nova York.

O major está na Grá-Bretanha, onde os analistas acreditam que a mergia oceánica possa suprir um quinto da eletricidade do pais, permitindo o cumprimento das metas estabelecidas pelo Protocolo de Kaoto. O governo do Reino Unido em Julho ordenou um estado de viabilidade de uma represa de 16 km através do estudirio do rio Severn, cuias murés são as segundas maiores do mundo. O projeto cuntaria USS 25-bilhões e produziria 6.6 gigawatti quando as marés estivessem Huindo. Seus defensores afirmam que ela funcionaria por um século ou mais.

Grupos de ambientalistas advertem que a represa destruiria o ecossistema do estuário. Peter Fraenkel, da Marine Current Turbines, argumenta que grupos de turbinas SeeGen desenvolvidos por sua empresa sesam molhor opção. Essas estações de marês bem, oncomendará mais 30 esto ano.

pomilhando a costa do Reinu Unido podenam gener quase tanta eletricidade como a represa de Severn, max com menor investimento de capital, variação de energia e impacto ambiental.

As afirmações de Fraenkel foram cobmetidas a um pequeeo teste

em 2006, quando um gerador de marés que a empresa está instalando em Strangford Lough começou a contribuir com energia média de merciais: asina de marés de 240 MW na 540 kW para a rede na Irlanda do Norte. A máquina funciona como um moinho submarino, com dois rotores compartilhando um único mastro cimentado no fundo do mar.

> "A major vantagem da energia das marés ésus previsibilidade", diz Roger Bedard, lider de energia oceânica do Instituto de Pesquisa de Energia Elétrica. "Mas em escata global, ela nunca será grande." Em pouquissimos logares as marés se movem com rapidez suficiente.

> Ondas energéticas são mais caprichosas, mas também mais comuns. Uma arálise do grupo de Sedard descobriu que se apenas 20% dos recursos de ordas em alto-mar comercialmente vidwels dos Estados Unidos fossem explorados por estações de ondes com 50% de elciência, a energia producida excederia toda a geração hidrelétrica convencional do país.

> Quatro empresas malizaram recentemente testes marítimos de seus projetos de conversão de ondas. Uma detas, a Ocean Power Delivery. logo deve começar a obter 2.25 MW so largo da conta de Portugal de três de suas máquinas Pelamis de 120 metrus de comprimento. Se tudo sair



pela Sky WindPower usariam pás contrarrotativas. motorizadas para se elevar 3 km e, depois, modar para o modo gerador. Computadores ajustam a inclinação das quatro lâminas para manter a posição do aparelho.



giratório, um rotor cheio de bélio captaria o sento em vertedouros de tecido, acionando geradores presos a cabos, que conduziriam a eletricidade até um transformador no solo.

Ventos a altitude elevada FATOR DE REALIDADE

VENTO E ENERGIA SOLAR EM MOVIMENTO. Cerca de 0.5% da luz solar que entra na atmovfera é transformada na energia cinética do ar: mero 1,7 watt, em média, na coluna atmosférica sobre cada metro quadrado da Terra. Felizmente essa energia não é distribuida igualmente, mas concentrada em correntes fortes. E, infelizmente, as correntes maiores, mais poderosas e regulares estão a grandes altitudes. Hoffert estima que cerca de dois terços da energia eólica total da Terra residem na troposfera superior, além du alcance das estacües. eóficas atuais.

Ken Caldeira, do Carnegie Institution de Washington, certa vez calculou como a energia eólica varia com atitude, latitude e estação do ano. O filão principal é a corrente de jato, a um 10 mil metros de akitude entre 20 e 40 graus de latitude no hemisfério norte. Nos céus sobre Estados. Unidos, China e Japão - alguns dos países mais bem preparados para explorá-la - a energia eólica sobe para 5 mil ou até 10 mil watts por metro qua-

esms produção planejada para 2010 pela Mageun Power atingiriam quase o dobro da altura das majores turbinas atuais, mas com apenas

drado. A corrente de jato perambula. Mas nunca para.

Para que o vento contrihua com seus terawatts para o orçamento energético global, os engenheiros terão de inventar meios acessiveis de explorar o filân principal. Três projetos ambiciosos estão em desenvolvimento.

