

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



CEPEL 
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
Grupo Eletrobrás



**Energia: Lições do Passado;
Tendências para o Futuro**

**I Simpósio Internacional
Ambiente Global**

9 a 13 de Julho de 2007

Hamilton Moss, Ricardo Dutra
www.cresesb.cepel.br

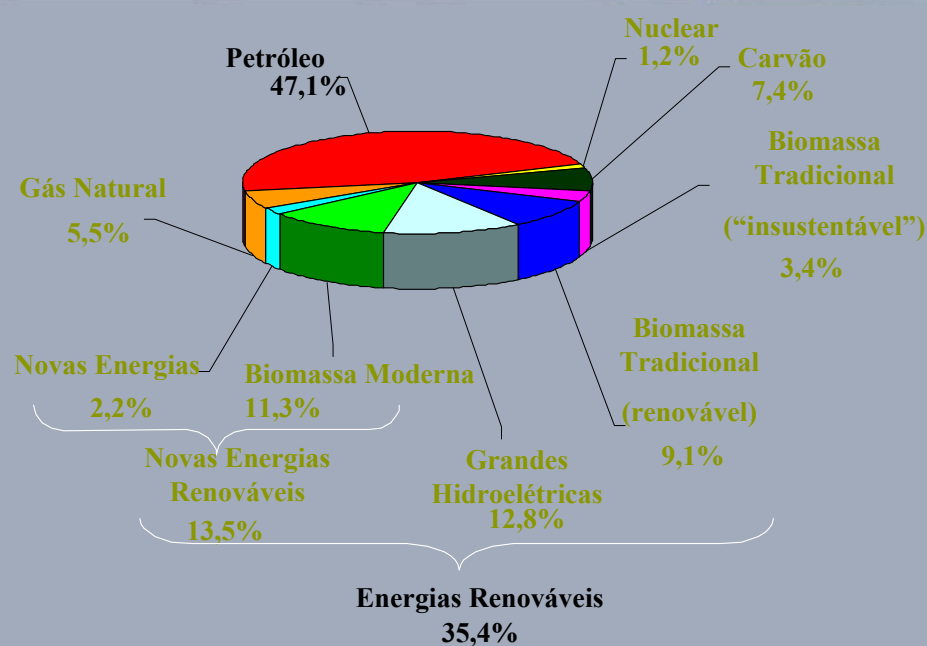
Energia: Lições do Passado; Tendências para o Futuro

Fontes de Energia: Brasil e Mundo

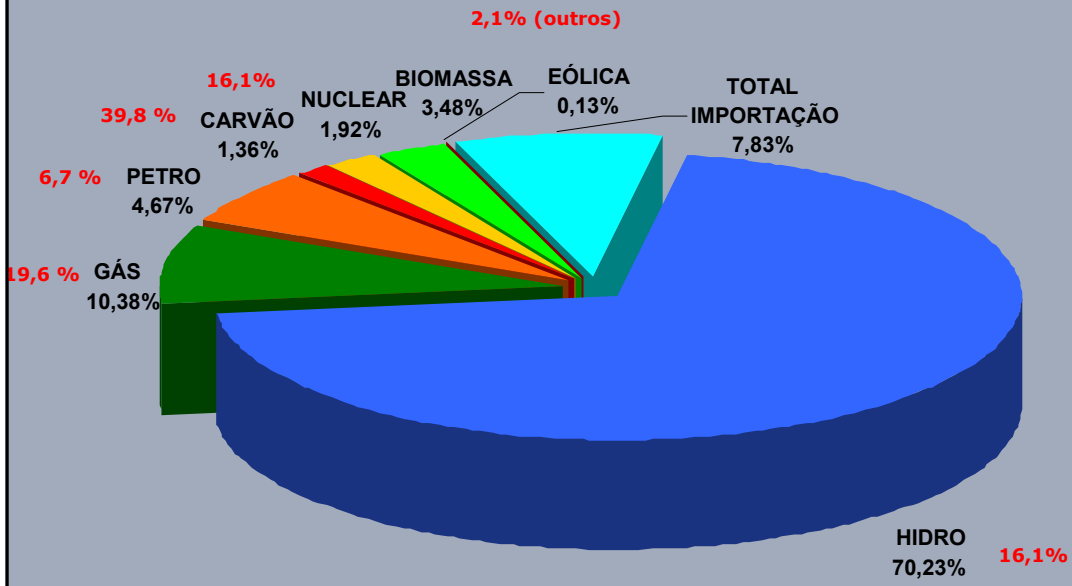
Energia no novo século

Novas fontes:

- Estado Atual e perspectivas
- Programas em andamento



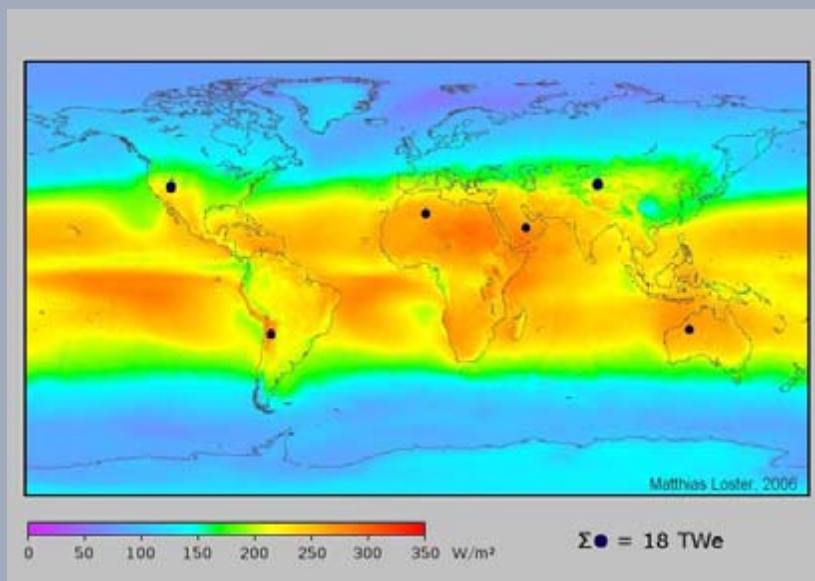
Geração Elétrica



(Fonte: ANEEL, 2006)

