



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## I Ciclo de Conferências:



# Hidrogênio

e o futuro energético  
sustentável do estado do Ceará

Palestrante  
Rafael Vieira , MSc.  
IVIG-COPPE/UFRJ





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



**Palestra:**

**Planejamento Energético Brasileiro:  
limites e realidades no cenário atual.**

***Brazilian Energetic Planning: limits  
and reallities in the actual cenarium.***

***Rafael Vieira***

*Economista Espec. em Economia Internacional e Meio Ambiente (IE/UFRJ).*

*MSc. em Engenharia Ambiental (Poli/UFRJ).*

*Professor do Instituto Superior de Tecnologia –IST/Paracambi/RJ*

*Pesquisador IVIG-CETS/COPPE-UFRJ*

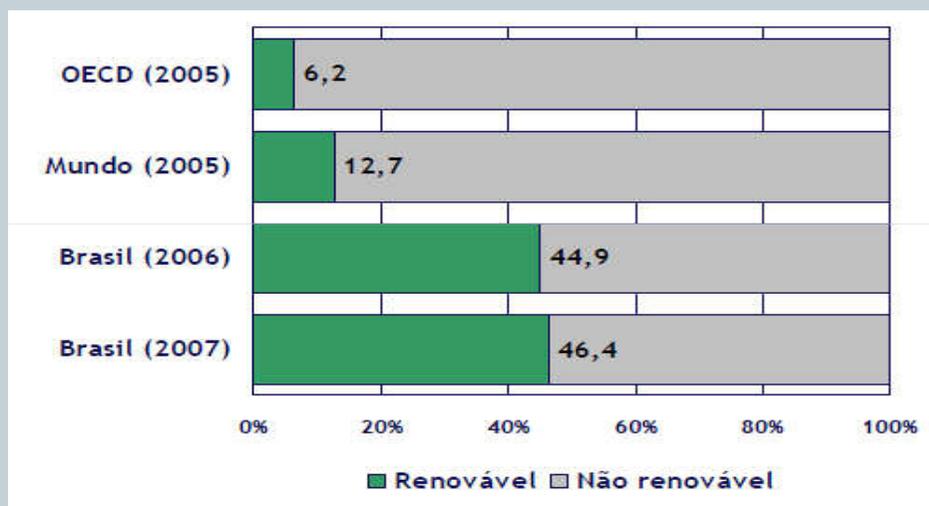




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## Matriz Energética Brasileira



Fonte: EPE – Balanço Energético Nacional  
2010: Resultados Preliminares

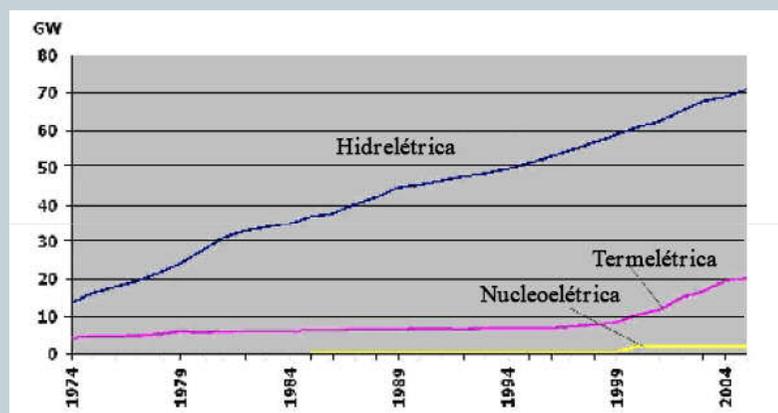
Indicador	Brasil	EUA	Japão	América Latina	Mundo
t CO <sub>2</sub> /hab	1,78	19,00	9,49	2,14	4,28
t CO <sub>2</sub> / tep OIE	1,48	2,45	2,30	1,83	2,39
t CO <sub>2</sub> / 10 <sup>3</sup> US\$ de PIB 1	0,43	0,50	0,24	0,52	0,73
t CO <sub>2</sub> / km <sup>2</sup> de superfície	41	630	3.299	48	140



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## Dilema: Expansão da Matriz Elétrica com Térmicas ou Hídricas na Amazônia?



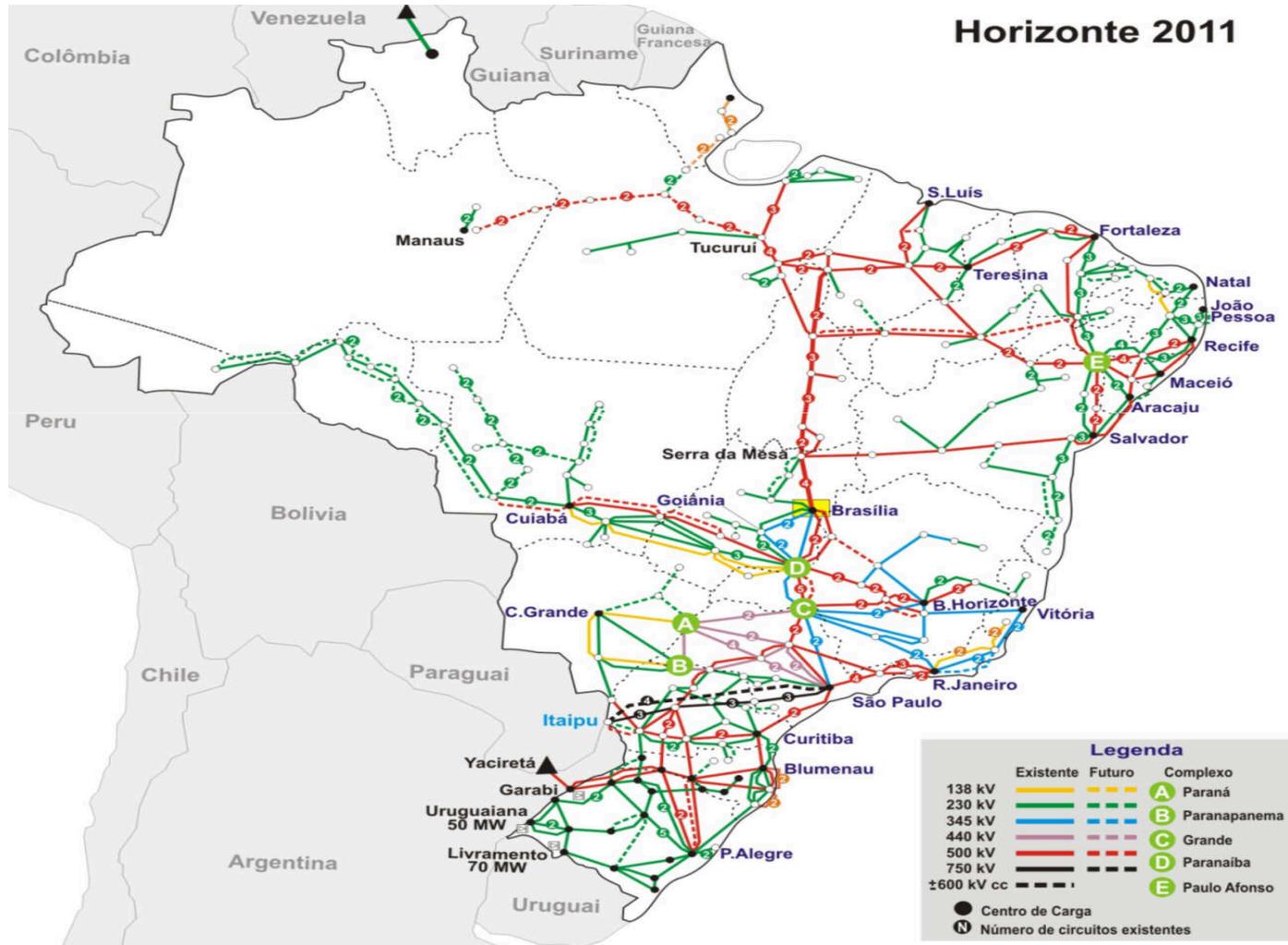
Como expandir a matriz elétrica brasileira e mantê-la limpa?

