



IEE USP

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia

Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

16 a 18 de outubro/2019

CentroSul - Florianópolis/SC



IEE USP

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



**BLOCO II – DESENVOLVIMENTO
ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
ILDO SAUER**



CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia
Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

16 a 18 de outubro/2019
CentroSul - Florianópolis/SC

ROTEIRO DA APRESENTAÇÃO

FORMAÇÃO DO SETOR ENERGÉTICO

ESTRUTURA ATUAL DE CONSUMO E PRODUÇÃO:

OFERTA DEMANDA

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS, EMISSÕES: MUNDO

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS, EMISSÕES: BRASIL

QUESTÕES E DESAFIOS ATUAIS: RECURSOS, TECNOLOGIA, ORGANIZAÇÃO E GESTÃO, E, GEPOLÍTICA DA ENERGIA

SETOR ELÉTRICO:

NOVOS RECURSOS, NOVO PADRÃO TECNOLÓGICO: EÓLICA, SOLAR, BIOENERGIA/BIOGÁS, COGERAÇÃO

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E INSERÇÃO DAS FONTES DITAS INTERMITENTES

IMPACTOS NO MODELO DE ORGANIZAÇÃO COORDENAÇÃO E PRECIFICAÇÃO FORMAÇÃO DE PREÇOS, DISPUTA PELA RENDA

SETOR DE COMBUSTÍVEIS:

FÓSSEIS: PETRÓLEO - PRE-SAL E SHALE

RENOVÁVEIS: ETANOL, BIODIESEL, BIOMETANO

MOBILIDADE ELÉTRICA: RUPTURA DE PARADIGMA NO HORIZONTE?

RECURSOS E TECNOLOGIA, MODELO REGULATÓRIO, COORDENAÇÃO COM OPEP + Rússia, Cazaquistão, México

FIO CONDUTOR DA HISTÓRIA DO SETOR ENERGÉTICO: *DISPUTA PELA RENDA, EXCEDENTE, SUPERLUCRO, LUCRO SUPLEMENTAR*

CONCLUSÃO

NEM CONCESSÃO, NEM PARTILHA: CONTRATO DE SERVIÇOS – SEM LEILÕES – CONTRATO DE SERVIÇOS COM PETROBRAS

CONTROLE PÚBLICO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS EÓLICOS



CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia

Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

16 a 18 de outubro/2019

CentroSul - Florianópolis/SC

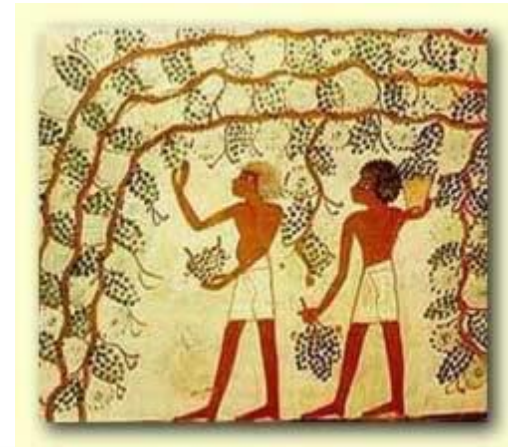
FORMAÇÃO E PAPEL DO SETOR ENERGÉTICO: MUNDO

Os grandes períodos energéticos

As duas Revoluções Sociais

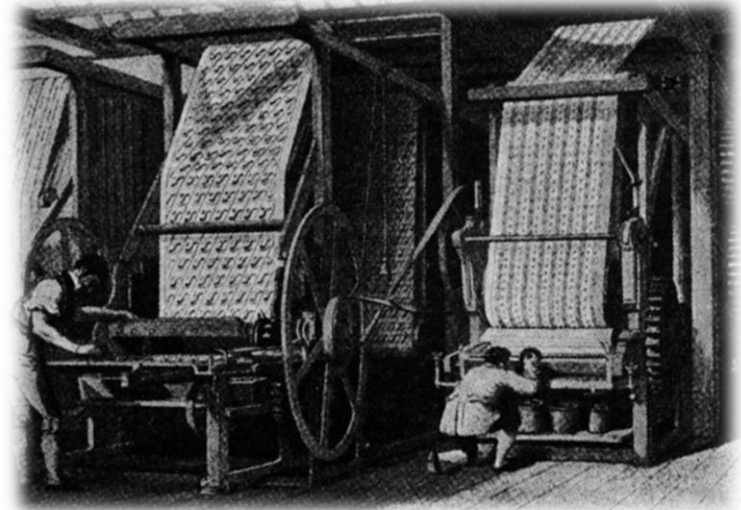
Revolução Agrícola

- Período neolítico, na pré-história.
- Utilização da energia acumulada do Sol sob a forma de agricultura e pecuária – captura da fotossíntese.
- Alterações sociais significativas: sedentarismo; propriedade; tecnologia; instituições.



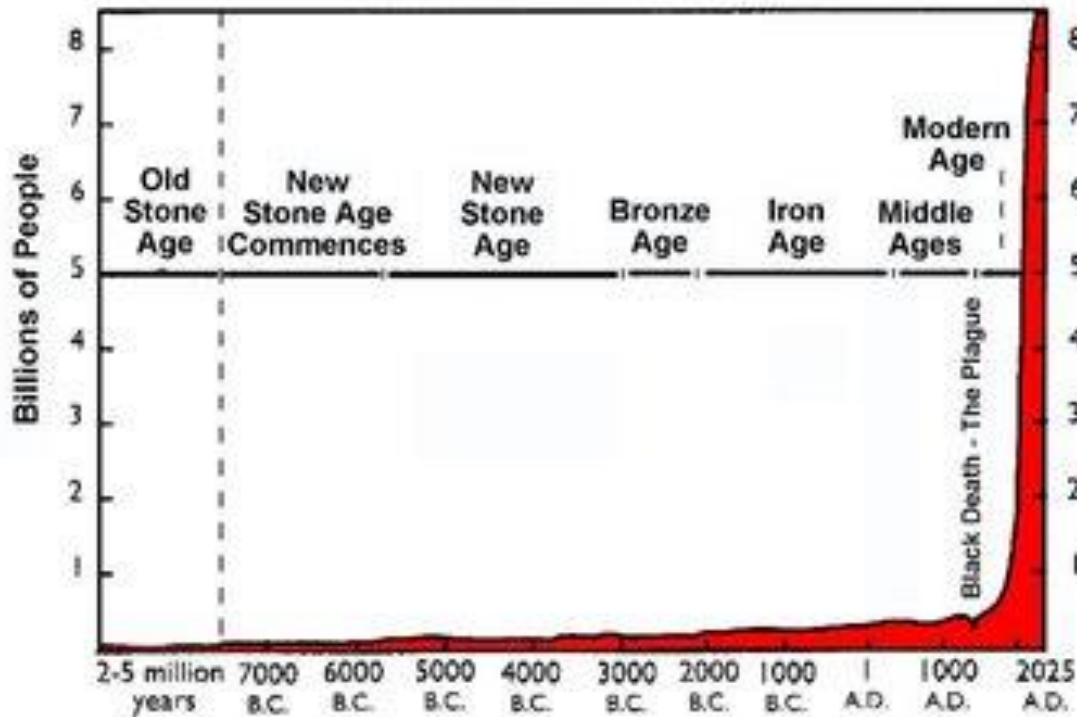
Revolução Industrial

- Tem início por volta de 1750, durante a Idade Moderna, em sua 1ª etapa, e estende-se para os séculos XIX e XX – 2ª fase da Revolução Industrial.
- Utiliza a energia acumulada do Sol sob a forma de combustíveis fósseis e das energias de fluxo. Primeiro o carvão, em seguida o petróleo e derivados e a eletricidade.
- Alteração nas relações sociais e na divisão de trabalho (mecanização).
- Intensificação sem precedentes da produtividade.
- Explosão populacional.
- Consolidação do modo de produção capitalista.



A explosão da produtividade e da população humana

World Population Growth Through History



From "World Population: Toward the Next Century," copyright 1994 by the Population Reference Bureau

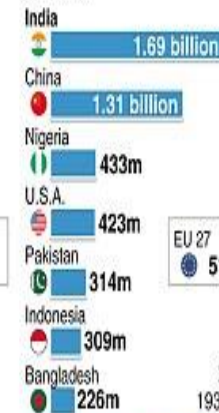
THE WORLD'S POPULATION

The seven most populous countries

In 2011



In 2050



Sources: UN, INED

ide REUTE



Formação dos cartéis e oligopólios das empresas de energia

Principais Membros da *International Electrical Association (IEA)* em 1936

Empresas	País	Produtos (ver abaixo *)
AEG	Alemanha	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P
British Thomson-Houston	Inglaterra	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P
Brown Boveri & Co.	Suíça	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P
English Electric Co.	Inglaterra	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P,W
General Electric Co. Ltd.	Inglaterra	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P
International General Electric	EUA	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,Z
Metropolitan-Vickers	Inglaterra	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N
Siemens	Alemanha	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N
Westinghouse Electric International	EUA	A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,N,P,Z
ASEA Electric Ltd.	Suécia	A,B,C,D,E,F,G,H,
Escher Wyss Eng.	Suíça	A,W
J. M. Voith-Heldenheim & St. Poelten	Alemanha	W
Ateliers des Chamielle S.A.	Suíça	W

Legenda: **A** – Turbina a vapor ; **B** – Alternadores acionados por turbina a vapor; **C** – Compressores e ventiladores; **D** – Geradores e motores maiores de 200 KVA/HP; **E** – Alternadores acionados por turbinas hidráulicas; **F** – Compressores rotativos; **G** – Disjuntores de alta e baixa tensão; **H** – Transformadores; **I** – Conversores rotativos; **K** – Retificadores; **L** – Material de tração elétrica; **N** – Equipamentos para manobra de peso; **P** – Equipamento elétrico para acionamento de laminadoras; **Z** – Porcelanas de isolamento; **W** – Turbinas hidráulicas

Formação dos cartéis e oligopólios das empresas de energia

Motor de combustão interna



Primeira linha de montagem - Ford Motor Company Factory - Dearborn, Michigan, 1913.

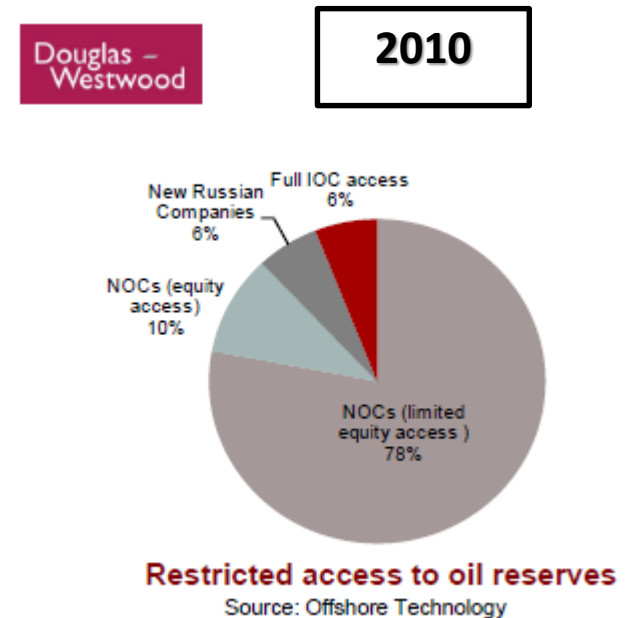
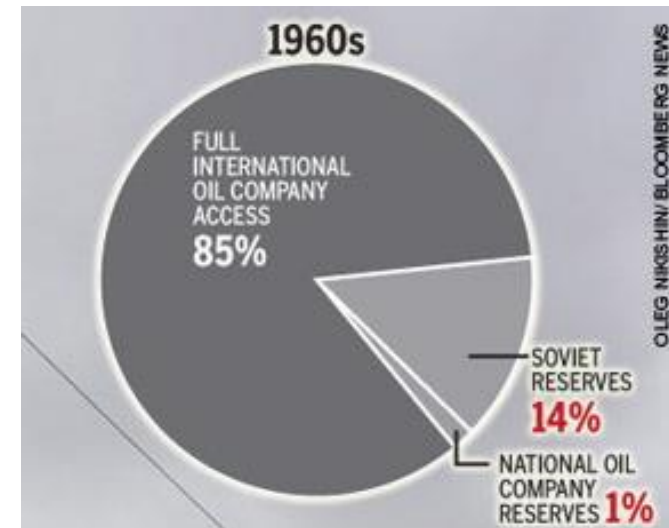
Fonte: National Archives and Records Administration Still Picture Branch, College Park, Maryland.

Fonte: Daniel Yergin, The Prize, 1992 e outras

1857	Desenvolvimento da lâmpada de querosene
1859	Coronel Edwin Drake descobre petróleo em Titusville, Pennsylvania
1877	Rockerfeller controla 90% do refino americano
1882	Constituída a Standard Oil Trust
1885	Descoberto petróleo em Sumatra pela Royal Dutch
1907	Shell e Royal Dutch se fundem para formar a Royal Dutch Shell
1908	Descoberto petróleo na Pérsia; cria-se a Anglo Persian (posteriormente, BP)
1911	A divisão da Standard Oil Trust é ordenada pela Suprema Corte
1917	Unión Soviética nacionaliza o petróleo
1922	Criação da YPF Argentina (Mosconi/Yrigoyen): influencia México, Brasil, Uruguai, Bolívia e Colômbia; embate com Standard Oil e Royal Dutch Shell
1928	Tratado de Achnacarry entre as "sete irmãs"
1938	México nacionaliza companhias estrangeiras de petróleo ► descoberto petróleo no Kuwait e na Arábia Saudita
1950	Aramco - Arabia Saudita
1951	Nacionalizada a Anglo Iranian Oil Company
1956	Descoberto petróleo na Argélia e Nigéria
1960	OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo) é fundada em Bagdá
1969	Descoberto petróleo no Mar do Norte
1972	Iraque nacionaliza a Iraq Petroleum Concession
1973	Irã nacionaliza a propriedade do petróleo

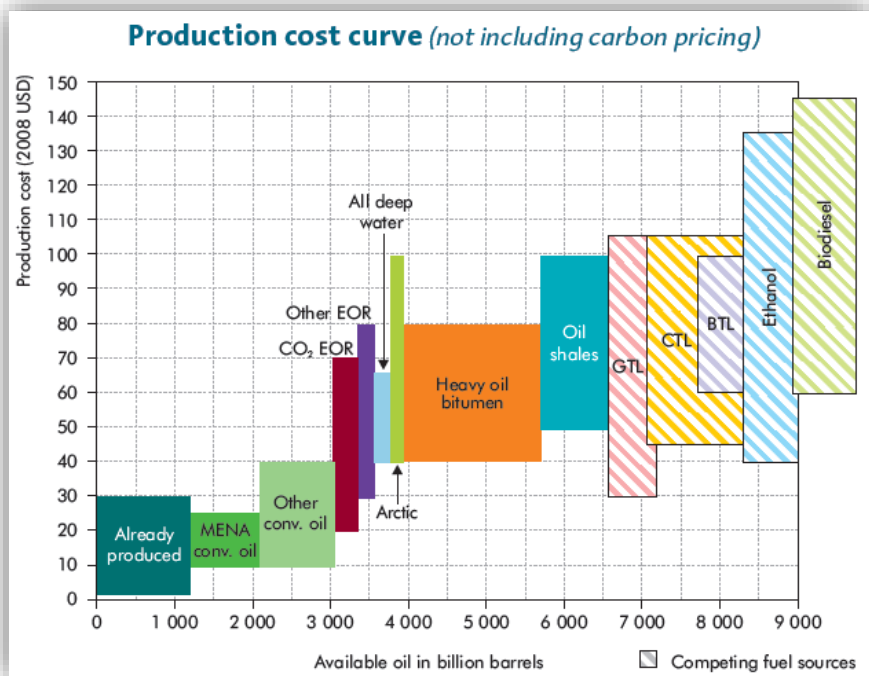
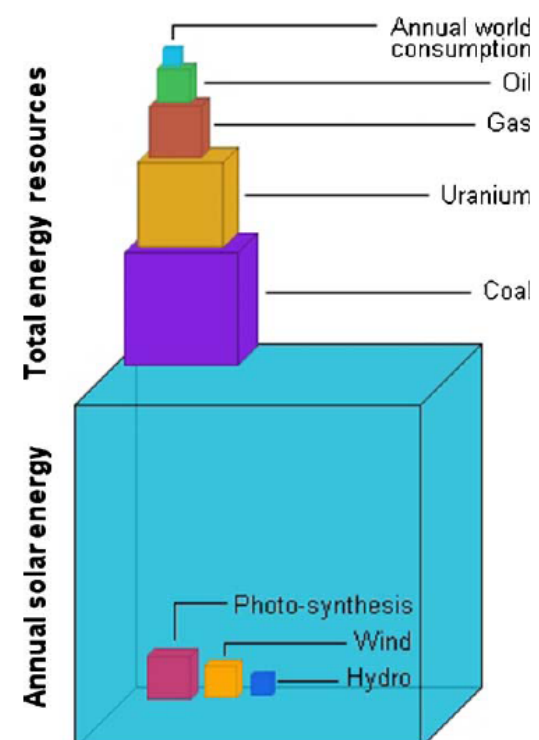


- A propriedade das reservas de petróleo e gás -empresas estatais controladas pelos governos;
Empresas estatais - 77% das reservas mundiais de óleo e 51% das reservas de gás natural
- Empresas privadas - 7% das reservas de óleo e 9% das reservas de gás natural.
- Indústria verticalizada
- Mercado oligopolizado
 - As “novas sete irmãs”
 - Saudi aramco (Arábia)
 - JSC gazprom (Rússia)
 - CNPC (China)
 - NIOC (Iran)
 - PDVSA (Venezuela)
 - Petrobras (Brasil)
 - Petronas (malásia)
- Assegurar reservas de petróleo é um dos principais motivos de crises internacionais

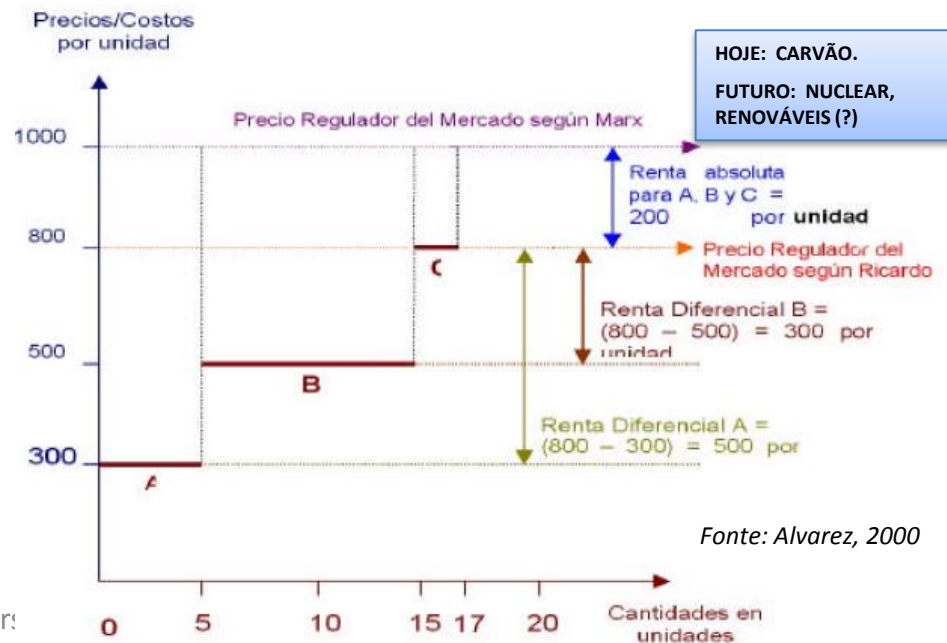


Fonte: Aker Solutions London Technology Day, Set/2010.

- Petróleo: forma concentrada, flexível, baixa entropia, alta disponibilidade para produzir trabalho
- BALANÇO DE ENERGIA LÍQUIDA: 1:100 - 1:30
 - ETANOL (cana -de-açúcar): 1:8
 - BIODIESEL 1:1 A 1:7
- REFLEXO ECONÔMICO - PETROLEO: custo de US\$1-10/barril.
- Valor no mercado US\$60 - US\$150/barril. Um excedente de mais de US\$50 - US100/barril.
- Renda diferencial, disputada no campo econômico, político e ideológico pelas grandes empresas e Estados.
- O sistema econômico mundial consome cerca de 30 bilhões de barris/ano: apropriação de excedente da ordem de US\$ 2 - 3 trilhões/ano.



