

Alternativas Energéticas

FÓRUM MINEIRO DE
ENERGIA RENOVÁVEL

1º MINAS MEETING

SEMANA DO MEIO AMBIENTE 2014.



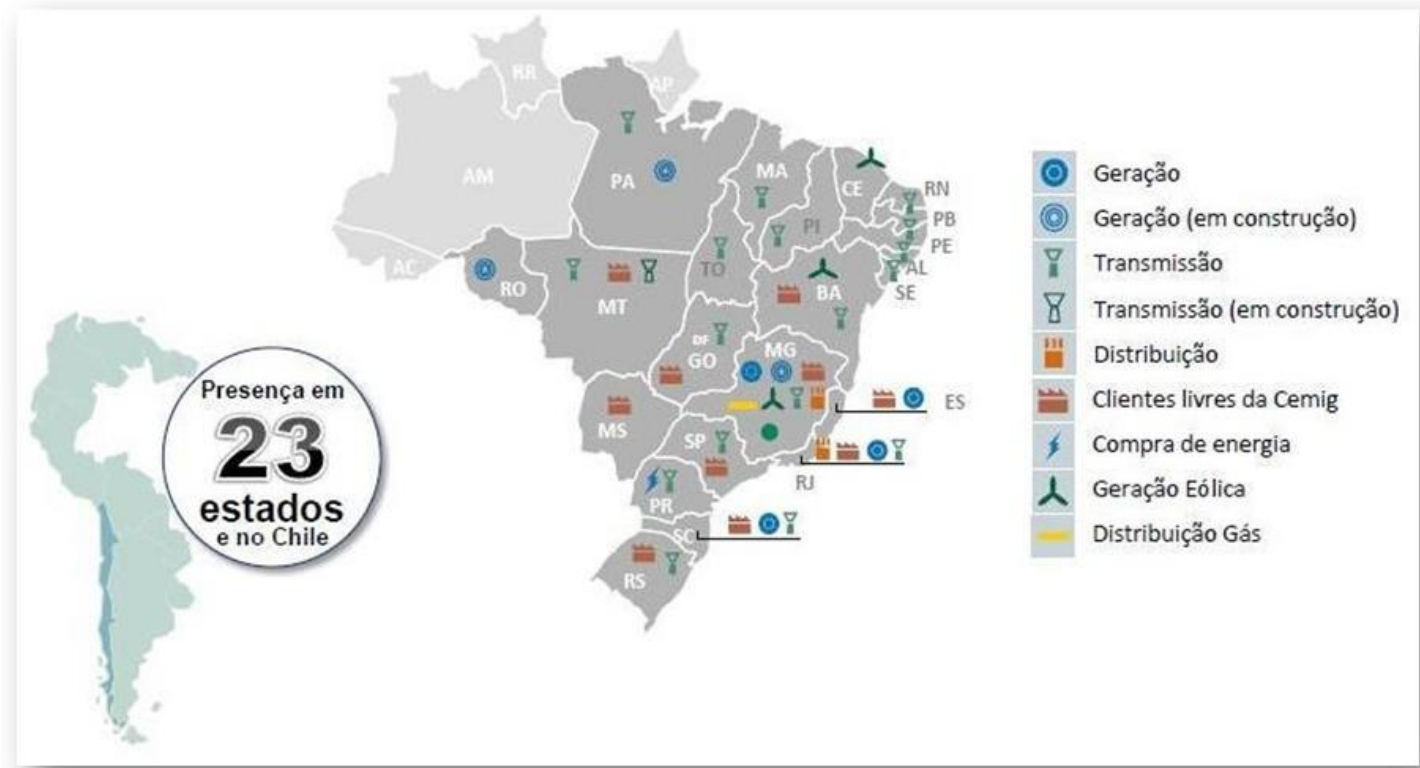
AGENDA:

- Um pouco sobre a Cemig
- Contextualização do Problema da Energia
- Como se pensa as Alternativas Energéticas
- Potenciais:
 - ✓ Hidrico
 - ✓ Eólico
 - ✓ Solar
 - ✓ Outros
- Algumas questões: Eficiência, Tecnologia e o Futuro...
- Considerações Finais.

CEMIG: UMA GRANDE EMPRESA

Visão

Consolidar-se, nesta década, como o **maior grupo** do setor elétrico nacional em valor de mercado, com presença em gás, **líder mundial em sustentabilidade**, admirado pelo cliente e reconhecido pela solidez e performance.



Missão: Atuar no setor de energia com rentabilidade, qualidade e responsabilidade social.

QUAIS SÃO OS NOSSOS DESAFIOS?

População?

Consumo?

Urbanização?



Envelhecimento?

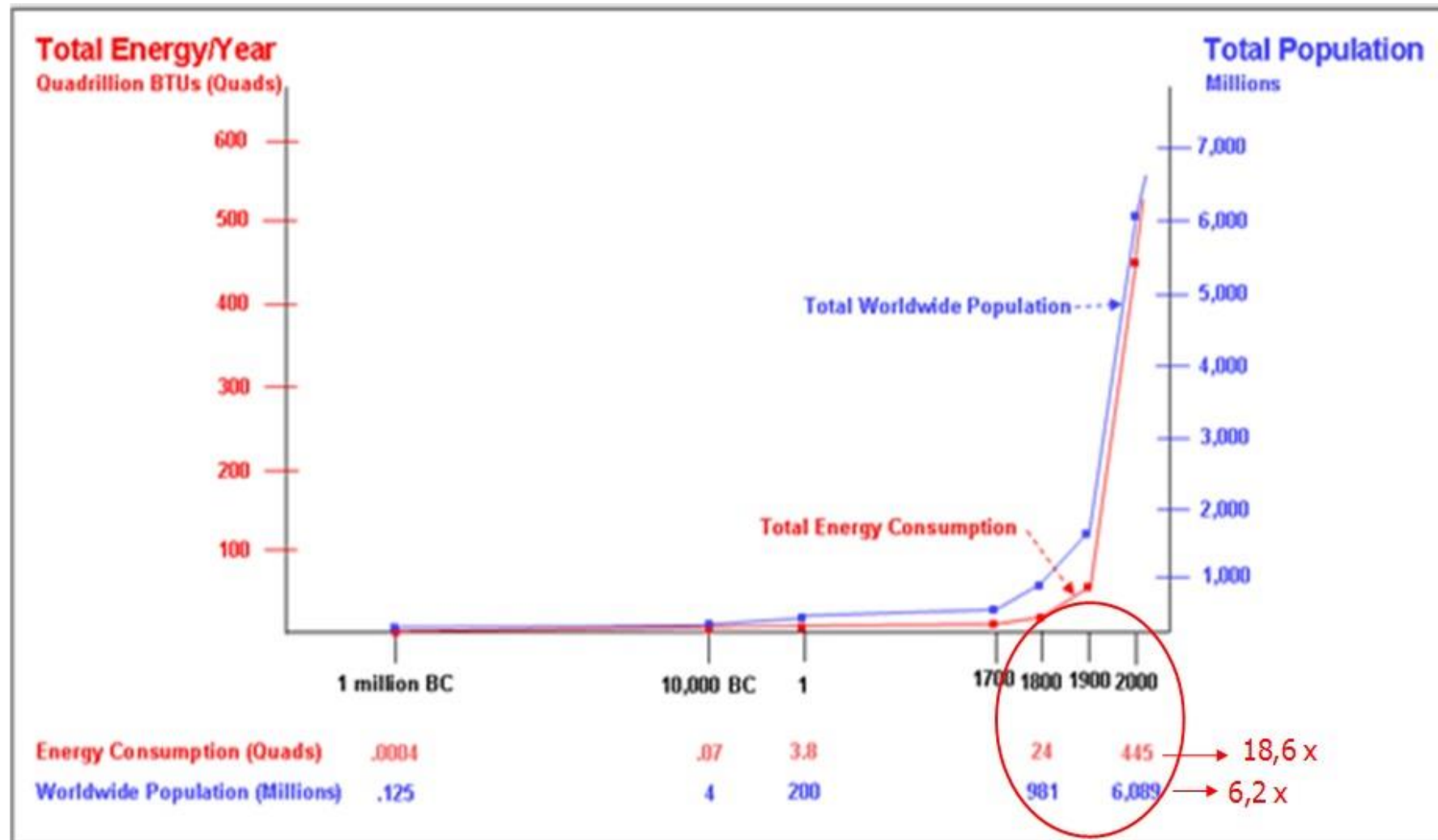
Mobilidade?

Resíduos?

??????

Em todos a Energia está presente!

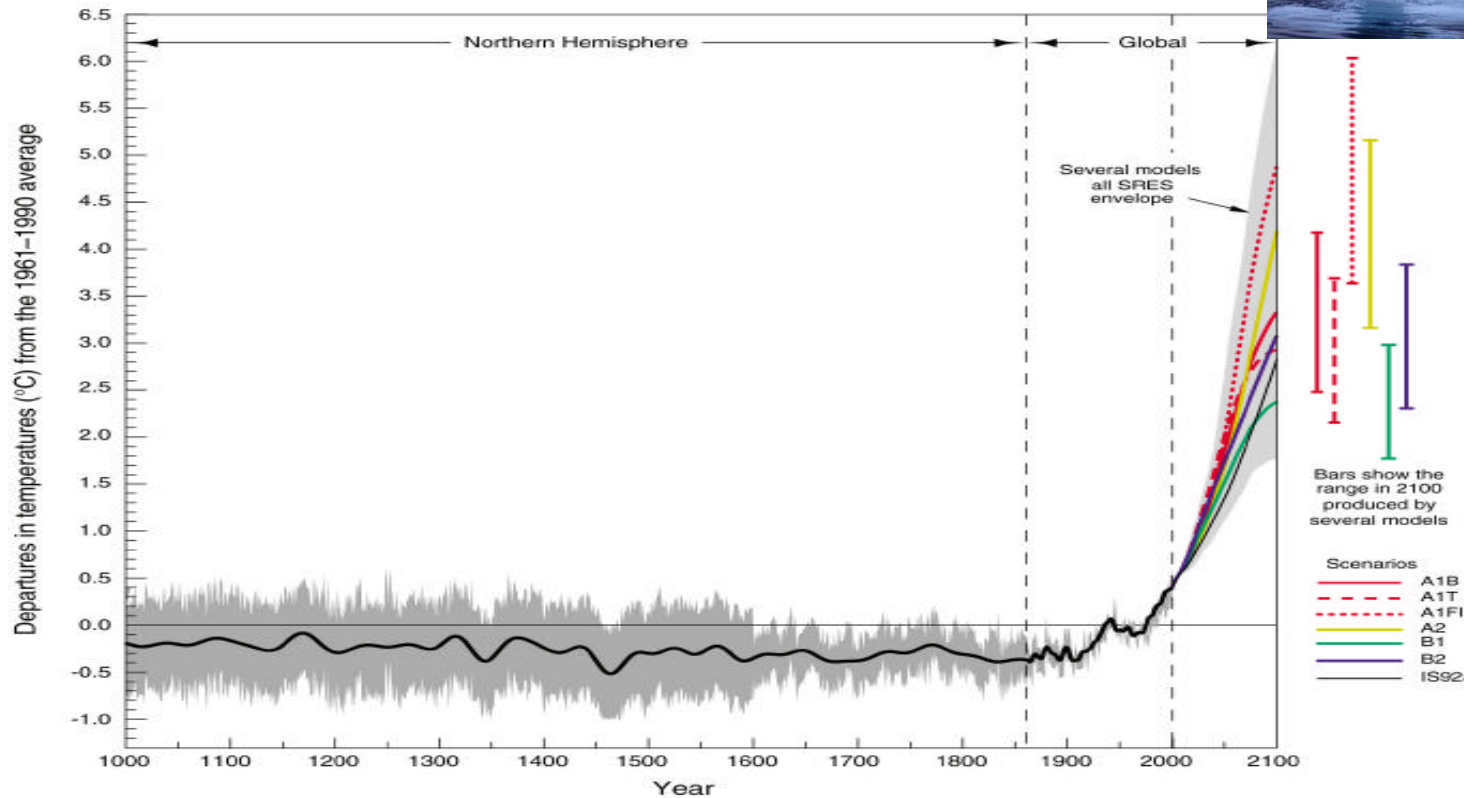
ESGOTAMENTOS DOS RECURSOS NATURAIS



AQUECIMENTO GLOBAL

Variations of the Earth's surface temperature: 1000 to 2100.

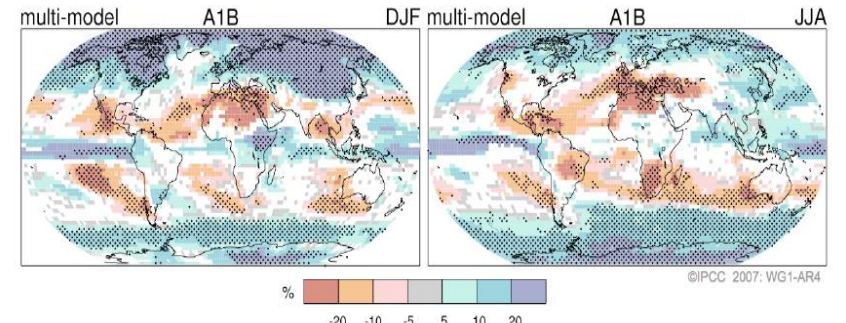
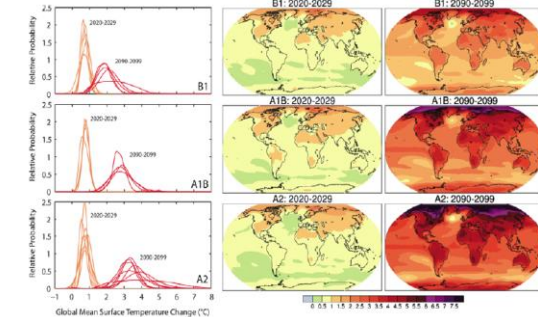
1000 to 1861, N.Hemisphere, proxy data; 1861 to 2000 Global, Instrumental; 2000 to 2100, SRES projections



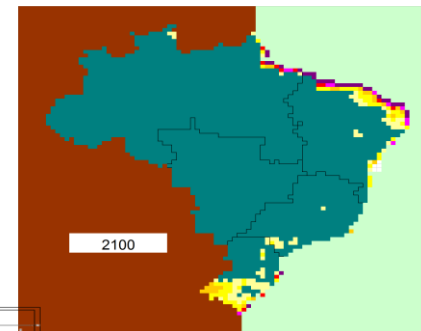
Fonte: IIASA – International Institute for Applied System Analysis

Temperatura...

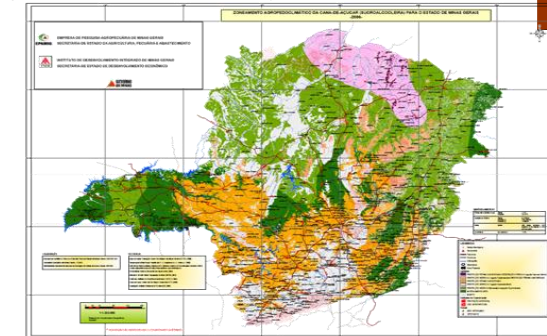
Pluviométrica...