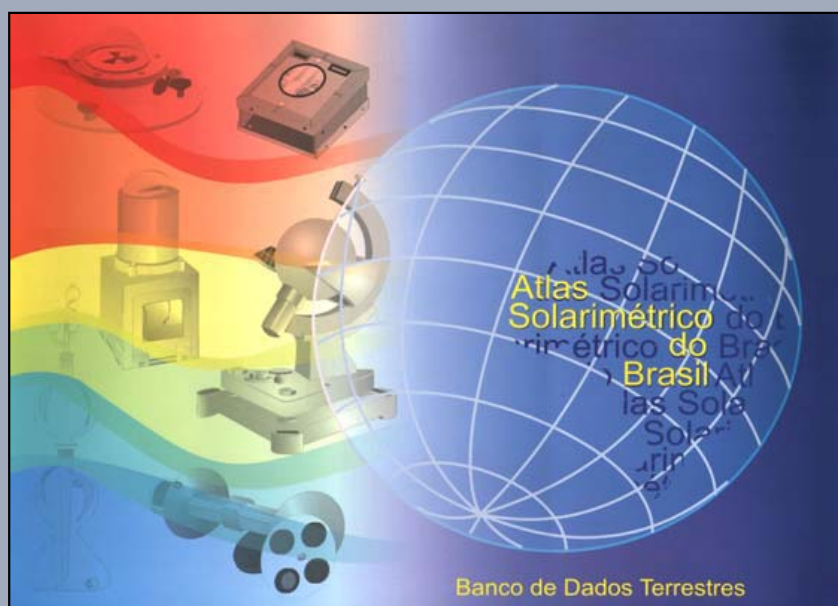


Radiação Solar Global

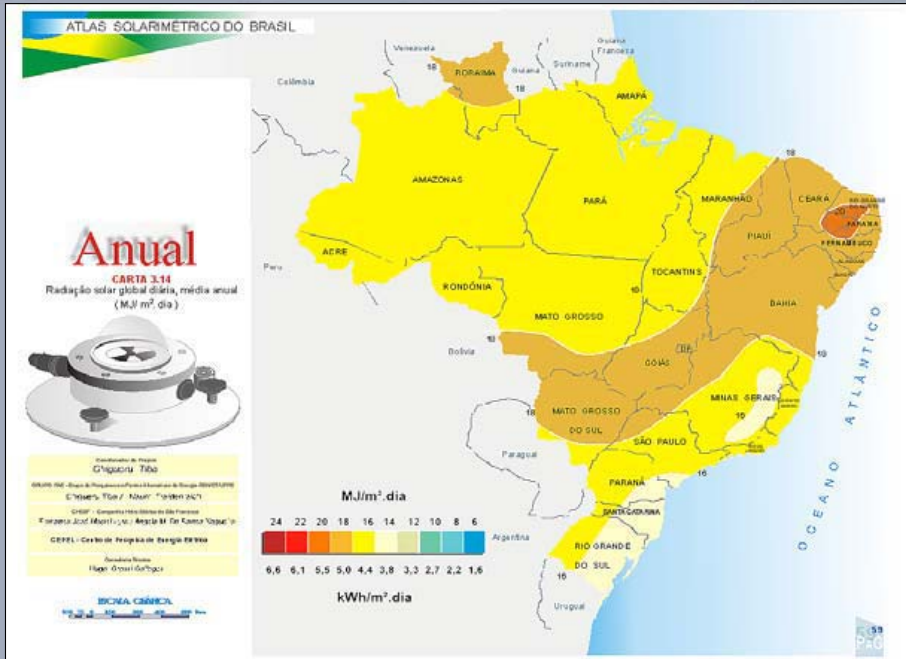


Fonte: Wikipedia

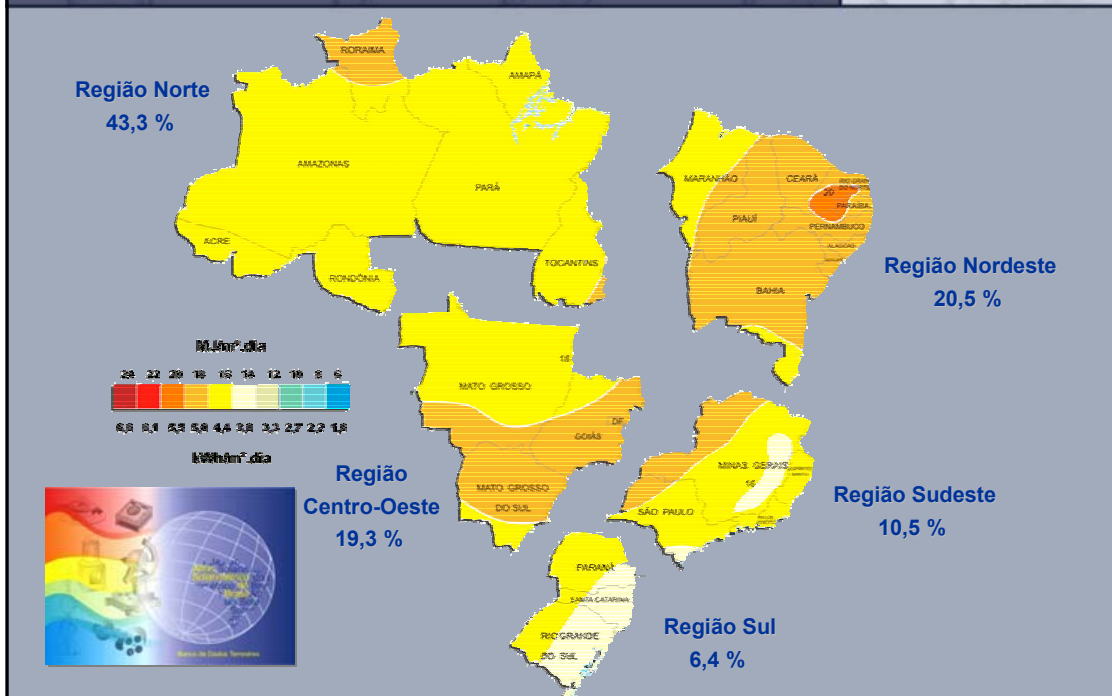
Atlas Solarimétrico do Brasil UFPE

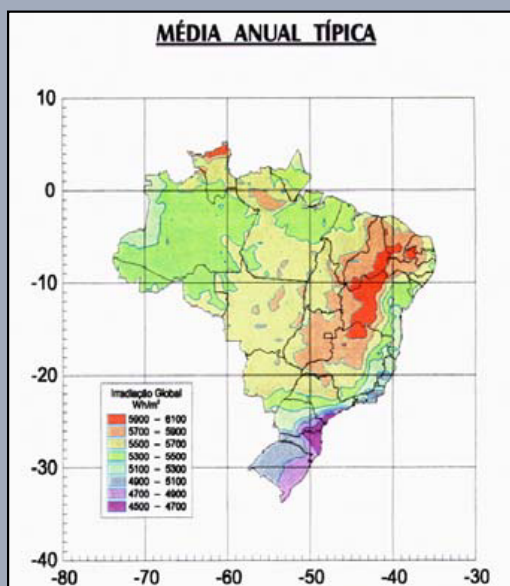


Radiação Solar Global Média Anual



Potencial Solar por Região

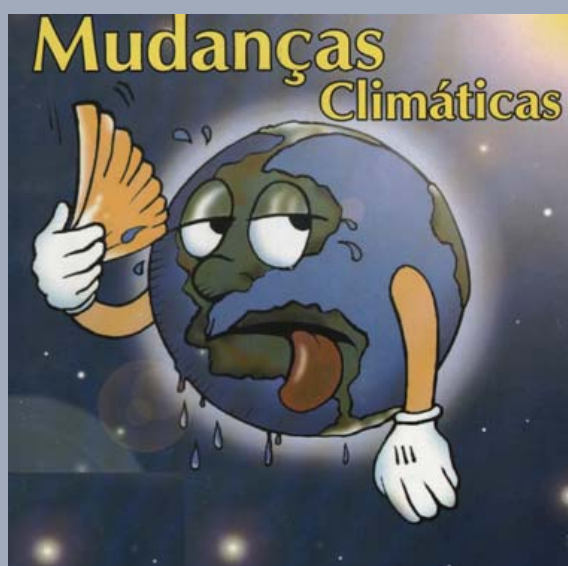




- 1a. Versão publicada em outubro de 98 pelo LABSOLAR/UFSC e pelo INPE.
- É uma aplicação do modelo físico BRAZILSR, baseado em dados de satélite geoestacionário.
- É representado por um conjunto de mapas de irradiação global.