A Magenn Power, de Ottawa, Canadá, pôs à venda um gerador giratório. cheio de hélio, que explora o efeito Magnus (mais conhecido por imprimir rotação a uma bola guando jogada para cima) para flutuar sobre um cabo até 122 metros acima do solo. O dispositivo do tamanho de um ônibus produzirá 4 kW em sua estação foa e será vendido no varejo por cerca de USS 10 mil -

sem incluir o hélio. A empresa pretende produzir unidades de 1,6 mesawatt, cada uma do tamanho de um campo de futebol.

Na Califórnia, a empresa Sky WindPower estuda autogiros, que captam o vento com rotores como de helicóptero. Subindo a 10 mil metros, as máquinas consequiram alcuncar 90% de sua capacidade. A inconstância dos ventos de superficie limita as turbinas em terra a cerca de metade dessa capacidade. Mas a empresa lutou para arrecadar os USS 4 milhões necessários a um protótipo de 250 kW.

Ainda nos estágios conceituais ternos o laddormil (mainho de escada), projetado pelo astronauta Wubbo J. Ockels e seus alunos da Universidade de Tecnologia de Delh, Holanda. Ockels imagina uma série de pipas controladas por computador ligadas por um longo cabo. Essa escada de pipas subiria e desceria, acionando um gerador no solo feito um



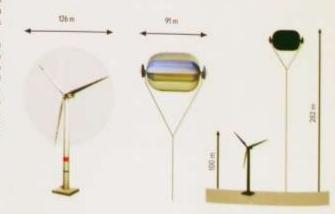


se ca emprenda e plane juda peda Marine-Current Turbines usaria um grupo de turbinas mans próximas umas das mitras alures. Os romers, rada um com diametro de até 20 metros, mergulham para sugar energia das correntes de mares, mas ergia das ondas (à direita) feites pela Ocean Power Delivers derivamped o as and as passam per bains. For mergulharem pura dentro das ondas, ATTE

eta ducanie tempestades internas.

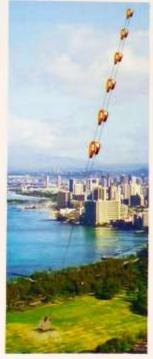
Energia e futuro

dois terens de san largura.



jeió. Smuliições do sistema indicam que um único facileres il que alcançanse a commite de jato poderia. produzir até 50 MW de energia.

Mas até que as méquinas de altétude elevada. sejum postas em operação, ninguém sabe ao pertir como se sairão em ventos turbulentos e pempestuosos. Custos de manutenção crescentes. poderiam ser sua ruina. Existem barreiras legislativas a ser transpostas. As estações eólicas aéreas ocupam menos terreno que suas correspondentes terrestres, mas seus operadores precisam persuado os órgãos de aviação nacionais a restringir o tráfego de avides em sua vizinhança. Pelos padrões des tecnologias revolucionarias, porém, es ventos a ultitudes elevadas parecom relativamente simples e benignos.



O sissema de energia cólica laddremill enfilerrario papas em forma de C. ou asasvoadoras (romo mustro o figuro), na metade superior de um fio. Cada asausaria sensores e atnadores para controlar a directa e inclinação nas

FATOS RÁPIDOS

à capacidade de mergió vidica, atualmente de certa de 58 GW, deverá triplicar até 2014 Geradores, chesos de helio precisaes sur secarrogados depois de poucas meses.

Número de aeróstatos presos munitarando a homosa dos EUA: B

Nanobaterias solares

FATOR DE REALIDADE

Preço a ser alcançado por una

beteria salar de IW

NOS CIGAWATTS - mens 0,038% do consumo energético atual do planeta. Esta é a capacidade cumulativa aproximada de todos os sistemas de energia fotovoltaica (FV) instalados no: mundo, meio século depois que baterias solares passaram a ser comercializadas. Na categoria do máximo de potencial não realizado, a energia

nlétrica solar é uma tecnologia sers rival. Mesmo que os painés em órbita (ver o tópico amerior) nunca saiam do chão. a nanotecnologia parece ser a salvação da aparentemente irrelevante amergia soke.

Engenheiren trabafham em uma grande variedade de moteriais que ultrapassam, em oficiência e custo, a graede quantidade de silicio usado na maioria das bateries PV atunis. Hoje, afém de sorom caras, essas botorias de silcio mal consequem render 22% de eficiência. Materiais nown entrelaçados com pontos quárticos poderiam dobrar a citra. se as descobertas divolgadas em marco de 2006 twerem o sucesso esperado. Osportos, cada um com largura inferior a 10 bilionésanos de mouts, foram criados no Laboratório Nacional de Energia Renovavel, no Colorado, e no Laboratório Nacional Los Alamos, no Novo México.