Ventos...

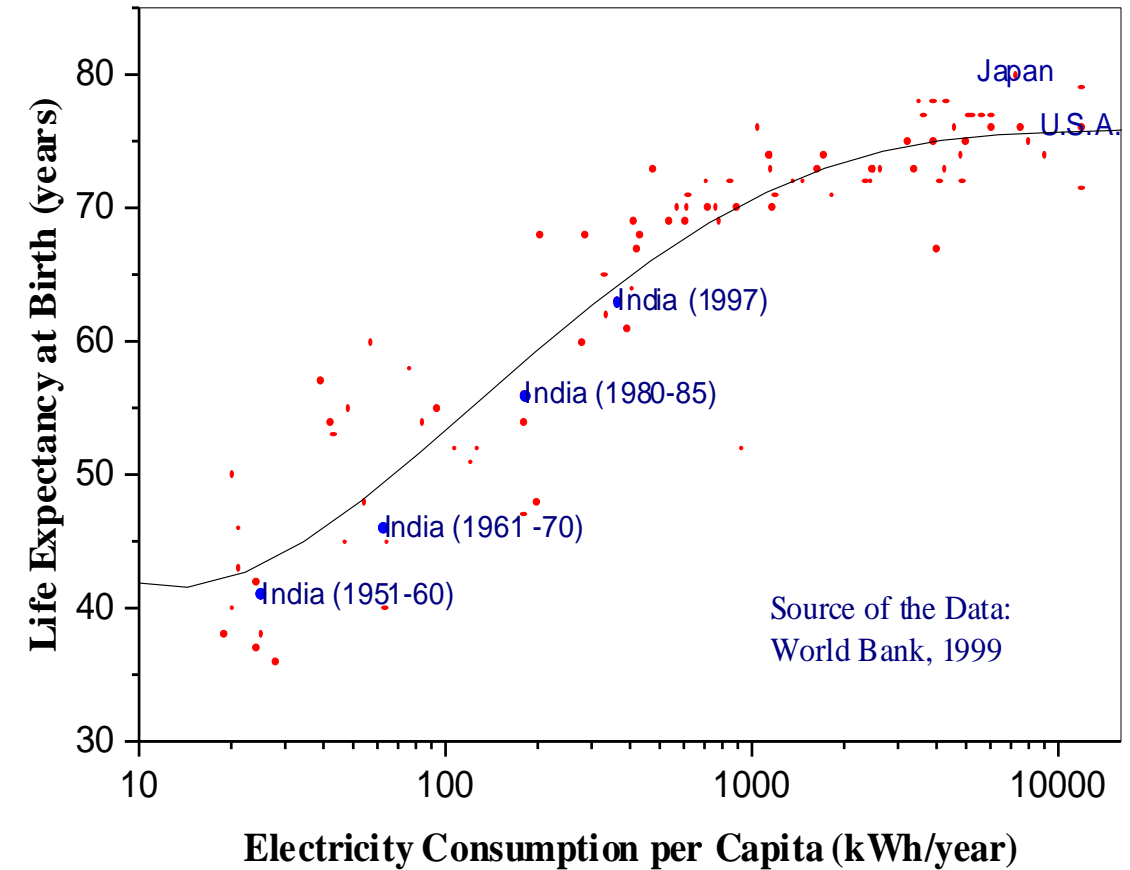
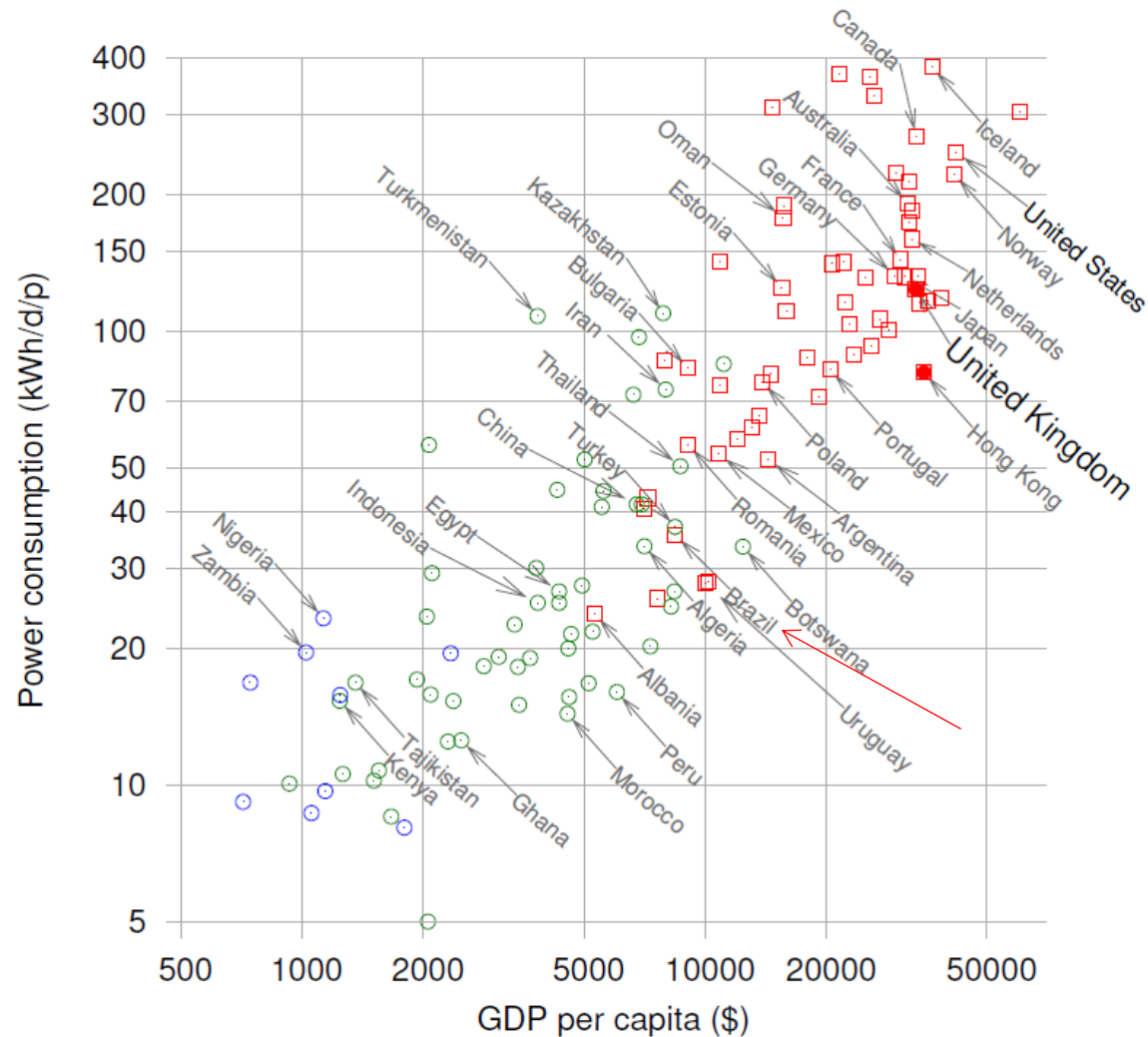


INDI – INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DE MINAS GERAIS
Adaptabilidade da cana-de-açúcar em Minas Gerais

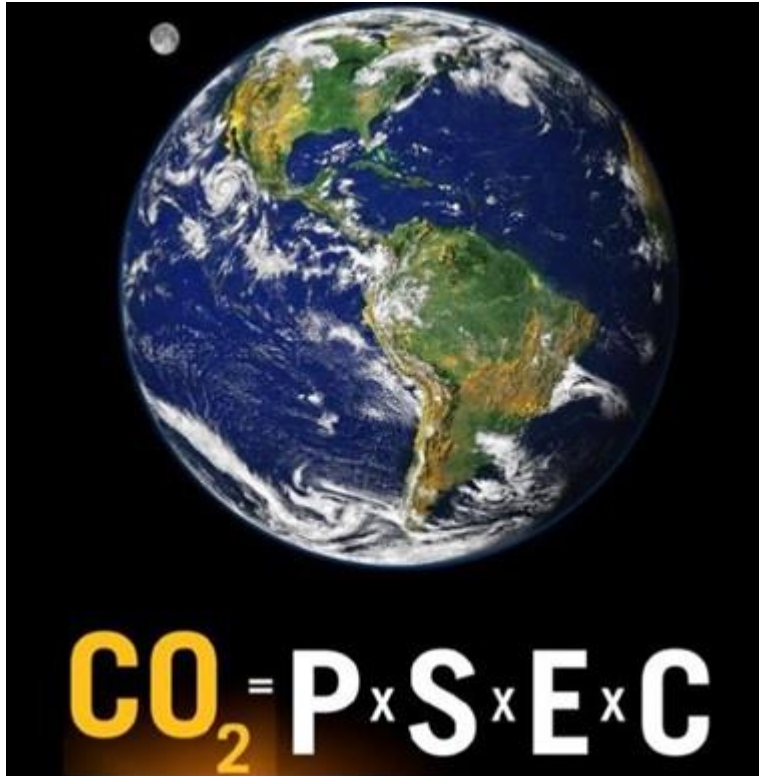


Edafoclimáticas...

ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL



Source of the Data:
World Bank, 1999



Mudanças Climáticas:

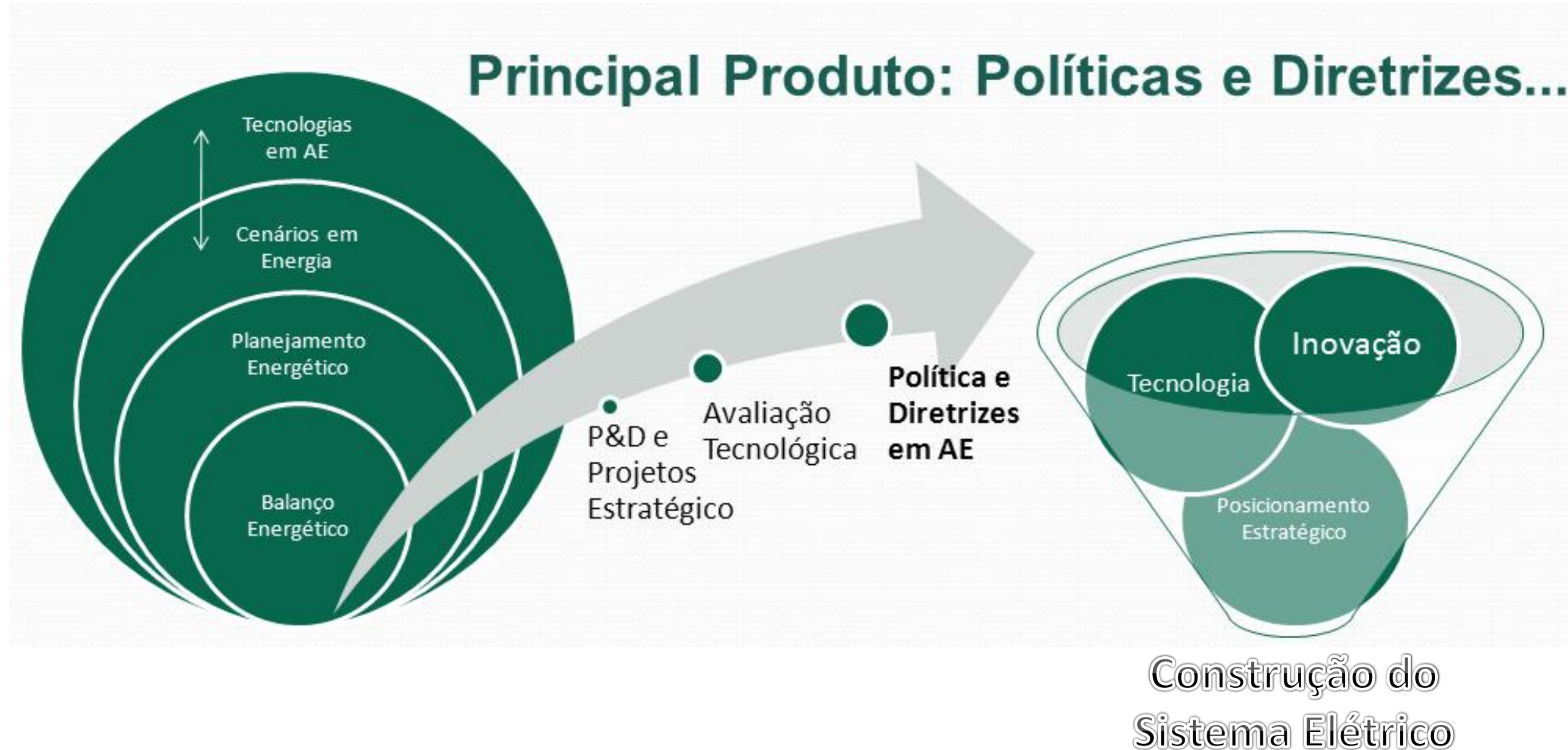
- Controle e captura de emissões
- Reduzir a população
- Mudanças no padrão de consumo
- Eficiência de processos
- Energias renováveis

Baseado na Equação de Kaya...

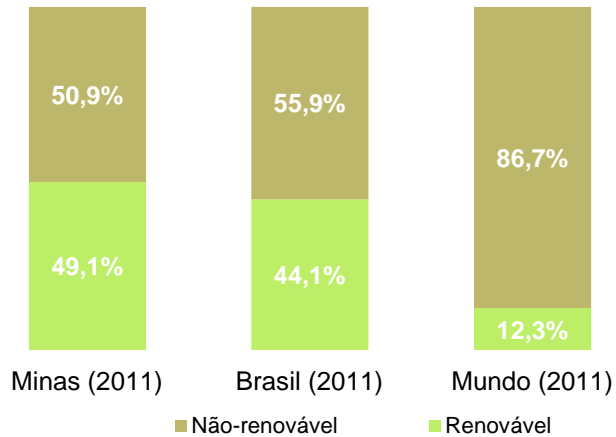
$$CO_2 = \text{Pessoas} \times \frac{\text{Serviços}}{\text{Pessoas}} \times \frac{\text{Energia}}{\text{Serviços}} \times \frac{CO_2}{\text{Energia}}$$

Possibilidades de atuação Local e Global...