Fonte: Agência Internacional de Energia "Resources to Reserves", 2010

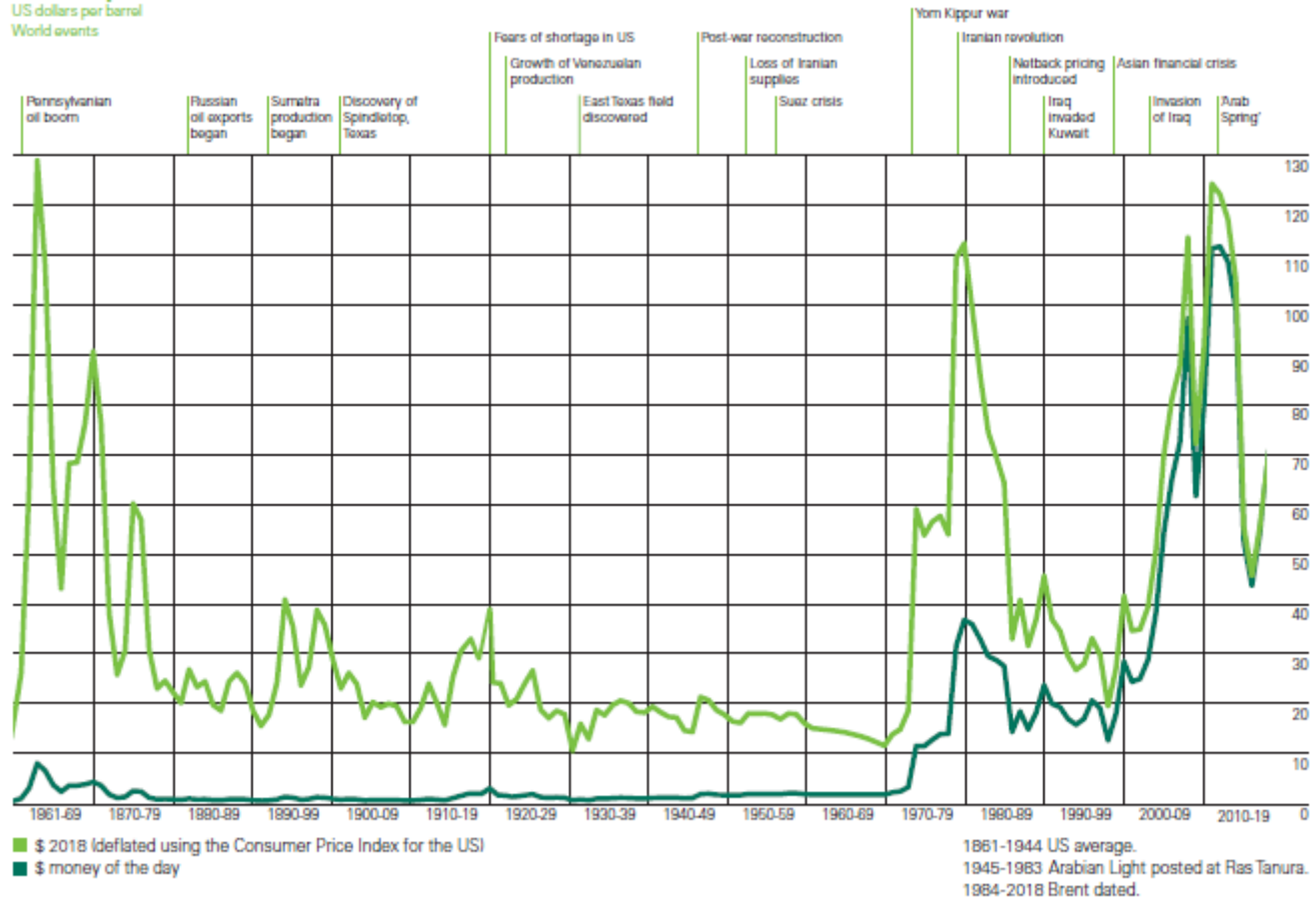


Fonte: Alvarez, 2000

Crude oil prices 1861-2018

US dollars per barrel

World events





CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia

Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

16 a 18 de outubro/2019

CentroSul - Florianópolis/SC

ESTRUTURA ATUAL DE CONSUMO E PRODUÇÃO:

OFERTA DEMANDA
CARACTERÍSTICAS
AMBIENTAIS, EMISSÕES: MUNDO



World total primary energy supply (TPES) by source

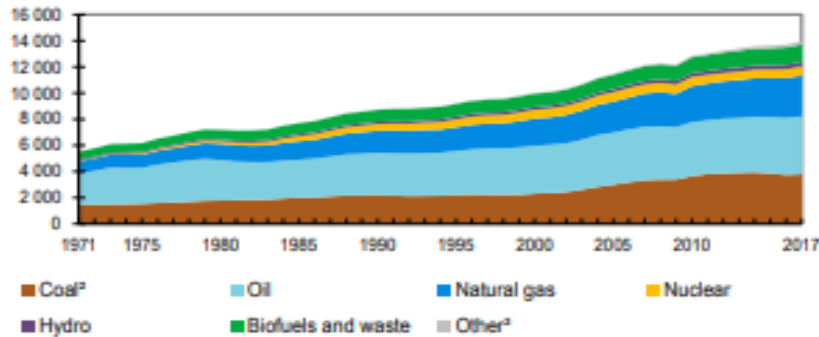
CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia
Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

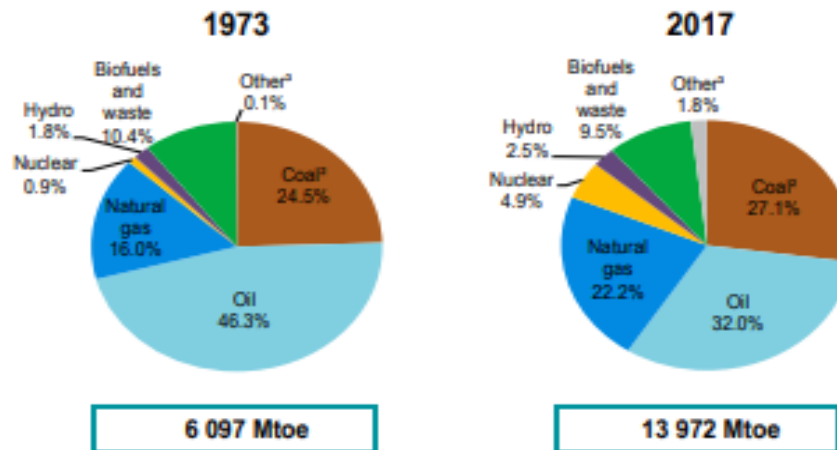
16 a 18 de outubro/2019

CentroSul - Florianópolis/SC

World¹ TPES from 1971 to 2017 by source (Mtoe)



1973 and 2017 source shares of TPES



1. World includes international aviation and international marine bunkers.
2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
3. Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, heat and other sources.

Source: [IEA, World Energy Balances, 2019](#).

Consumption*

Million tonnes of equivalent	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Growth rate per annum			
											2018	2017-17	Share 2018	
Canada	321.5	304.9	312.0	327.2	324.7	337.0	341.8	339.0	338.2	343.7	344.4	0.2%	0.7%	2.5%
Mexico	170.8	169.5	174.6	183.1	184.2	185.0	184.1	184.0	186.4	189.3	186.9	-1.3%	1.2%	1.3%
US	2258.6	2148.7	2223.3	2204.1	2148.5	2208.0	2232.9	2213.2	2212.7	2222.5	2300.6	3.5%	-0.4%	16.6%
Total North America	2751.0	2623.1	2709.9	2714.4	2657.4	2730.1	2758.9	2736.2	2737.2	2755.5	2832.0	2.8%	-0.2%	20.4%
Argentina	74.7	73.3	77.2	78.7	81.0	84.5	84.1	86.1	85.9	86.1	85.1	-1.2%	1.6%	0.6%
Brazil	239.9	238.6	263.1	275.8	281.3	292.4	299.4	295.9	289.4	293.9	297.6	1.3%	2.5%	2.1%
Chile	32.2	31.5	31.7	34.5	35	35	35.1	35.9	37.7	38.3	40.1	4.7%	1.7%	0.3%
Colombia	33.3	31.8	34.1	35.7	38.3	38.9	41.0	41.3	44.2	45.5	46.5	3.2%	4.0%	0.3%
Ecuador	12.1	11.9	13.2	14.0	14.8	15.3	16.1	16.1	16.0	16.7	17.8	5.8%	3.9%	0.1%
Peru	16.6	17.0	18.8	20.9	21.3	21.9	22.6	24.2	25.5	25.4	27.0	6.3%	5.0%	0.2%
Trinidad & Tobago	15.9	16.0	17.5	17.6	16.7	17.2	16.8	16.9	15.4	15.2	15.3	0.1%	-0.7%	0.1%
Venezuela	84.6	84.4	79.7	83.4	86.9	84.9	82.1	79.3	72.3	73.6	64.6	-12.2%	-1.0%	0.5%
Other S. & Cent. America	91.6	89.6	91.8	94.6	95.1	95.1	95.7	99.5	104.6	105.1	107.8	2.6%	1.3%	0.8%
Total S. & Cent. America	600.8	594.2	627.1	655.3	670.9	685.9	692.9	695.3	691.1	699.8	702.0	0.3%	1.8%	5.1%
Austria	35.4	34.3	35.6	33.3	35.0	34.7	33.3	33.4	34.6	35.5	35.0	-1.5%	0.2%	0.3%
Belgium	67.7	63.4	67.5	63.0	60.7	62.2	58.2	59.1	63.9	64.1	62.2	-3.0%	-0.4%	0.4%
Czech Republic	43.9	42.2	44.0	43.0	42.8	42.1	41.2	40.5	39.9	41.8	42.1	0.9%	-0.7%	0.3%
Finland	31.4	29.3	31.9	29.7	28.8	29.1	28.1	28.0	28.8	28.1	29.3	4.2%	-1.5%	0.2%
France	261.9	248.0	256.0	246.9	247.3	250.1	240.4	241.9	238.4	237.5	242.6	2.2%	-0.9%	1.7%
Germany	335.5	315.1	327.9	316.1	320.5	329.8	316.4	322.5	328.1	333.9	323.9	-3.0%	0.1%	2.3%
Greece	39.2	39.2	32.5	31.7	30.0	28.5	28.0	27.0	26.6	28.0	28.3	1.0%	-0.6%	0.2%
Hungary	25.3	23.2	23.8	23.6	21.9	20.9	21.0	22.0	22.4	23.5	23.7	0.8%	-0.9%	0.2%
Italy	181.0	169.2	174.4	170.5	165.8	158.2	149.7	153.1	154.7	156.3	154.5	-1.1%	-1.6%	1.1%
Netherlands	93.8	92.4	97.8	93.7	90.6	87.9	83.1	84.1	85.7	84.5	84.8	0.3%	-1.2%	0.6%
Norway	46.4	43.1	41.6	42.4	47.3	44.3	45.7	46.5	47.2	47.6	47.4	-0.5%	0.5%	0.3%
Poland	97.4	93.9	100.0	100.5	97.6	97.8	94.2	95.2	99.4	103.4	105.2	1.7%	0.8%	0.8%
Portugal	24.4	24.5	25.8	24.7	22.5	24.7	24.9	24.8	26.2	25.8	26.0	0.8%	0.2%	0.2%
Romania	38.6	33.8	34.0	34.9	33.6	31.4	32.7	32.8	32.8	33.4	33.4	0.1%	-1.4%	0.1%
Spain	154.5	143.4	146.5	143.9	143.2	135.9	133.5	135.4	136.9	138.8	141.4	1.8%	-1.3%	1.0%
Sweden	53.0	48.7	51.8	51.4	54.7	51.5	51.5	53.3	52.6	54.4	53.6	-1.4%	0.1%	0.4%
Switzerland	29.9	29.9	29.2	27.8	29.4	30.3	29.0	28.4	26.8	26.9	27.8	3.5%	-0.7%	0.2%
Turkey	100.8	102.2	107.6	115.1	122.3	121.5	125.4	137.2	144.6	152.7	153.5	0.5%	4.3%	1.1%
Ukraine	133.5	113.4	121.5	126.3	123.1	117.3	103.2	85.7	89.8	83.4	84.0	0.8%	-4.7%	0.6%
United Kingdom	220.0	209.4	214.6	202.2	204.8	204.1	192.5	195.1	193.5	193.2	192.3	-0.5%	-1.4%	1.4%
Other Europe	163.5	154.9	160.6	156.9	150.3	152.3	147.4	150.8	154.7	157.3	159.8	1.6%	-0.3%	1.2%
Total Europe	2173.3	2048.4	2124.6	2077.7	2072.3	2054.7	1978.3	1996.8	2027.5	2050.0	2050.7	*	-0.6%	14.8%
Azerbaijan	12.8	11.3	11.2	12.5	12.8	13.2	13.5	14.7	14.6	14.3	14.4	0.6%	1.2%	0.1%
Belarus	25.9	24.5	26.0	25.9	28.0	24.7	25.5	23.2	23.0	23.4	24.6	5.0%	-0.9%	0.2%
Kazakhstan	56.4	50.8	54.9	60.5	62.7	63.5	64.4	63.7	64.7	67.6	76.4	13.0%	2.3%	0.6%
Russian Federation	676.6	643.2	669.3	691.8	693.8	685.5	688.3	675.4	690.5	694.3	720.7	3.8%	0.3%	5.2%
Turkmenistan	12.2	19.9	21.5	23.8	26.0	23.1	23.9	26.6	27.5	28.7	31.5	9.8%	6.8%	0.2%
Uzbekistan	44.8	44.4	46.6	45.6	45.2	47.1	44.9	43.6	45.0	45.0	43.9	-2.4%	-0.5%	0.3%
Other CIS	16.2	15.6	15.9	17.0	18.0	17.1	17.5	17.4	17.5	18.0	19.0	5.9%	0.7%	0.1%
Total CIS	844.7	810.2	843.2	878.0	886.7	872.1	880.3	867.9	881.5	891.2	930.5	4.4%	0.5%	6.7%
Iran	205.8	212.7	213.4	224.9	226.2	237.9	249.0	249.2	257.2	272.0	285.7	5.0%	3.2%	2.1%
Iraq	23.2	32.6	34.7	36.7	39.0	42.0	40.1	46.2	47.1	48.2	53.7	14.1%	5.3%	0.4%
Israel	23.3	22.3	23.7	24.2	25.3	23.5	23.1	24.4	24.8	25.6	25.6	0.2%	1.1%	0.2%
Kuwait	29.7	31.1	33.5	33.6	37.3	38.7	35.4	38.5	38.9	38.7	39.0	0.7%	3.5%	0.3%
Oman	17.5	17.6	20.6	22.5	24.5	27.4	27.3	28.8	29.0	29.3	30.7	4.6%	7.0%	0.2%
Qatar	24.6	24.8	28.9	33.4	37.9	40.8	43.9	48.2	47.6	48.9	48.3	-1.2%	8.2%	0.3%
Saudi Arabia	184.3	194.3	213.0	219.8	233.1	234.0	250.8	259.0	262.2	262.8	259.2	-1.4%	4.5%	1.9%
United Arab Emirates	81.0	80.0	83.8	88.4	92.8	97.8	97.4	107.1	111.1	109.0	112.2	3.0%	4.4%	0.8%
Other Middle East	58.3	58.5	58.2	54.7	51.1	50.3	50.1	48.4	48.0	48.0	47.9	-0.2%	-1.6%	0.3%
Total Middle East	653.7	673.8	709.8	738.4	767.3	792.5	817.2	843.7	864.9	881.4	902.3	2.4%	3.8%	6.5%
Algeria	36.4	38.6	37.6	39.9	43.6	46.2	50.4	53.1	53.0	53.1	56.7	6.7%	4.5%	0.4%
Egypt	71.7	74.6	78.4	79.7	83.8	83.2	83.0	85.3	89.9	92.6	94.5	2.1%	3.2%	0.7%
Morocco	15.4	15.0	16.7	17.5	17.8	18.3	18.6	18.9	19.1	20.0	21.0	4.9%	3.7%	0.2%
South Africa	125.4	125.1	126.3	124.6	122.7	123.2	124.8	121.9	123.9	121.8	121.5	-0.2%	0.4%	0.9%
Other Africa	116.5	118.7	124.8	123.6	131.3	138.9	145.9							

Total proved reserves

	At end 1998 Thousand million barrels	At end 2008 Thousand million barrels	At end 2017 Thousand million barrels	At end 2018			
				Thousand million barrels	Thousand million tonnes	Share of total	R/P ratio
Canada	49.8	176.3	168.9	167.8	27.1	9.7%	88.3
Mexico	21.6	11.9	7.7	7.7	1.1	0.4%	10.2
US	28.6	28.4	61.2	61.2	7.3	3.5%	11.0
Total North America	100.0	216.6	237.8	236.7	35.4	13.7%	28.7
Argentina	2.8	2.5	2.0	2.0	0.3	0.1%	9.3
Brazil	7.4	12.8	12.8	13.4	2.0	0.8%	13.7
Colombia	2.5	1.4	1.7	1.8	0.3	0.1%	5.6
Ecuador	4.1	4.3	3.0	2.8	0.4	0.2%	14.8
Peru	0.9	1.1	1.0	1.0	0.1	0.1%	17.6
Trinidad & Tobago	0.7	0.8	0.2	0.2	†	*	7.6
Venezuela	76.1	172.3	302.8	303.3	48.0	17.5%	*
Other S. & Cent. America	1.1	0.8	0.5	0.5	0.1	*	11.5
Total S. & Cent. America	95.6	196.0	324.0	325.1	51.1	18.8%	136.2
Denmark	0.9	0.8	0.4	0.4	0.1	*	10.1
Italy	0.6	0.5	0.6	0.6	0.1	*	16.2
Norway	11.7	7.5	7.9	8.6	1.1	0.5%	12.8
Romania	1.2	0.5	0.6	0.6	0.1	*	22.2
United Kingdom	5.1	3.1	2.5	2.5	0.3	0.1%	6.3
Other Europe	1.9	1.9	1.6	1.6	0.2	0.1%	14.1
Total Europe	21.4	14.2	13.7	14.3	1.9	0.8%	11.1
Azerbaijan	1.2	7.0	7.0	7.0	1.0	0.4%	24.1
Kazakhstan	5.4	30.0	30.0	30.0	3.9	1.7%	42.7
Russian Federation	113.1	106.4	106.3	106.2	14.6	6.1%	25.4
Turkmenistan	0.5	0.6	0.6	0.6	0.1	*	7.4
Uzbekistan	0.6	0.6	0.6	0.6	0.1	*	25.4
Other CIS	0.3	0.3	0.3	0.3	†	*	18.1
Total CIS	121.1	144.8	144.7	144.7	19.6	8.4%	27.4
Iran	93.7	137.6	155.6	155.6	21.4	9.0%	90.4
Iraq	112.5	115.0	147.2	147.2	19.9	8.5%	87.4
Kuwait	96.5	101.5	101.5	101.5	14.0	5.9%	91.2
Oman	5.4	5.6	5.4	5.4	0.7	0.3%	15.0
Qatar	13.5	26.8	25.2	25.2	2.6	1.5%	36.8
Saudi Arabia	261.5	264.1	296.0	297.7	40.9	17.2%	66.4
Syria	2.3	2.5	2.5	2.5	0.3	0.1%	284.8
United Arab Emirates	97.8	97.8	97.8	97.8	13.0	5.7%	68.0
Yemen	1.9	2.7	3.0	3.0	0.4	0.2%	121.4
Other Middle East	0.2	0.1	0.1	0.2	†	*	2.1
Total Middle East	685.2	753.7	834.3	836.1	113.2	48.3%	72.1
Algeria	11.3	12.2	12.2	12.2	1.5	0.7%	22.1
Angola	4.0	9.5	8.4	8.4	1.1	0.5%	15.0
Chad	-	1.5	1.5	1.5	0.2	0.1%	40.9
Republic of Congo	1.7	1.6	1.6	1.6	0.2	0.1%	13.2
Egypt	3.8	4.2	3.3	3.3	0.4	0.2%	13.6
Equatorial Guinea	0.6	1.7	1.1	1.1	0.1	0.1%	15.8
Gabon	2.6	2.0	2.0	2.0	0.3	0.1%	28.2
Libya	29.5	44.3	48.4	48.4	6.3	2.8%	131.3
Nigeria	22.5	37.2	37.5	37.5	5.1	2.2%	50.0
South Sudan	n/a	n/a	3.5	3.5	0.5	0.2%	73.4
Sudan	0.3	5.0	1.5	1.5	0.2	0.1%	41.1
Tunisia	0.3	0.6	0.4	0.4	0.1	*	23.2
Other Africa	0.7	0.7	3.9	3.9	0.5	0.2%	33.7
Total Africa	77.2	120.4	125.3	125.3	16.6	7.2%	41.9
Australia	4.8	4.2	4.0	4.0	0.4	0.2%	30.8
Brunei	1.0	1.1	1.1	1.1	0.1	0.1%	27.0
China	17.4	21.2	25.9	25.9	3.5	1.5%	18.7
India	5.4	5.8	4.5	4.5	0.6	0.3%	14.1
Indonesia	5.1	3.7	3.2	3.2	0.4	0.2%	10.7
Malaysia	3.4	5.5	3.0	3.0	0.4	0.2%	12.1
Thailand	0.4	0.5	0.3	0.3	†	*	1.8
Vietnam	1.9	4.7	4.4	4.4	0.6	0.3%	43.9
Other Asia Pacific	1.3	1.3	1.2	1.2	0.2	0.1%	12.9
Total Asia Pacific	40.8	48.0	47.7	47.6	6.3	2.8%	17.1
Total World	1141.2	1493.8	1727.5	1729.7	244.1	100.0%	50.0
of which: OECD	124.5	234.0	254.4	254.0	37.6	14.7%	26.4
Non-OECD	1016.7	1259.8	1473.1	1475.8	206.6	85.3%	59.1
OPEC	827.9	1027.9	1240.2	1242.2	174.8	71.8%	86.5
Non-OPEC	313.3	465.9	487.3	487.5	69.4	28.2%	24.1
European Union	8.7	5.7	4.9	4.8	0.6	0.3%	8.6
Canadian oil sands: Total	43.1	170.3	163.4	162.3	26.4	9.4%	
of which: Under active development	8.4	27.0	22.0	20.9	3.4	1.2%	
Venezuela: Orinoco Belt	-	94.2	260.9	261.4	41.9	15.1%	

†Less than 0.05.