Fonte: ANEEL – Atlas de Energia Elétrica do Brasil (3ª Edição), 2008

Tabela 1.6 - Potencial hidrelétrico por bacia hidrográfica - Situação em 2007 (MW)			
	Bacia	Total	%
1	Amazonas	106.149	42,2
2	Paraná	57.801	23,0
3	Tocantins/Araguaia	28.035	11,2
4	São Francisco	17.757	7,1
5	Atlântico Sudeste	14.728	5,9
6	Urugual	12.816	5,1
7	Atlântico Sul	5.437	2,2
8	Atlântico Leste	4.087	1,6
9	Paragual	3.102	1,2
10	Parnaíba	1.044	0,4
11	Atlântico NE Oc.	376	0,1
12	Atlântico NE Or.	158	<0,1
	<b>Total</b>	<b>251.490</b>	<b>100,0</b>

Fonte: EPE, 2007.

# Sistema Interligado Nacional vs. Sistemas Isolados



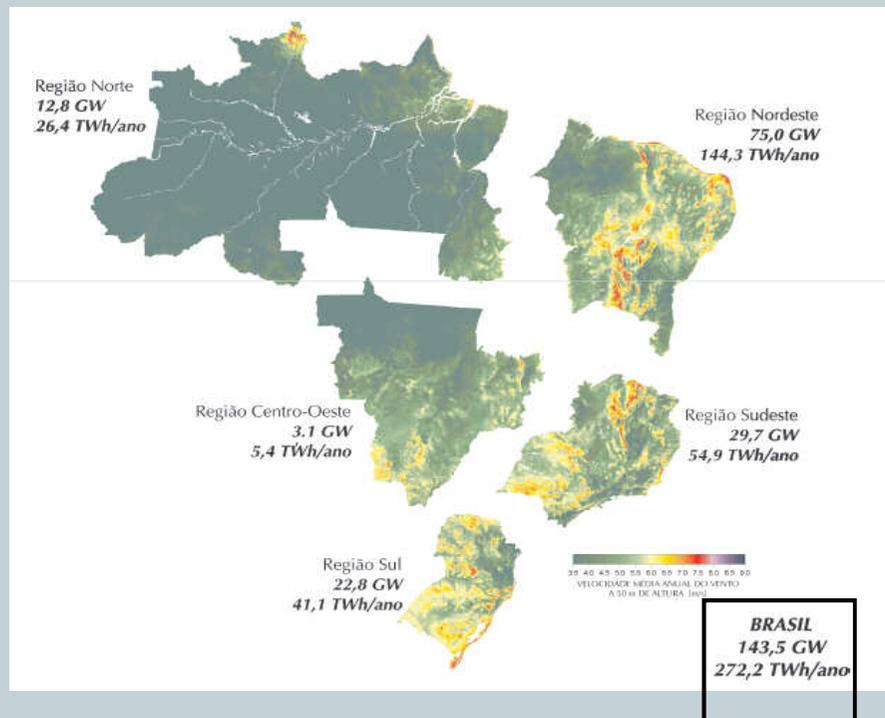
Fonte: ONS, 2009



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

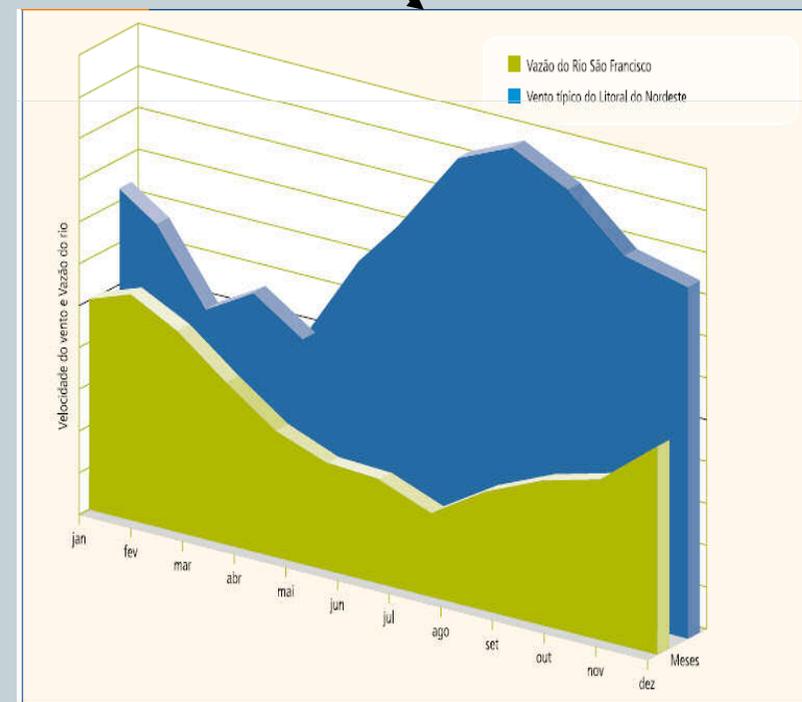