Quando a luz solar atinge uma bateria de silicio, a maior parte se transforma em cator. Na melhor hipótrse, um lóton conseque soltar um elétron. Os pontos quánticos comegant mobilizar uma faixa major de comprimentos de onda e sobar atil sete elétrons per litton. A majoria us détrons logo volta a ser presa, deque os engenheiros estão testando Eles também estilo em husca de materiais de pontos menos hostis ao ambierce que o chumbo, selénio e cádmio dos nanocristais etunis. Apesar da fama de alta tecnología. os porços são relativamente baratos de produzir.

Nanoportículas de um tipo diferente prometem

ajudar a tornar competitivo o preço da energia solar. A Nanosolar, nas proximidades de São Francisco, está construindo uma fábrica que produzirá 200 milhões de baterias por ano, imprimindo quantidades nanoscópicas de disseleneto de cobre, Indio e gálio em carreteis continuos de película ultrafina. As partículas se auto-organizam em estruturas coletoras de luz.

> A empresa anunciou que pretende bassar o custo para US\$ 0,50 por watt. A noticia despertou as gigantes da energia. A Shell já termuma subsidiária prodizindo baterias solares, e a BP

camada fértil

(British Petroleum) em junho lançou um projeto de cinco anos com o Caltech (California Institute of Technology). O objetivo: baterias solares de alta eficiência producidas com nanovanetas de silicio.



na Pennselvania State L'assersity desuplicam a capacidade de coleta de a melhores de carolizi-lus para bas. - has de comantes de baterias solares.

Fusão Nuclear

FATOR DE REALIDADE 2*

s maronis a HSAD - que produzem energia nu-Jelear fundindo átomos, em vez de dividi-los estão no topo de quase todas as listas de tecnologias energéticas definitivas para a humanidade. Ao dominar a mesma energia termonuclear que faz o Solqueimar, uma usina a fusão poderia extrair 1 gigawatt de eletricidade de apenas alguns quilogramas de combustivel por dia. O mator não produziria gases de efeito estufa e geraria quantidades relativamente reduzidas de residuos radioativos de baixo nível (uma vez que o combustivel de isótopo de hidrogênio viria da água do mar ou do litio, um metal comumil, que se tornariam inofensivos em um século. "Mesmo que a usina fosse arrasada (por acidente ou atentado), o rivel de radiação a 1 km de distância seria tão pequeno que tomaría desnecessária a evacuação", assegura Farrokh Naimabadi, especialista em fusão que dirige o Contro de Pesquisa de Energia da University of California, em San Diego.

A questão é se a fusão poderá dar sua contribuição lá no século 21 ou será uma solução apenas para o século 22. "Uma década atràs, alguns cientistas questionavam se fusão era possível mesmo em laboratório", explica David E. Baldwin, que, como chefe do grupo de energia da General Atomics, supervisiona o maior

restor a fusão dos Estados Unidos, o DIII-D. As últimas duas décades viram progressos tremendos nos tokamaks - sigla russa para máquines que usam bobinas eletromagnéticas gigantes para confinar o combustivel ionizado dentro de uma câmara em forma toroidal ao aquecer o plasma a mais de 100 milhões de graus Celsius.

"Sabemos agora que a fusão irá funcionar", diz Baldwin. "A questão é se será economicamente viável - e, caso seja, em quanto tempo podería passar de forma experimental para reatores comerciais de grande escala. Mesmo com um programa intensivo, diz. acho que precisaremos de uns 30 anos para desenvolver esse projeto."

Até agora, os líderes políticos optaram por desenvolver a fusão bem mais lentamente. Mais de 20 anos após sua proposta inicial, o Reator Experimental Termonuclear Internacional (Iter, na sigla em inglês) somente agora obterá a aprovação final.

Tubulações para o refrigerador Climara de planma revestidacom 440 módulos de de hélio liquido intle supercondutores fi fras supercondutores

O reutur a fusile liter será o primeiro tokamak a gerar muito mais energia do que consome, depois de entrar em operação no final da próxima década. Os especialistas em fasão já planejam um sucessor o reator chamado DEMO , que pade ser a primeira usina elétrica consercialmente viável a funcionar com base na fonte de energia das estrelas.