*Less than 0.05%.

n/a not available.

VENEZUELA **303,3**

ARABIA SAUDITA **297,7**

CANADA 167,8

IRÃ 155,6

IRAQUE 147,2

RUSSIA 106,6

KUWAIT 101,1

EMIRADOS ARABES 97,8

LIBIA 48,6

ESTADOS UNIDOS 61,2

CHINA 25,9

BRAZIL **13,4**

BRAZIL+PRE-SAL **100? 200?**

NORUEGA 8,6

MUNDO **1.729,7**

OECD 254,0

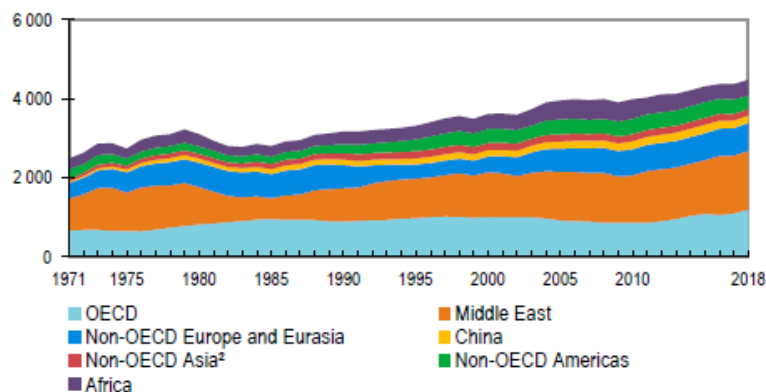
NON OECD **1.475,2**

OPEP **1.242,2**

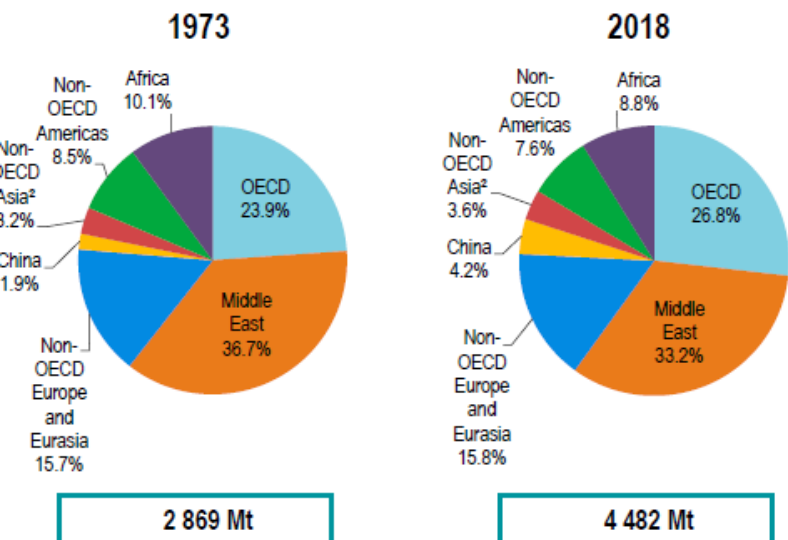
NON OPEP 487,5

Crude oil production

World crude oil¹ production from 1971 to 2018 by region (Mt)



1973 and 2018 regional shares of crude oil¹ production



1. Includes crude oil, NGL, feedstocks, additives and other hydrocarbons.
2. Non-OECD Asia excludes China.

Crude oil production

Producers, net exporters and net importers of crude oil¹

Producers	Mt	% of world total
United States	666	14.9
Saudi Arabia	575	12.8
Russian Federation	554	12.4
Canada	259	5.8
Iraq	231	5.2
Islamic Rep. of Iran	221	4.9
People's Rep. of China	188	4.2
United Arab Emirates	179	4.0
Kuwait	148	3.3
Brazil	135	3.0
Rest of the world	1 326	29.5
World	4 482	100.0

2018 provisional data

Net exporters	Mt
Saudi Arabia	348
Russian Federation	252
Iraq	187
Islamic Rep. of Iran	132
Canada	131
United Arab Emirates	118
Kuwait	103
Nigeria	89
Venezuela	82
Angola	75
Others	563
Total	2 080

2017 data

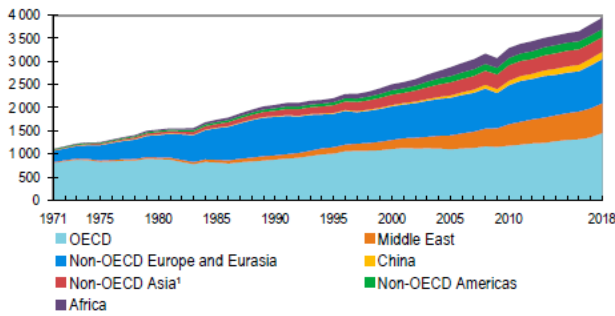
Net importers	Mt
People's Rep. of China	415
United States	349
India	220
Japan	158
Korea	151
Germany	91
Italy	69
Spain	65
Netherlands	59
France	58
Others	527
Total	2 162

2017 data

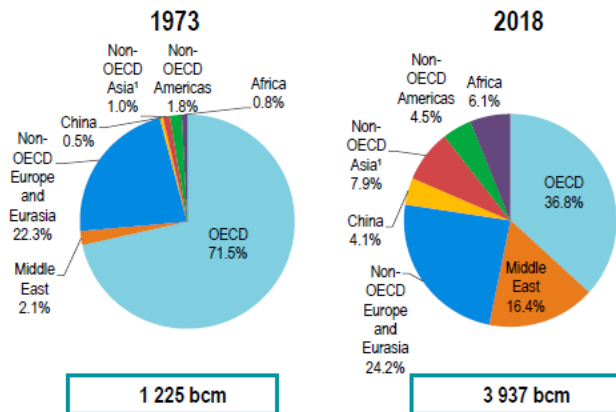
1. Includes production of crude oil, NGL, feedstocks, additives and other hydrocarbons.
Excludes liquids from other fuel sources (renewables, coal and natural gas).

Natural gas production

World natural gas production from 1971 to 2018 by region (billion cubic metres, bcm)



1973 and 2018 regional shares of natural gas production



1. Non-OECD Asia excludes China.
Sources: IEA, Natural Gas information, 2019.

Natural gas production

Producers, net exporters and net importers¹ of natural gas

Producers	bcm	% of world total
United States	862	21.9
Russian Federation	715	18.2
Islamic Rep. of Iran	231	5.9
Canada	190	4.8
Qatar	171	4.3
People's Rep. of China	160	4.1
Norway	126	3.2
Australia	118	3.0
Saudi Arabia	97	2.5
Algeria	96	2.4
Rest of the world	1 171	29.7
World	3 937	100.0

2018 provisional data

Net exporters	bcm
Russian Federation	236
Qatar	121
Norway	118
Australia	77
Canada	59
Turkmenistan	56
Algeria	52
Indonesia	27
Nigeria	27
Malaysia	26
Others	194
Total	993

2018 provisional data

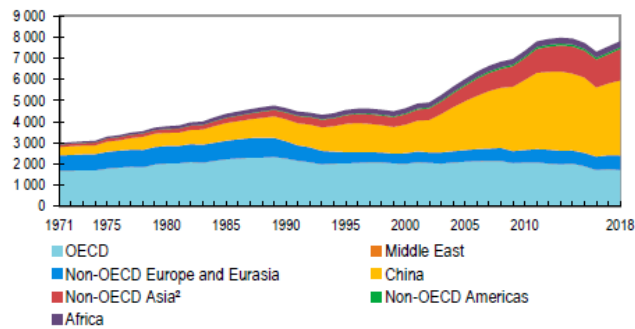
Net importers	bcm
People's Rep. of China	116
Japan	111
Germany	89
Italy	67
Korea	56
Mexico	52
Turkey	50
France	43
United Kingdom	39
Spain	32
Others	297
Total	952

2018 provisional data

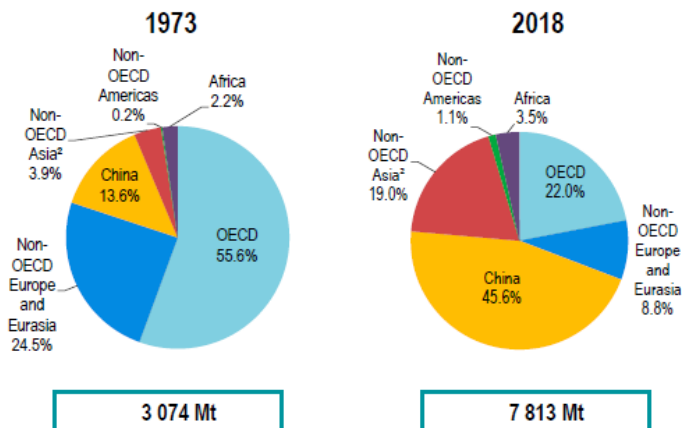
¹ Net imports include pipeline gas and LNG.
Sources: IEA, Natural Gas information, 2019.

Coal production

World coal¹ production from 1971 to 2018 by region (Mt)



1973 and 2018 regional shares of coal¹ production



1. Includes steam coal, coking coal, lignite and recovered coal.
2. Non-OECD Asia excludes China.

Coal production

Producers, net exporters and net importers of coal¹

Producers	Mt	% of world total
People's Rep. of China	3 550	45.4
India	771	9.9
United States	685	8.8
Indonesia	549	7.0
Australia	483	6.2
Russian Federation	420	5.4
South Africa	259	3.3
Germany	169	2.2
Poland	122	1.6
Kazakhstan	114	1.5
Rest of the world	691	8.7
World	7 813	100.0

2018 provisional data

Net exporters	Mt
Indonesia	433
Australia	382
Russian Federation	182
United States	99
Colombia	82
South Africa	69
Mongolia	34
Kazakhstan	25
Canada	23
Mozambique	12
Others	4
Total	1 345

2018 provisional data

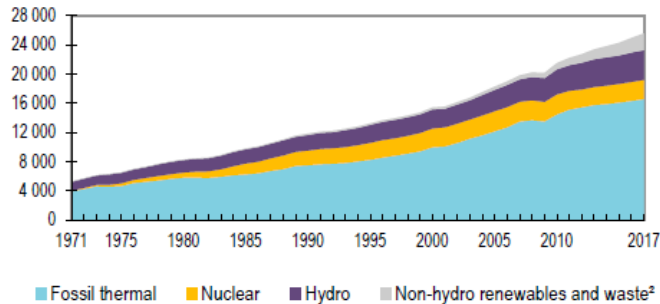
Net importers	Mt
People's Rep. of China	289
India	239
Japan	185
Korea	142
Chinese Taipei	67
Germany	44
Turkey	38
Malaysia	32
Thailand	25
Ukraine	21
Others	267
Total	1 349

2018 provisional data

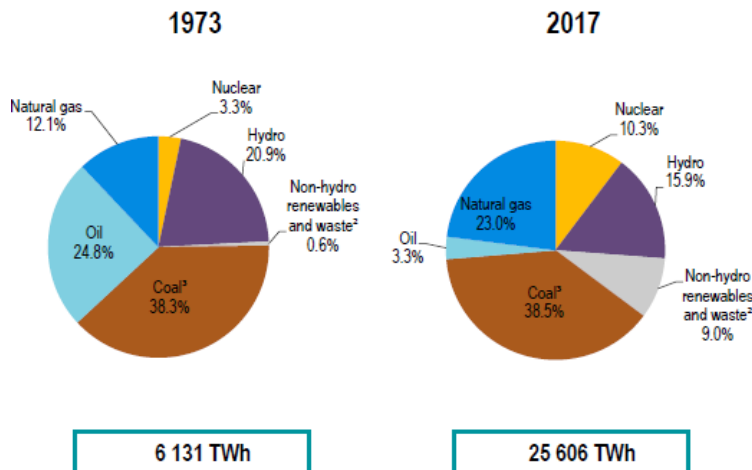
1. Includes steam coal, coking coal, lignite and recovered coal.

Electricity generation by source

World electricity generation¹ from 1971 to 2017 by fuel (TWh)



1973 and 2017 source shares of electricity generation¹



Electricity generation by source

Producers of electricity by source

Coal ¹	TWh
People's Rep. of China	4 485
United States	1 321
India	1 134
Japan	352
Korea	256
Germany	253
South Africa	227
Russian Federation	175
Australia	162
Indonesia	148
Rest of the world	1 350
World	9 863

2017 data

Oil	TWh
Saudi Arabia	126
Japan	70
Iraq	54
Kuwait	48
Mexico	38
United States	32
Pakistan	30
Islamic Rep. of Iran	26
India	25
Egypt	25
Rest of the world	368
World	842

2017 data

Natural gas	TWh
United States	1 338
Russian Federation	519
Japan	398
Islamic Rep. of Iran	258
Saudi Arabia	222
Mexico	190
People's Rep. of China	183
Egypt	147
Italy	140
United Kingdom	137
Rest of the world	2 351
World	5 883

2017 data

Renewables ²	TWh
People's Rep. of China	1 662
United States	718
Brazil	466
Canada	432
India	263
Germany	216
Russian Federation	186
Japan	168
Norway	145
Italy	104
Rest of the world	1 909
World	6 269

2017 data

1. Excludes electricity generation from pumped storage.

2. Includes geothermal, solar, wind, tide/wave/ocean, biofuels, waste, heat and other.

3. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

Sources: IEA, World Energy Statistics, 2019; IEA, Electricity Information, 2019

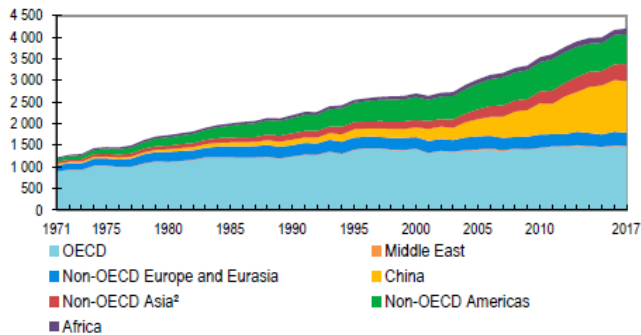
1. In this table, peat and oil shale are aggregated with coal.

2. Excludes electricity generation from pumped storage.

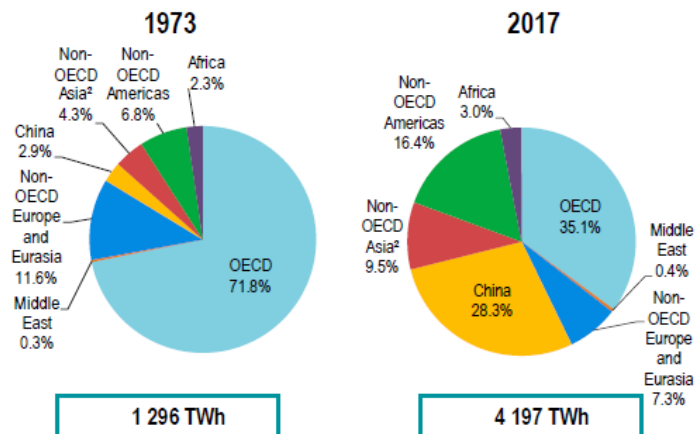
Sources: IEA, World Energy Statistics, 2019; IEA, Electricity Information, 2019

Hydroelectricity production

World hydroelectricity production¹ from 1971 to 2017 by region (TWh)



1973 and 2017 regional shares of hydroelectricity production¹



1. Includes electricity production from pumped storage.
2. Non-OECD Asia excludes China.

Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Renewables Information, 2019](#).

Hydroelectricity production

Producers of hydroelectricity¹

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	1 190	28.3
Canada	393	9.4
Brazil	371	8.8
United States	325	7.7
Russian Federation	187	4.5
Norway	143	3.4
India	142	3.4
Japan	90	2.1
Viet Nam	89	2.1
Sweden	65	1.6
Rest of the world	1 202	28.7
World	4 197	100.0

2017 data

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	344
United States	103
Brazil	100
Canada	81
Russian Federation	52
Japan	50
India	48
Norway	32
Turkey	27
France	26
Rest of the world	407
World	1 270

2017 data

Sources: [IEA, Market Report Series: Renewables, 2016](#), [United Nations Statistics Division](#).

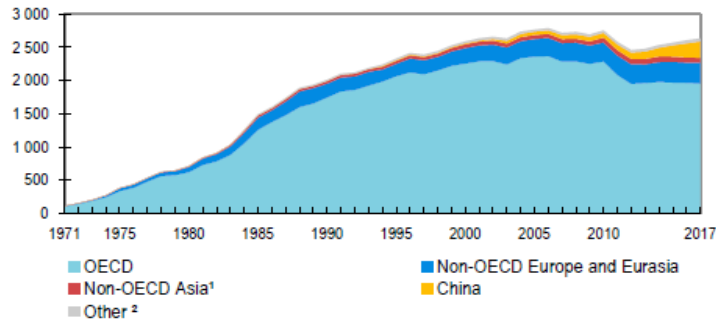
Country (top ten producers)	% of hydro in total domestic electricity generation
Norway	95.7
Brazil	62.9
Canada	59.6
Viet Nam	44.8
Sweden	39.7
People's Rep. of China	17.9
Russian Federation	17.1
India	9.3
Japan	8.4
United States	7.6
Rest of the world ²	14.3
World	16.3

2017 data

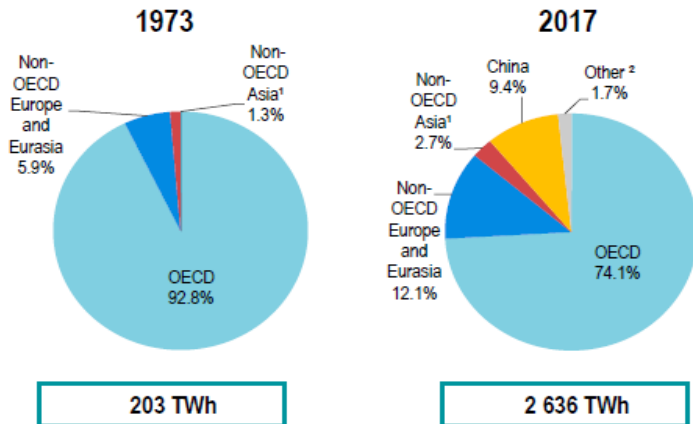
1. Includes electricity production from pumped storage.
2. Excludes countries with no hydro production.

Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Renewables Information, 2019](#).

World nuclear electricity production from 1971 to 2017 by region (TWh)



1973 and 2017 regional shares of nuclear electricity production



1. Non-OECD Asia excludes China.

2. Other includes Africa, Non-OECD Americas and the Middle East.

Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Electricity Information, 2019](#).

Producers of nuclear electricity

Producers	TWh	% of world total
United States	839	31.8
France	398	15.1
People's Rep. of China	248	9.4
Russian Federation	203	7.7
Korea	148	5.6
Canada	101	3.8
Ukraine	86	3.3
Germany	76	2.9
United Kingdom	70	2.7
Sweden	66	2.5
Rest of the world	401	15.2
World	2 636	100.0

2017 data

Net installed capacity	GW
United States	100
France	63
Japan	40
People's Rep. of China	35
Russian Federation	26
Korea	22
Canada	14
Ukraine	13
Germany	10
United Kingdom	9
Rest of the world	60
World	392

2017 data

Sources: [International Atomic Energy Agency](#)

Country (top ten producers)	% of nuclear in total domestic electricity generation
France	71.5
Ukraine	55.4
Sweden	40.0
Korea	26.4
United Kingdom	21.0
United States	19.7
Russian Federation	18.6
Canada	15.4
Germany	11.8
People's Rep. of China	3.8
Rest of the world ¹	7.4
World	10.3

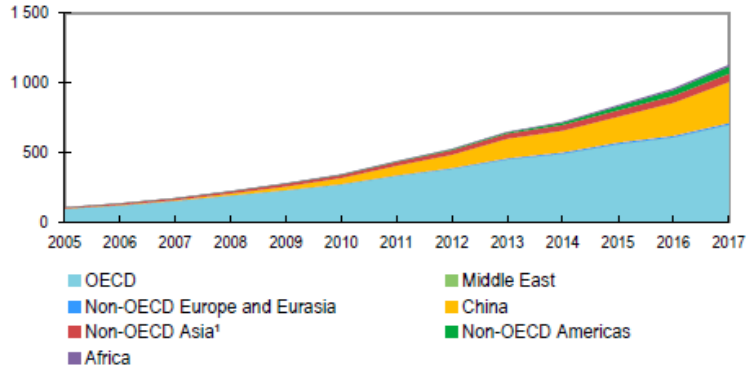
2017 data

1. Excludes countries with no nuclear production.

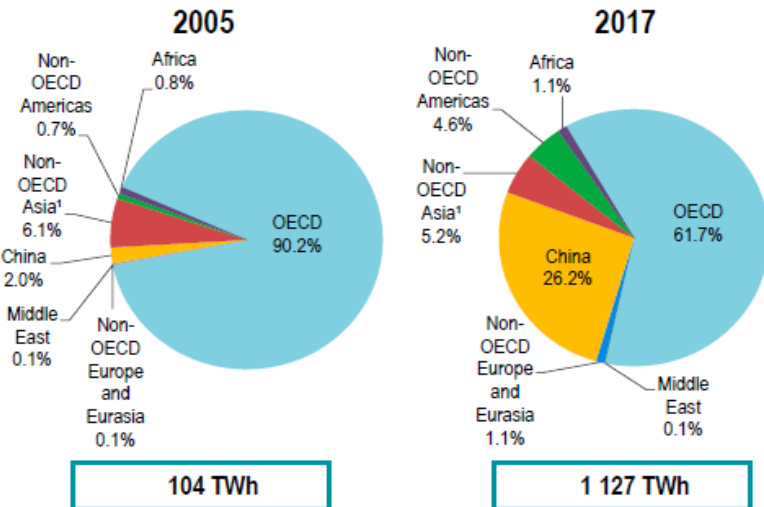
Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Electricity Information, 2019](#).

Wind electricity production

World wind electricity production from 2005 to 2017 by region (TWh)



2005 and 2017 regional shares of wind electricity production



1. Non-OECD Asia excludes China.

Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Renewables Information, 2019](#).

Wind electricity production

Producers of wind electricity

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	295	26.2
United States	257	22.8
Germany	106	9.4
India	51	4.5
United Kingdom	50	4.4
Spain	49	4.4
Brazil	42	3.8
Canada	29	2.6
France	25	2.2
Turkey	18	1.6
Rest of the world	205	18.1
World	1 127	100.0

2017 data

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	163.7
United States	88.3
Germany	55.7
India	32.8
Spain	23.0
United Kingdom	19.9
France	13.1
Canada	12.3
Brazil	12.3
Italy	9.6
Rest of the world	84.2
World	514.9

2017 data

Country (top ten producers)	% of wind in total domestic electricity generation
Spain	17.8
Germany	16.2
United Kingdom	14.8
Brazil	7.2
Turkey	6.0
United States	6.0
People's Rep. of China	4.5
France	4.4
Canada	4.4
India	3.3
Rest of the world¹	2.4
World	4.4

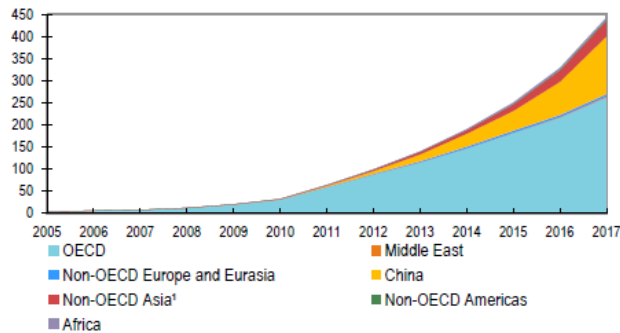
2017 data

1. Excludes countries with no wind production.

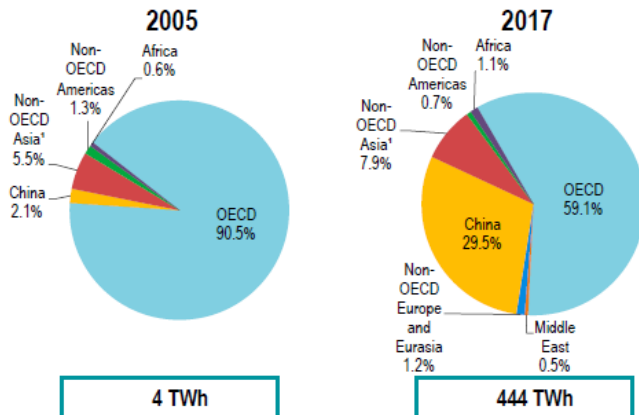
Sources: [IEA, World Energy Statistics, 2019](#); [IEA, Renewables Information, 2019](#); [IEA, Market Report Series: Renewables, 2018](#).

Solar fotovoltaic electricity production

World solar PV electricity production from 2005 to 2017 by region (TWh)



2005 and 2017 regional shares of solar PV electricity production



1. Non-OECD Asia excludes China.

Solar fotovoltaic electricity production

Producers of solar PV electricity

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	131	29.5
United States	67	15.2
Japan	55	12.4
Germany	39	8.9
India	26	5.9
Italy	24	5.5
United Kingdom	12	2.6
France	10	2.2
Spain	9	1.9
Australia	8	1.8
Rest of the world	63	14.1
World	444	100.0

2017 data

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	130.6
United States	52.0
Japan	49.0
Germany	42.4
Italy	19.7
India	19.0
United Kingdom	12.8
France	8.2
Australia	6.9
Korea	5.7
Rest of the world	51.4
World	397.7

2017 data

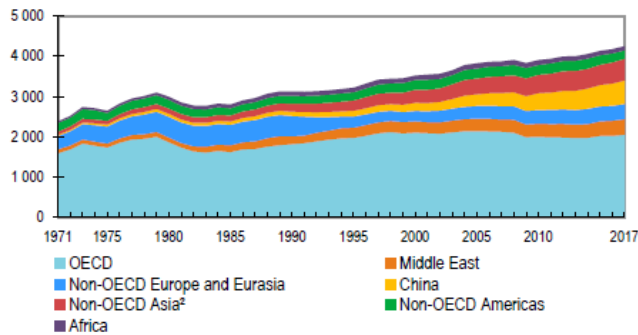
Country (top ten producers)	% of solar PV in total domestic electricity generation
Italy	8.2
Germany	6.0
Japan	5.2
Australia	3.1
Spain	3.1
United Kingdom	3.4
Australia	3.1
People's Rep. of China	2.0
India	1.7
France	1.7
United States	1.6
Rest of the world¹	0.7
World	1.7

2017 data

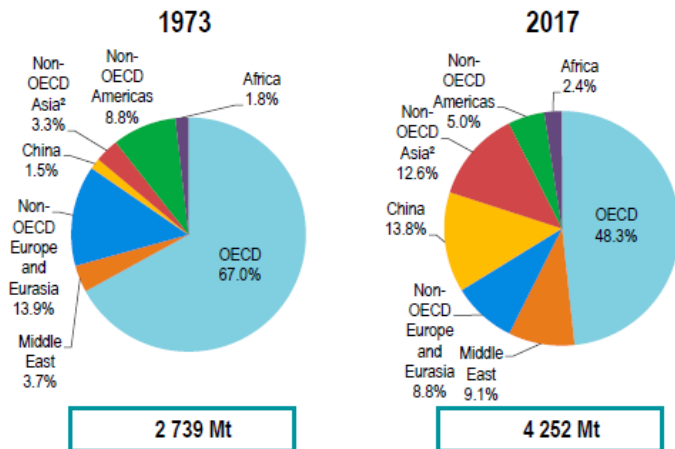
1. Excludes countries with no solar PV production.

Refining by region

World refinery intake¹ from 1971 to 2017 by region (Mt)



1973 and 2017 regional shares of refinery intake¹



1. Includes crude oil, NGL, refinery feedstocks, additives and other hydrocarbons.

Refining by region

Refinery capacity, net exporters and net importers of oil¹

Crude distillation capacity	kb/cd	% of world total
United States	18 915	19.2
People's Rep. of China	15 449	15.7
Russian Federation	6 558	6.6
India	5 117	5.2
Japan	3 558	3.6
Korea	3 276	3.3
Saudi Arabia	2 829	2.9
Brazil	2 175	2.2
Germany	2 022	2.0
Canada	1 931	2.0
Rest of the world	36 834	37.3
World	98 664	100.0

2018 data

Net exporters	Mt
Saudi Arabia	414
Russian Federation	378
Iraq	174
Islamic Rep. of Iran	153
United Arab Emirates	143
Canada	143
Kuwait	130
Venezuela	94
Norway	78
Kazakhstan	71
Others	520
Total	2 298

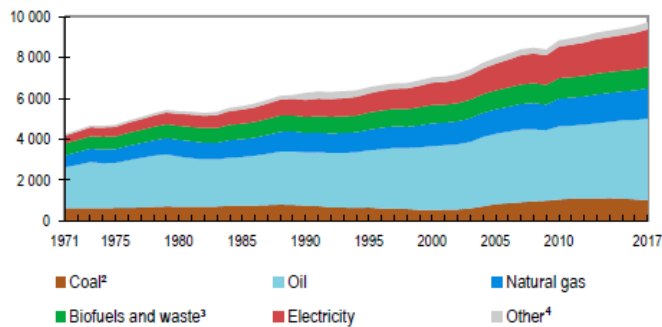
2017 data

Net importers	Mt
People's Rep. of China	419
United States	209
India	187
Japan	184
Korea	123
Germany	108
Singapore	84
France	79
Spain	62
Italy	53
Others	759
Total	2 267

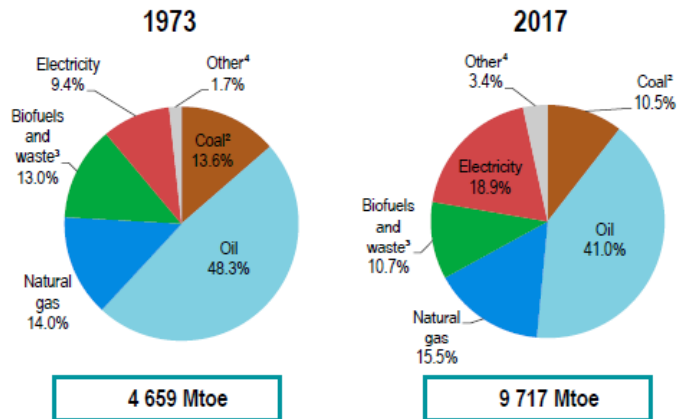
2017 data

World total final consumption (TFC) by source

World¹ TFC from 1971 to 2017 by source (Mtoe)



1973 and 2017 source shares of TFC



1. World includes international aviation and international marine bunkers.

2. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

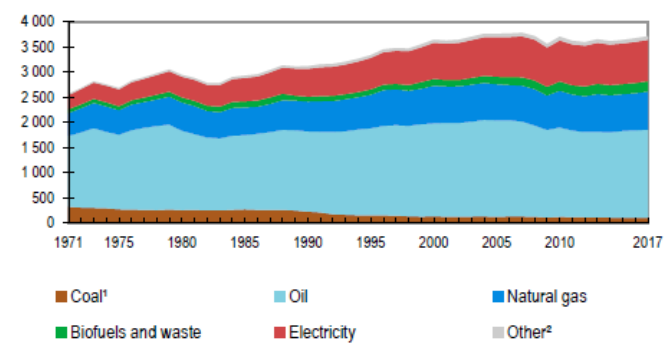
3. Data for biofuels and waste final consumption have been estimated for a number of countries.

4. Includes heat, solar thermal and geothermal.

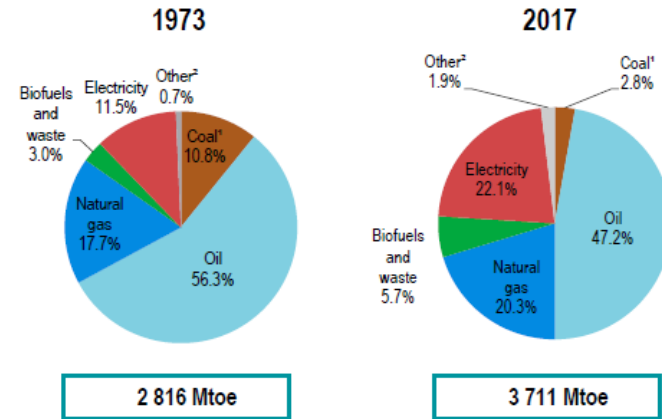
Source: IEA, World Energy Balances, 2019

OECD total final consumption by source

OECD TFC from 1971 to 2017 by source (Mtoe)



1973 and 2017 source shares of TFC



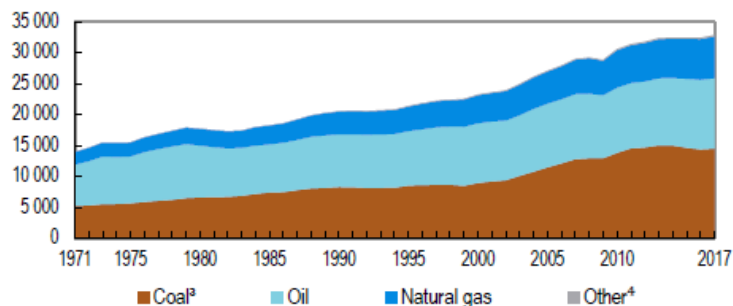
1. In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.

2. Includes heat, solar thermal and geothermal.

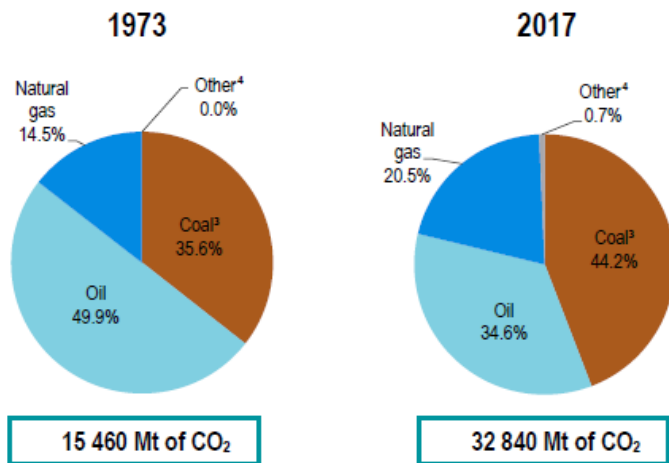
Source: IEA, World Energy Balances, 2019

CO₂ emissions by fuel

World¹ CO₂ emissions from fuel combustion² from 1971 to 2017
by fuel (Mt of CO₂)



1973 and 2017 fuel shares of CO₂ emissions from fuel combustion²

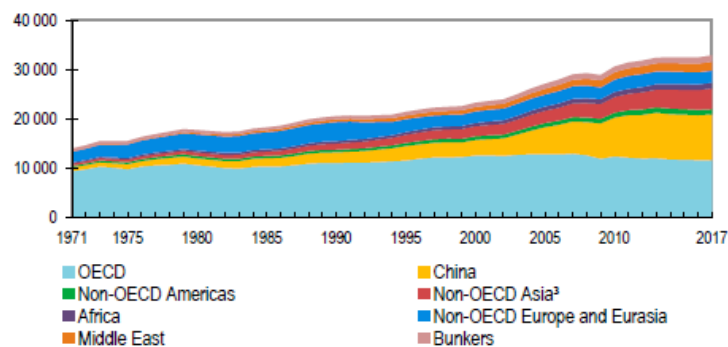


- World includes international aviation and international marine bunkers.
- CO₂ emissions from fuel combustion are based on the IEA World Energy Balances and on the 2006 IPCC Guidelines, and exclude emissions from non-energy.
- In these graphs, peat and oil shale are aggregated with coal.
- Includes industrial waste and non-renewable municipal waste.

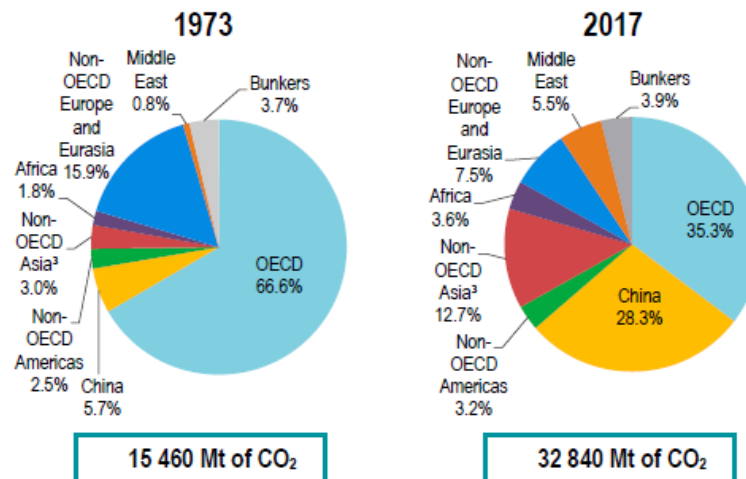
Source: [IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2019](#).