**Energia Renovável x Energia Fóssil: diferença
entre “sempre” e “nunca mais”**

Fonte: Folheto da CEMIG



FONTE: Instituto de Pesquisa ambiental da Amazônia

Emissão de CO₂ de Diversas Tecnologias

Tecnologias	Emissões de CO ₂ nos estágios de produção de energia (ton/GWh)			
	Extração	Construção	Operação	Total
Planta convencional de queima de carvão	1	1	962	964
Planta de queima de gás	0	0	484	484
Pequenas hidrelétricas	-	10	-	10
Energia eólica	-	7	-	7
Solar fotovoltaico	-	5	-	5
Grandes hidrelétricas	-	4	-	4
Solar térmico	-	3	-	3
Lenha (Extração programável)	-1.509	3	1.346	-160

Fonte: "Renewable Energy Resources: Opportunities and Constraints 1990-2020" - World Energy Council - 1993

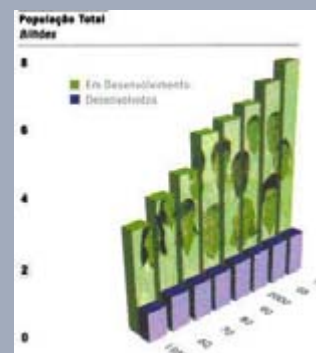
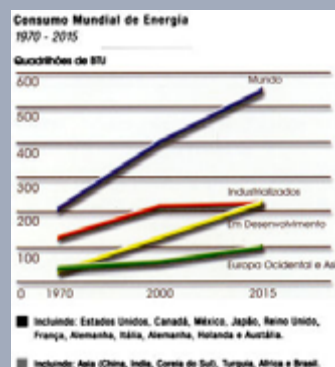
Uso da Energia: Custos de Externalidades* (centavos de dólar por kWh)

Carvão:	1,94 a 14,60
Turbina a gás:	0,97 a 3,89
Nuclear:	0,19 a 0,58
Fazenda Eólica:	0,05 a 0,24

*Estimativa de custos para a sociedade e para o ambiente decorrentes de uso de combustíveis fósseis e nucleares, não incluindo lixo nuclear e custos de desativação.

Estudo da UE, ExtermE - WSJ - 2002

Uso da Energia: Tendência

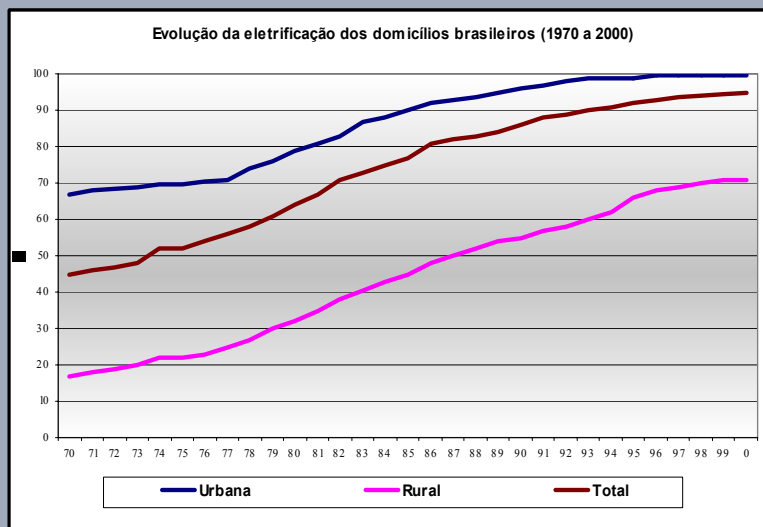


Universalização: metas e desafios



MME - 2004

Universalização: metas e desafios



Fonte: Relatório CEPEL-DTE 211035/2003 - giannini@cepel.br

Uso de Energia: Panorama

A busca de soluções para a problemática energética passa atualmente por três caminhos:

- *Busca de fontes renováveis de energia menos agressivas ao meio ambiente.*
- *Melhoria da eficiência energética dos diversos equipamentos transformadores de energia.*
- *Combate ao desperdício energético.*

Uso de Energia: Conclusão

“Do ponto de vista ambiental, a sustentabilidade do desenvolvimento depende, entre outras medidas, da contenção das emissões de gases poluentes, da conservação das condições agricultáveis do solo, da não contaminação das águas, da exploração racional dos recursos fósseis e da melhor utilização dos recursos renováveis”

→ Solar Fotovoltaica

→ Solar Térmica

→ Eólica

→ Biomassa

→ Pequenas
Centrais
Hidroelétricas

Outras: Geotérmicas, Marés, Células Combustíveis etc.

Solar Fotovoltaica

→ Solar Térmica

Eólica

Biomassa

Pequenas
Centrais
Hidroelétricas

Outras: Geotérmicas, Marés, Células Combustíveis etc.

Maturidade e Custos das Tecnologias

TECNOLOGIA	POTENCIAL (GW)	TAMANHO TÍPICO (KW)	APLICAÇÃO	MATURIDADE DA TECNOLOGIA	VIABILIDADE TÉCNICA	CUSTO INVESTIMENTO (US\$/KW)	CUSTO O&M (US\$/MWh)	CUSTO COMBUSTÍVEL (US\$/MWh)	CUSTO GERAÇÃO (US\$/MWh)	EFICIÊNCIA
SOLAR FOTOVOLTAICA	-	0,05 A 10	- INTERMITENTE - GRID E OFF-GRID	DEMONSTRADA (GRID)	MÉDIA (GRID)	4.000	4	0	250	10
				COMERCIAL (OFF-GRID)	ALTA (OFF-GRID)	9.000	20	500	18	
HELIOTÉRMICA	-	30.000 A 200.000	- BASE - GRID	PRÉ COMERCIAL	ALTA	1.000	4	0	100	15
				COMERCIAL	ALTA	2.600	4	130	15	
						5.000	23	250	30	
DISCOS	-	20 a 50	- BASE - GRID E OFF-GRID	DEMONSTRADA	MÉDIA	800	15	0	100	15
				5.100	23	250	30			
EÓLICA	30	300 a 2000	-INTERMITENTE -GRID E OFF-GRID	COMERCIAL	ALTA	700	4	0	35	25
BIOMASSA	27,7	10 a 50.000	-BASE -GRID E OFF-GRID	COMERCIAL	ALTA	500	6	20	38	25
				2.500	12	100	78	35		
PCH's		50 A 1.000	-VARIÁVEL -GRID E OFF-GRID	COMERCIAL	ALTA	1.000	6	0	35	60
						3.000	15	102	85	

Em comparação de custos deve-se levar em conta o da rede de distribuição

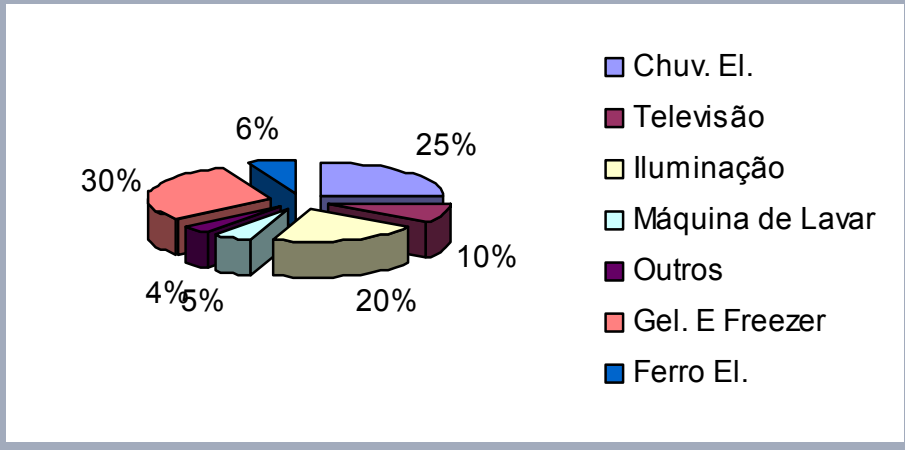
Aquecimento Solar



Uso Energia Elétrica Brasil (Residencial)