## Potencial Eólico Brasileiro



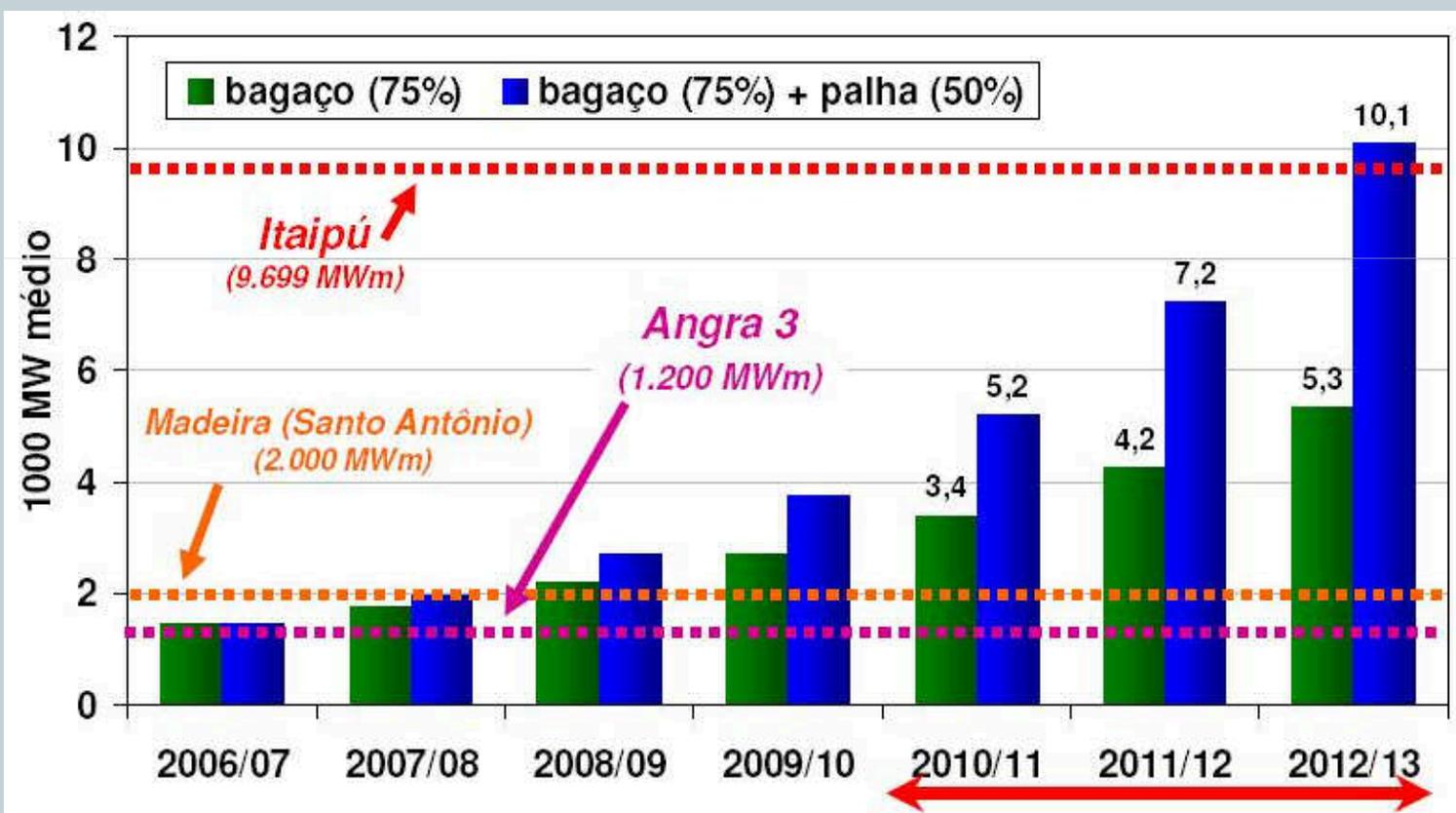
Fonte: CEPEL – Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001

Complementaridade Hídrica (S. Francisco)  
e Eólica no Nordeste





## Potencial de Geração de Energia - Bagaço e Palha da Cana

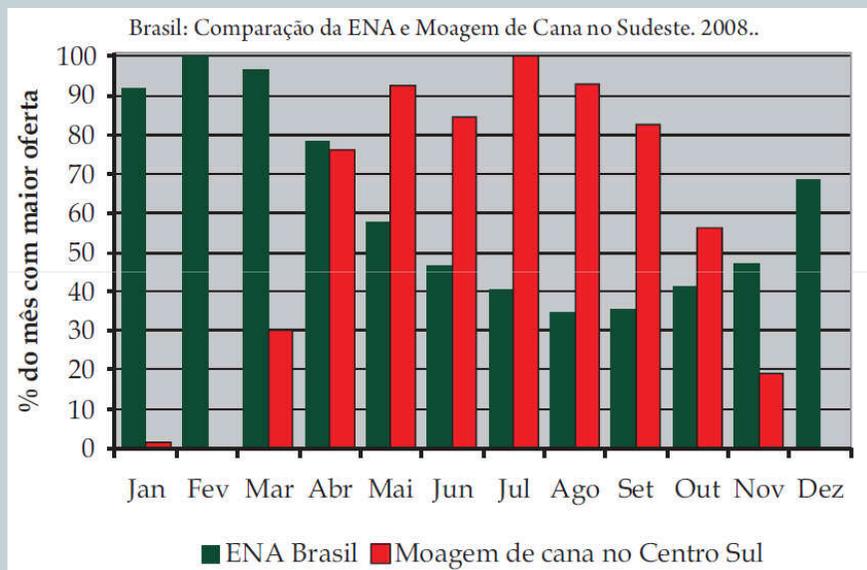




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

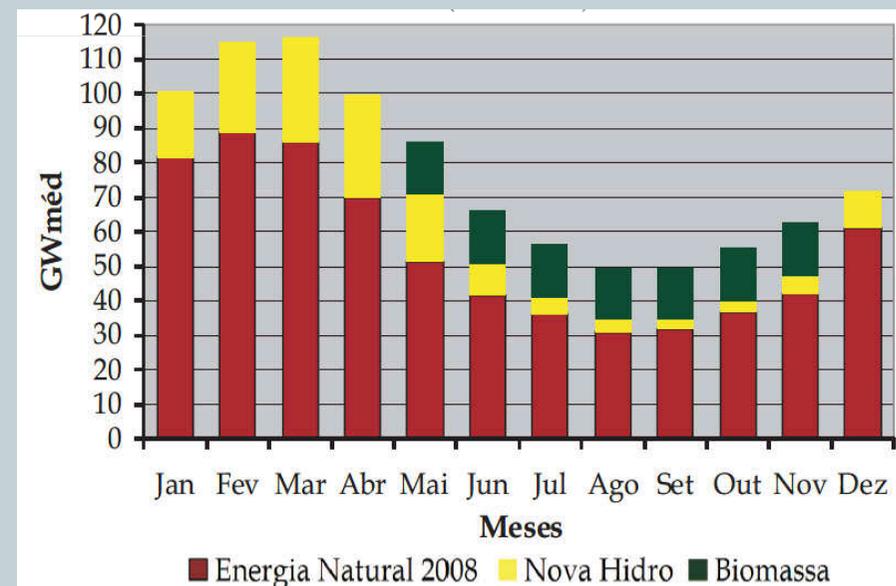


## Complementaridade: Bioeletricidade de Cana e Hidroeletricidade



ENA = ciclo anual de aflúncias

Complementaridade da Bioeletricidade  
Sucroenergética ao Sistema Elétrico  
(em GWméd)



Fonte: GESEL – Oportunidades de Comercialização de Bioeletricidade no Sistema Elétrico Brasileiro (2009)