CO₂ emissions by region

World¹ CO₂ emissions from fuel combustion² from 1971 to 2017
by region (Mt of CO₂)



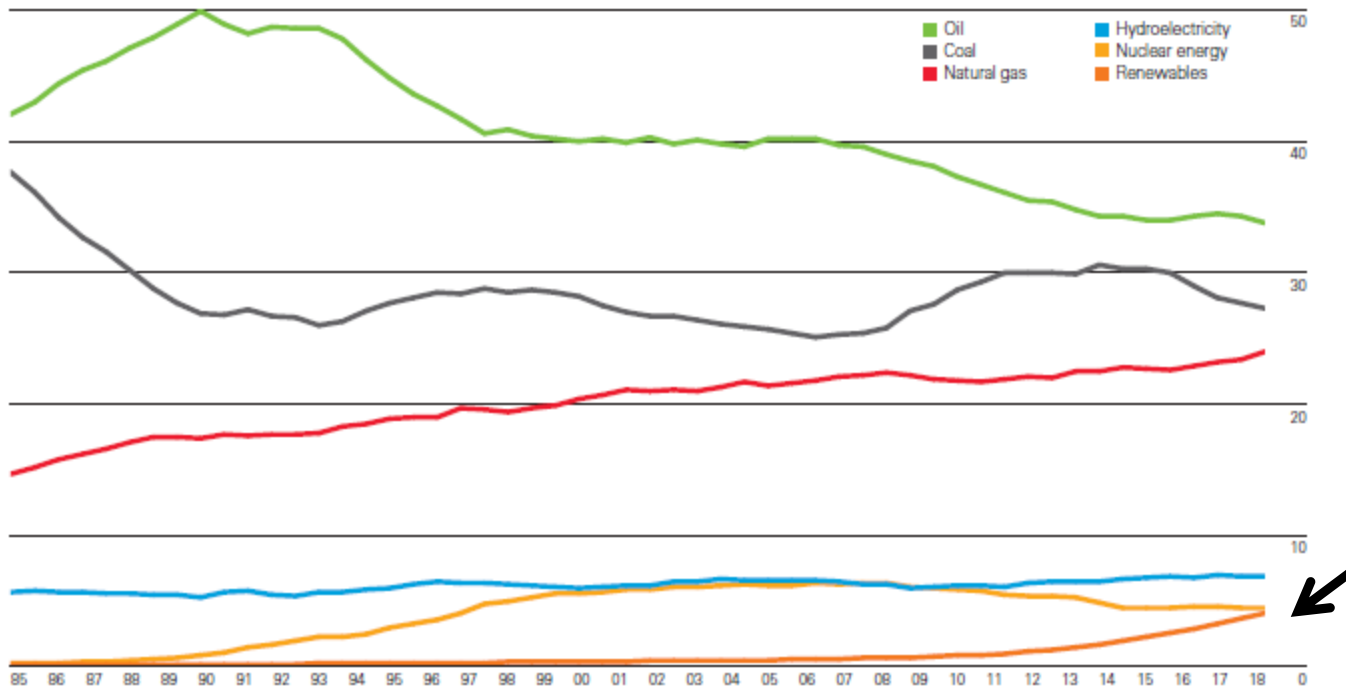
1973 and 2017 regional shares of CO₂ emissions from fuel combustion²



- World includes international aviation and marine bunkers, which are shown together as Bunkers.
- CO₂ emissions from fuel combustion are based on the IEA World Energy Balances and on the 2006 IPCC Guidelines, and exclude emissions from non-energy.
- Non-OECD Asia excludes China.

Source: [IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2019](#).

Shares of global primary energy consumption by fuel
Porcentagem



Oil remains the most used fuel in the energy mix. Coal is the second largest fuel but lost share in 2018 to account for 27%, its lowest level in 15 years. The share of natural gas increased to 24% such that the gap between coal and gas has narrowed to three percentage points. The contribution of hydro and nuclear remained relatively flat in 2018 at 7% and 4%, respectively. Strong growth pushed up renewables share to 4%, just behind nuclear.

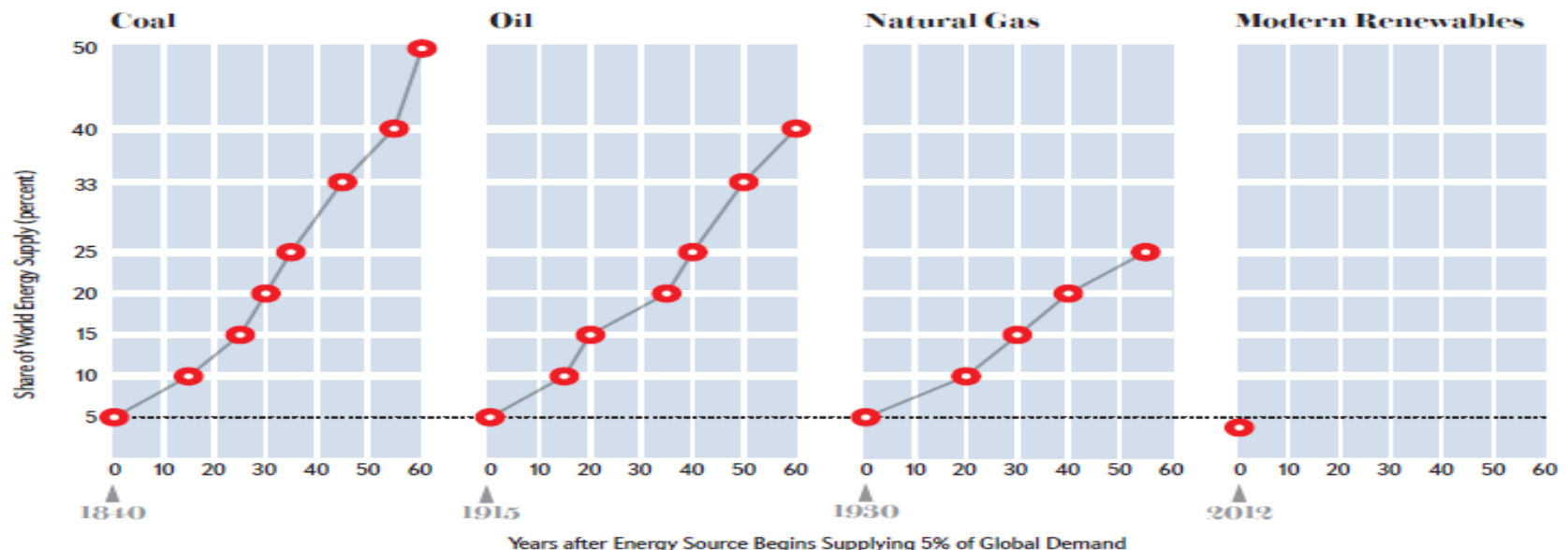
In 2018, non hydro renewables in power generation accounted for 4% of global primary energy consumption.

Long-term energy transitions: many years needed

Many Years Needed to Take Over the Energy World

Each major energy source that has dominated world supply has taken 50 to 60 years to rise to the top spot. Coal reached 5 percent of global supply in 1840 (bottom left) and gradually took over from wood, reaching 50 percent some 60 years later, around 1900. Subsequent transitions to oil and natural gas have followed a similar pattern in reaching benchmark levels of supply (vertical axis), rising steadily after they achieve

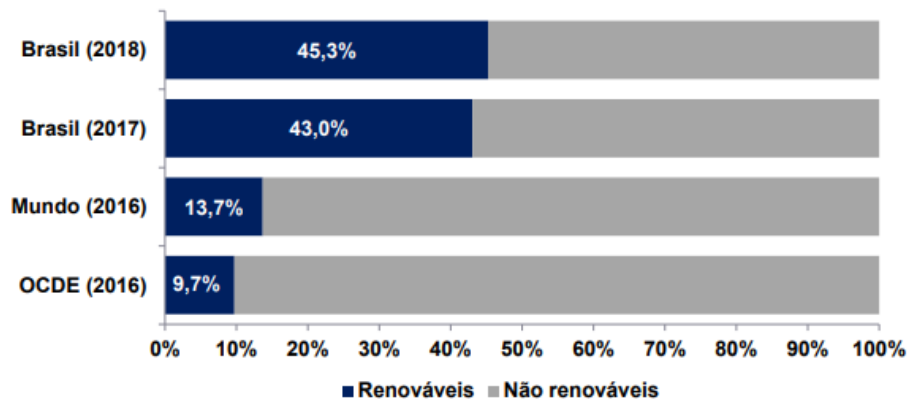
5 percent. Oil has not yet reached 50 percent and may never. Natural gas is still partway along the path and is taking longer to ascend. The so-called modern renewable energy sources—wind, solar, geothermal and liquid biofuels—have hit only about 3.4 percent; unless a disruptive technology or revolutionary policy speeds up change, they, too, may be destined for a long transition.



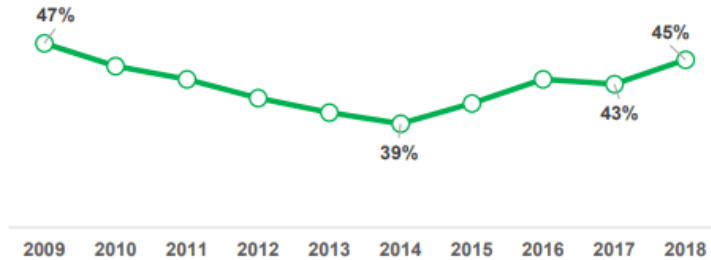
Source: Smil, V. (January 1, 2014). A Global Transition to Renewable Energy Will Take Many Decades - The great hope for a quick and sweeping transition to renewable energy is wishful thinking. *Scientific American* 310, 1, pp. 52-57.

BEN 2019 | Participação de renováveis na matriz energética¹

- ✓ Incremento da geração hidráulica e eólica;
- ✓ Aumento da oferta de lixívia e biodiesel;
- ✓ Redução da oferta de petróleo e derivados;
- ✓ Redução da oferta de gás natural.



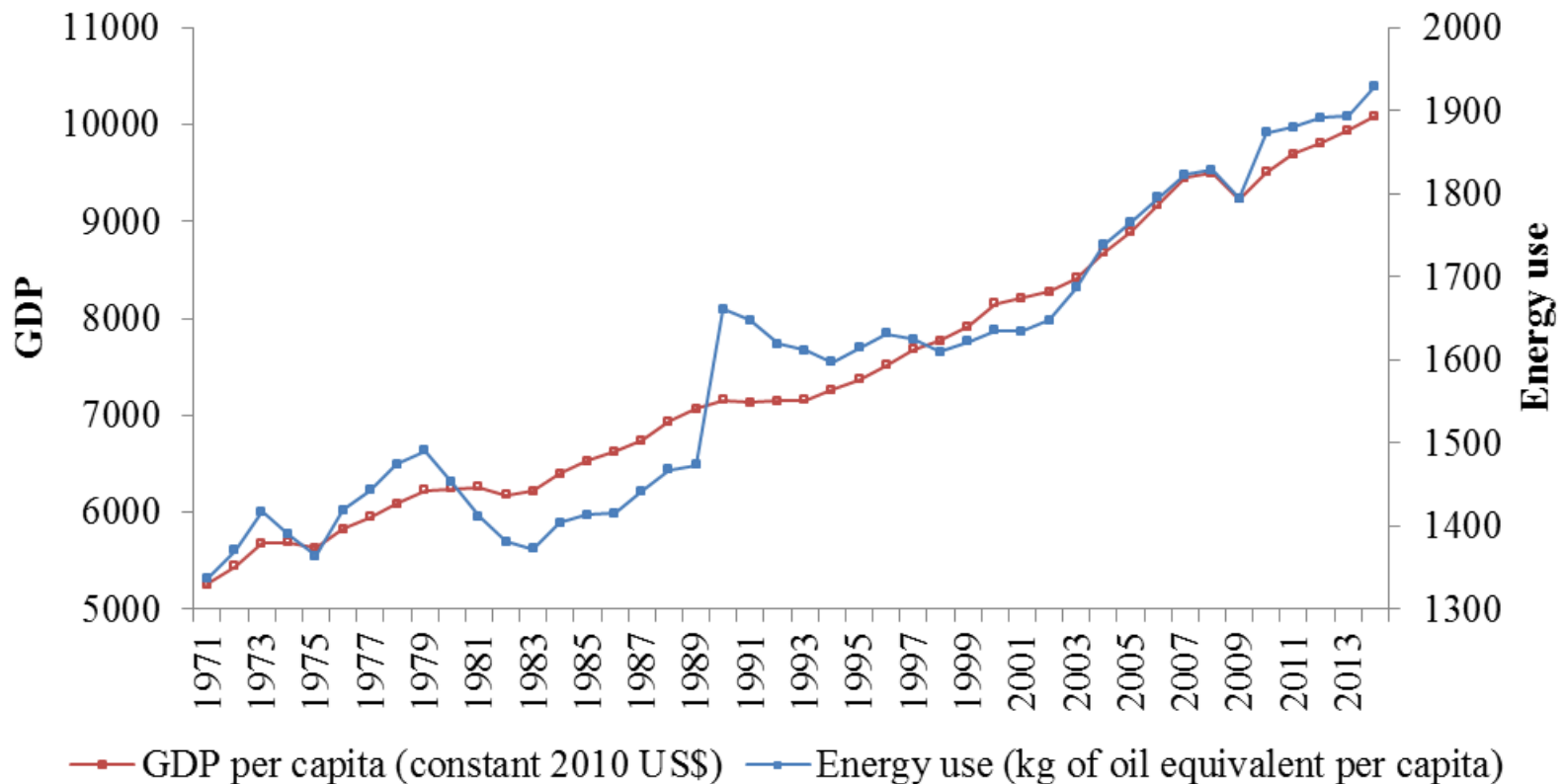
Participação das renováveis na OIE



¹ A renovabilidade é calculada com base na Oferta Interna de Energia - OIE.

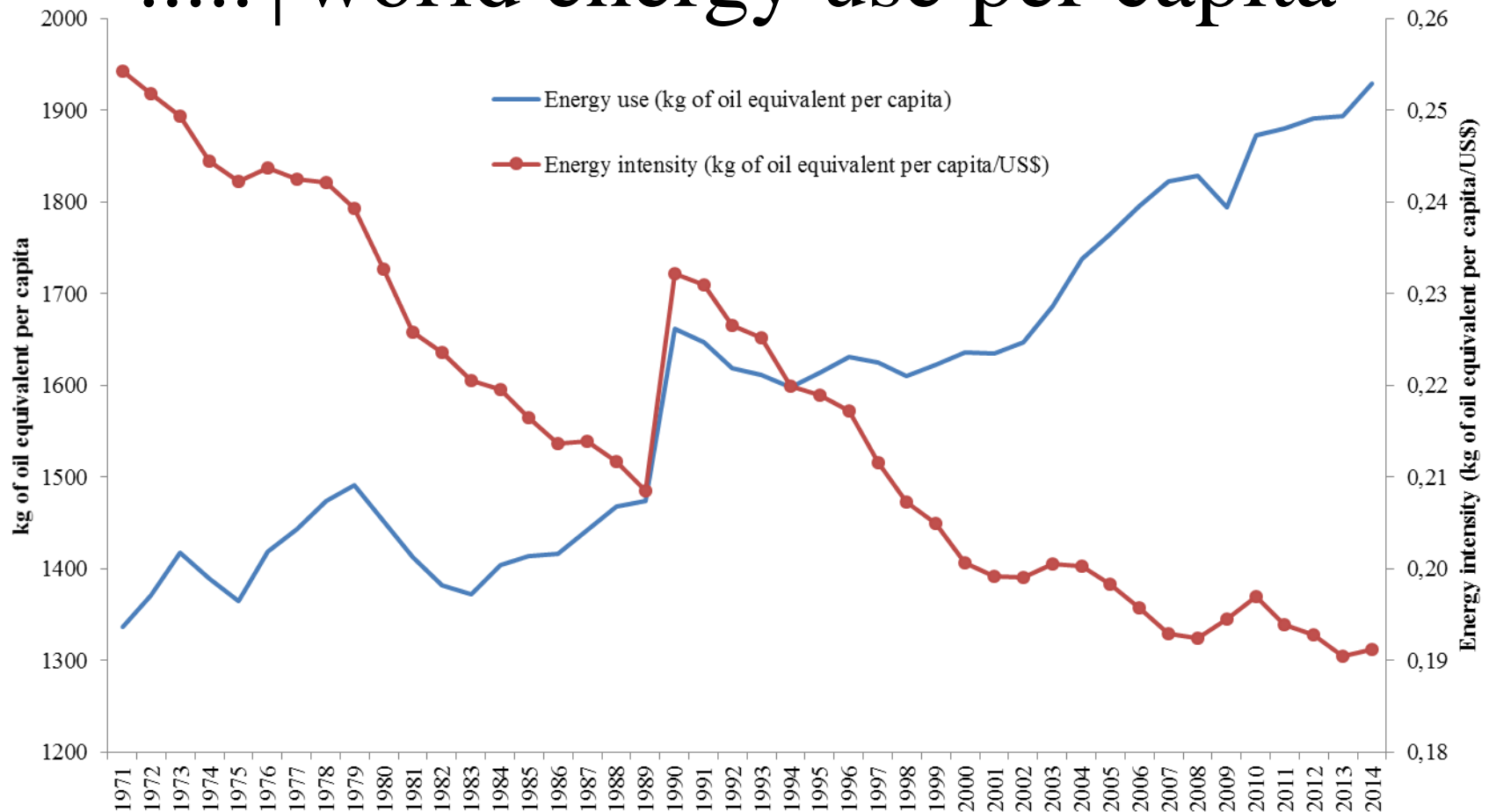
Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

There is no sign of strong decoupling between energy use and economic growth in the world. On the contrary, there is a strong coupling.



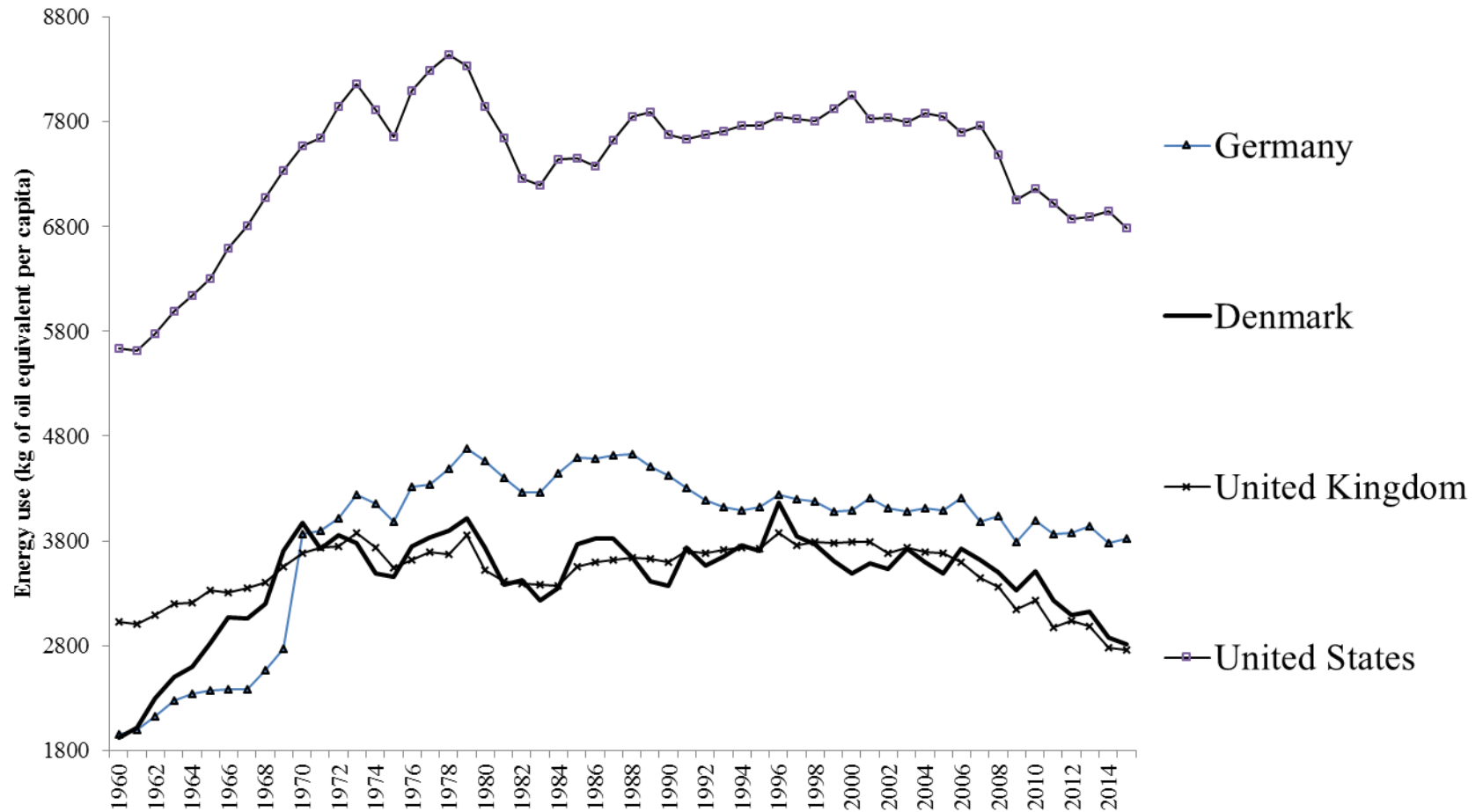
Source: Own elaboration based on World Bank Data (2017).