COMO SE PLANEJAR AS ALTERNATIVAS:



OFERTA INTERNA DE ENERGIA: Um olhar sobre o Presente Minas Gerais x Brasil x Mundo



Fonte:

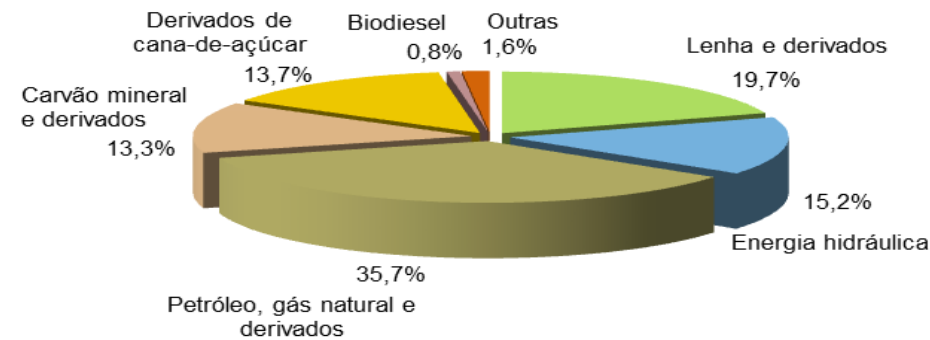
1) Balanço Energético Nacional - 2012 (ano base 2011)

2) Balanço Energético do Estado de Minas Gerais - 2012 (ano base 2011)

3) <http://www.iea.org> (consulta em 20/12/2013)

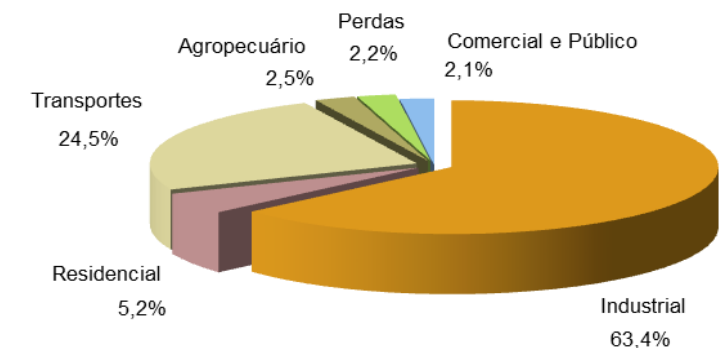
O setor industrial apresenta a maior demanda de energia do Estado, 22,7 milhões de tep, com decréscimo de 0,6% em relação a 2010.

Demanda energética, por fonte (MG)

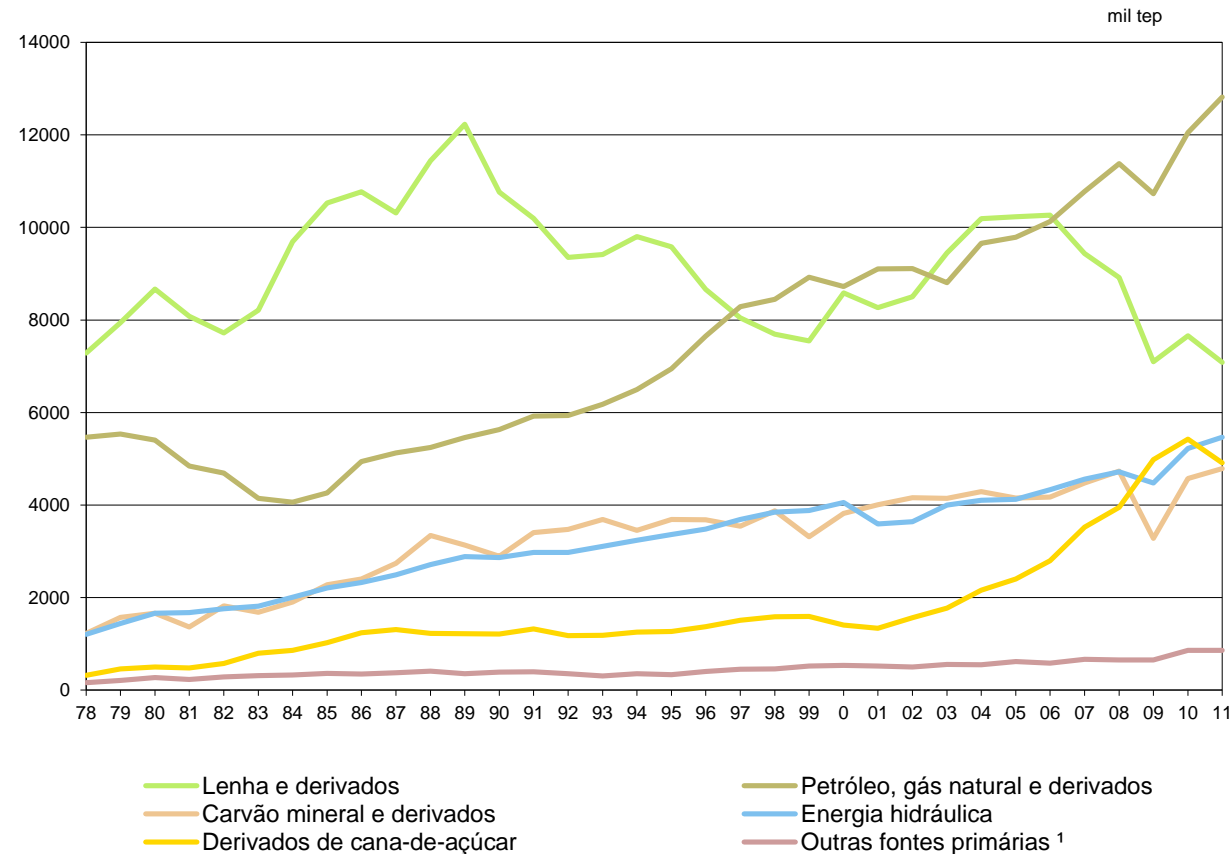


Petróleo, gás natural e derivados apresentam a maior participação na demanda total de energia do Estado. Desse montante, 58,4 % são utilizados no setor de transportes, 31,6% no industrial, 5,1% no residencial, 4,5% no agropecuário e 0,3% nos setores comercial e público.

Demanda energética, por setor (MG)



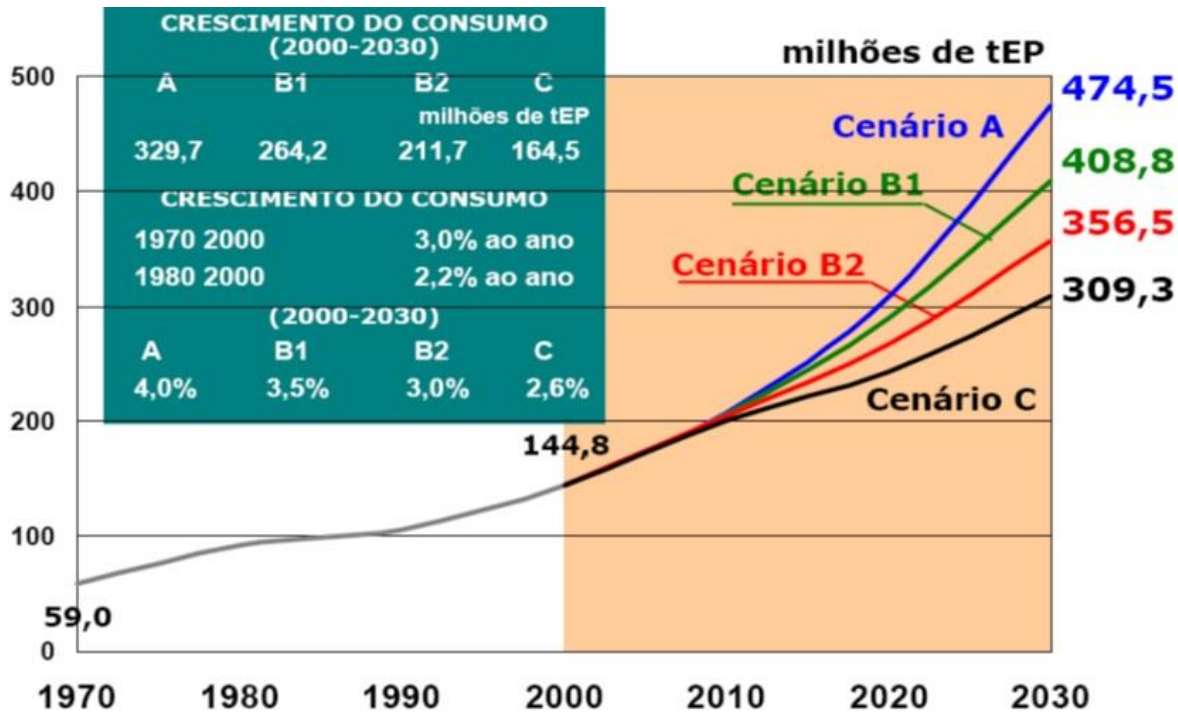
EVOLUÇÃO DA DEMANDA: UM RETRATO DO PASSADO



No período 1978-2011, a demanda cresceu no Estado a uma taxa média de 2,5% ao ano e a variação ocorrida no Brasil foi de 2,9% para o mesmo intervalo de tempo.

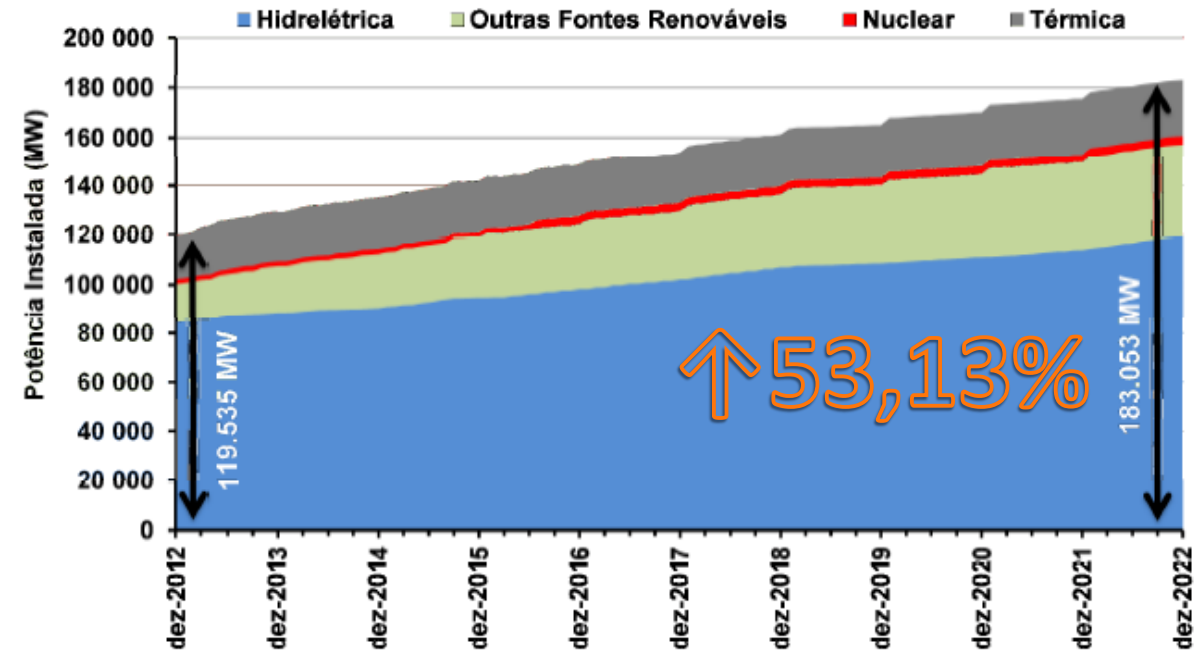
¹ Licor negro e resíduos de biomassa industriais e agrícolas
10³ tep = 11.629 MWh

DESAFIO DE PLANEJAMENTO: UM OLHAR PARA O FUTURO



Fonte: PNE 2030 – EPE/MME

Longo prazo



FORNTE: EPE.

Curto e Médio Prazos

- Historicamente, Planejamento Energético = Planejamento Elétrico;
 - O Planejamento e sua realização → Âmbito Nacional;
 - Significado deste valor...

EXEMPLO DE ROTEIRO TECNOLÓGICO E CENÁRIO PROSPECTIVO

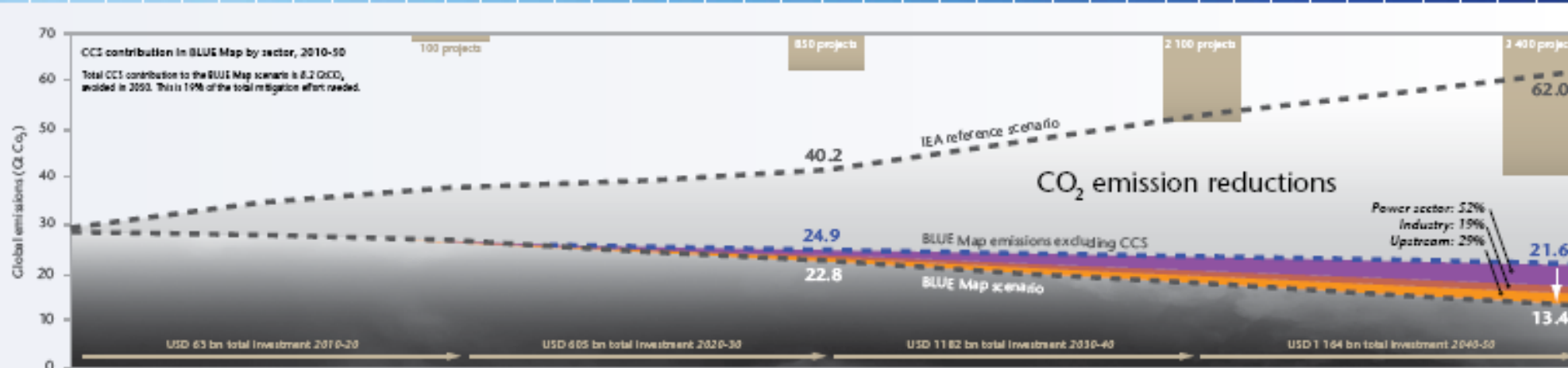
IEA CCS roadmap targets

2010 2020 2030 2040 2050

Key findings

- CCS is an important part of the lowest cost decarbonisation portfolio. Without CCS, overall costs to limit emissions by 2050 rise by 300%. This roadmap achieves 100 projects globally by 2020 and over 2000 projects by 2050.
- This roadmap's level of project development requires an additional investment of only USD 2.3 billion from 2010 to 2020, which is about 1% of the overall investment needed to achieve a 50% reduction in CO₂ emissions by 2050.
- The developed world must lead in the next decade, investing an average of USD 13.4 billion annually between 2010-20. However, CCS technology must spread rapidly to the rest of the world through expanded international collaboration and financing for CCS demonstration in developing countries at an average annual level of USD 1.2-2.3 billion between 2010-20.
- CCS is more than a strategy for "clean coal". CCS technology will be adopted by biomass and gas power plants, in the full transportation and oil processing sectors, and in non-fossil fuel sectors like cement, iron and steel and chemical manufacturing.
- The milestones in this roadmap will only be achievable as expanded international collaboration, new efforts to provide developing countries with CCS technology transfer are needed. Industry works with a global reach should also expand their CCS collaborative efforts.