FATOS RAPIDOS Reação a fusão PROXIMA GERAÇÃO DE REATORES A FUSÃO Local Projeto

Em operação Desde 2006 China FAST India Desde 2006 55T-1 Coreia Desde 2008 K-Star EUA Desde 2009 NIF 2016 França ITER NCT lapão

Enquanto isso, uma geração intermedária de tokamaks, em final de construção na Índia, China e Corela, testará se bobinas compostas de materiais supercondutores conseguem agitar o plasma em combustão dentro de sua garrafa magnética durante minutos seguidos. Os reatores atuais alcançam no máximo umas dezenas de segundos antes de seu suprimento de energia se esgotar.

O lter visa três objetivos principais. Primeiro. demonstrar que um tokamak grande consegue controlar a fusão dos isótopos de hidrogênio, deutério e tritio em hélio por um tempo suficiente para gerar dez vezes a energia que consome. Segundo, testar meios de usar os neutrons de alta velocidade criados pela reação para gerar combustível trític, por exemplo lançando-os numa camada fértil circundante de litio. O terceiro objetivo é integrar a grande variedade de tecnologias necessárias para uma usina a fusão comercial.

O sucesso do frer não acrescentará um único watt à rede. Mas fará a fusão ultrapassar um marco que a energia da fissão nuclear atingiu em 1942. quando Enrico Formi supervisionou a primeira reação nuclear em cadeia autossustentada. Onze anos depois, os reatores a fissão já acionavam submarinos. Mas a fusão é um problema incomparavelmente mais dificil, e alguns veteranos da área preveem a necessidade de até 30 anos de experimentos com o her para aperfeiçoar os projetos de uma unina de producão.

Najmabodi é mais otimista. Ele lidera um grupo de trabalho que já produziu três esboços de projetos de reptores a fusão comerciais. O último, chamado Aries-AT, ocuparia uma área mais compactaportanto com custo menor - que o iter. A máquina produziria 1.000 megawants a um preço de cerca de

* Vishelidade técnica estimada de 1 (impliassiva) a 5 (printo para o mercado)

muito desde estão, e a energia

solar especial (ESE) ainda tem

seus defensores. Hoffort cità

durs grandes vantagens dos

painėis a altitudes elevadas em

relação aos terrestres. Em uma

órbita geoestacionária bem

longe da sombra e da atmosfe-

ra da Terra, a intensidade

média da lur solar é obs veres. major que no solis. É com o Sol

sempre à vista, as estações ESE poderiam suprir a

rede de uma quantidade foia e conhável de eletri-

cidade. Uma antena retificadora españada por

vários quilômetros quadrados de solo podería

converter micro-ondas em corneste elétrica com

cerca de 90% de eficiência, mesmo quando obs-

almente sustentável, em escala global e livre de

emissões", argumenta Hoffert, "É mais econômi-

ca e tecnologicamente viável que a fusão termo-

nuclear controlada." Ele reclama que os recursos

destinados à pesquisa da energia solar captada

no espaço são no entanto mínimos, embora um

"A ESE oferece uma fonte de eletricidade re-

truida por auvens.

reator a fusão de US\$ 10 bilhões acabe de ser

A Nasa chogou a financiar pequenos estudos, the 1995 a 2003, que avaliaram diversos componentes de arquitetures de ESE. Os projetos aproveitaram criulas fotovoltaicas de película magnética para criar eletricidado, de supercondutores do alta temperatura para conduzi-la e de lasers infravermelhos (em vez de emissores de micro-ondas) para irradiá-la para estações terrestres. Tais inovações de alta tecnología permitirum aos engenheiros de ESE reduzir o peso dos sistemas e, assim, o custo formidável de lançã-los em órbita.

Mas existe um problema: a relação energia/ carga útil, de poucas centenas de watts por quilograma, permanence baixa demais. Enquanto não subir, a energia solar captada no espaço nunca igualant o preço de outras fontes de energia renovável, mesmo levando em conta os sistemas de armazenamento de energia exigidos pelas alternativas terrestres a fim de compensar as horas noturnas e os períodos de tempo ruim.