↓ World energy intensity
↑ world energy use per capita



Source: Own elaboration based on World Bank Data (2017).

Downward trend since the first oil crisis

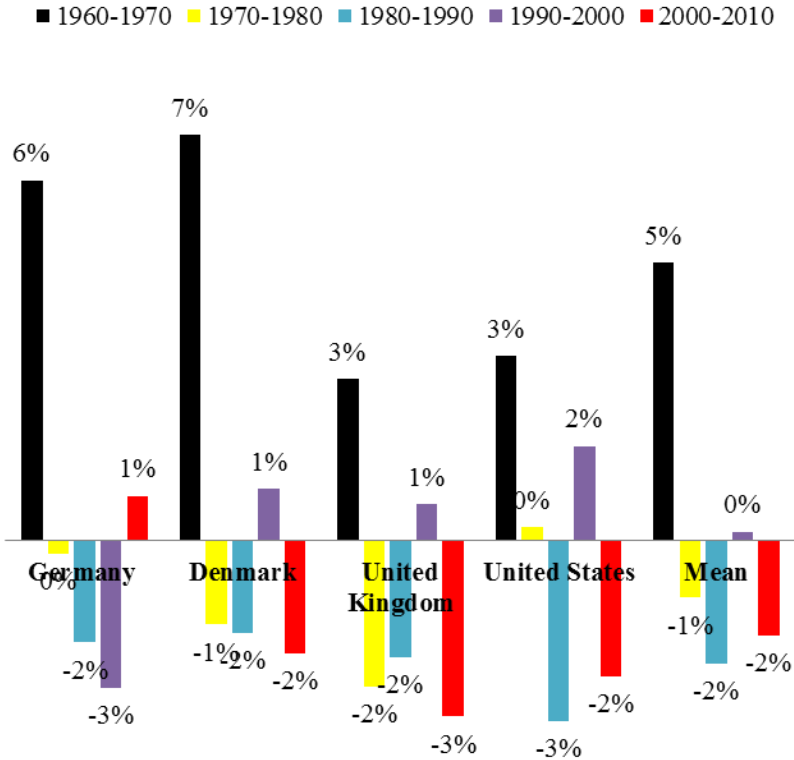
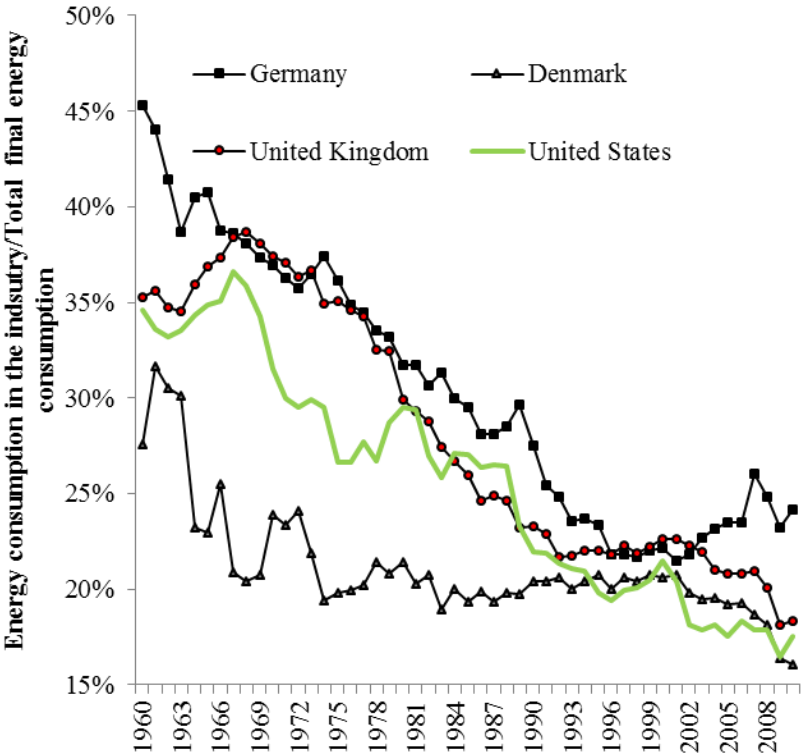


Source: Own elaboration based on World Bank (2017)

Where does the reduction in energy use come from? INDUSTRY.

Energy has been used less and less for the industry

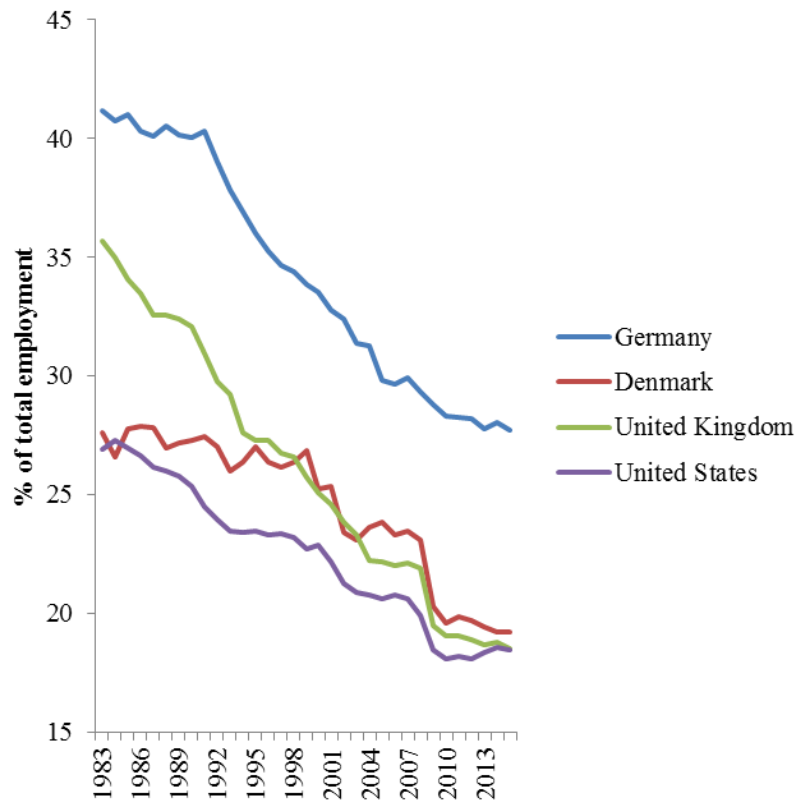
Annual growth rates of energy consumption in the industry



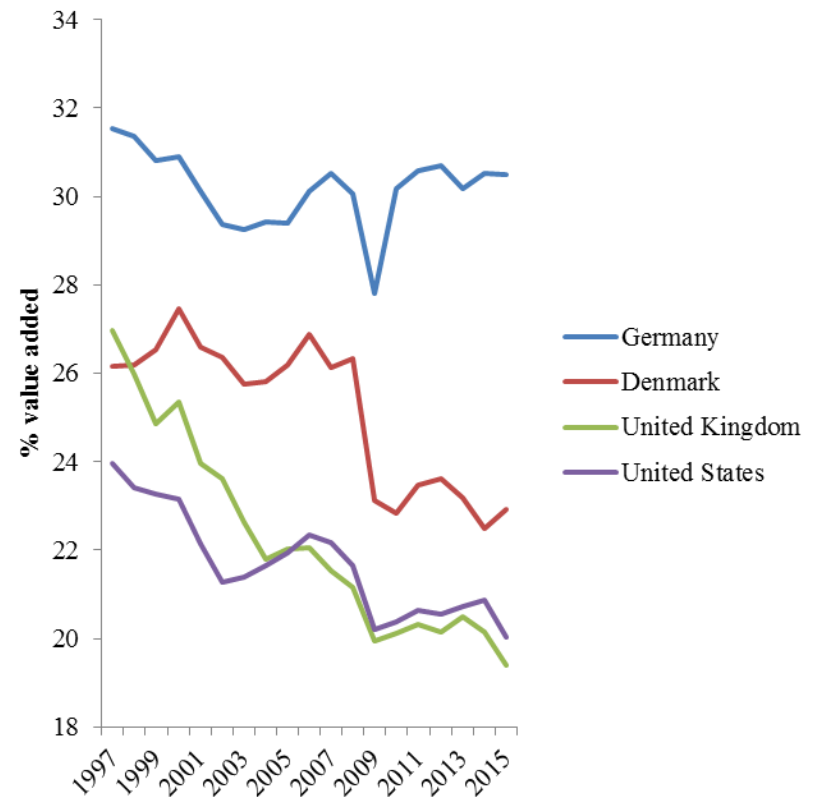
Source: Own elaboration (2017)

Why? Desindustrialization

↓ **Employment in the industry**

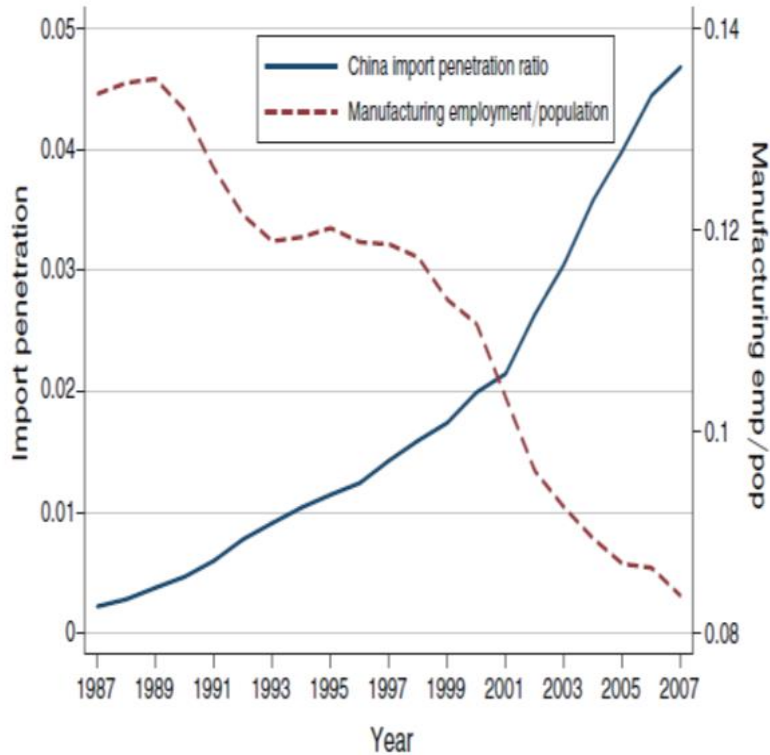


↓ **Industry, value added (% GDP)**



The Chinese effect?

Import penetration ratio for US imports from China (left scale), and share of US working-age population employed in manufacturing (right scale).



Source: Autor et al. 2013. The China Syndrome: local labor effects of imports competition in the United States. **American Economic Review**.

Value of trade with China for the US and other selected high-income countries and value of imports from all other source countries. 1991/1992-2007.

	I. Trade with China (in billions 2007 US\$)		II. Imports from other countries (in billions 2007 US\$)		
	Imports from China (1)	Exports to China (2)	Imports from other low-inc. (3)	Mexico/ CAFTA (4)	Imports from rest of world (5)
<i>Panel A. United States</i>					
1991/1992	26.3	10.3	7.7	38.5	322.4
2000	121.6	23.0	22.8	151.6	650.0
2007	330.0	57.4	45.4	183.0	763.1
Growth 1991-2007	1,156%	456%	491%	375%	137%
<i>Panel B. Eight other developed countries</i>					
1991/1992	28.2	26.6	9.2	2.8	723.6
2000	94.3	68.2	13.7	5.3	822.6
2007	262.8	196.9	31.0	11.6	1329.8
Growth 1991-2007	832%	639%	236%	316%	84%

Notes: Trade data is reported for the years 1991, 2000, and 2007, except for exports to China which are first available in 1992. The set of "other developed countries" in panel B comprises Australia, Denmark, Finland, Germany, Japan, New Zealand, Spain, and Switzerland. Column 3 covers imports from all countries that have been classified as low income by the World Bank in 1989, except for China. Column 4 covers imports from Mexico and the Central American and Caribbean countries covered by the CAFTA-DR. Column 5 covers imports from all other countries (primarily from developed countries).

Source: Autor et al. 2013. The China Syndrome: local labor effects of imports competition in the United States. **American Economic Review**.

Conclusions

- Surplus generation, specially in the form of economic rents, seems to keep the upperhand in the choice of energy and emissions paths.
- The cases of decoupling GDP-energy-emissions in industrialized countries (4 in the case of energy, 14 in the case of emissions) seems to be offset by transfer of industrial activities to China.
- In terms of world per capita CO₂ emissions the trend still of increase; specially in the regions of higher population growth and emerging economies (Asia, Sub-Saharan Africa).

Provocative Proposals

- Explore electric revolution: resurrect Edison
- Abolish ICE (internal combustion engine) and increase 2-3 times overall vehicle efficiency ;
- Maximize economic efficiency and reduce emissions: all electric world, renewables and fossil fuels combined cycle power generation, coupled with Carbon Capture and Storage.

Provocative Proposals

- Brazil has comparative advantages to make a radical energy transition: most of energy storage investments are already made and amortized (hydroelectric reservoirs)
- Opportunity to modernize industry and make the convergence between two highly important value chains: Transport and Energy. We can revert the deindustrialization effect and make the energy transition



CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia

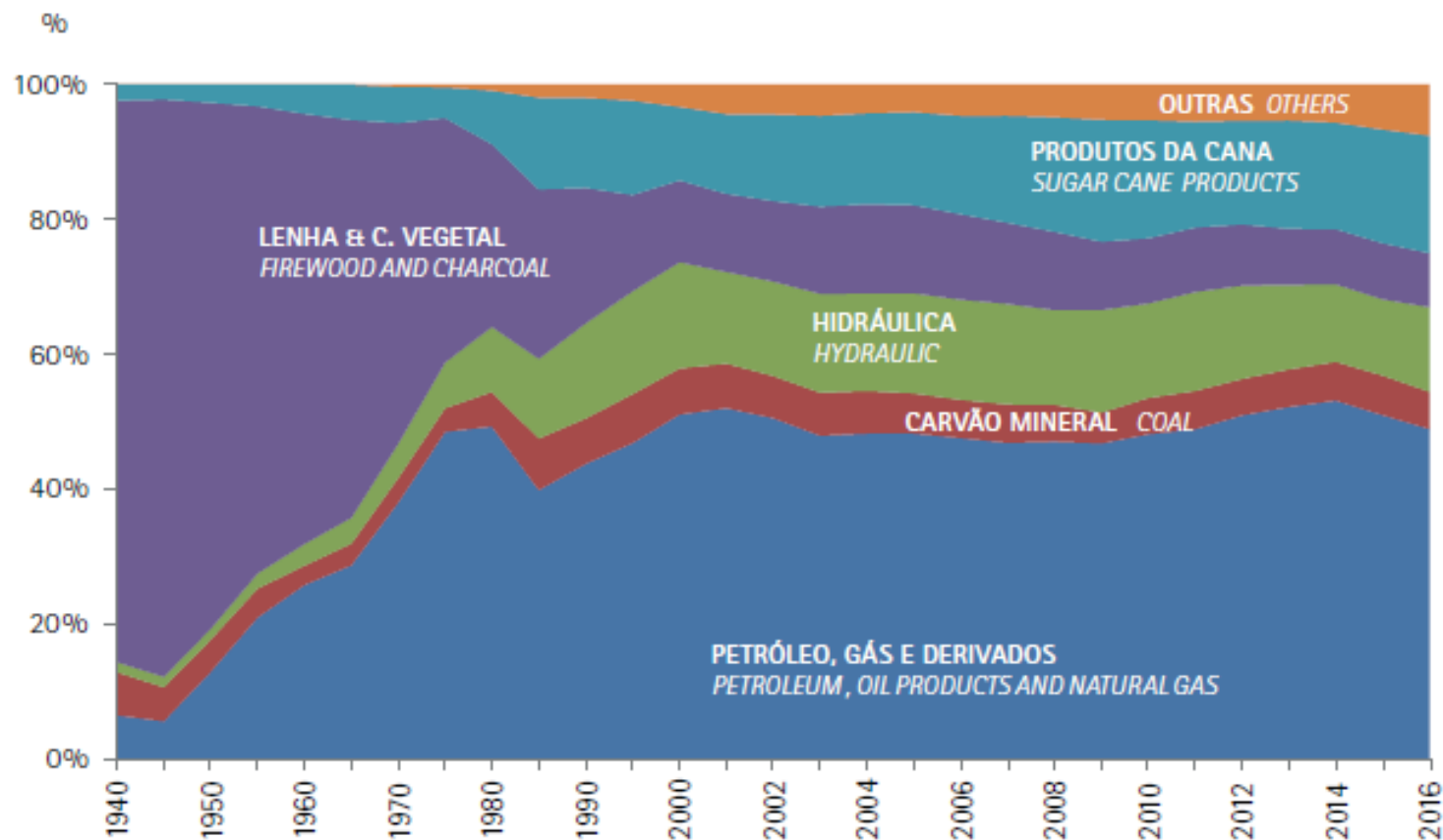
Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Econômico

16 a 18 de outubro/2019

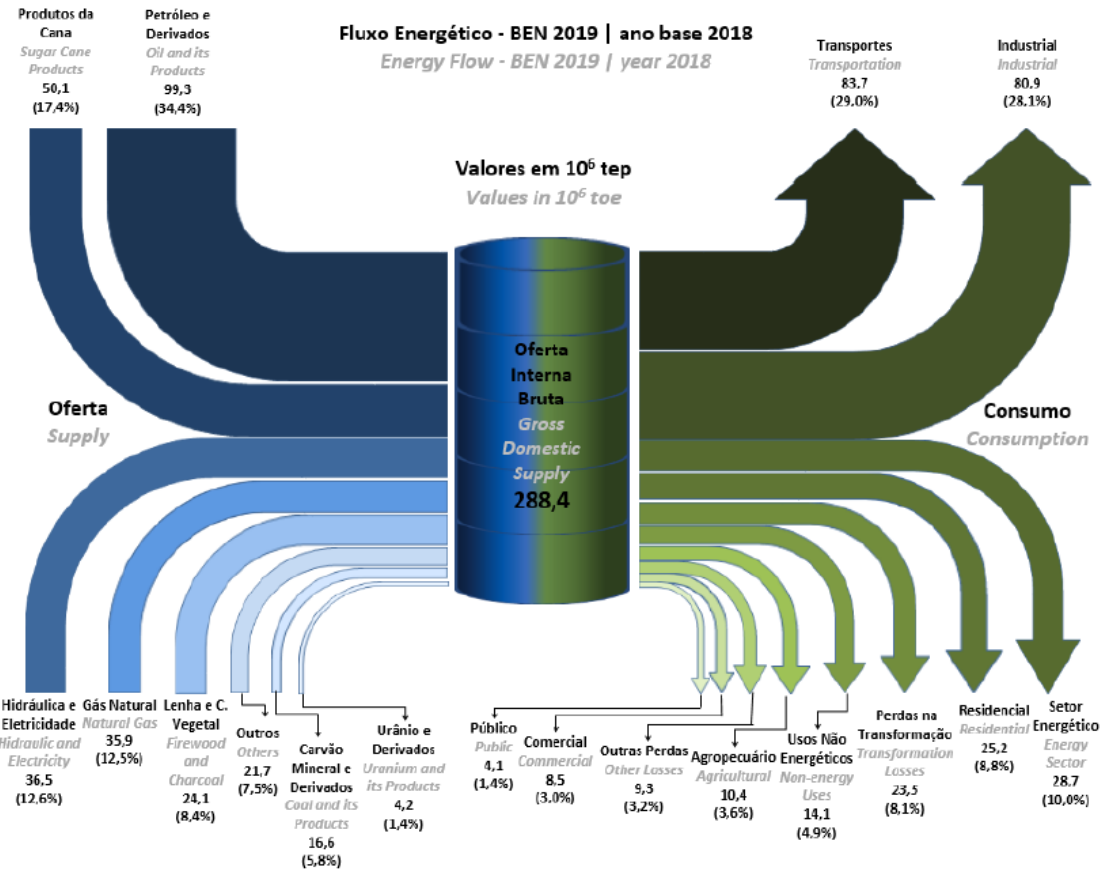
CentroSul - Florianópolis/SC

**ESTRUTURA ATUAL DE
CONSUMO E PRODUÇÃO:
OFERTA DEMANDA
CARACTERÍSTICAS
AMBIENTAIS, EMISSÕES: BRASIL**

Chart 1.13.b – Domestic Energy Supply



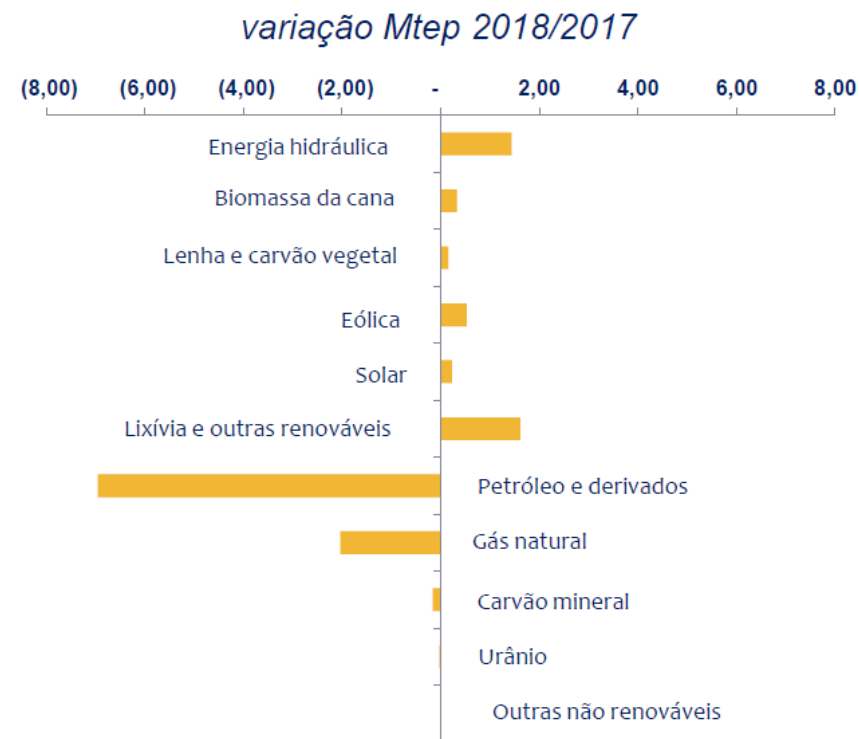
BEN 2019 | Fluxo Energético



Nota: Os percentuais foram calculados com base na Oferta Interna Bruta.