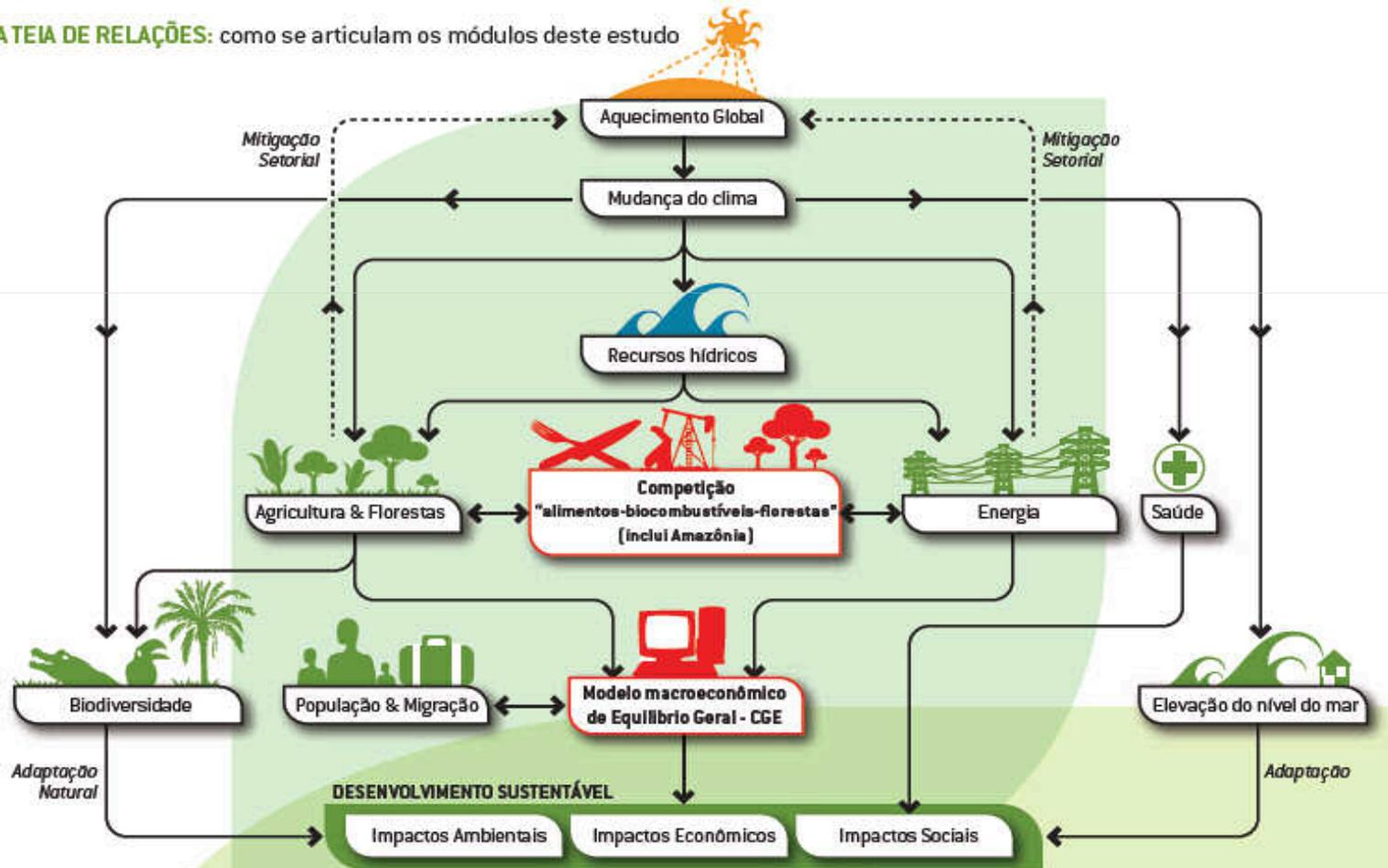
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## • Limites a partir das mudanças climáticas

(Estudo inspirado no Relatório Stern)

UMA TEIA DE RELAÇÕES: como se articulam os módulos deste estudo

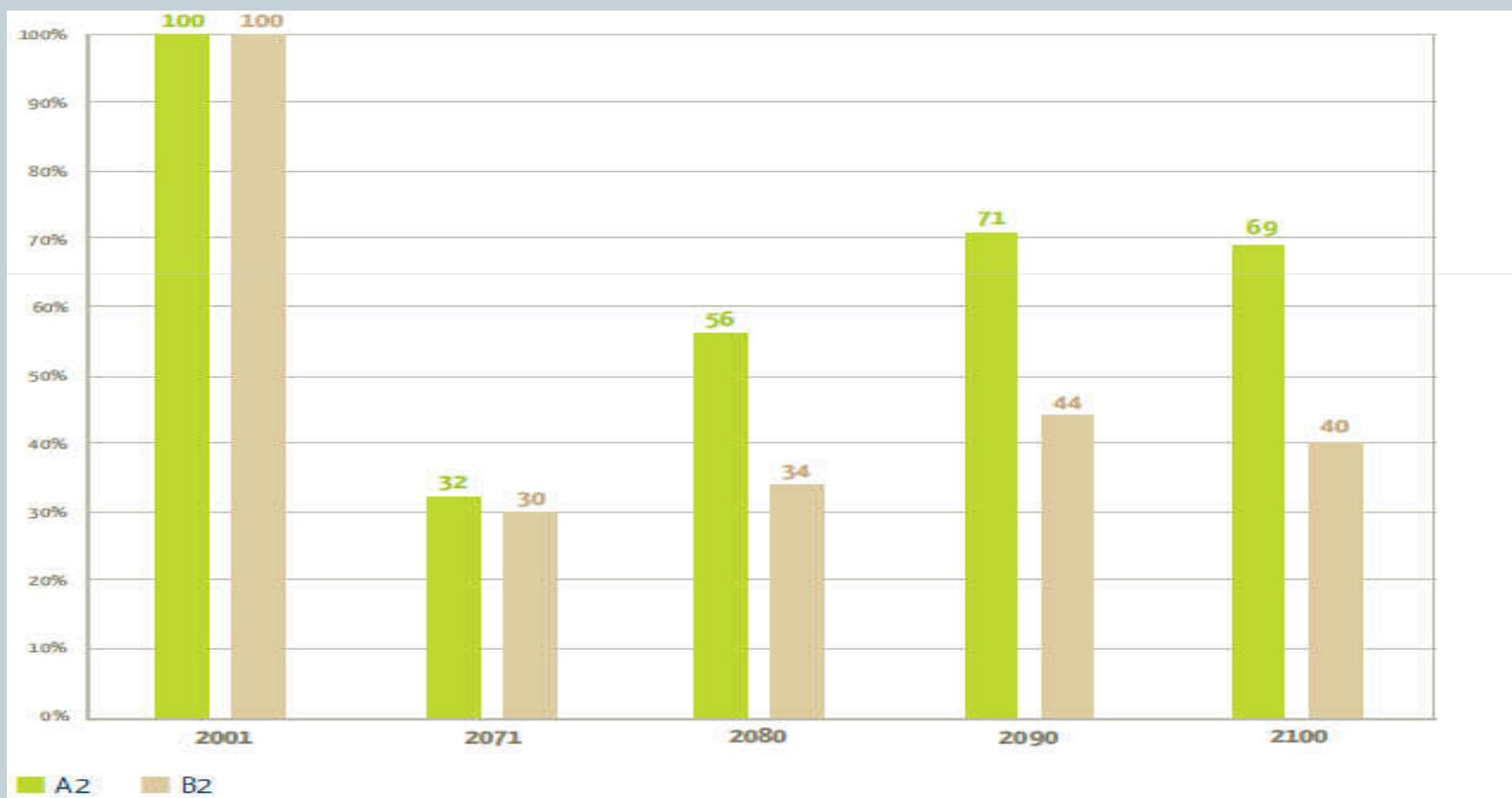




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## Atenção ao Potencial Eólico Brasileiro nos Cenários A2 e B2



Fonte: Shaeffer *et al* - Mudanças Climáticas e Segurança Energética no Brasil, 2009

Ano base 2001 = 100



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## **Decentralização do Fornecimento de Energia: Possível Solução?**

A electricidade no mundo desenvolvido é gerada por um sistema centralizado, datado do século XIX, tecnologicamente obsoleto, que desperdiça cerca de 65% da energia usada. Uma abordagem que faça uso do calor desperdiçado na produção de electricidade (cogeração) próximo ao centro de consumo em conjunto com energias renováveis locais seria melhor para o clima, mais seguro e daria maior retorno do investimento.

Sistemas descentralizados democratizam a energia e promovem uma mudança cultural em nossa atitude no seu uso, estimulando eficiência energética. Em termos globais, energia descentralizada poderia revolucionar as vidas de bilhões de pessoas que atualmente não dispõe de serviços energéticos básicos. A participação de novos empreendimentos de geração descentralizada está aumentando em escala global. Estima-se que será possível economizar até US\$ 2,7 trilhões até 2030. Os governos nacionais, em todo o mundo precisam, remover barreiras políticas e regulatórias para promover energia descentralizada de forma a enfrentar as mudanças climáticas.