Como as pessoas usam a energia de um modo geral:



Tecnologias de Conversão Direta da Radiação Solar - Heliotermia



Discos

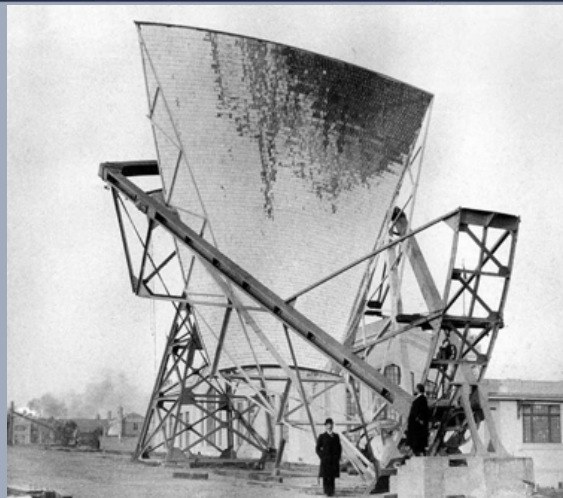


Cilindros

Tecnologias de Conversão Direta da Radiação Solar - Heliotermia

Torre Central





Padre Manuel A. Gomes junto ao seu Pirelióforo apresentado na Exposição Universal de Saint Louis, em 1904, onde foi galardoado com o Grande Prémio. (50 m²; ~3800°C).

**Tecnologias em Foco
(energia renovável complementar)**

 **Solar Fotovoltaica**

Solar Térmica

Eólica

Biomassa

**Pequenas
Centrais
Hidroelétricas**

Outras: Geotérmicas, Marés, Células Combustíveis etc.

Tecnologia Fotovoltaica - Aplicações



Satélites de comunicação, sensoriamento, pesquisa etc

Tecnologia Fotovoltaica - Aplicações



Estações repetidoras de micro-ondas, rádio VHF/UHF ou TV

Avião Solar

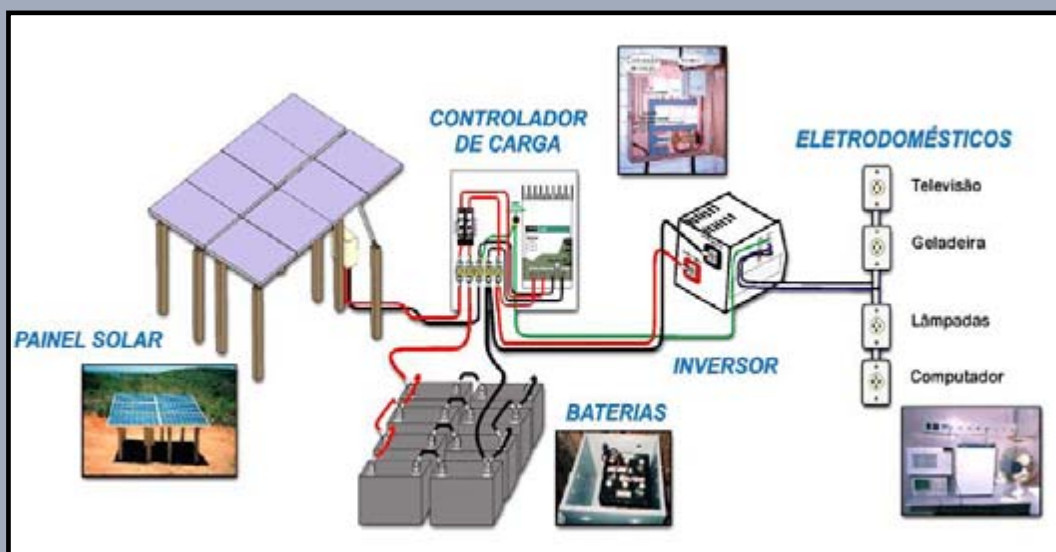
PV rises to the challenge

A new world record altitude of 96,500 feet (29,400 metres) was reached by the prototype of the solar-powered Helios Flying Wing on 13 August. This is the first time that non-rocket powered craft have maintained this altitude. The test flight was made from the US Navy's Pacific Missile Range Facility on the Hawaiian island of Kauai. Flying at around 25 mph (40 km/h), Helios was in the air for almost 17 hours.

The span of the Helios Prototype is 247 feet (75.3 metres). The craft has been developed for NASA's Dryden Flight Research Center by AeroVironment Inc., under the former's Environmental Research Aircraft and Sensor Technology, with the eventual aim of carrying scientific payloads. Future missions, involving a regenerative fuel system, will permit months-long flights.



Sistema Fotovoltaico de Geração de Energia Elétrica



Energia e Inclusão Social



Escola da comunidade de Baixão do Archanjo Município de Barra



Sistema Fotovoltaico
N.S.P. Socorro - Manacapuru

A Exclusão Urbana



Instalações Fotovoltaicas Rio de Janeiro

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Igreja, escola e posto de saúde
da comunidade de Água Fria
Município de São Fidélis



Sistema energético da comunidade
de Água Fria - Município de São
Fidélis

Instalações Fotovoltaicas Tocantins

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Crianças assistindo à TV pela
primeira
vez na comunidade de Boa Sorte
Município de Dianópolis



Sistema de bombeamento da
comunidade de Boa Sorte
Município de Dianópolis

Sistema de Bombeamento Fotovoltaico

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Abastecimento comunitário de água da comunidade de Amapá Grande
Município de Amapá - AMAPÁ



Sistema energético no posto de saúde e bombeamento da comunidade de Lago Novo
Município de Tartarugalzinho - AMAPÁ

Arquipélago de São Pedro e São Paulo

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Estação Científica Arquipélago São Pedro e São Paulo

- painel fotovoltaico de 3.6kWp
- dessalinização de água
- em operação desde jun/98
- projeto do CEPEL para a CIRM



Vista aérea da Estação Científica

Instalações Fotovoltaicas Projeto Ribeirinhas – Amazonas (Parceria Eletrobrás)

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Transporte dos equipamentos
fotovoltaicos



Sistema solar fotovoltaico
instalado em N.S.P. Socorro –
Manacapuru

Telhado Solar Fotovoltaico

CEPEL 
Grupo Eletrobrás

- Avaliação do desempenho de sistemas fotovoltaicos conectados à rede
- Painel fotovoltaico de 16 kWp em operação desde 2002



CASA SOLAR EFICIENTE

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



Energias Alternativas e Eficiência Energética

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



CASA SOLAR EFICIENTE



“É COMO GUARDAR O SOL DE DIA PARA ACENDER À NOITE DENTRO DE CASA”

Casa Solar Eficiente



CRISISI - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica - Windows Internet Explorer

http://www.cresesb.cepel.br/

CRESESB
Centro de Referência para Energia Solar e Eólica
Sérgio de Salvo Brito

Principal | O Cresesb | Equipe | Links | Contato | Mapa do Site

- Casa Solar Eficiente
 - Informações e detalhes são obtidos clicando-se sobre o objeto desejado.
 - Existe também um menu de navegação à direita da tela que permite uma navegação rápida e objetiva no mundo virtual.
- Tutorial
- Perguntas Frequentes (F.A.Q)
- Potencial Energético
- Publicações
- Apresentações
- Legislação
- Agenda
- Guia de Instituições e Empresas
- Biblioteca
- Eventos Realizados

Agora, aproveite a sua Visita Virtual 3D à Casa Solar.