BEN 2019 | Oferta interna de energia 2018/2017

Fonte (Mtep)	2017	2018	Δ 18 / 17
RENOVÁVEIS	126,2	130,5	3,4%
Energia hidráulica ¹	35,0	36,5	4,1%
Biomassa da cana	49,8	50,1	0,7%
Lenha e carvão vegetal	24,0	24,1	0,6%
Eólica	3,6	4,2	14,4%
Solar	0,072	0,298	316,1%
Lixívia e outras renováveis	13,8	15,4	11,8%
NÃO RENOVÁVEIS	167,0	157,9	-5,5%
Petróleo e derivados	106,3	99,3	-6,5%
Gás natural	37,9	35,9	-5,4%
Carvão mineral	16,8	16,6	-0,9%
Urânio (U ₃ O ₈)	4,2	4,2	-0,5%
Outras não renováveis	1,8	1,8	-0,1%



¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica



BEN 2019 | Consumo final energético por fonte¹

Unidade: 10 ³ tep			
Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Óleo Diesel ²	43.191	42.636	-1,3%
Eletricidade	45.395	46.045	1,4%
Bagaço de Cana	29.126	27.529	-5,5%
Gasolina ³	24.856	21.595	-13,1%
Gás Natural	17.786	19.075	7,2%
Lenha	16.687	16.758	0,4%
Etanol	13.857	15.726	13,5%
GLP	8.304	8.189	-1,4%
Lixívia	6.470	6.918	6,9%
Óleo Combustível	2.820	2.156	-23,6%
Querosene	3.299	3.391	2,8%
Outras Fontes ⁴	28.245	27.416	-2,9%
TOTAL	240.034	237.433	-1,1%

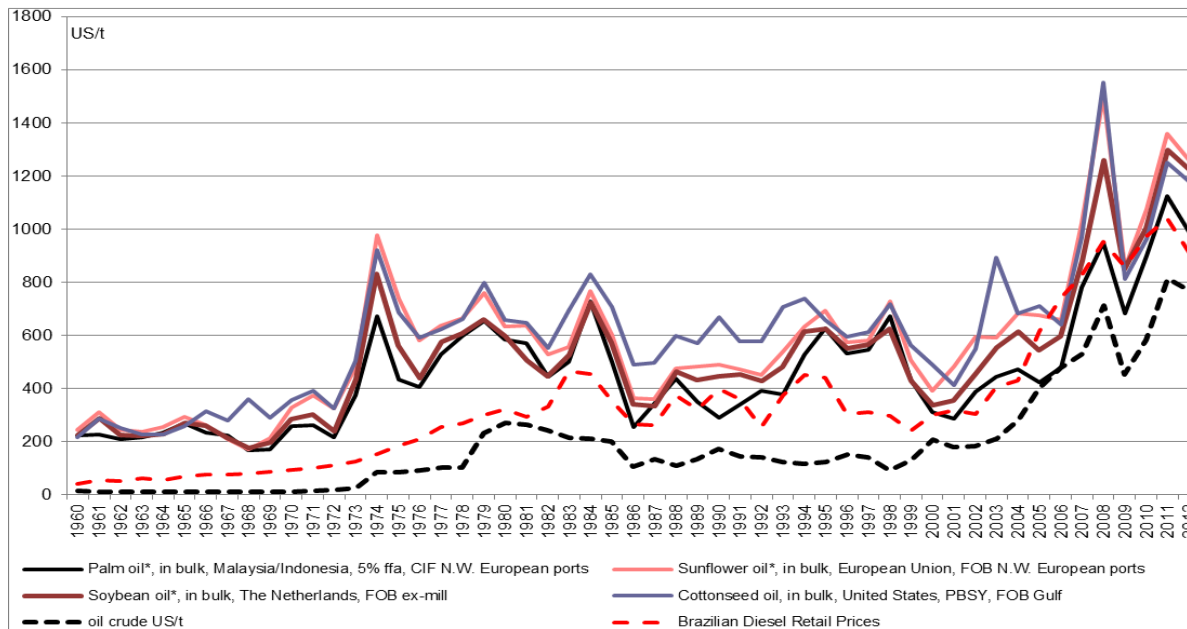
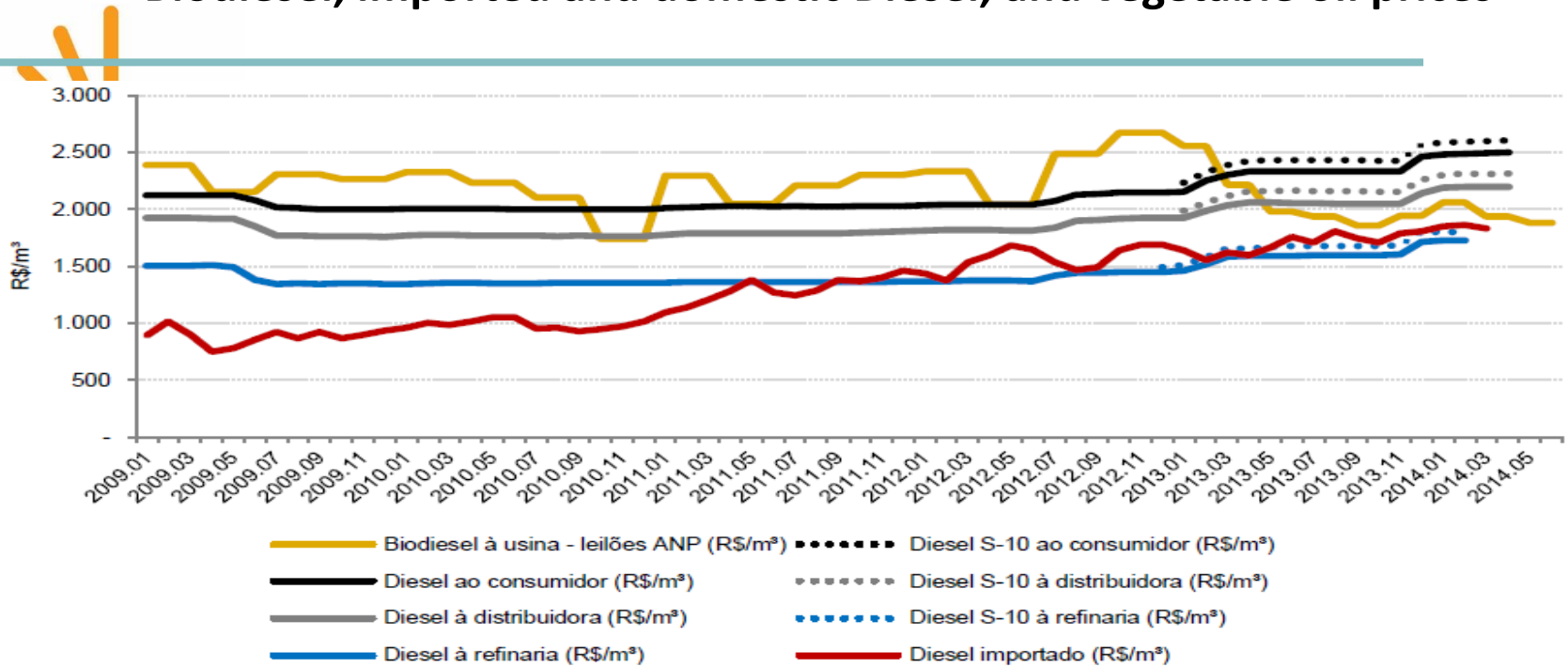
Notas: 1) Exclui consumo final não energético

2) Inclui biodiesel

3) Inclui gasolina A (automotiva) e gasolina de aviação

4) Inclui gás de refinaria, coque de carvão mineral e carvão vegetal, dentre outros

Biodiesel, imported and domestic Diesel, and vegetable oil prices



Fuente: Elaborado por ABIOVE basado en ANP, MDIC, BACEN. RICO, J.AP, 2013

BEN 2019 | Repartição da oferta interna de energia - OIE

RENOVÁVEIS ► 45,3%



Biomassa da
Cana
17,4%



Hidráulica¹
12,6%



Lenha e
Carvão Vegetal
8,4%



Lixívia e outras
renováveis
6,9%



Petróleo e
derivados
34,4%



Gás
Natural
12,5%



Urânio
1,4%



Carvão
Mineral
5,8%



outras não
renováveis
0,6%

NÃO RENOVÁVEIS ► 54,7%

¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

BEN 2019 | Oferta interna de energia 2009 - 2018

Mil tep									
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
243.070	268.706	272.250	283.321	296.422	305.635	299.672	288.395	293.268	288.392

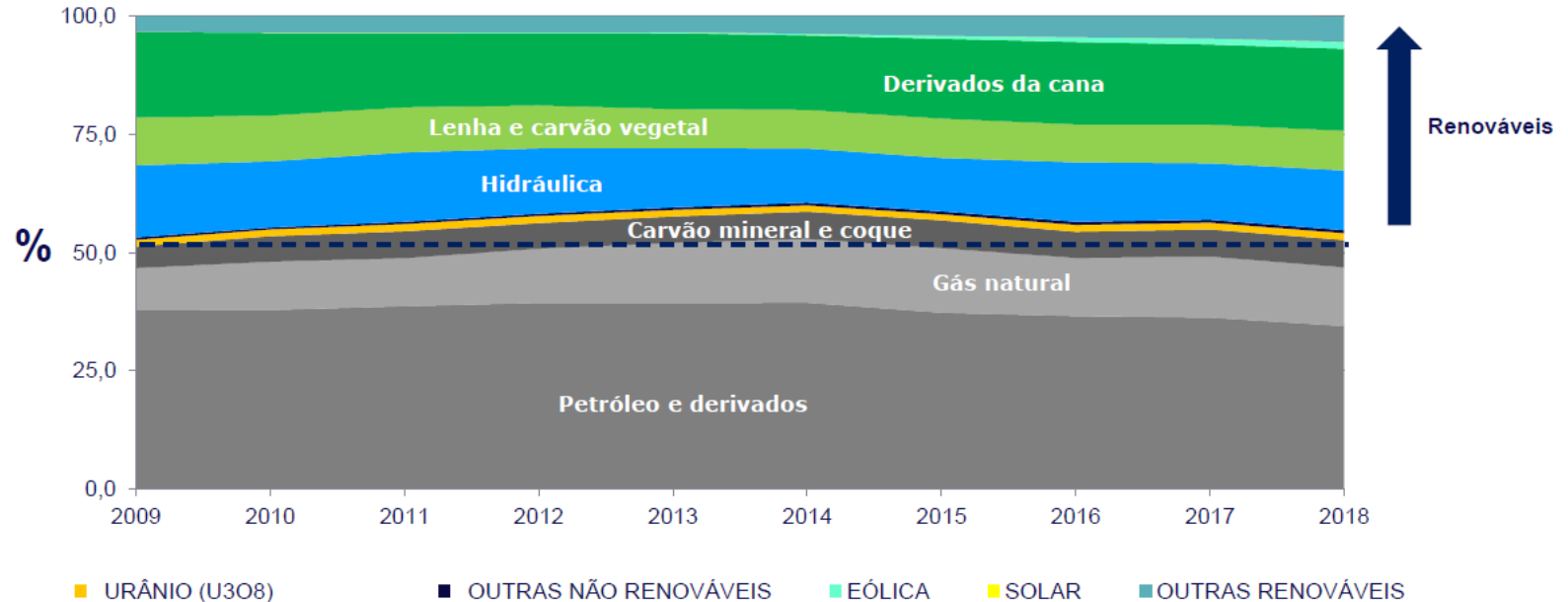


Chart 1.2.a – Primary Energy Production

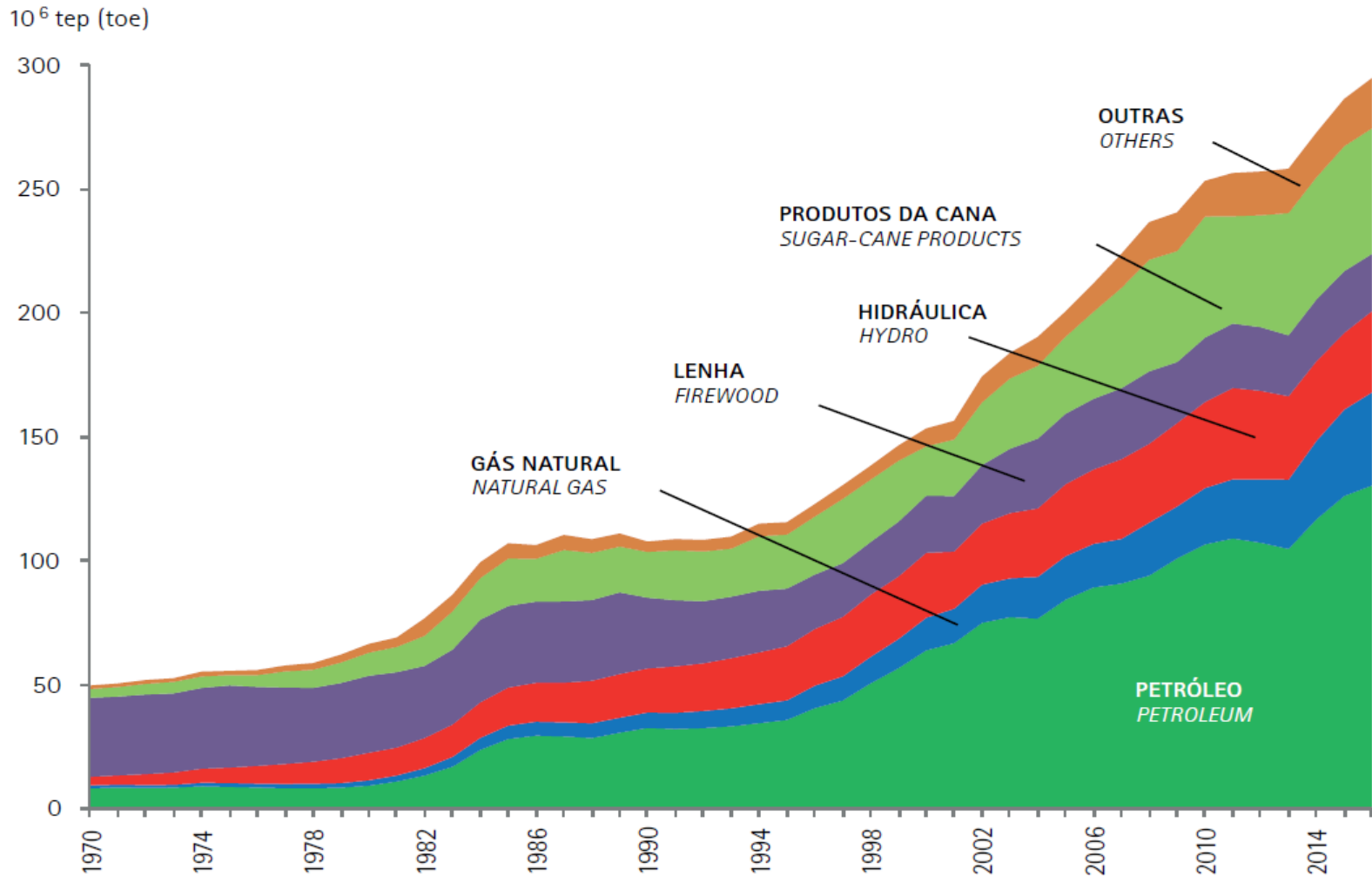
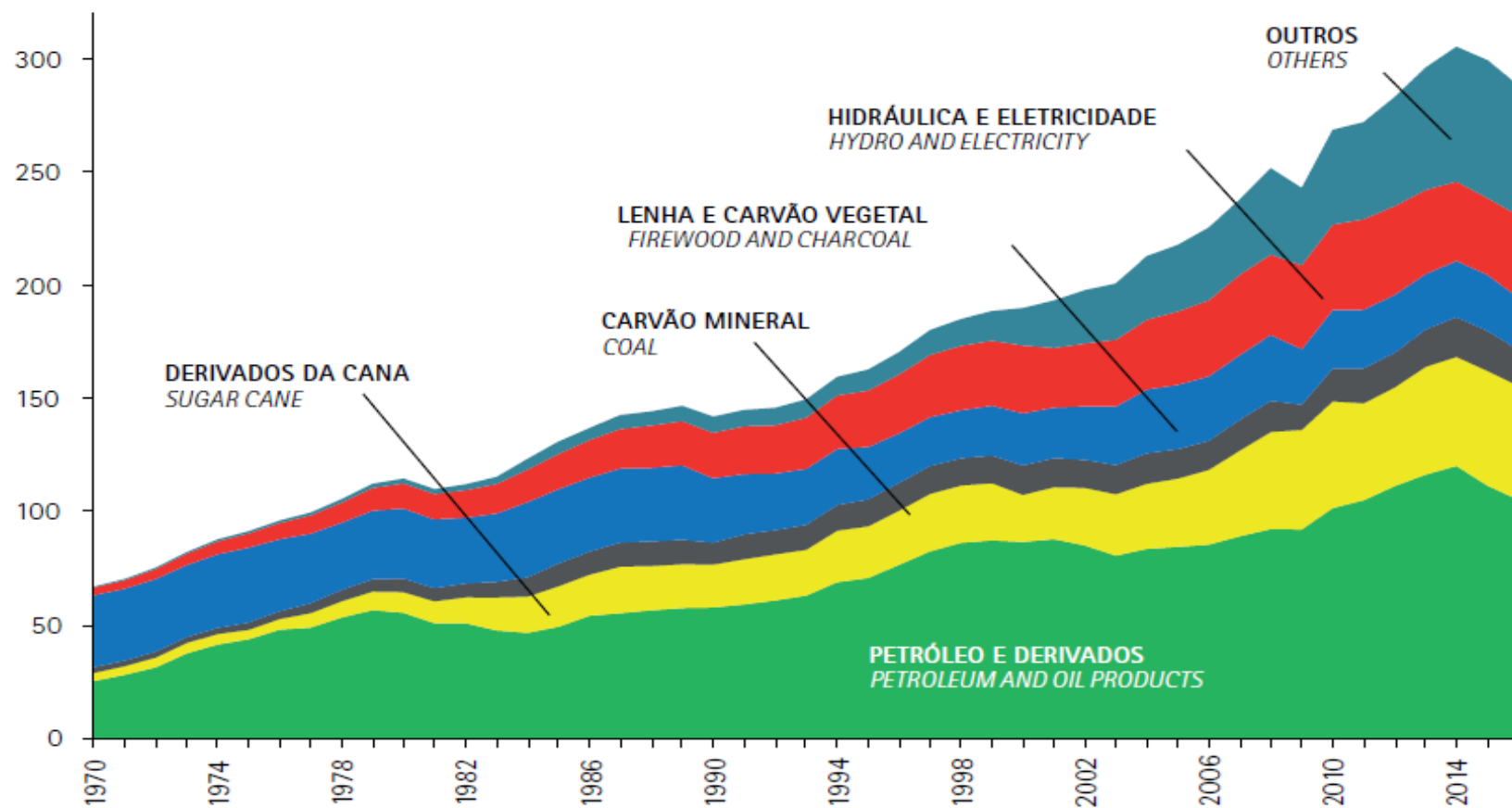
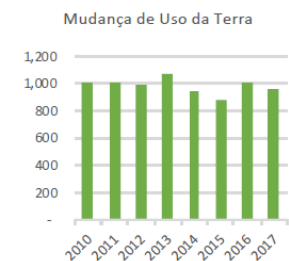
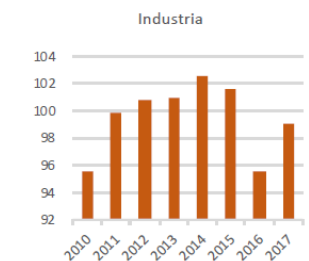
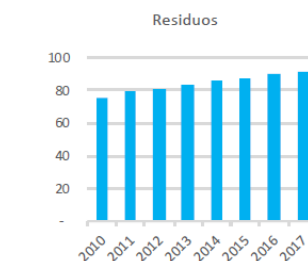
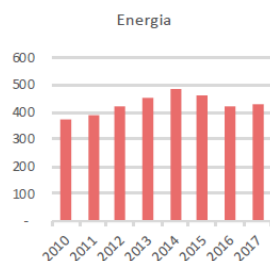
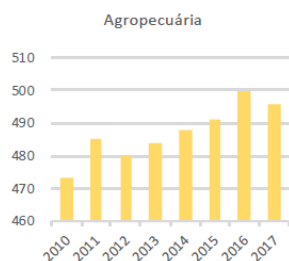
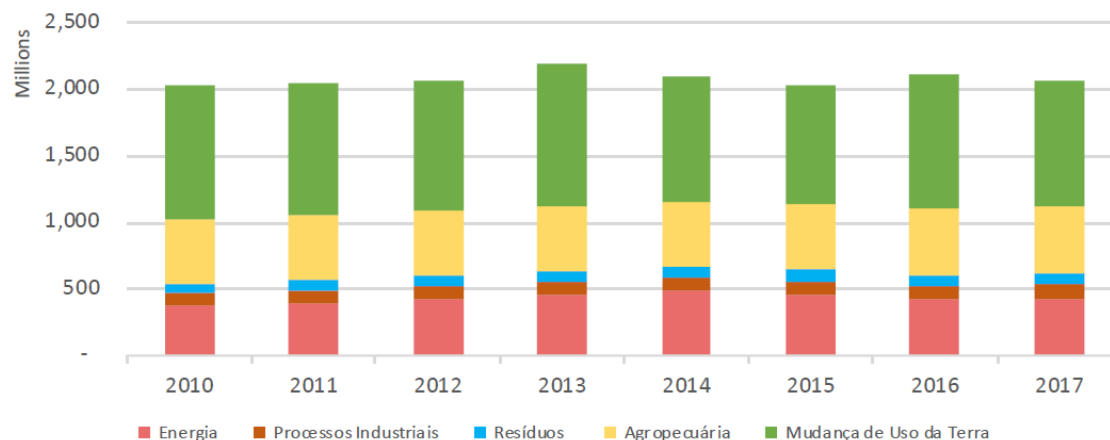