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



**Destaque para as fontes geradoras de energia**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## ENERGIA HIDRELÉTRICA

É a energia proveniente do movimento das águas. Ela é produzida por meio do aproveitamento do potencial hidráulico, utilizando-se os desníveis naturais dos rios, como quedas de água, ou artificiais, produzidos pelo desvio do curso original.

A transformação energética efetua-se através da passagem da água por uma turbina, cuja rotação permite a produção de energia elétrica.

As Pequenas Centrais Hidroelétricas (**PCH's**) são instalações hidroelétricas de pequenas dimensões (no Brasil, **até 30 MW**).

Neste tipo de empreendimento verifica-se o aproveitamento de um desnível natural do curso de água, para se instalar uma pequena turbina.

Neste caso, em geral, os impactos ambientais são mais reduzidos do que os associados a aproveitamentos de maiores dimensões e confinados ao local de instalação.



ITAIPU – 14.000 MW



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## ENERGIA EÓLICA

O vento é o deslocamento de massas de ar originada por diferenças de pressão atmosférica. A energia cinética dessas massas de ar tem sido aproveitada desde há milhares de anos para deslocar embarcações, fazer funcionar moinhos de vento ou para bombeamento de água. Mais recentemente tem sido utilizada para acionar turbinas eólicas com capacidade para produzir eletricidade. As turbinas eólicas para a produção de energia elétrica podem ser montadas isoladamente ou em grupos, os chamados parques eólicos.

Os impactos ambientais da energia eólica, são em geral de escala reduzida e localizada, desde que implantados longe de zonas densamente povoadas ou áreas de valor turístico-paisagístico. Os principais impactos associados a este tipo de produção de energia são o ruído, a modificação da paisagem e as alterações nos ecossistemas.

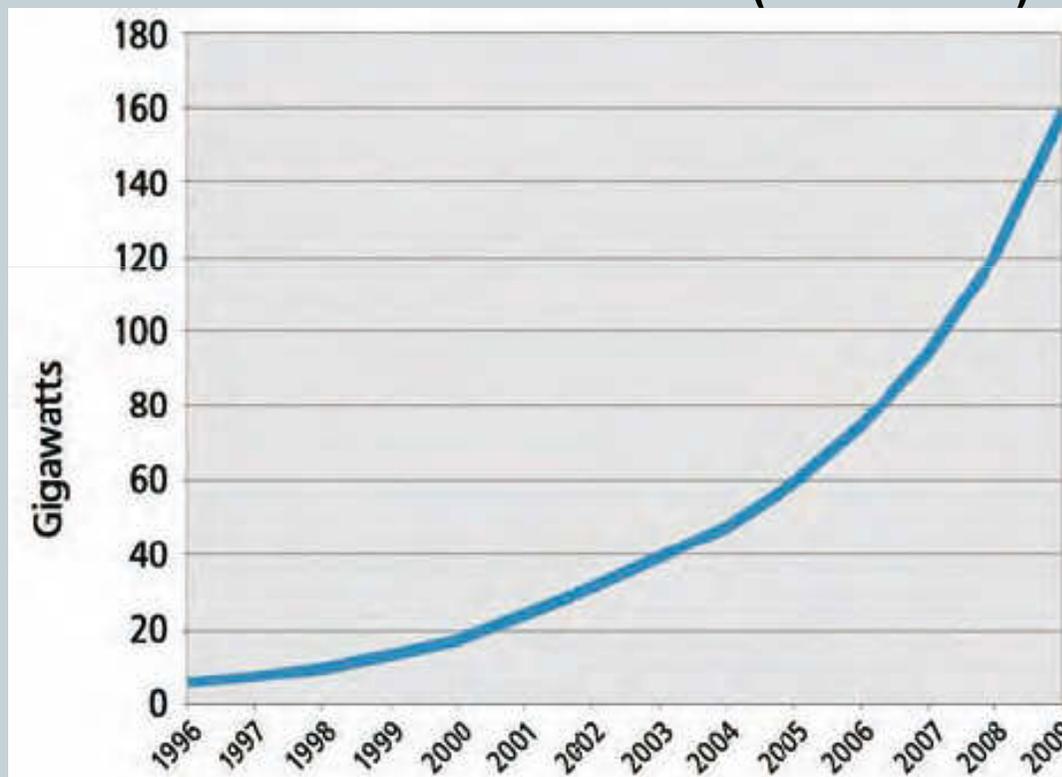




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## Capacidade Mundial Cumulativa de Eletricidade Eólica (1996-2009)



A energia eólica é a fonte renovável que mais cresce no mundo, por ser a mais competitiva de todas, apesar de suas restrições (baixa densidade, baixo fator de capacidade etc.)

“In 2008, more wind power was installed in the EU than any other electricity generating technology. Statistics released by the European Wind Energy Association (EWEA) today show that 43% of all new electricity generating capacity built in the European Union last year was wind energy, **exceeding all other technologies including gas, coal and nuclear power.**”

[www.ewea.org](http://www.ewea.org) (8-2-09)

Fonte: REN21 – Renewables 2010: Global Status Report, 2010

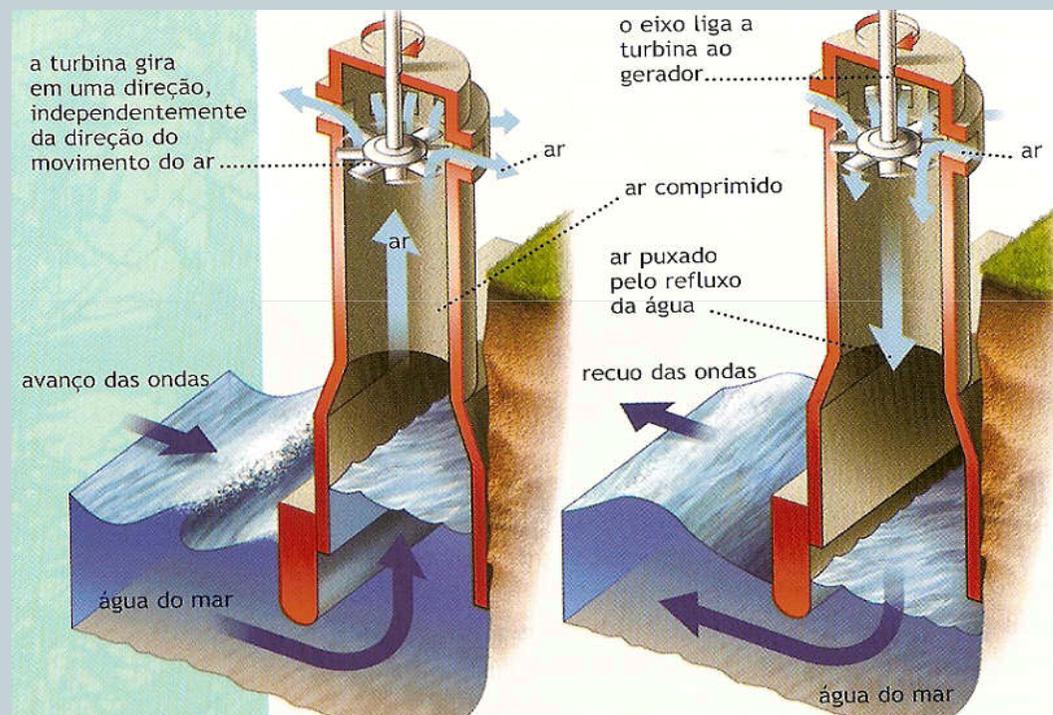


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## A Energia das Ondas

A energia cinética do movimento ondular pode ser usada para pôr uma turbina a funcionar. No exemplo da figura ao lado, a elevação da onda numa câmara de ar provoca a saída do ar lá contido; o movimento do ar pode fazer girar uma turbina. A energia mecânica da turbina é transformada em energia eléctrica através do gerador. Quando a onda se desfaz e a água recua o ar desloca-se em sentido contrário passando novamente pela turbina entrando na câmara por comportas especiais normalmente fechadas.