(Obs: Tamanho do arquivo: 2.45 MB - Tempo de download: 46 seg a 56 kps)

Nota: Para visualizar a Visita Virtual 3D é necessário possuir o Plug-in blaxxunContact53.exe

start | CRESESB - Centro de... | CEN007 | Microsoft PowerPoint...

Casa Solar Eficiente



http://www.cresesb.cepel.br/casa_solar/visita_virtual3d/casa_solar_wrl - Windows Internet Explorer

http://www.cresesb.cepel.br/casa_solar/visita_virtual3d/casa_solar_wrl

INFORMAÇÕES

Apresentação

Esta é uma visita virtual a Casa Solar Eficiente localizada nas dependências do CEPEL no Rio de Janeiro.

Todos os equipamentos instalados podem ser visualizados, para maiores detalhes basta clicar no equipamento desejado ou consultar o menu de navegação.

Creditor: Arno Mantesso - Designer e Programador

CEPEL

- Casa Solar Eficiente
- Células Fotovoltaicas
- Painel Rastreador
- Gerador Eólico
- Banco de Baterias
- Painel Fotovoltaico
- Iluminação Pública
- Aquecimento Solar
- Sistema de Bombeamento
- Sala de Controle
- Cozinha
- Auditório
- Sala de Eficiência Energética

MENU DE NAVEGAÇÃO

start | CRESESB - Centro de... | http://www.cresesb... | CEN007 | Microsoft PowerPoint...

Tecnologia Fotovoltaica Sistemas Conectados à Rede

CEPEL 
Grupo Eletrobrás



*Sistema fotovoltaico sobre o telhado
de um condomínio residencial - Japão*

Tecnologia Fotovoltaica Sistemas Conectados à Rede

CEPEL 
Grupo Eletrobrás

Painel fotovoltaico de a-Si
integrado ao revestimento
da fachada de vidro em um
prédio no Japão





Solar Fotovoltaica

Solar Térmica



Eólica

Biomassa

Pequenas
Centrais
Hidroelétricas

Outras: Geotérmicas, Marés, Células Combustíveis etc.

Aplicações da Energia Eólica



Catavento – Bombeamento d'água

- Residências
- Fazendas
- Aplicações Remotas



**Pequeno Porte
(≤ 10 kW)**

- Residências
- Fazendas
- Aplicações Remotas



**Intermediário
(10-250 kW)**

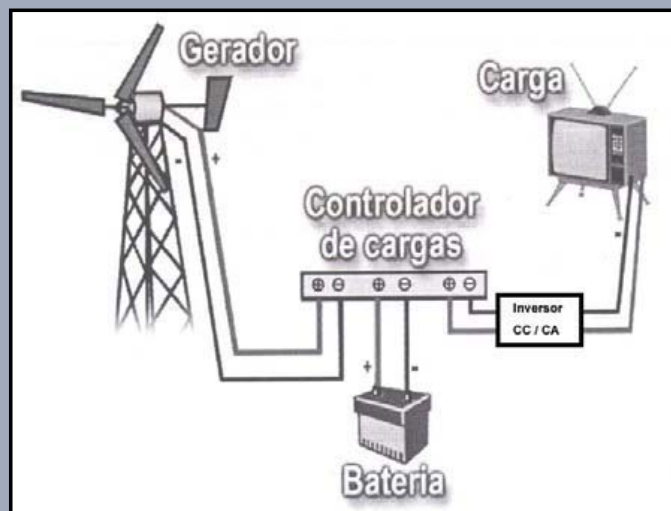
- Sistemas Híbridos
- Geração Distribuída



Grande Porte (250 kW - 2+MW)

- Fazendas Eólicas
- Geração Distribuída

Diagrama Típico de um Sistema Eólico Isolado

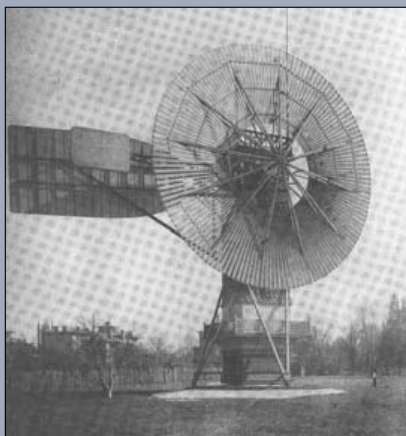


Os 10 Mais no Mundo

Capacidade Total	MW	Percentual do Mercado
Alemanha	20.000	27,8
Espanha	11.615	15,6
EUA	11.603	15,6
India	6.270	8,4
Dinamarca	3.136	4,2
China	2.604	3,5
Itália	2.123	2,9
Reino Unido	1.963	2,6
Portugal	1.716	2,3
França	1.567	2,1
TOTAL 10 Mais	63.217	85,2
Resto do Mundo	11.004	14,8
TOTAL MUNDO	74.221	-

Capacidade Instalada – Acumulada (1995 – 2006)

ANO	MW TOTAL
1995	4.800
1996	6.100
1997	7.600
1998	10.200
1999	13.600
2000	17.400
2001	23.900
2002	31.100
2003	39.431
2004	47.620
2005	59.091
2006	74.221