Global CCS contribution by 2050



Milestones

Category	2010-20	2020-30	2030-40	2040-50
Technology	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrate large scale power plant units • Identify major industrial applications • Demonstrate retrofit to 10% capacity • Identify industrial feedstocks for abatement/CO₂ capture 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce CCS operating capacity to 70% capacity • Demonstrate H₂ production with high purity CO₂ • Achieve full availability of commercial plants (zero and retrofit) • Reduce capital costs by at least 50% 	<ul style="list-style-type: none"> • All power plants operating over 40% capacity (40% including CO₂ capture) • Reduce capital costs by further 50% 	<ul style="list-style-type: none"> • Commercial systems with gas separation membranes • Continue to reduce energy penalty • Demonstrate chemical looping for coal and gas, process and chemical using absorption, cryogenic
Regulatory	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatory frameworks in place for CCS abatement in OECD countries • Regulatory framework in place for CCS abatement in early major non-OECD countries • Regulatory framework in place for CCS abatement in non-OECD countries 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete major regulatory frameworks in place in all countries 	<ul style="list-style-type: none"> • Continue to refine and extend legal and regulatory frameworks in all regions in CCS operational business 	
Finance	<ul style="list-style-type: none"> • Provide USD 3-4 billion annually for CCS abatement in OECD countries • Provide USD 1.0-2.0 billion annually for CCS abatement in non-OECD countries 	<ul style="list-style-type: none"> • Provide USD 1.0-2.0 billion annually for CCS abatement in OECD countries • Provide USD 1.0-2.0 billion annually for CCS abatement in non-OECD countries 	<ul style="list-style-type: none"> • Provide USD 1.0-2.0 billion annually for CCS abatement in OECD countries • Provide USD 1.0-2.0 billion annually for CCS abatement in non-OECD countries 	<ul style="list-style-type: none"> • Continue to market and edge CCS financing capacity in operational business
Public engagement	<ul style="list-style-type: none"> • Provide greater governmental resources 	<ul style="list-style-type: none"> • Develop and apply a range of low cost public engagement techniques in CCS abatement projects 	<ul style="list-style-type: none"> • Refine public engagement strategies in all regions in CCS operational business 	

Next 10 years a critical period for CCS
Achieving this roadmap's vision will require an ambitious investment in CCS demonstration over the next decade. The developed world will need to lead, working in close collaboration with developing countries to share knowledge and best practices for technology, regulatory and public engagement strategies.

Number of projects needed by 2050: 100

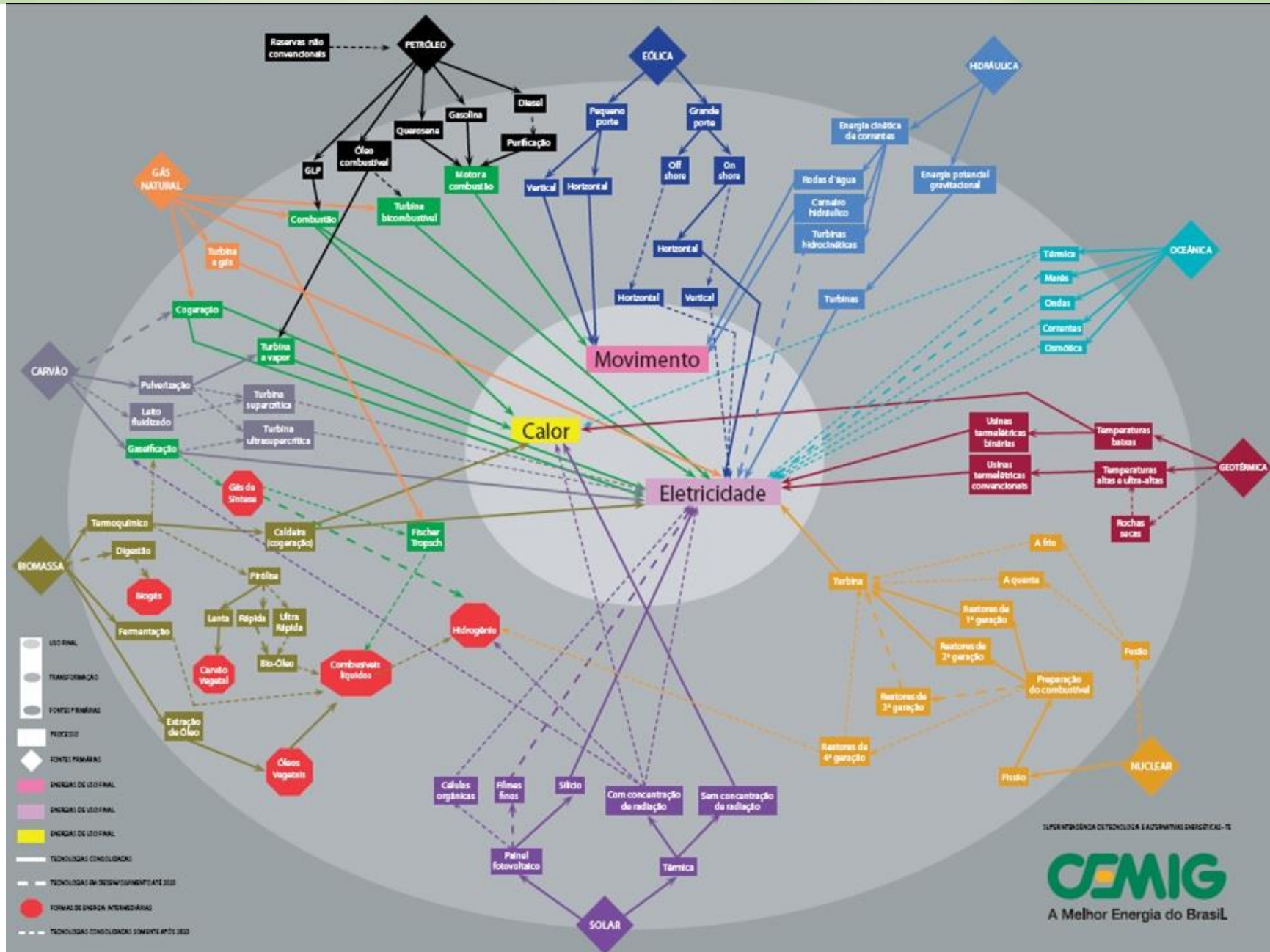


CCS emissions avoided by sector by 2020-2050 (GtCO₂)



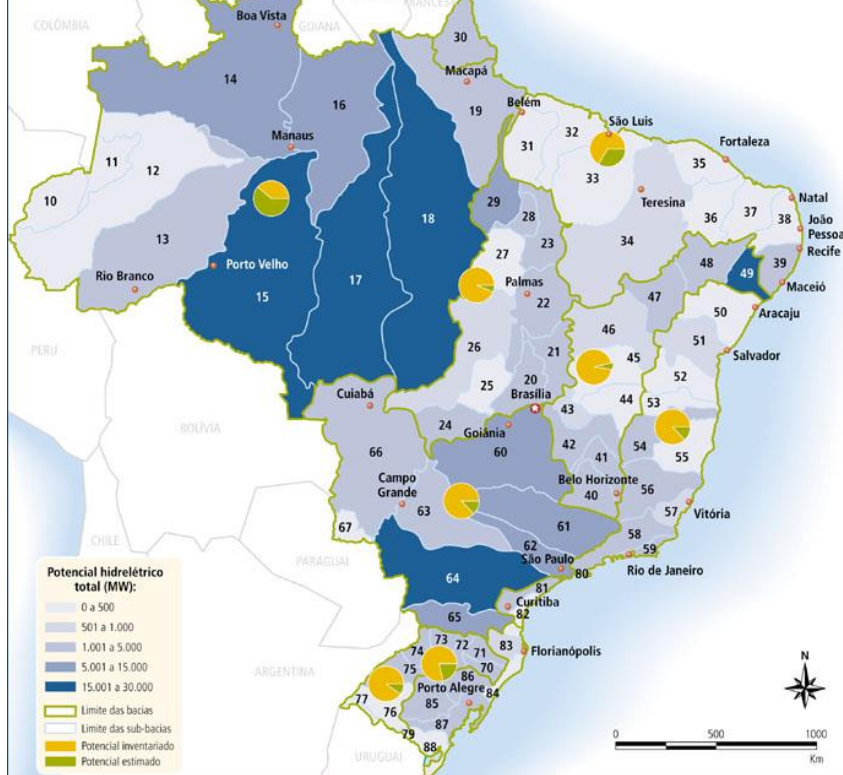
Additional investment needed by 2030: USD 42 bn





POTENCIAL HÍDRICO:

Fonte: CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS - ELETROBRAS. Sistema de informação do potencial hidrelétrico brasileiro - SIPOT. Rio de Janeiro, abr. 2003.



Energia para Base do Sistema:

- Hídrica
- Térmica

Opção atual da Sociedade: Usinas Sem reservatório.

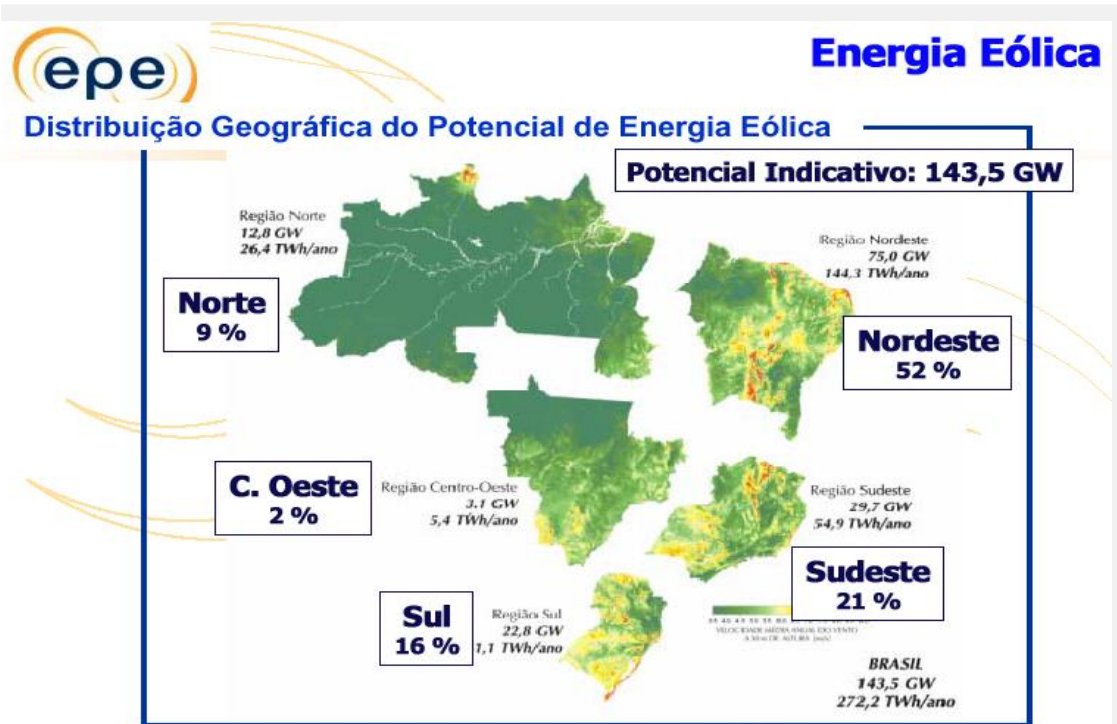
Maior implicação: Redução da Confiabilidade e disponibilidade de energia.

Potencial Hidrelétrico Brasileiro em cada Estágio por Estado - Dezembro de 2013 (MW)

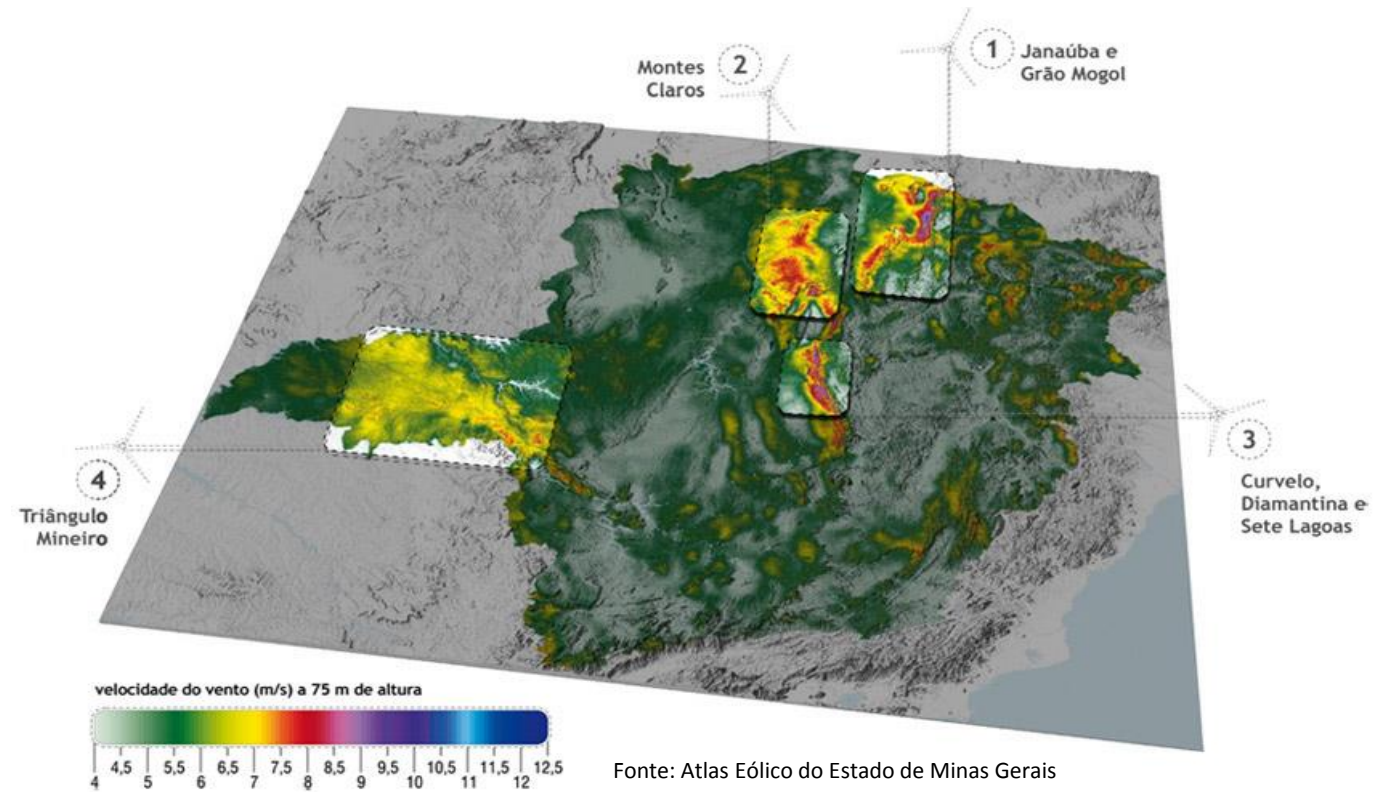
Estágio	1 - Remanescente	2 - Individualizado	4 - Inventário	5 - Viabilidade	6 - Projeto Básico	7 - Construção	8 - Operação	Total
UF	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)	Soma de Potência (MW)
AC	402,00	656,00	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1.120,50
AL	0,00	17,20	4,50	1.165,00	0,00	0,00	1.582,25	2.768,95
AM	6.226,00	6.709,00	7.046,40	0,00	7,03	0,00	250,00	20.238,43
AP	360,00	0,00	1.059,70	285,00	7,50	439,20	76,95	2.228,35
BA	0,00	324,48	1.607,76	3.037,90	361,09	0,00	6.858,53	12.189,76
CE	0,00	0,00	3,45	0,00	17,57	0,00	4,00	25,02
DF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	30,00
ES	108,20	105,10	634,09	0,00	13,60	0,00	557,91	1.418,91
GO	2.564,00	36,05	3.481,99	368,00	188,72	0,00	6.001,72	12.640,48
MA	146,00	146,00	462,35	755,50	2,50	0,00	663,18	2.175,53
MG	973,00	1.776,90	7.259,40	117,00	676,12	34,75	12.294,89	23.732,06
MS	113,21	903,48	792,46	0,00	677,46	0,00	3.627,54	6.114,15
MT	4.511,90	1.234,00	10.874,55	75,00	820,84	1.266,94	1.886,47	20.669,70
PA	2.379,00	3.713,00	21.341,58	930,00	700,00	12.330,30	8.500,30	49.894,18
PB	0,00	5,50	2,10	0,00	0,00	0,00	3,52	11,12
PE	0,00	0,00	300,75	500,00	22,12	0,00	752,02	1.574,89
PI	0,00	0,00	269,50	91,50	0,00	0,00	118,65	479,65
PR	1.212,76	271,43	3.820,92	1.953,73	875,52	0,00	15.991,20	24.125,56
RJ	422,20	123,00	699,82	475,00	82,68	0,00	1.453,92	3.256,63
RN	0,00	0,00	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15
RO	1.052,46	4.254,33	488,37	0,00	64,10	85,40	7.274,85	13.219,51
RR	4.178,00	84,00	1.301,30	324,00	0,00	0,00	5,00	5.892,30
RS	491,10	1.296,00	3.391,12	146,00	275,07	4,75	4.475,25	10.079,29
SC	254,12	222,40	1.918,23	281,00	432,55	24,12	4.030,60	7.163,02
SE	0,00	0,00	0,00	1.165,00	0,00	0,00	1.581,00	2.746,00
SP	441,00	375,00	879,09	2.161,50	239,58	0,00	11.058,87	15.155,04
TO	156,60	0,00	2.028,91	2.304,00	6,00	0,00	2.313,70	6.809,21
Totais	25.991,55	22.252,87	69.732,99	16.735,13	5.470,05	14.185,46	91.392,32	245.760,39