Mas avanços técnicos poderiam muder o jogo rapidamente, Materiais fotovoltaicos mais leves ou eficientes estão sendo criados. Em 2010, por exemplo, pesquisadores da Universidade de Neuchâtel, Suiça, descreveram uma técnica nova para depositar baterias de silício amorfas em uma película resistente ao espaço que produx densidades de energia de 3,200 W por quilograma, John C. Mankins, que liderou o programs de ESE da Nasa de 1995 a 2003. afirma que, embora isso seja encorajador, "o problema està na estrutura de apoio e no gerenciamento da energia". Ele vé mais perspectivas em sistemas de ânibas espaciais avançados. agora nas pranchetas de desenha, que poderiam reduzir os custos de lancamento de mais de US\$ 10 mil por quilograma para poucas centenas de dólares nas próximas décadax.

A Java (authoria espacial japonesa) anunciou planos de lançar um satélite que estendorá um grande painel solar e irradiarà 100 kW de energia de micro-ondas ou laser para uma estação receptora na Terra. O projeto a longo prazo da agência prevé um sistema protótipo de 250 MW. em 2020. como preparação para uma usina ESE aumencial da ordem dos gigawatts uma década depois.



existen milhares, taken milhões, de organismos em nosso planeta que sabem fuzé-lo", diz. Embora nenhuma dessas espécies deve estar adaptada à vida numa usina elétrica, es engenheiros poderiam ne basear em seux circultos grandticos para novos criacties. "Tambêm tomos sistemas biológicos em construção que tentam produzir hidrogênio direto de luz viavel, and que, em 1979, eles estimaram o custo solar, mediantu a fotossintese" pera colocá-lo em funcionamento; USS 305 bi-

hões (em dólares de 2000). Foi a fim do projeto.

DETER GLASSE FORMULOU, em 1968, que satélites do tamanho de cidades poderiam coletar energia solar do espaço profundo e irradiá-la para a Terra como micro-ondas invisiveis. Na época a ideia pareceu absurda, apesar das credenciais dele como presidente da Sociedade Internacional de Energia Spiar. Mas depois que as crises do petróleo da década de 70 fizeram disparar os preços dos combustiveis, os engenheiros da Nasa reexaminaram longamento o sistema. A tecnologia pareceu

As tecnologias solares e espaciais progrediram

Microrganismos projetados FATOR DE REALIDADE

AMOS O GENORA COMO O SOFTWARE OU MESMO O sistema operacional, da célula", afirma o pesquisador J. Craig Venter. Está na hora de um upgrade, sucieriu a um grupo de biólogos na conferência sobre biologia sintética 20 em maio passado. Muitos dos cientistas all têm projetos de reprogramar geneticamente organismos a pomo de as células resultantes poderem ser consideradas espécies siméticas. Vernor, que gardiou fama e fortuna com os métodos de alta selocidade que ajudou a deserwolver para sequen-Sar o genoma humano, recentemente fundou uma empresa, a Synthetic Genomics, a fim de comercialivar células sobmedida. "Acreditamos que esse campo tem um potencial tremendo para substituir o indústrio petroquímica, possivelmente dentro de umo década", disse.

Essa avallação pode ser otimista demais - ninguém ainda conseguiu monter uma única colula do zero. Mas Venter descreveu o rápido progresso de

sua equipe esti criar cromos-

somos artificiais, contendo apenas. a conjunto mínimo de genes necessários à vida autossustentada, dentre de um ambiente controlado rico em nutrientes. "A primeira célula procariótica (sem

núcleo) sintética será definitivamente obtida em dois anos", estima. "E genomas eucarióticos (para células com núcleos) sintéticos no máximo dentro de uma década."

Ele acredita que micróbios novos possam capturar dióxido de carbono da chaminé de uma usina elétrica. transformando-o em gás natural para a caldeira. "Já-

verter em combustiveis. Ou espera que o processamen-

litros de biodieses por 4 mil mil de ima fameda de algan ahestecidas com CO,

to biológico seja bom mais eficiente: que os processos intensivos em energia, como a explosão a vapor e a hidrólise térmica, atualmente usadie para produzir etanol.

Steven Chu, diretor do Labora-

tório Nacional Luverence Berkeles;

anunciou que sua equipe está concluindo proposta de

um grande projeto para explorar a energia do Sol e trans-

formal-la em combustiveis pers o transporte. Com as for-

ramentas da engerinaria genética. Chu explicou, "pode-

mos modificar plantas e algas para tornal-las autolentili-

zantes e resistentes a seces e progre? As culturas noves

ofereceriam um alto rendimento de celulose, que micro-

ganismos produzidos polo homem poderiam então con-

Plactices colertes por

estufas, semelhantes an

poderium um dia servir ao

enlavo de microrganismos.

plantas ou algas projetados.

para producir hidrogenia.

indar dióxido de carlsono.

nu convertee culturus em

combustiveis.

lago de Biosfera a.