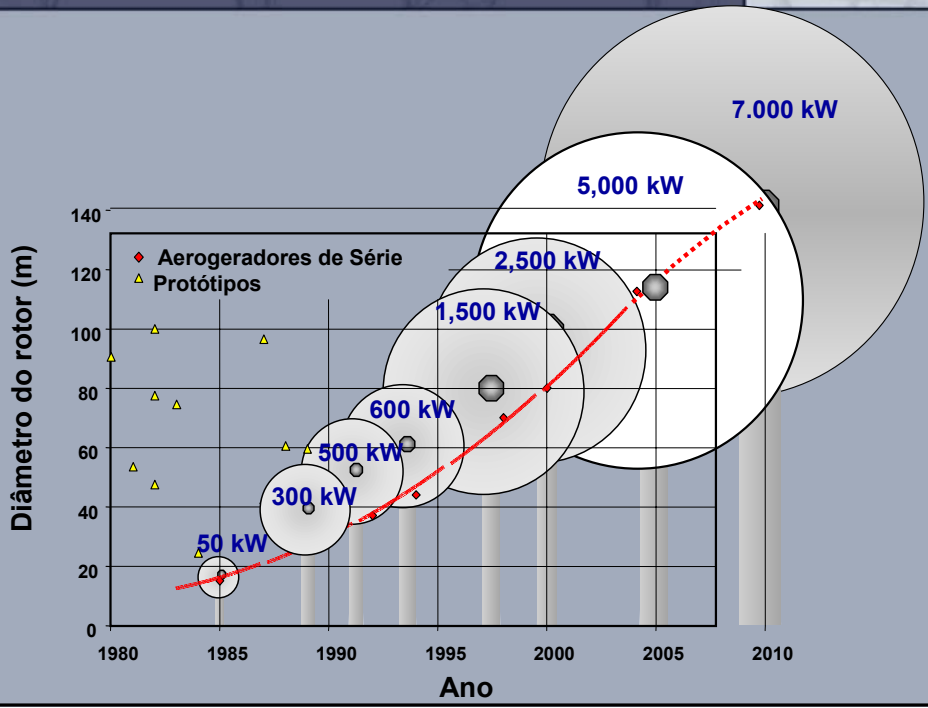


**Turbina Eólica de Brush
(1888) - 12 kW**

**Turbina Eólica Balaclava
(1931) – 100 kW**



Desenvolvimento da Tecnologia



Sistemas de Grande Porte



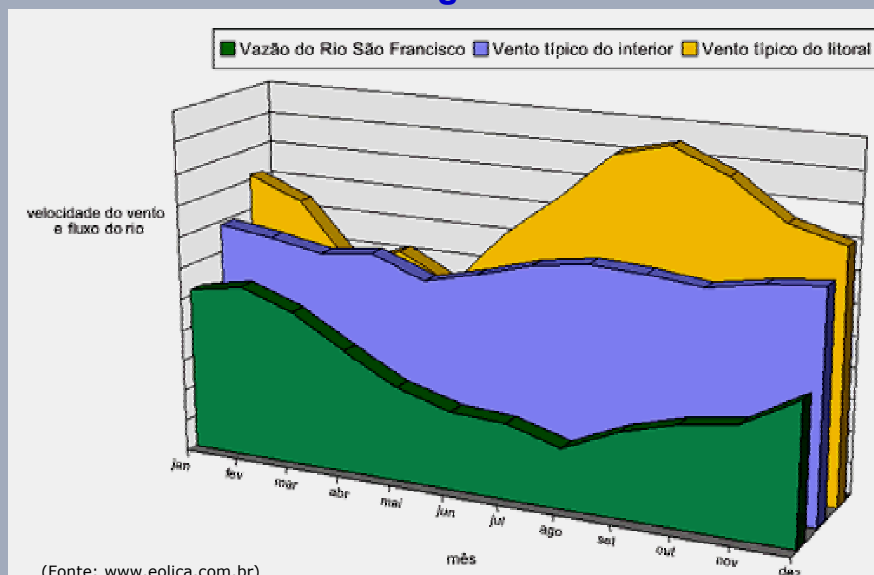
Energia Eólica e o Meio Ambiente



- Utilização do Solo para Atividades Agrícolas
- Emissão de Gases
- Emissão de Ruído
- Impacto Visual
- Impacto sobre a Fauna

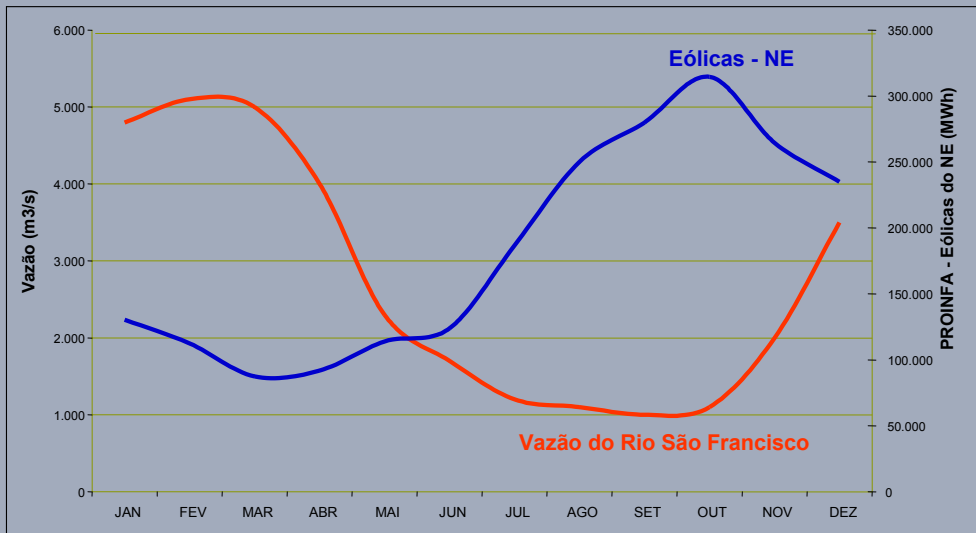
Complementaridade dos Regimes Hidráulico e Eólico

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

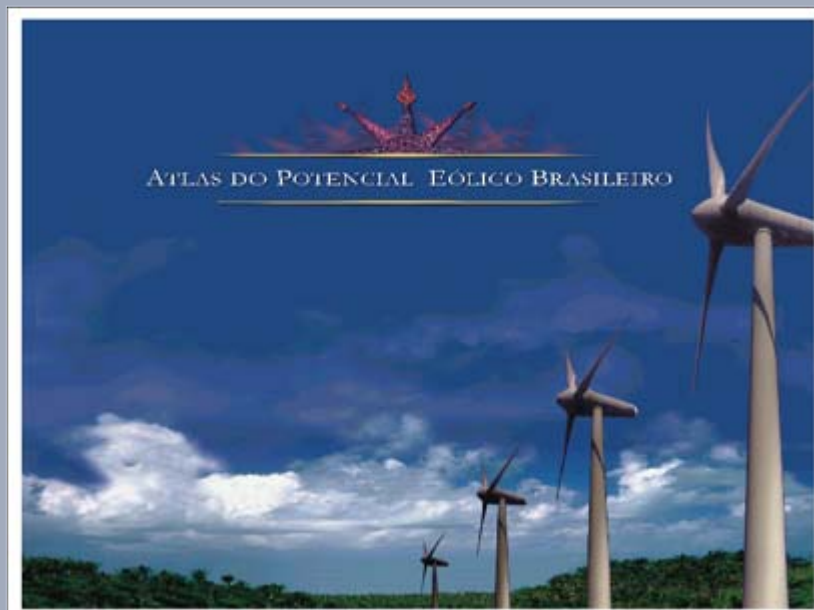


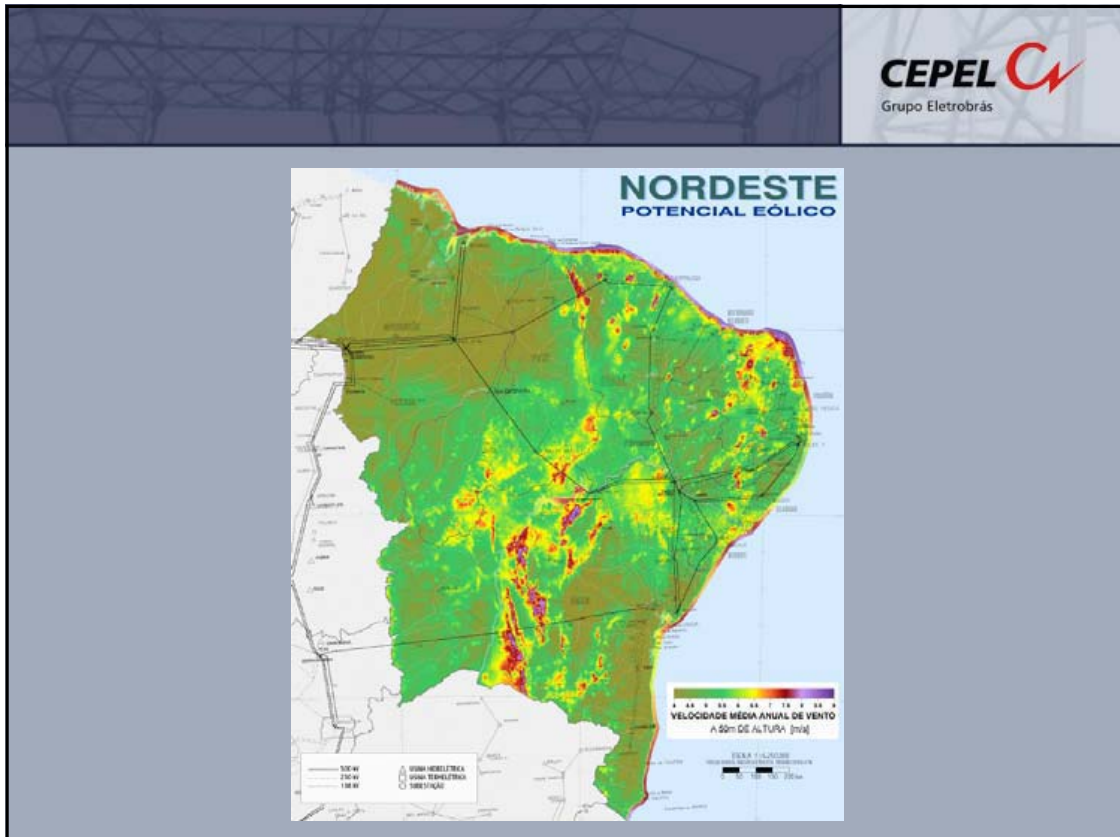
(Fonte: www.eolica.com.br)