Esta é apenas uma das maneiras de retirar energia das ondas. Os sistemas para retirar energia das ondas são muito pequenos e apenas suficientes para iluminar uma casa ou algumas bóias de aviso por vezes colocadas no mar.



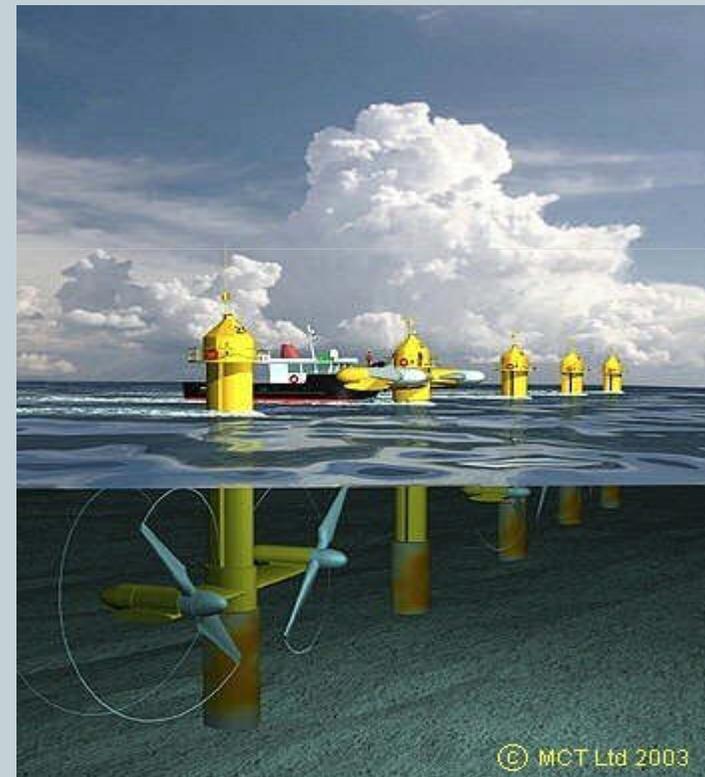
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## A Energia das Marés

A energia do deslocamento das águas do mar é outra fonte de energia. Para obtê-la, são construídos diques que envolvem uma praia. Quando a maré enche a água entra e fica armazenada no dique; ao baixar a maré, a água sai pelo dique como em qualquer outra barragem.

Para que este sistema funcione bem são necessárias marés e correntes fortes. **Tem que haver um aumento do nível da água de pelo menos 5,5 metros da maré baixa para a maré alta.** Existem poucos sítios no mundo onde se verifique tamanha mudança nas marés.