11.437,17 MW Disponíveis em Minas Gerais...

POTENCIAL EÓLICO:

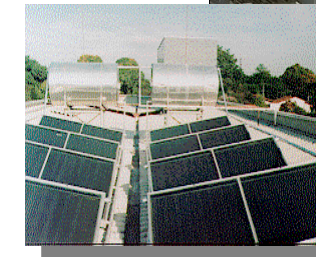
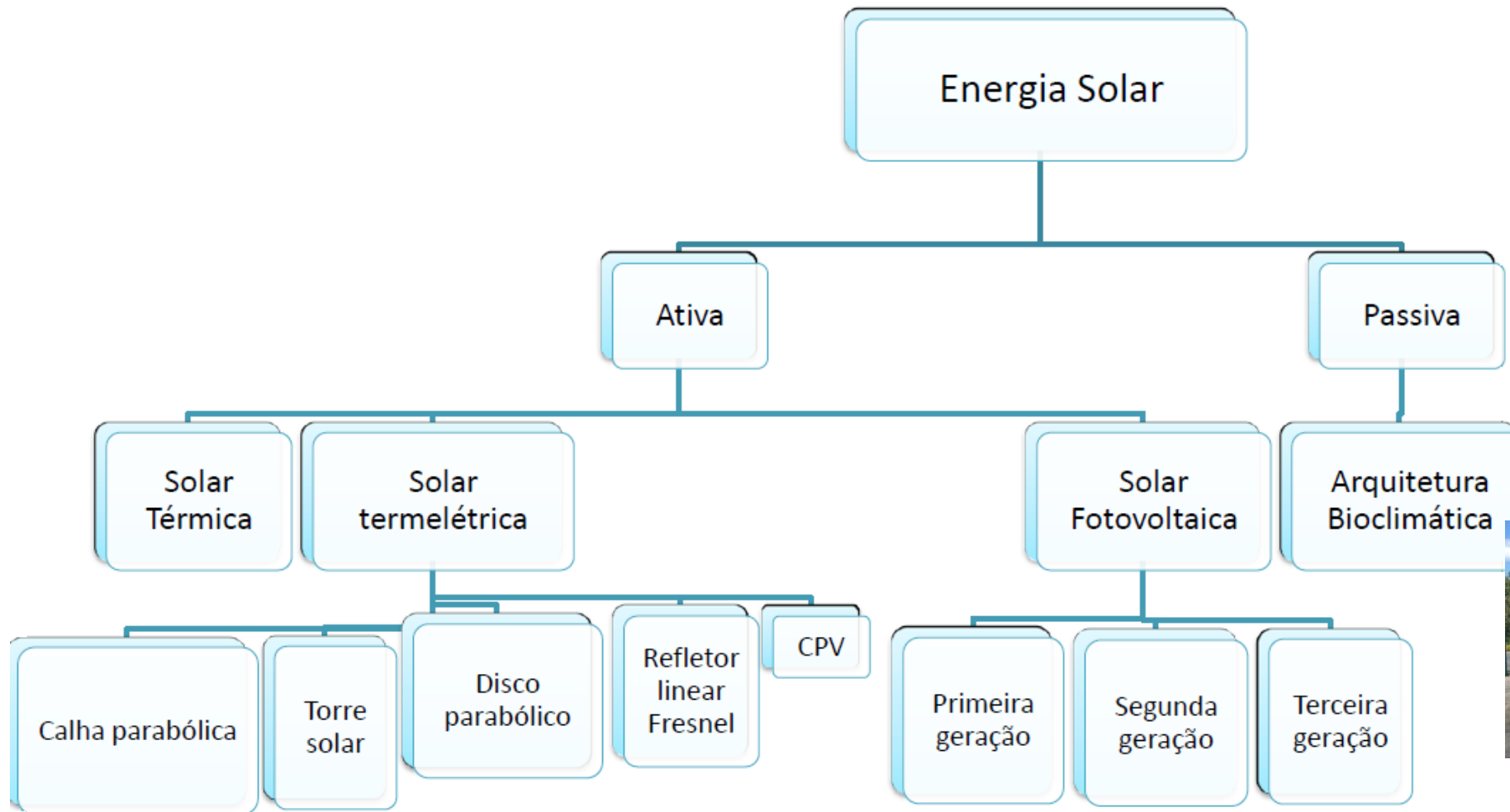


Fonte: Atlas de Energia Eólica – Cepel/Eletronbras

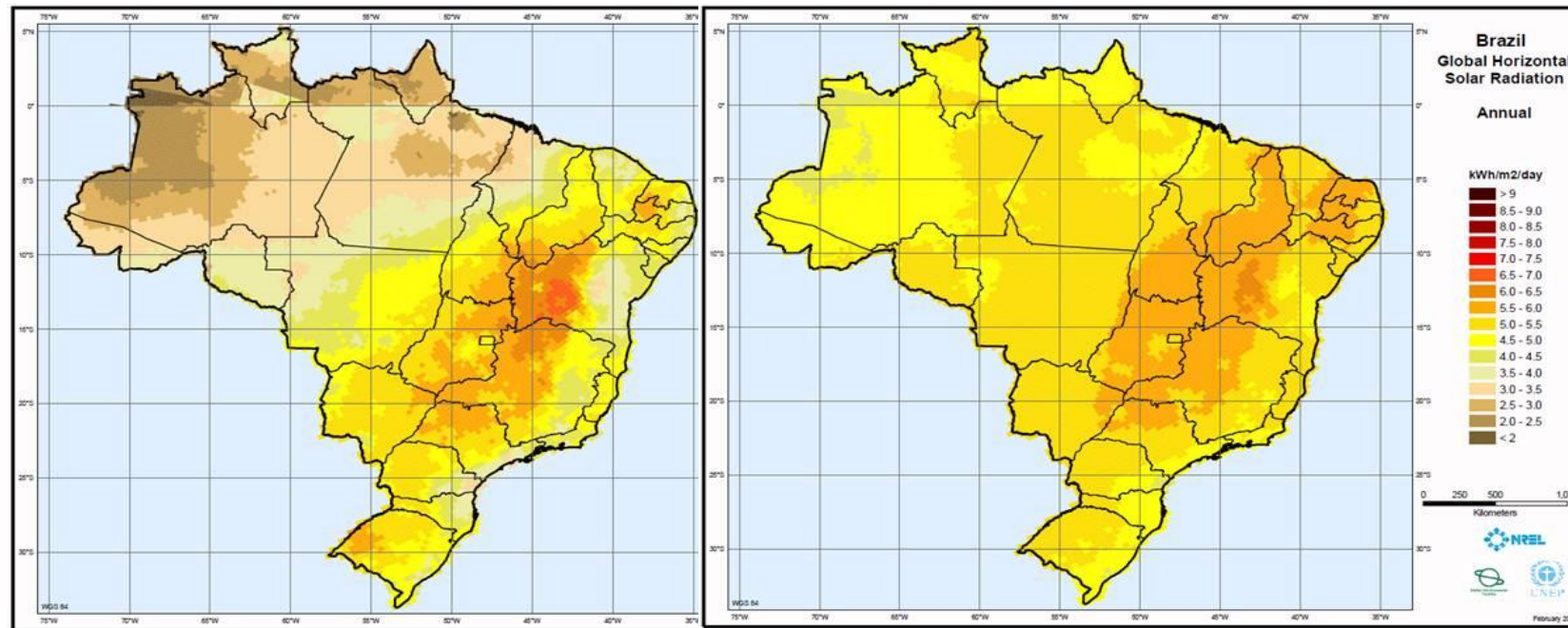


Fonte: Atlas Eólico do Estado de Minas Gerais

POTENCIAL SOLAR:

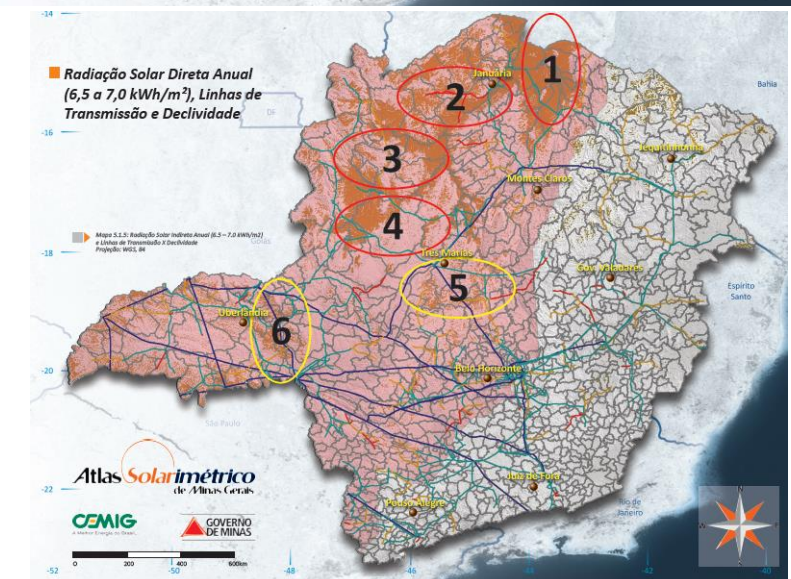
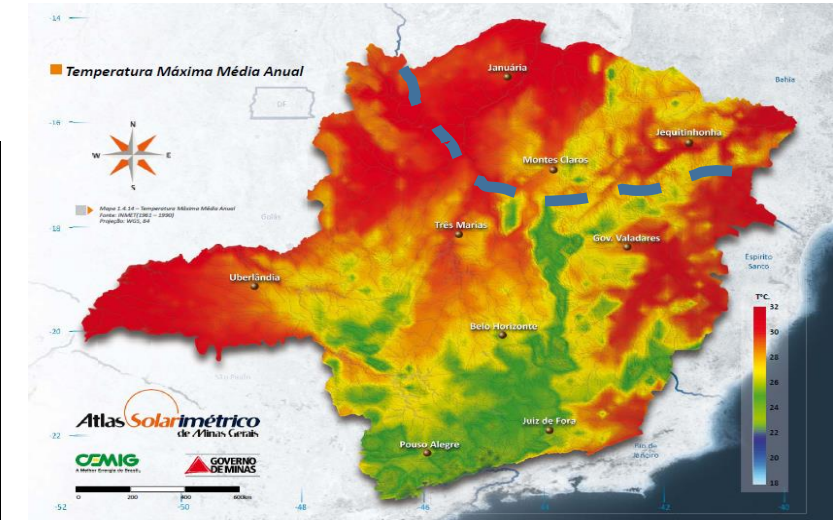


POTENCIAL SOLAR:



Radiação solar direta:
- Concentradores solares

Radiação solar global:
- Energia fotovoltaica



Potencial Solar para Grande Empreendimentos em Energia

POTENCIAL DE BIOMASSA:

Biogás - RSU

Região	Estado	Emissões Totais (m³ biogás)	Emissões (m³/h)	Potencial (MW)
Sul	Paraná	1.944.920.684	7.401	9,3
	Rio Grande do Sul	1.832.307.728	6.972	8,7
	Santa Catarina	1.000.130.733	3.806	4,8
	Total	4.777.359.145	18.179	23
Centro-Oeste	Distrito Federal	1.359.811.798	5.174	6,5
	Goiás	1.848.266.726	7.033	8,8
	Mato Grosso	752.404.045	2.863	3,6
	Mato Grosso do Sul	613.531.491	2.335	2,9
Total	4.574.014.060	17.385	22	
Sudeste	Espírito Santo	1.315.949.632	5.000	6,3
	Minas Gerais	6.471.007.946	24.800	30,8
	Rio de Janeiro	8.492.025.400	32.200	40,4
	São Paulo	19.425.511.700	73.500	92,4
	Total	26.214.494.708	135.861	170
Nordeste	Alagoas	2.222.222.222	8.500	10,7
	Bahia	2.544.444.444	9.682	12,1
	Ceará	2.261.555.555	8.606	10,8
	Maranhão	1.278.098.633	4.863	6,1
	Pernambuco	775.124.398	2.949	3,7
	Piauí	1.520.345.972	5.785	7,2
	Pernambuco	398.217.457	1.515	1,9
	Rio Grande do Norte	502.021.225	1.910	2,4
	Sergipe	439.542.538	1.673	2,1
	Total	7.174.887.872	26.523	33,4
Norte	Acre	197.241.579	751	0,9
	Amapá	223.131.550	849	1,1
	Amazonas	1.070.330.917	4.073	5,1
	Pará	1.563.842.901	5.951	7,4
	Rorônia	284.328.413	1.082	1,4
	Roraima	100.126.034	381	0,5
	Tocantins	39.719.432	1.494	1,9
	Total	3.831.720.826	14.580	18
	Total		225.548	282

282 MW

Resíduos Agrosilvopastoris:

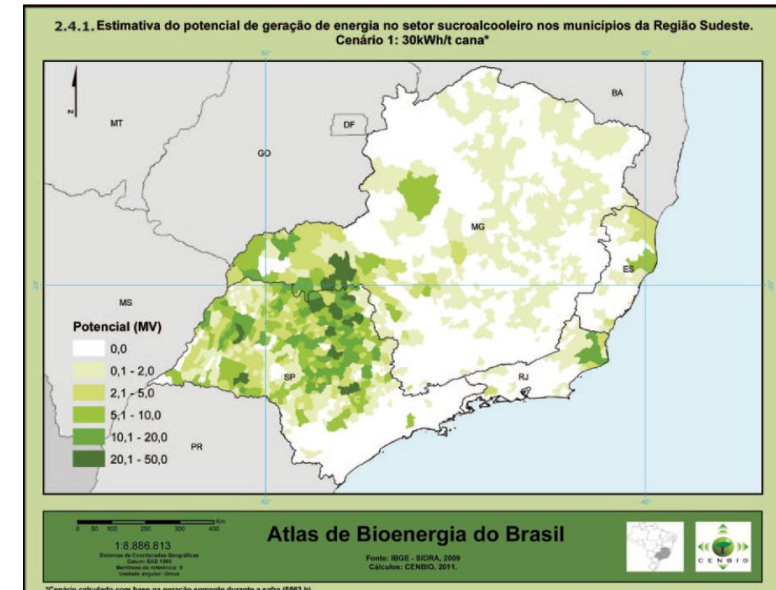
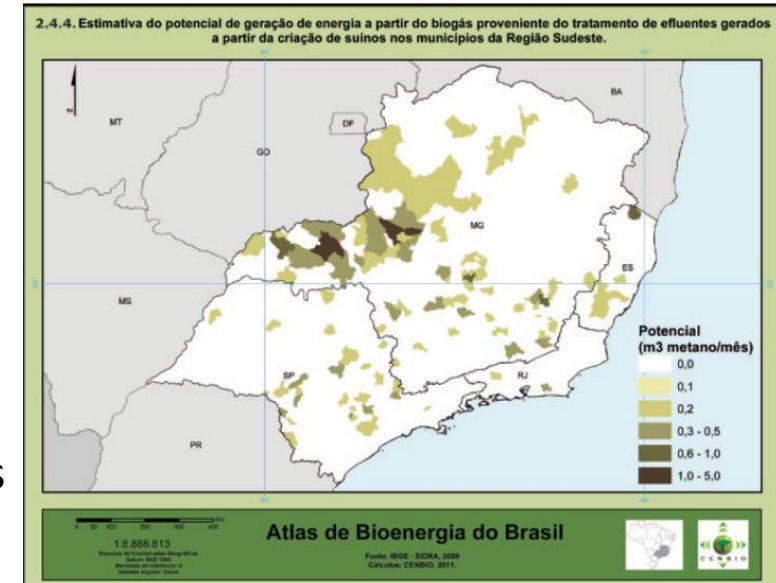
Sector	Produto/Fase	Produção Total	Resíduos	Efluentes	Potencial	
Agroindústria associada à agricultura	Culturas	Produção industrializada (t)	Total de Resíduos (t/ano)	Efluentes (m³/ano)	Potencial Energético (MW/ano)	
		Soja	57.345.382	41.862.129	0	3.422
	Milho	50.745.996	29.432.678	0	2.406	
	Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro)		671.394.957	201.418.487	0	16.464
		Cana-de-açúcar (vulgar)	-	-	604.255.461	-
	Feijão	3.486.763	1.847.984	0	143	
	Arroz	12.651.774	2.530.355	0	175	
	Trigo	5.055.525	3.033.315	0	238	
	Mandioca	23.786.281	0	0	-	
	Café	2.440.057	1.220.029	0	97	
	Cacau	218.487	83.025	0	7	
	Banana	199.282	99.640	0	-	
	Laranja	16.944.529	8.825	0	-	
	Coco-da-baía	675.012	405.000	0	39	
	Castanha de caju	110.253	40.484	0	8	
Uva	614.574	0	0	-		
SUBTOTAL		845.668.872	201.418.487	604.255.461	22.999	
Pecuária	Criações	Criações (mil cabeças/ano)	Efluentes (m³/ano)	Potencial Energético (MW/ano)		
		1.212.500	23.600.054	137		
	Bovinos (leite)	435	316.909.675	1.032		
	Suínos	15.434	20.379.732	122		
	SUBTOTAL	5.000	365.315.261	-	1.291	
Agroindústria associada à pecuária	Animais abatidos (mil litros de leite)	Total de Resíduos (t/ano)	Efluentes (m³/ano)	Potencial Energético (MW/ano)		
		4.773.641.106	-	69.434.780	7,6	
	Abatidos (carne)	12.037.241.550	216.670	19.643.882	2,2	
	Abatidos (peles)	30.932.830	49.493	12.373.132	1,4	
	SUBTOTAL	16.861.313.361	266.163	121.540.947	15	
Florestal	Etapas da cadeia produtiva	Madeira em tora (m³/ano)	Total de Resíduos (m³/ano)	Efluentes (m³/ano)	Potencial Energético (MW/ano)	
		122.159.595	34.795.898	-	650	
	Colheita	-	50.778.566	-	954	
	SUBTOTAL	122.159.595	85.574.465	-	1.604	

Fonte: PNRS, 2010

Além disso:

- ETA
- ETE
- Efluentes Industriais
- Resíduos Industriais
- Florestas energéticas
-

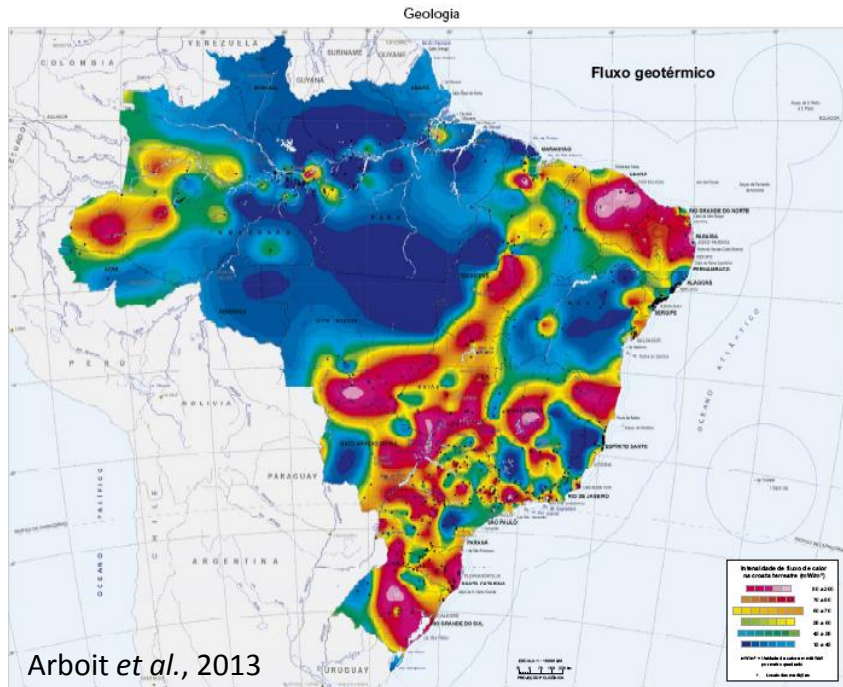
- Milhares de Unidades de GD!



Fonte: Abrelpe, 2013

A Cemig está desenvolvendo um projeto de P&D – Atlas de Potencial Energético da Biomassa em MG...

OUTROS POTENCIAIS:

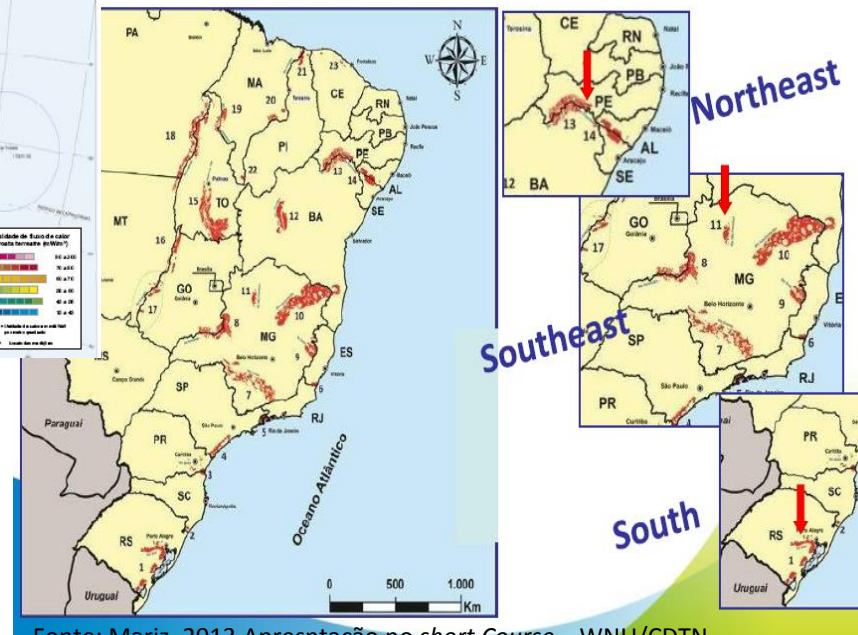


Geotérmico

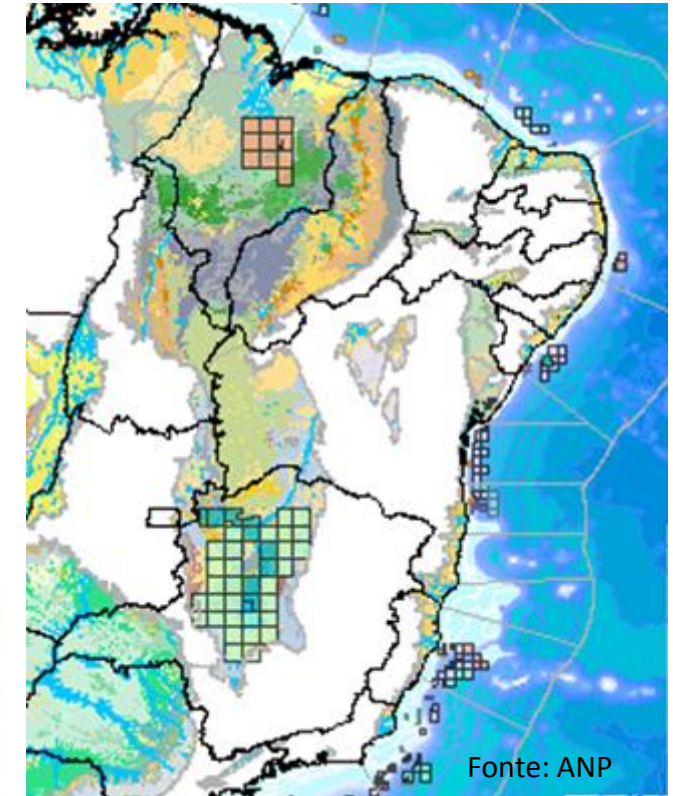
250 MWt

Não é adequado para Eletricidade...

???



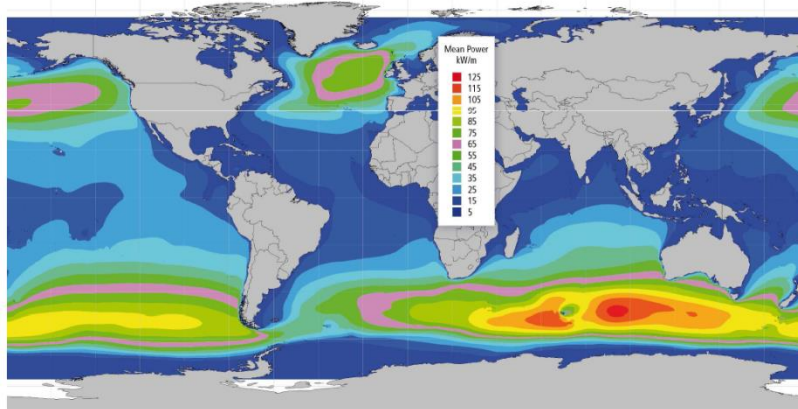
Nuclear



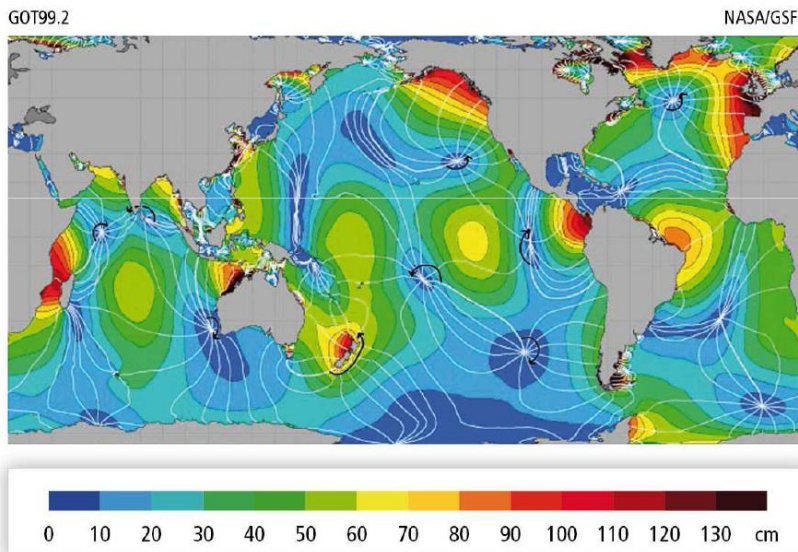
Gás Natural

Grande expectativa para desenvolvimento regional e social...