Com o preço do petróleo escilando para cima nas últimos tempos, o bioprocessamento talvez men-

priscise esperar por formas de vida desenvolvidas do zero. A Greenfuel, em Cambridge, Massachusetts, instalou fazendas de algas em usinas elétricas para convertar até 40% do CO, espelido em matéria-prima de biocombustiveix. A empresa aferna que uma grande lazerda de algas junto a uma usina de 1 GW poderta produzir cerca: de 190 milhões de litros de etanol por ano.

PARA CONHECER MAIS

Biomographic fession de biologie sintétice, Cospo lite l'els, em sciutir c assisces mais, er 50, pags, 50-57 julho de 2006.

Advanced technology paths to global climate statisticy energy for a greenfrone planer. Martin L Huffort ecologie, ser Science, vol. 290, page, 965-907, fr do novembro de 2007. URS white paper on solar power satellites. International Union of Radio Science, revenitors de 2005. Disponsei em www.arsung

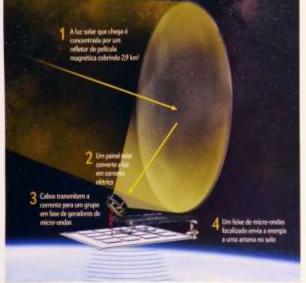
Processed regs of the hydrockinetic and wave energy technologies technical and environmental mass workshop. Washington, D.C., 24-26 de cumbra de 2005. Disported an impullydropose integrally bakenia sowe

Uma vota virtual an teatur a fusão DIII-O poda ser malizada em www.scien.com/cerbeyem

Para more informações subre os projetos de matema a budo libr é hóre, cuentado www.hoc.org e limp Aries send estadal ES

Man dealers substant an aerugradore de altitules riewalus subs dispenien em sewalt point power con, www.exaprecum a weedstudest planet

Numerica subre a Segunda Conferência Internacional sobre Notingia Secutios escis di quarinen um http://orbicant.herkoles.orb.//orem.



Uni rale tor mellor gignate em órbita genssinerónica funcionaria neite e día, em qualquer condição climática. Uma usina-piloto com este tamanho interceptação y GW de los solarmaisertendo a em 1.0 GW de micro-ondas e fornecendo 1.1 GW de elegrácidade à esde-

Super-rede alobal

FATOR DE REALIDADE

OFFERT AFIRMA: "Um problema básico das fontes de energia renovável é compatibilizar oferta e procura". Ofertas de luz solar, vento, ondas e até biocombustiveis surgem e desaparecem de forma imprevisivel, e tendem a se concentrar onde as pessoas não estão. Uma solução é construir linhas de transmissão de longa distância de fios supercondutores. Quando restriados a quase zero absoluto, esses conduites conseguem transmitir correntes tremendas por vastas distâncias quase sem perdas.

Em julho de 2009, o Grupo BOC, de Nova Jersey, e seus parceiros começaram a instalar 350 metros de cabo supercondutor na rede em Albany (Nova York). A conexão resfriada a nitrogênio transmitiră até 48 MW de corrente a 34,500 volts. "Sabemos que a tecnologia funciona; o projeto demonstrará isto". afirma Ed Garcia, vice-presidente da 8OC.

Em seminário de 2004, especialistas esboçaram projetos de uma "super-rede" que transportaria simultaneamente eletricidade e hidrogênio. O hidrogênio, condensado em líquido ou gás ultragelado, resfriaria os fios supercondutores e poderia também acionar células de combustível e motores a combustão.

Com uma super-rede transcontinental, painéis solares na Austrália e estações eólicas na Sibéria poderiam acionar lâmpadas nos Estados Unidos e aparelhos de ar condicionado na Europa. Mas construir tal infraestrutura levaria provavelmente gerações e custaria trilhões de dólares.

Hota da rede giabal proposta em 1981 por Buckminster Fuller interliga todos os continentes povoados e evita longas travessias oceánicas

Soluções de ficção científica FATOR DE REALIDADE





Energia e futuro