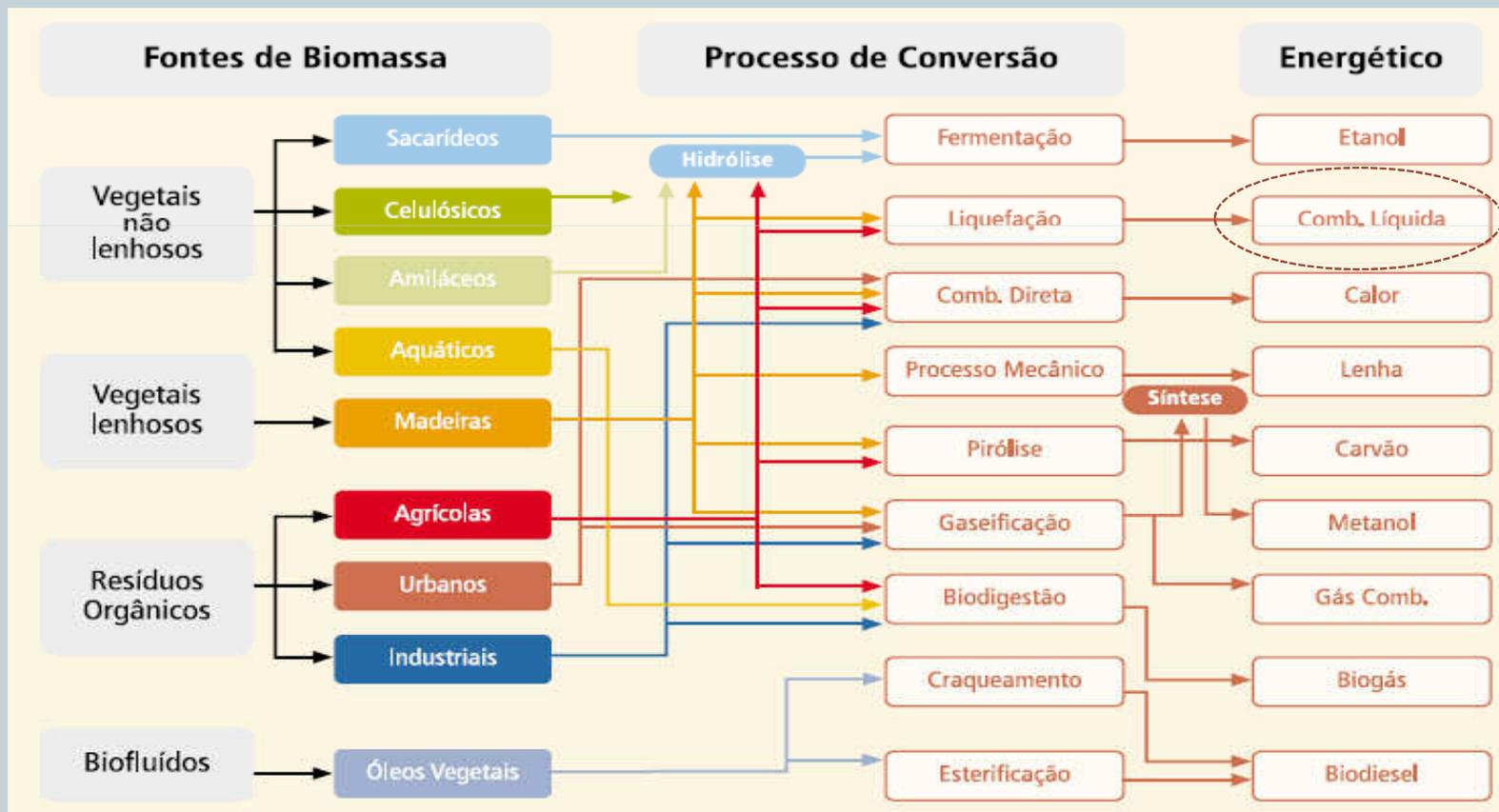


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



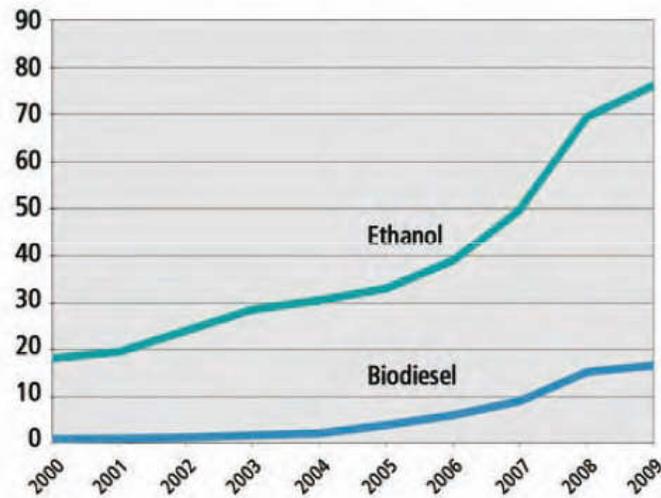


# ENERGIA de BIOMASSA



# Produção Mundial de Biocombustíveis (2009)

Bilhões de litros



Country	Fuel Ethanol	Biodiesel
billion liters		
1. United States	41	2.1
2. Brazil	26	1.6
3. France	0.9	2.6
4. Germany	0.8	2.6
5. China	2.1	0.4
6. Argentina	~0	1.4
7. Canada	1.1	0.1
8. Spain	0.4	0.6
9. Thailand	0.4	0.6
10. United Kingdom	0.2	0.5
11. Colombia	0.3	0.2
12. Italy	0.1	0.4
13. Belgium	0.2	0.3
14. India	0.2	0.1
15. Austria	0.1	0.2
<b>EU Total</b>	<b>3.6</b>	<b>8.9</b>
<b>World Total</b>	<b>76</b>	<b>17</b>

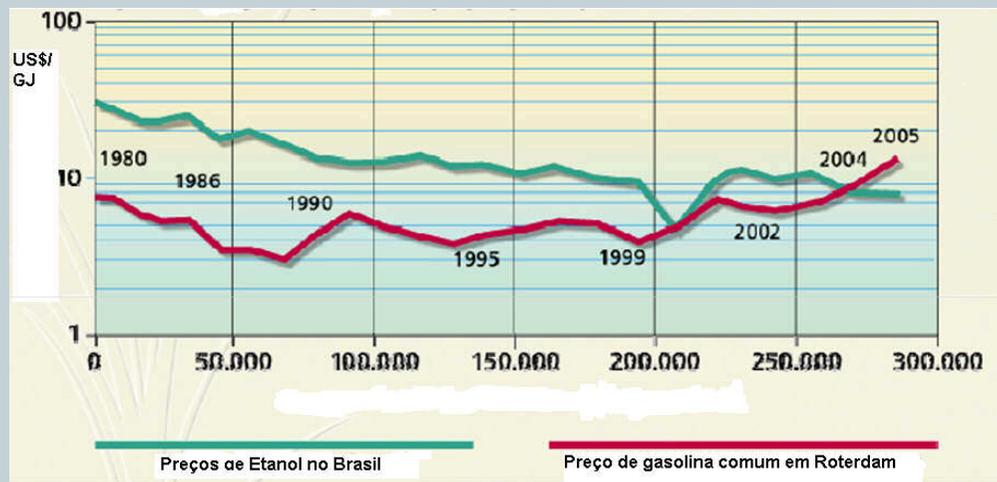
Fonte: REN21 – *Global Status Report 2010*



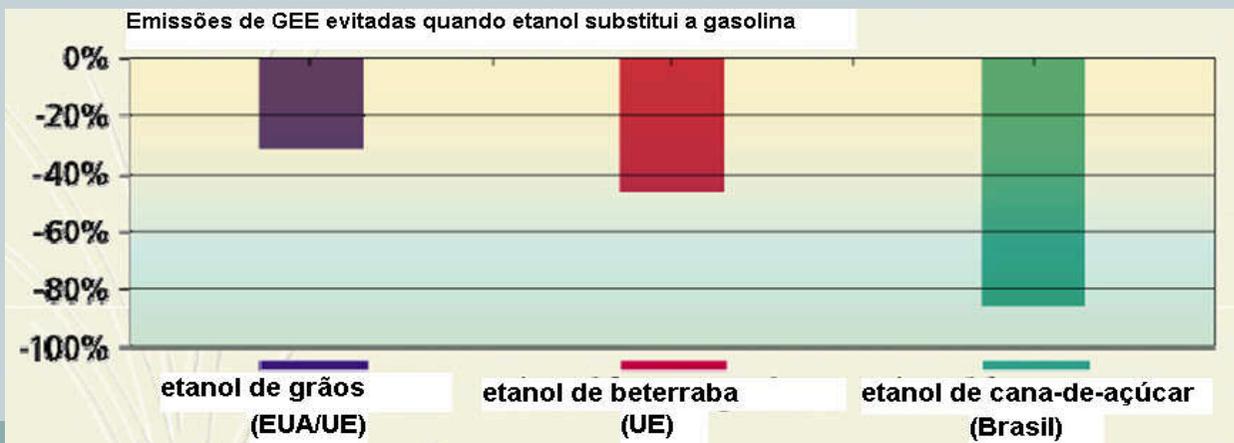
UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## Vantagens Econômicas e Ambientais do Etanol Brasileiro



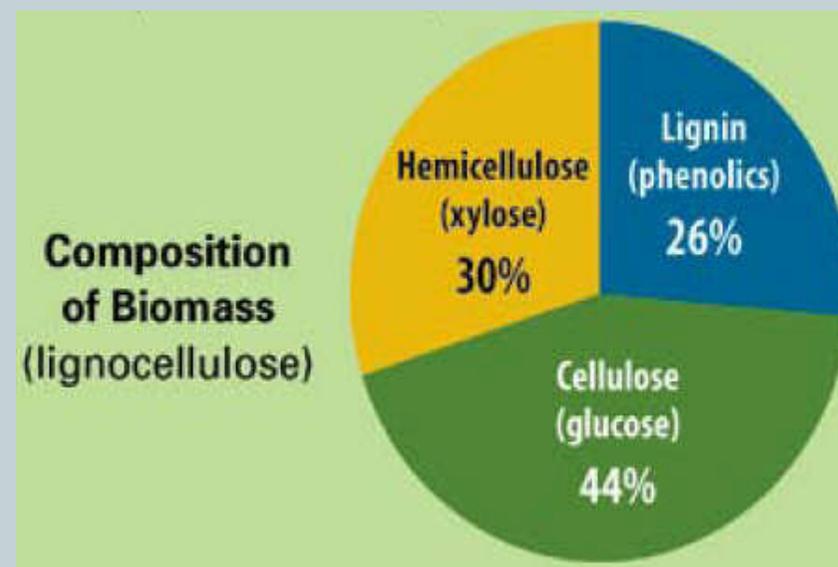
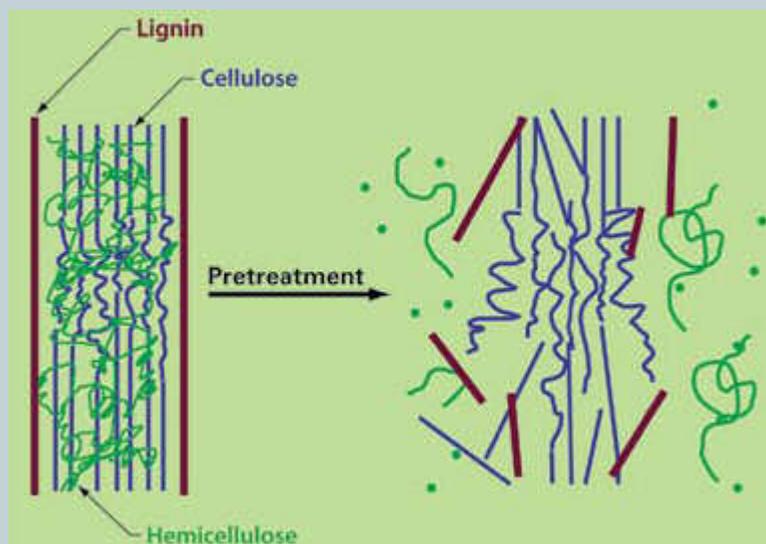
Fonte: IEA – *Biofuels for Transport*, 2004