SAZONALIDADE DAS USINAS EÓLICAS DO PROINFA

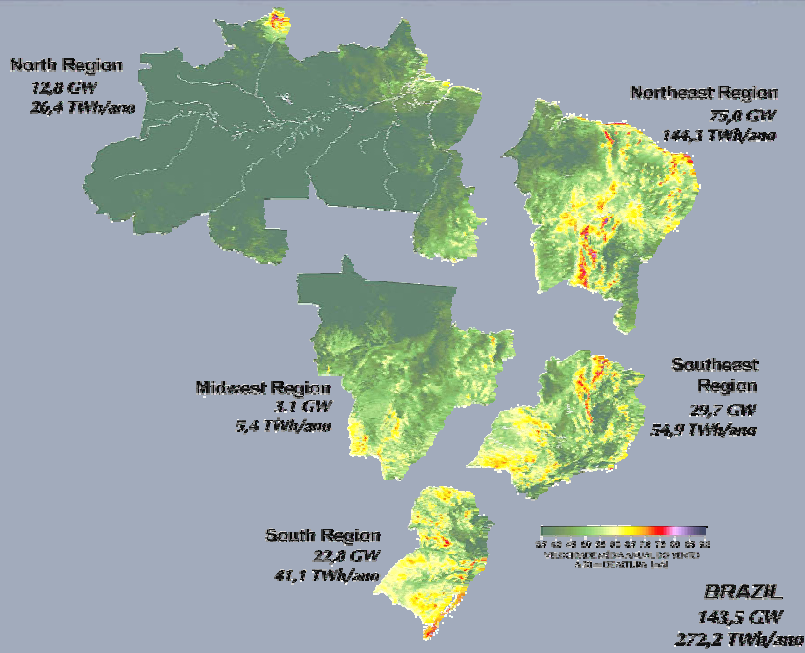


Potencial Eólico *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*

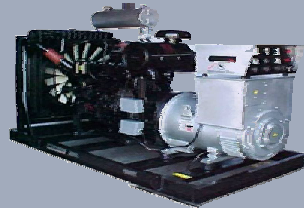
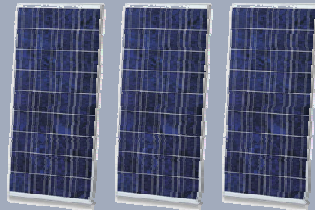




Potencial Eólico por Região



Sistemas Híbridos



Unidade de Controle e
Condicionamento de Potência

Armazenamento

Carga

Sistema Híbrido de Joanes



Ilha de Marajó (PA), Município de Salvaterra; Fotovoltaico/Eólico

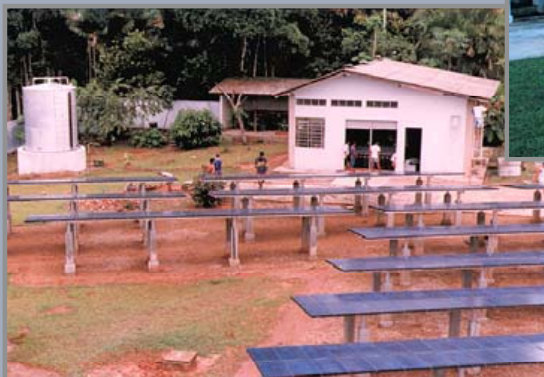
- Convênio CEPEL/CELPA e o National Renewable Laboratory
- 10kWp FV; 40kW eólico
- Operando desde maio/98