OUTROS POTENCIAIS:

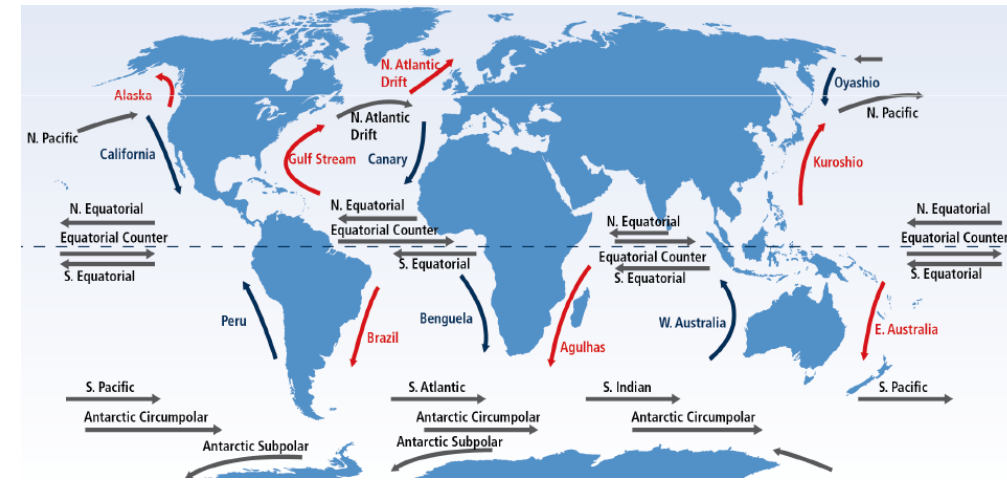


Ondas¹
Brasil :
 $72 \cdot 10^9 \frac{kWh}{ano}$

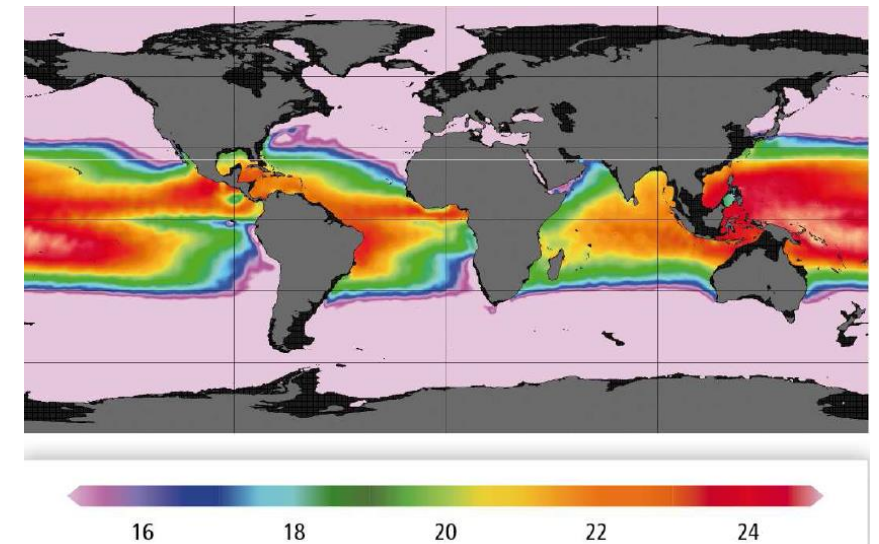


Mares¹
Brasil :
 $462 \cdot 10^9 \frac{kWh}{ano}$

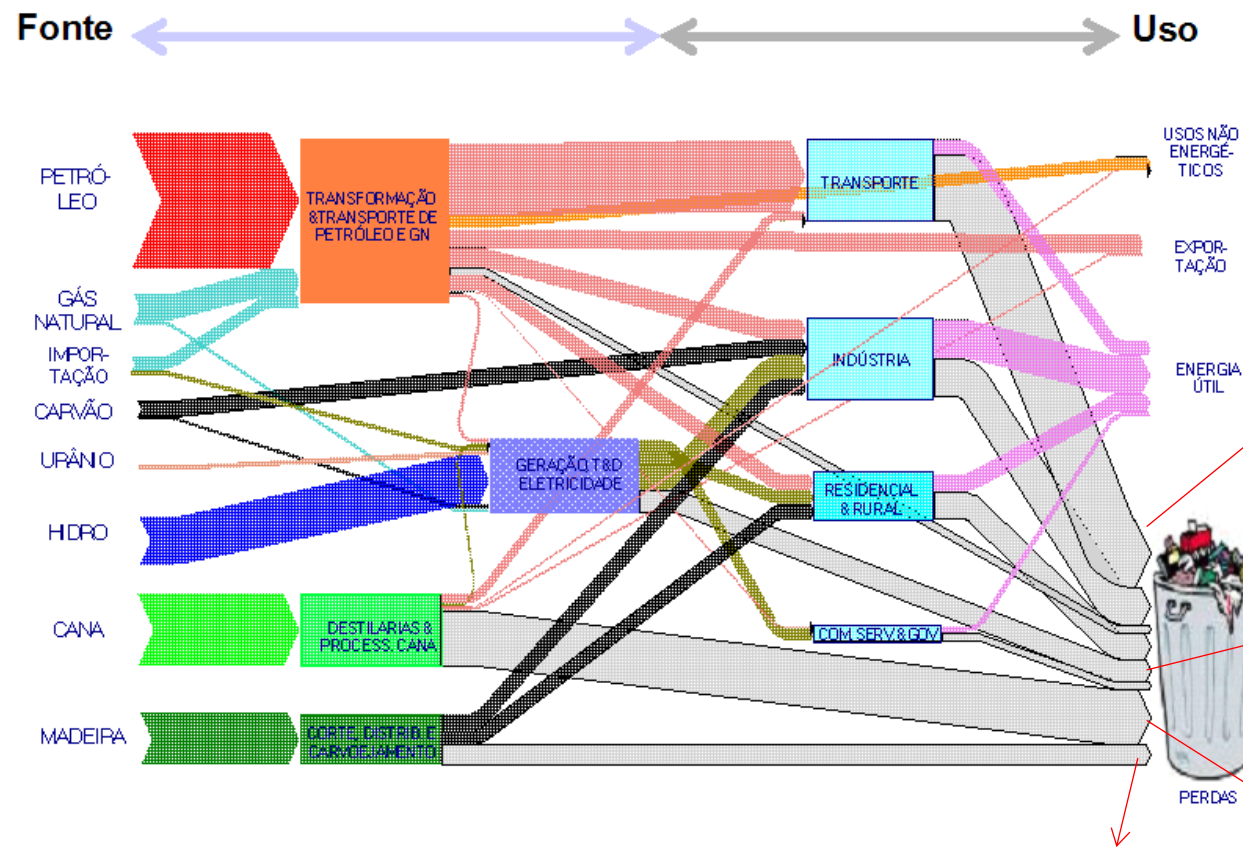
Correntes Oceânicas



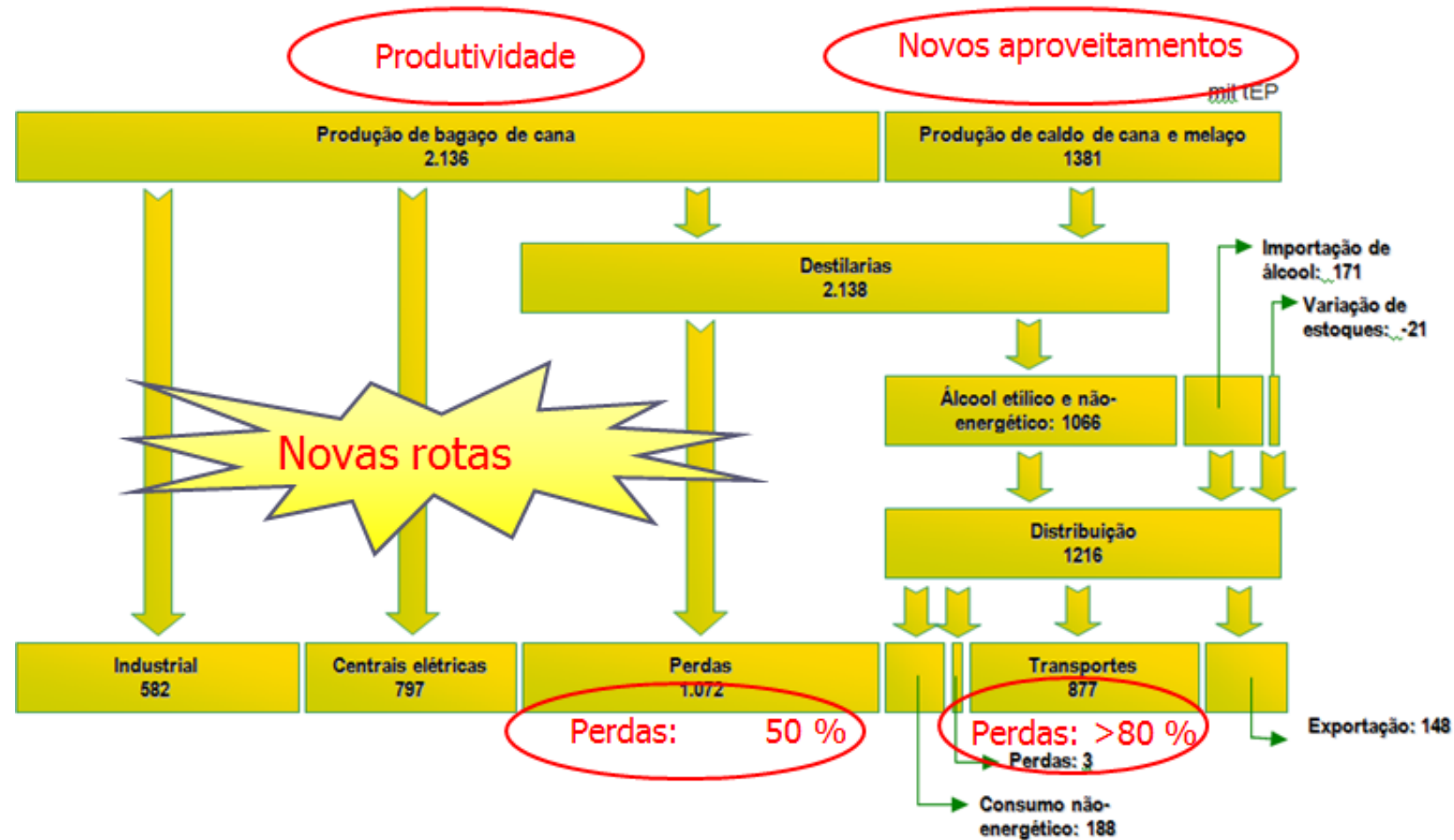
Gradiente Térmico



EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:



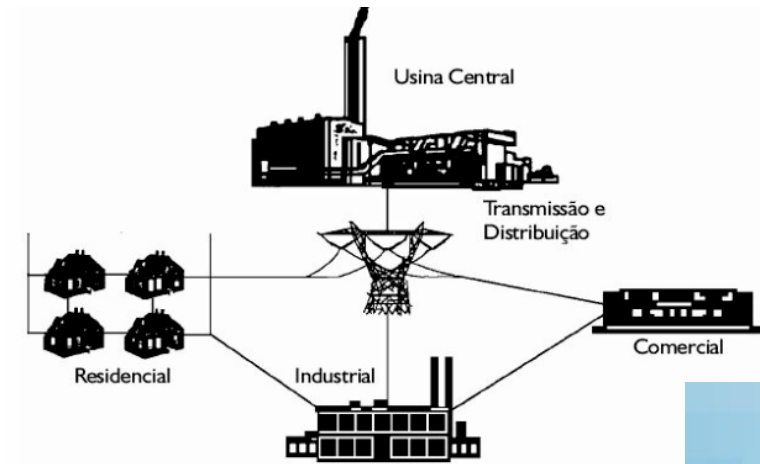
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:



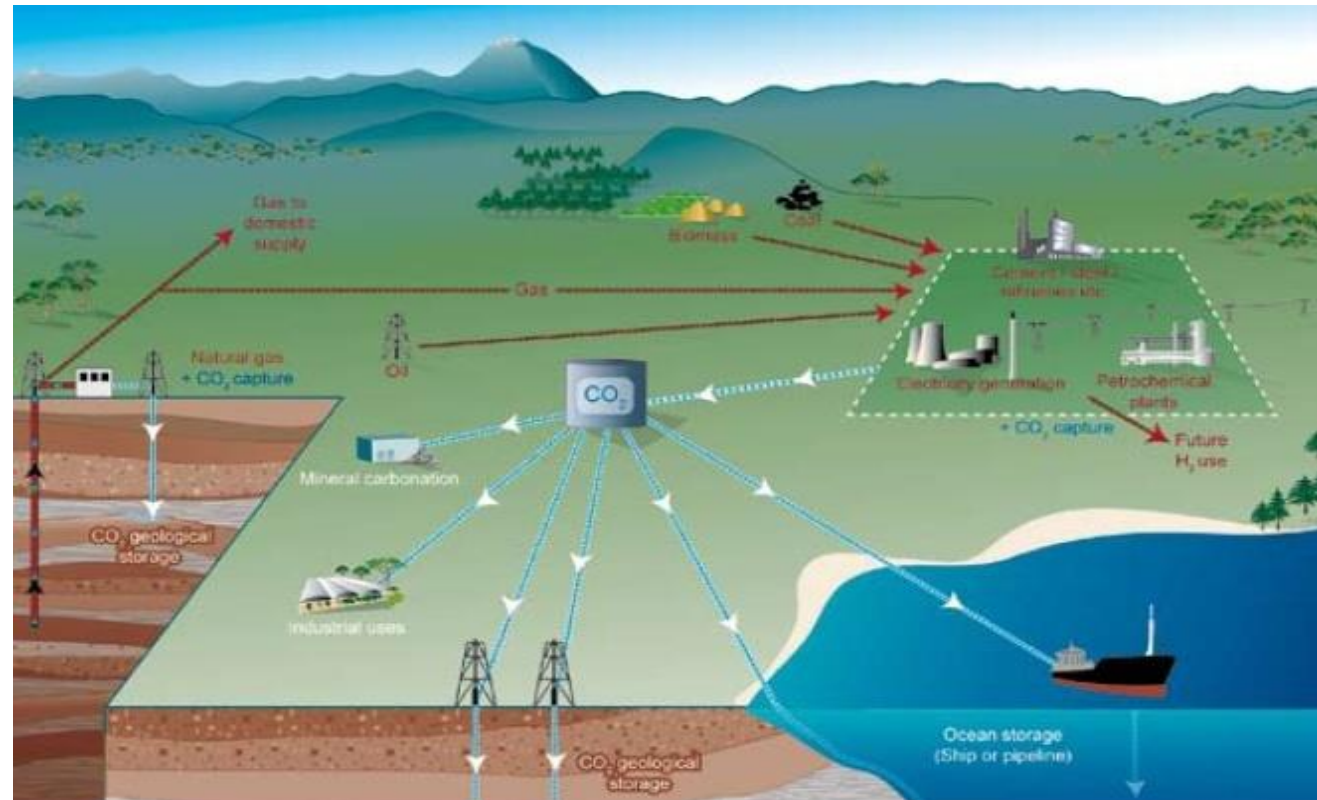
O edital 14/2014 Fapemig prevê a seleção de projeto de P&D Cemig/Aneel/Fapemig abordando o tema de Eficiência Energética: ATLAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE MINAS GERAIS...

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA:

GD E SG modificarão significativamente a relação da sociedade com o sistema elétrico...