## Etanol Celulósico: o que é e por que sua comercialização é tão buscada

- 1 – Pretratamento
- 2 – Hidrólise (quebra)
- 3 – Fermentação (p/ etanol)



# Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB)

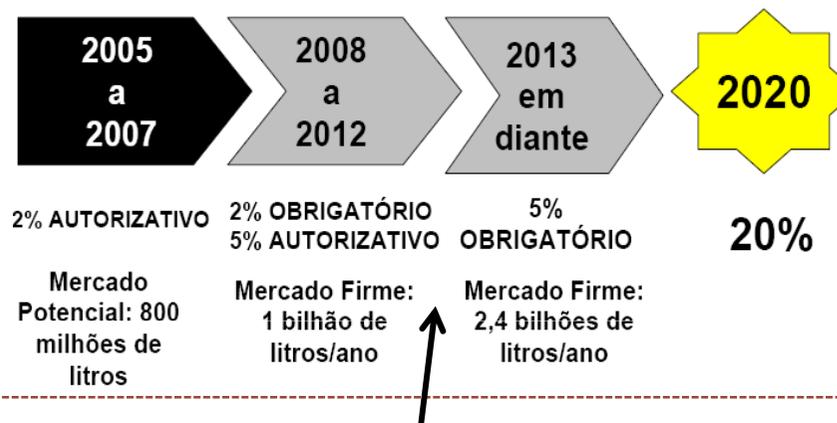
Combustível	Produção	Importação	Exportação	Importação	Exportação
	mil m <sup>3</sup>	mil m <sup>3</sup>	mil m <sup>3</sup>	% da demanda	% da produção
GASOLINA A	18.583	-	1.960		11%
DIESEL	38.535	2.630	-	6%	
ÁLCOOL	14.600	-	2.380		16%
GÁS NATURAL (em mil m <sup>3</sup> /d)	36.286	22.096	-	30%	

Dependência (seta vermelha apontando para a importação de Diesel)

Auto-suficiência (seta verde apontando para a produção de Álcool)

**Produção e Importação de Combustíveis no Brasil (2004)**

Lei 11.097/2005: Estabelece percentuais mínimos de mistura de biodiesel e o monitoramento do novo combustível no mercado.



**Meta original do PNPB de Mistura Diesel - Biodiesel**

## O nível de mistura efetivado pelo Brasil

O país antecipa os percentuais de mistura de biodiesel ao diesel garantindo um mercado firme de 1+ bilhão de litros/ano (previsto originalmente a partir de 2013)

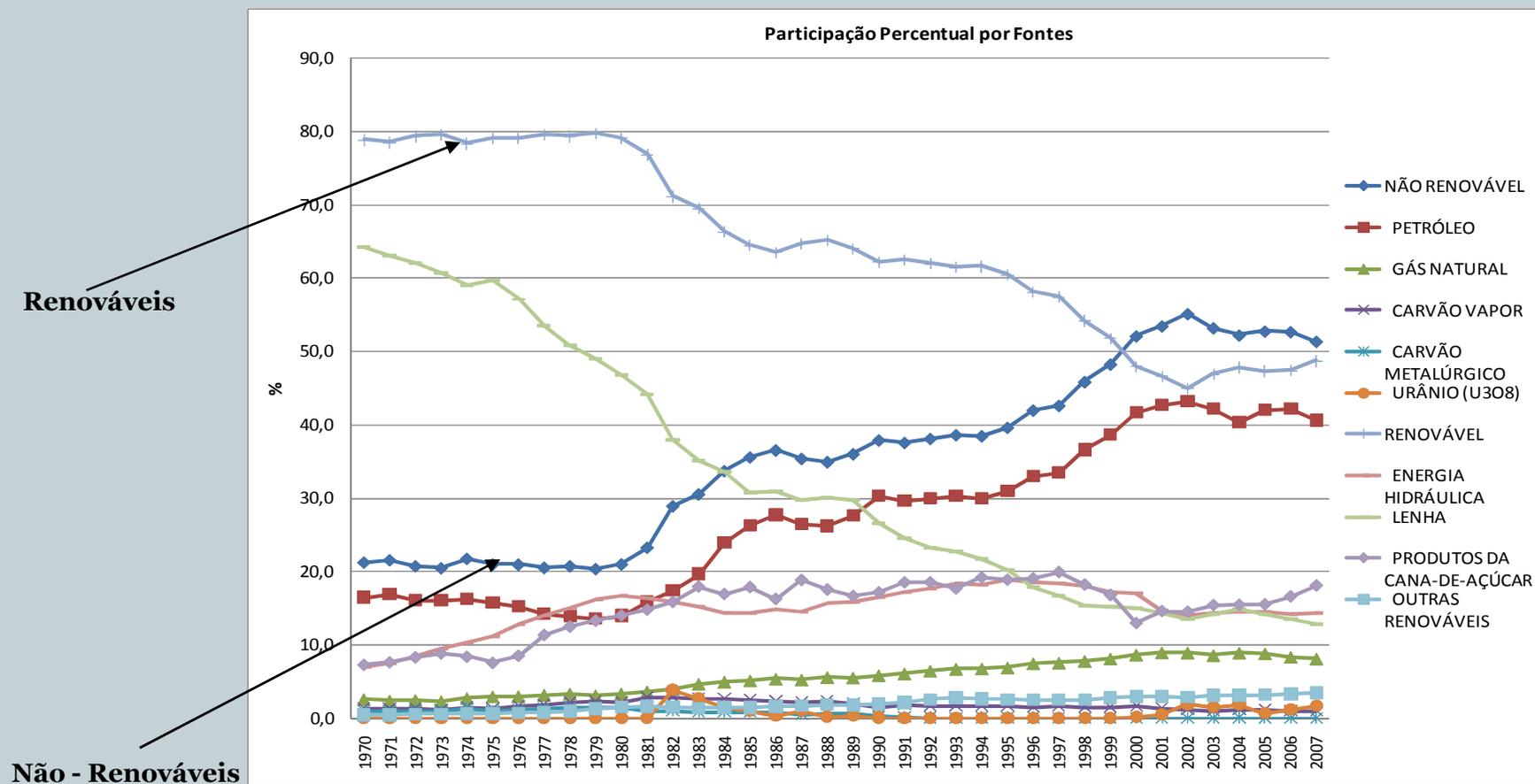




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



## BRASIL E O USO DE ENERGIA



Fonte: EPE – Balanço Energético Nacional (2007)



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ



Muito obrigado!!

Thanks!!

[rafaelvieira@ivig.coppe.ufrj.br](mailto:rafaelvieira@ivig.coppe.ufrj.br)

[raelvieira@poli.ufrj.br](mailto:raelvieira@poli.ufrj.br)

(55 21 9621-7710)

(55 21 2562-8258)