Sistema Híbrido de Campinas - AM



Vila de Campinas; margem do Rio Solimões; 120km Manaus

- Convênio CEPEL/CEAM e National Renewable Laboratory



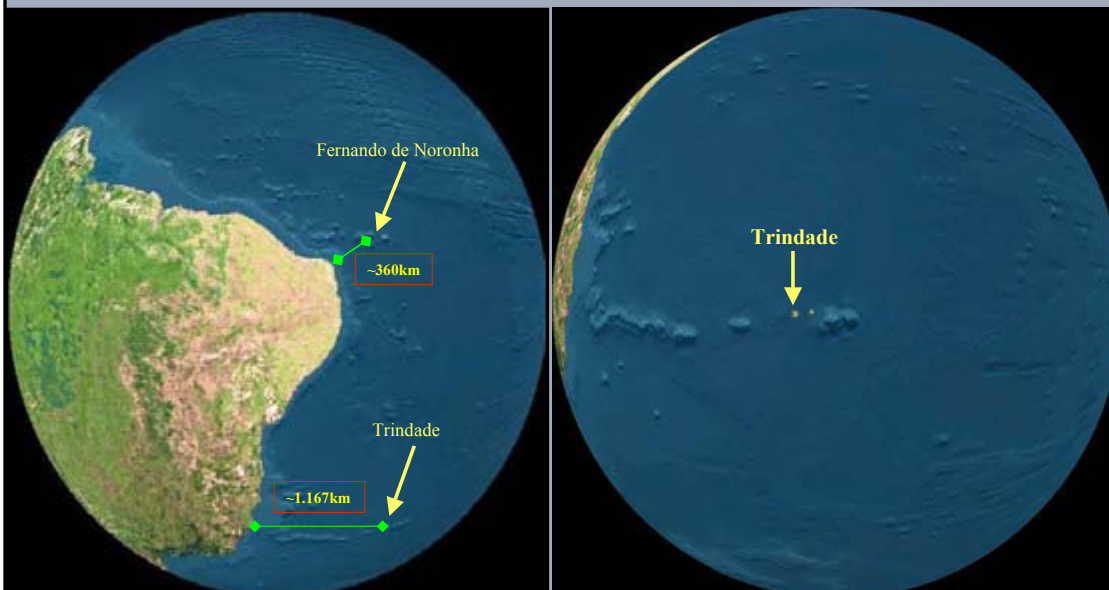
Fotovoltaico/Diesel

- 50kWp FV
- Em operação desde maio/97

ILHA DE TRINDADE



LOCALIZAÇÃO



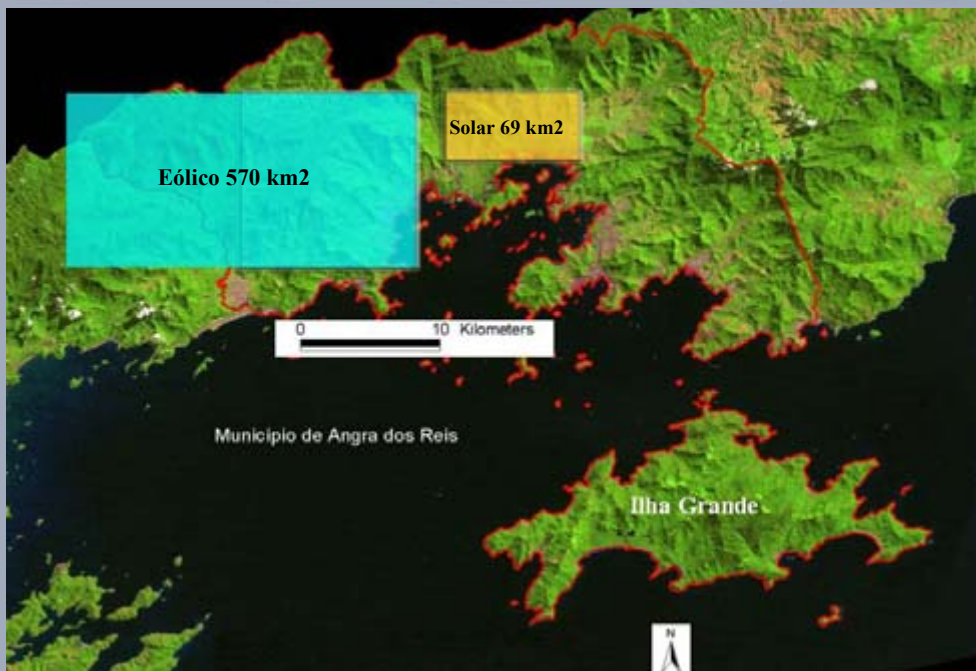
Localização prevista para o sistema de geração



LOCALIZAÇÃO DA GERAÇÃO



Substituindo Usina Nuclear por Energia Solar Fotovoltaica
e Energia Eólica
Áreas Equivalentes Necessárias – 10 TWh/ano



Tecnologias em Foco
(energia renovável complementar)



Solar Fotovoltaica

Solar Térmica

Eólica

→ Biomassa

→ Pequenas
Centrais
Hidroelétricas

Outras: Geotérmicas, Marés, Células Combustíveis etc.

PROINFA – (potencial)

Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

CEPEL
Grupo Eletrobrás

EÓLICO

Potencial Indicativo : 143.000 MW

Projetos autorizados : 6.601 MW*

SOLAR

Potencial de Aplicação: 100 MWp

PCH

Inventariado : 9.794 MW

Projetos autorizados : 3.936 MW *

BIOMASSA

Potencial Técnico sucro-alcooleiro : 8.000 MW

Arroz e papel celulose : 1300 MW

Projetos autorizados : 1.772 MW

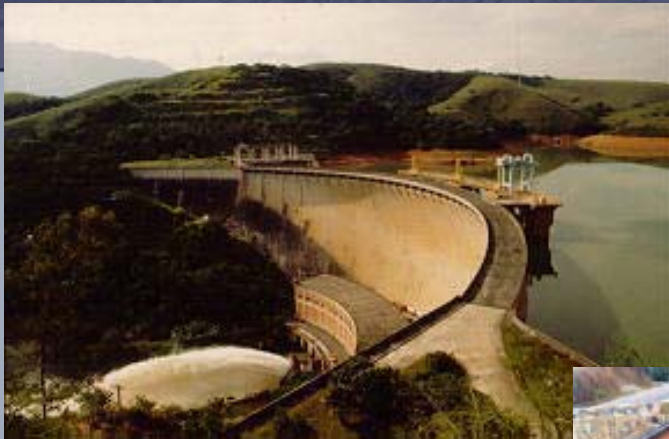
(Fonte: EMME,2004)



Biomassa



CEPEL
Grupo Eletrobrás

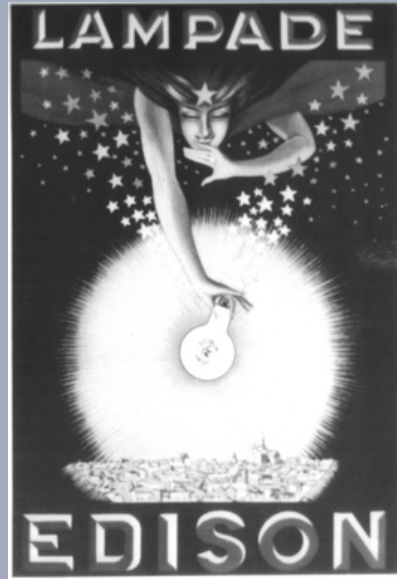


PCHs

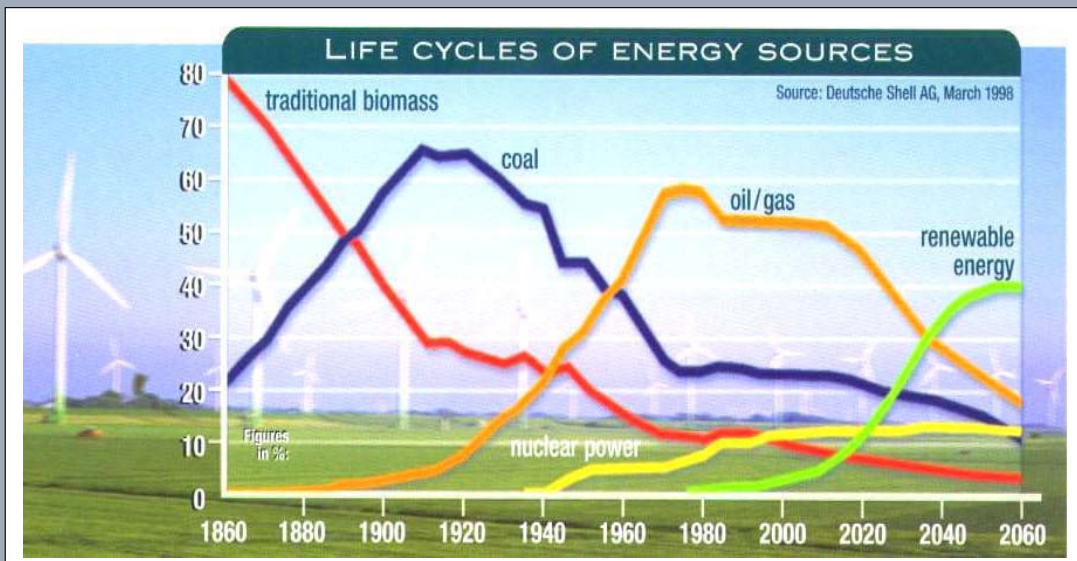


**Usina Hidroelétrica
Marmelos Zero – MG - 1889**





O Futuro das Fontes Renováveis de Energia



Energia e Inclusão Social



Conclusões: últimas notícias

“O carvão, e o petróleo não serão os reis da energia mundial para sempre. Não é mais uma tolice olhar o sol, o vento e para as ondas do mar”

The Economist

“A idade da pedra não acabou porque acabaram as pedras; não é necessário que o petróleo acabe para entrarmos em uma nova era de energia”

SHELL

“Às vezes ser moderno é olhar para trás”

Gilberto Gil

**Dificuldades a
Serem Vencidas**

x

Vitórias a Serem Alcançadas

Vitórias a Serem Alcançadas

X

Dificuldades a Serem Vencidas

“Às vezes ser moderno é olhar para trás”

Gilberto Gil

Promover o desenvolvimento das energias solar e eólica através da difusão de conhecimentos, da ampliação do diálogo entre as entidades envolvidas e do estímulo à implementação de estudos e projetos.