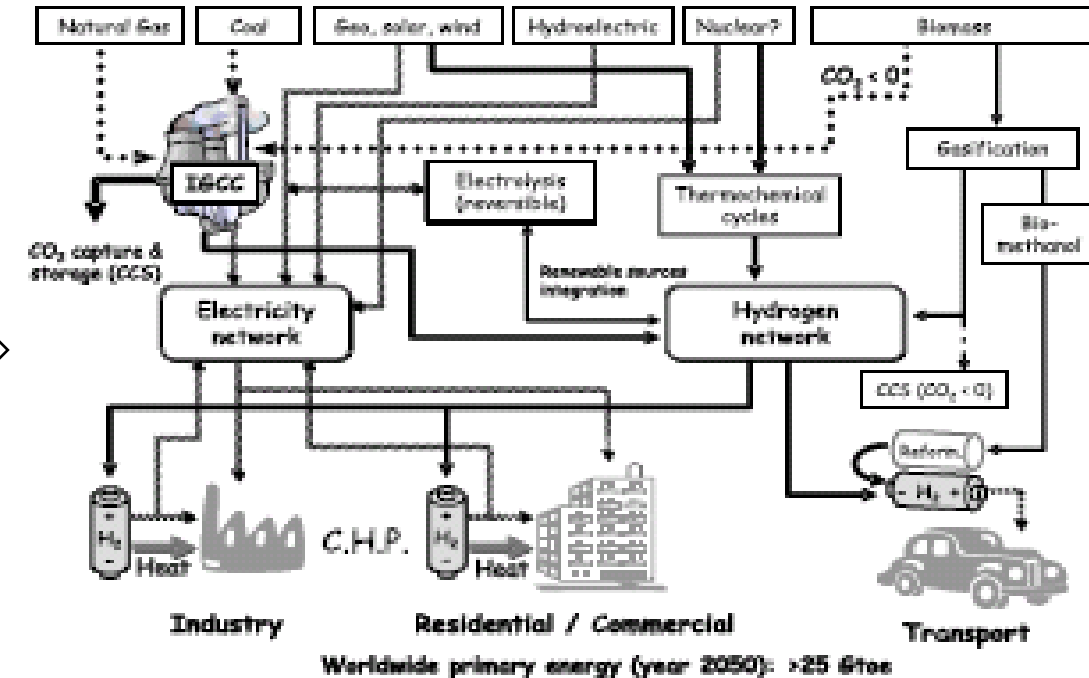
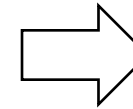
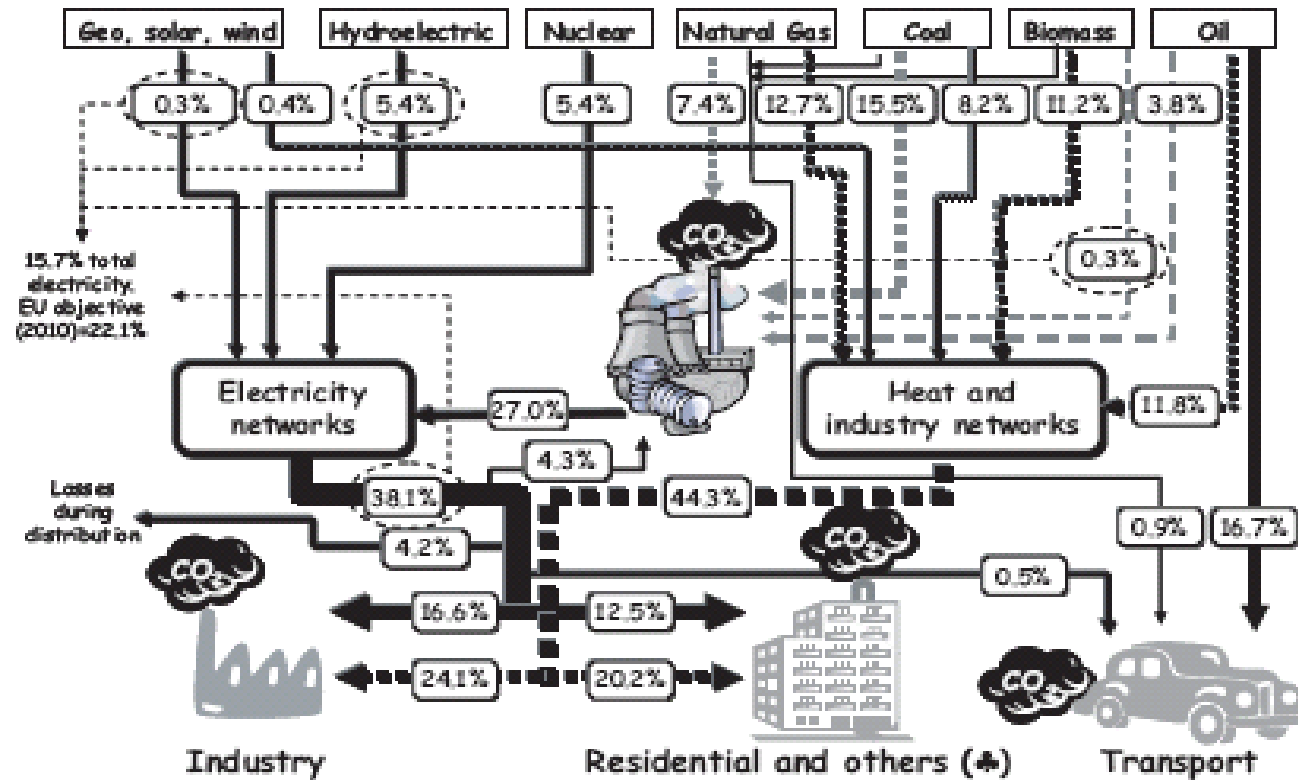


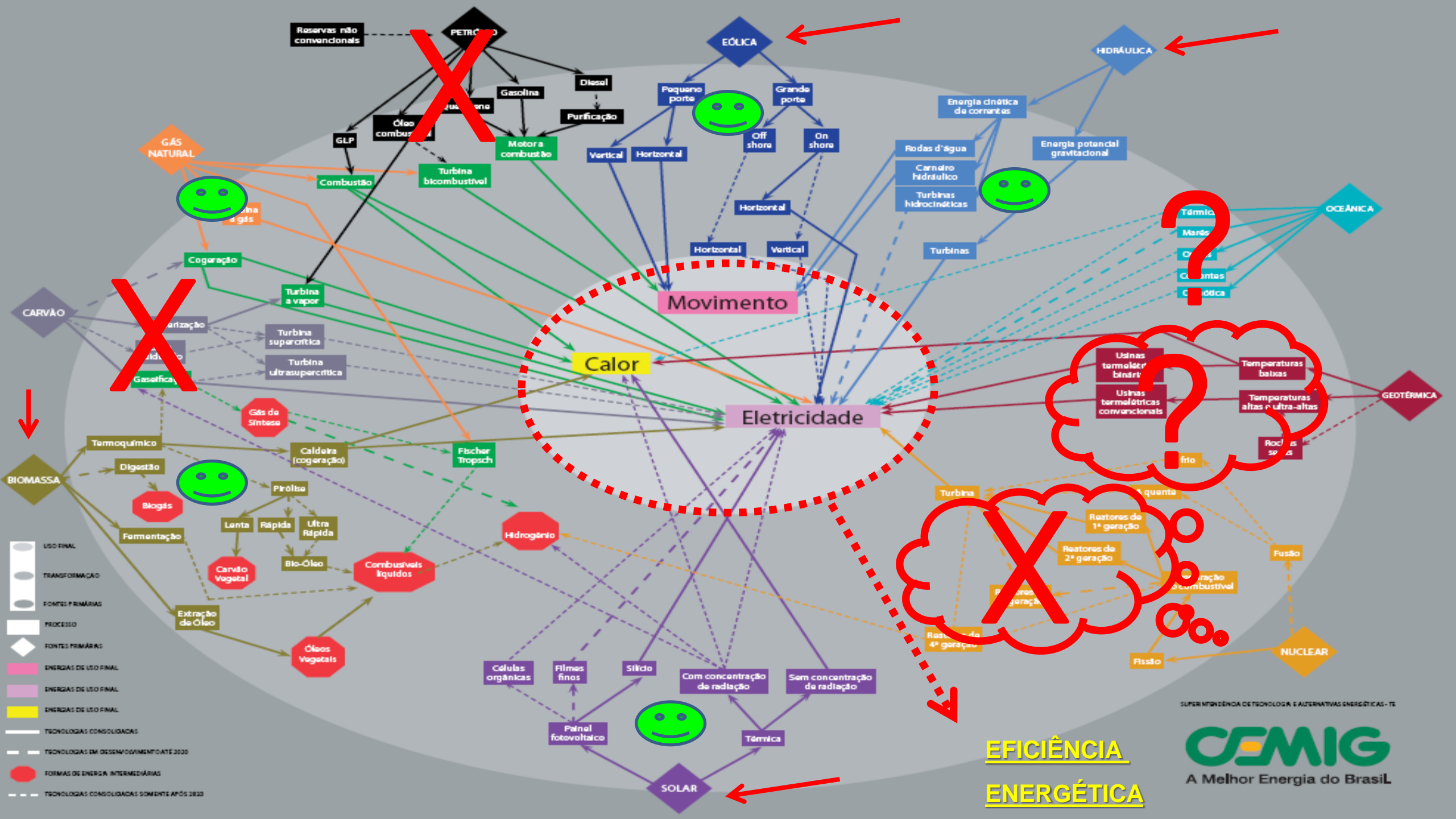
QUESTÃO TECNOLÓGICA:



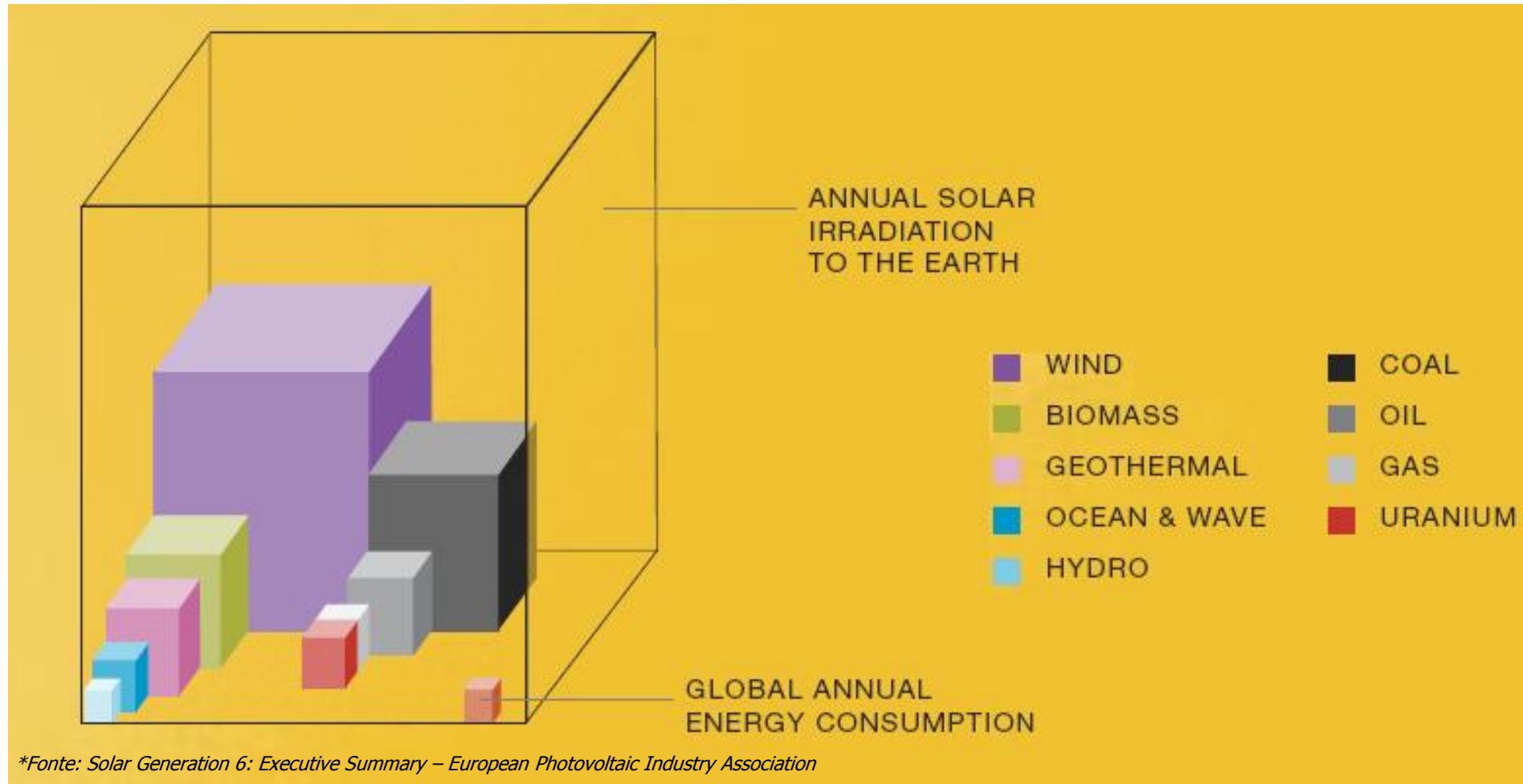
CCS COMO A REDENÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS!

E O FUTURO?...



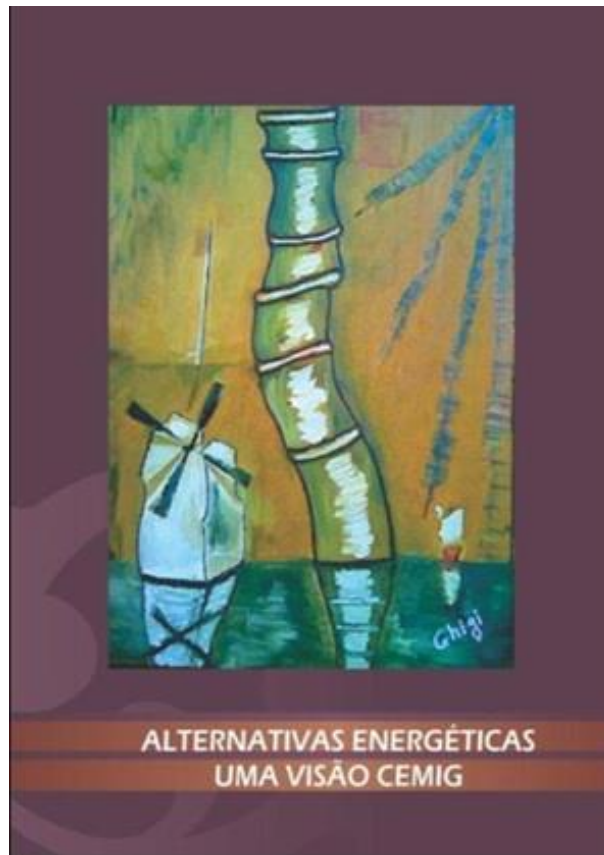


POTENCIAIS GLOBAIS:



*Fonte: Solar Generation 6: Executive Summary – European Photovoltaic Industry Association

Alternativas, mais do que somente fontes...



Disponível para Download no site da Cemig.



CONSIDERAÇÕES FINAIS:

- Teremos grandes desafios para a construção do futuro;
- Energia é essencial para o atual modo de vida;
- A importância de se pensar e planejar: BE, PE e Cenários;
- O crescimento da Demanda no Brasil: Eólica, Solar e Biomassa;
- O Brasil possui potencial de todas as fontes a ser explorados, e em especial de Energia Renovável;
- Eficiência Energética como o outro lado da moeda;
- Expectativa em GD e SD;
- Tecnológica como instrumento essencial...
- Potenciais Globais: o problema energético como uma questão econômica;

Alternativas Energéticas como uso de todas as opções na construção do sistema energético futuro, como solução local e sustentável.

Obrigado!

Cláudio Homero Ferreira da Silva, Dr. Eng. Química

**Gerência de Alternativas Energéticas
Superintendência de Tecnologia e Alternativas
Energéticas**

Vice Presidência

Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig

Telefone: 55 (31) 3506-4340

e-mail: chomero@cemig.com.br