Chart 1.3.a – Domestic Energy Supply

10⁶ tep (toe)



Estimativa de Emissões de GEE no Brasil 2010-2017 (Mt CO2e)



BEN 2019 | Emissões de CO2

Em 2018, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 416,1 MtCO₂-eq

Emissões totais (2018), em Mt CO2



Δ 18/17
 -5,2%

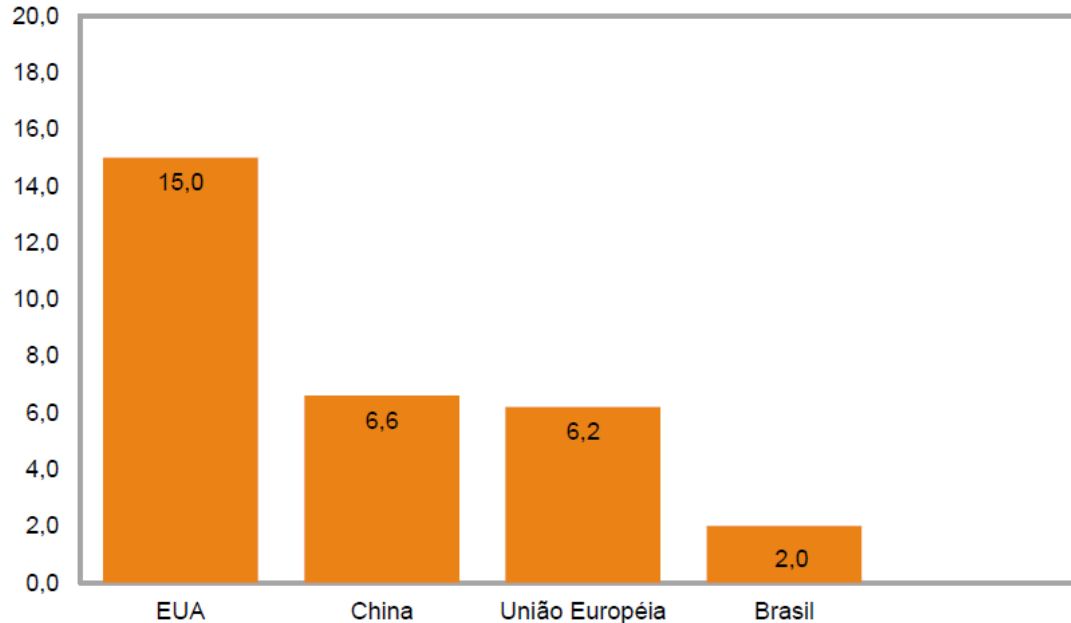


* inclui os setores agropecuário, serviços, energético, elétrico e as emissões fugitivas

BEN 2019 | Emissões de CO₂ per capita

Produzindo e consumindo energia, cada brasileiro emite, em média, 7,5 vezes menos do que um americano e 3 vezes menos do que um europeu ou um chinês.

Emissões de CO₂ per capita (2016), em t CO₂/hab



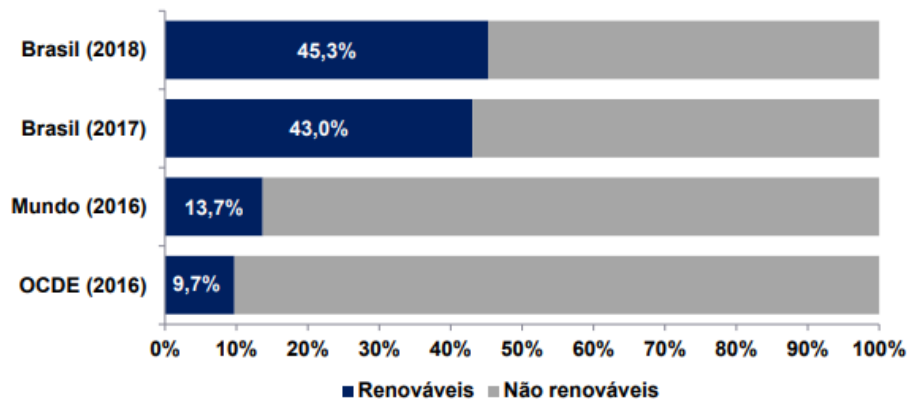
**Emissões per capita
brasileiras em 2018
2,0 t CO₂/hab**

Fonte: EPE

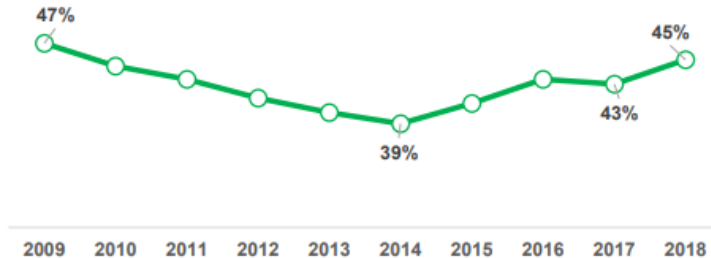
Fonte: Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

BEN 2019 | Participação de renováveis na matriz energética¹

- ✓ Incremento da geração hidráulica e eólica;
- ✓ Aumento da oferta de lixívia e biodiesel;
- ✓ Redução da oferta de petróleo e derivados;
- ✓ Redução da oferta de gás natural.



Participação das renováveis na OIE



¹ A renovabilidade é calculada com base na Oferta Interna de Energia - OIE.

Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

BEN 2019 | Quem usou a energia no Brasil

2018	255,7 Mtep
2017	258,4 Mtep

-1,0%

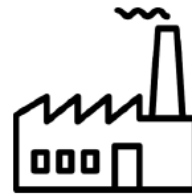


Produção industrial e transporte de carga / passageiros respondem por aproximadamente 64% do consumo de energia do país.

Transportes
32,7%



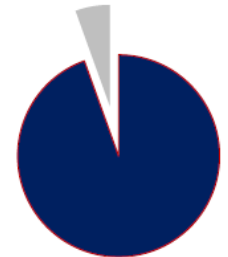
Indústrias
31,7%



Setor
Energético
11,2%



Uso não
energético
5,5%



Residências
9,9%



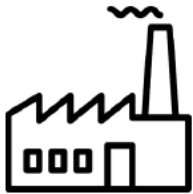
Serviços
4,9%



Agropecuária
4,1%



BEN 2019 | Consumo de energia na indústria



2018	80,9 Mtep
2017	85,1 Mtep
	-4,8%

Renováveis
57%

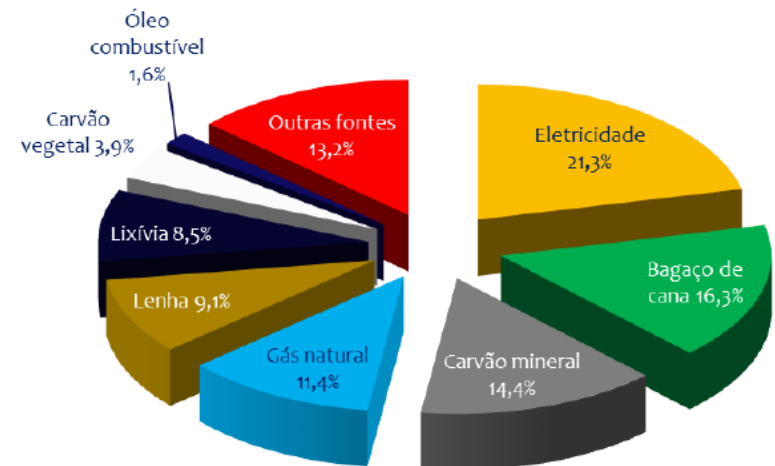


Carvão mineral +2,1% (aço de redução a coque de carvão mineral)

Lixívia +3,6% (Celulose)

Gás natural +2,7%

Bagaço de cana -23,1% (açúcar)



¹ Inclui óleo diesel, GLP, nafta, querosene, gás de coqueria, alcatrão, gás de refinaria, coque de petróleo, dentre outros renováveis e não renováveis.

BEN 2019 | Consumo de energia nos transportes - matriz



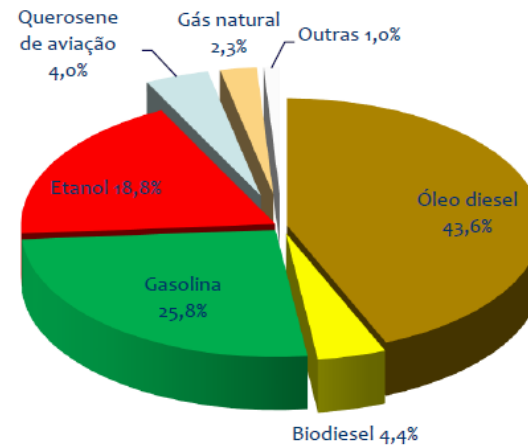
2018	83,7 Mtep
2017	84,3 Mtep
	-0,8%

Participação das renováveis nos transportes



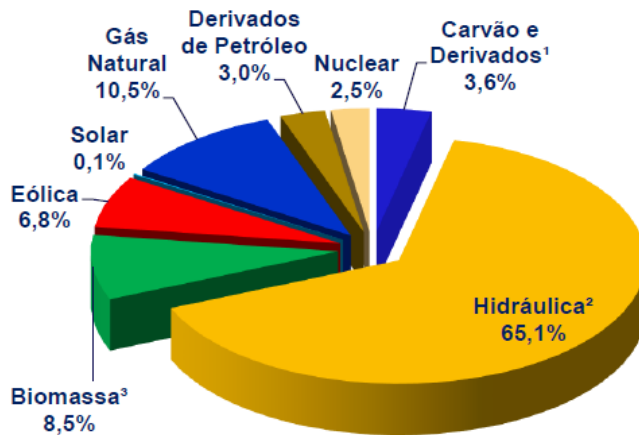
2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018

- ↑ Etanol +13,5%
 - ↓ Gasolina -13,1%
 - ↓ Óleo diesel -1,1;
 - ↑ Biodiesel +2,7% (aumento do percentual na mistura – B10)
- Produtos substitutos



BEN 2019 | Matriz Elétrica Brasileira

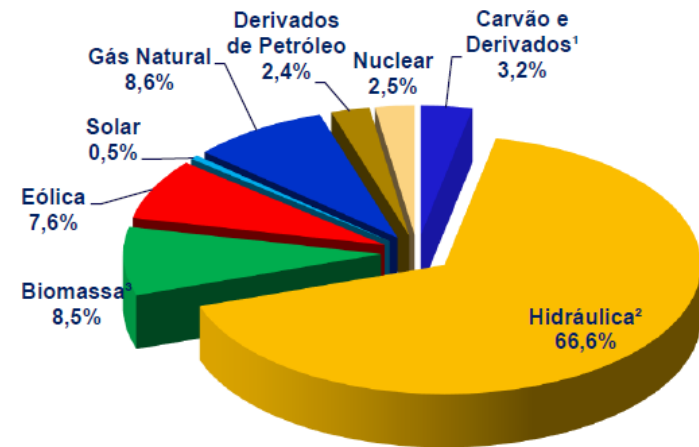
BRASIL (2017)



oferta hidráulica² em 2017: **407,3 TWh**

oferta total² em 2016: **625,7 TWh**

BRASIL (2018)



oferta hidráulica² em 2018: **423,9 TWh**

oferta total² em 2018: **636,4 TWh**

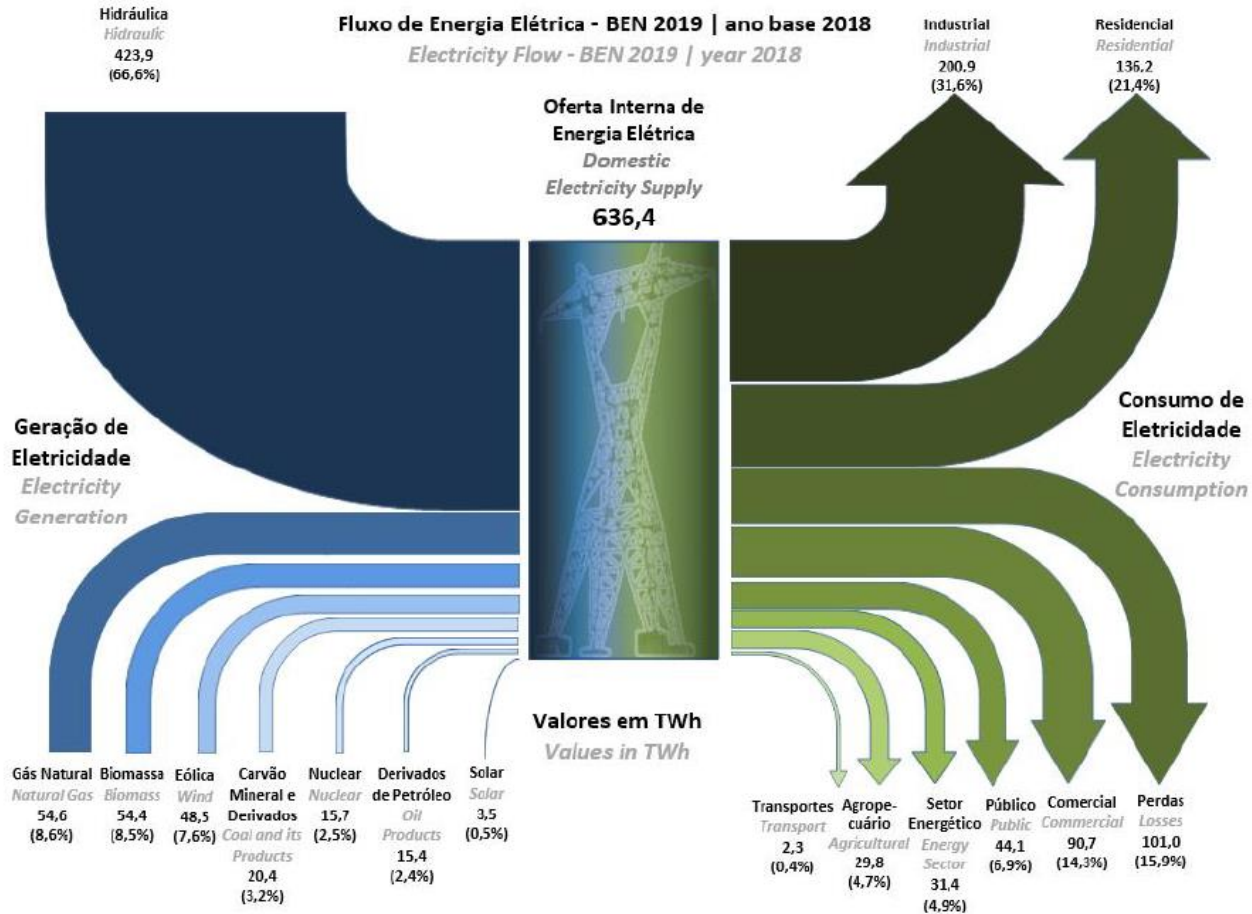
¹ Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão

² Inclui importação

³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia, biodiesel e outras fontes primárias.

BEN 2019 | Fluxo Energético - Eletricidade

Nota: Inclui importação e autoprodução



BEN 2019 | Capacidade Instalada¹ (MW)

Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	100.275	104.139	3,9%
Térmica ²	41.628	40.523	-2,7%
Nuclear	1.990	1.990	0,0%
Eólica	12.283	14.390	17,2%
Solar	935	1.798	92,2%
Capacidade disponível	157.112	162.840	3,6%

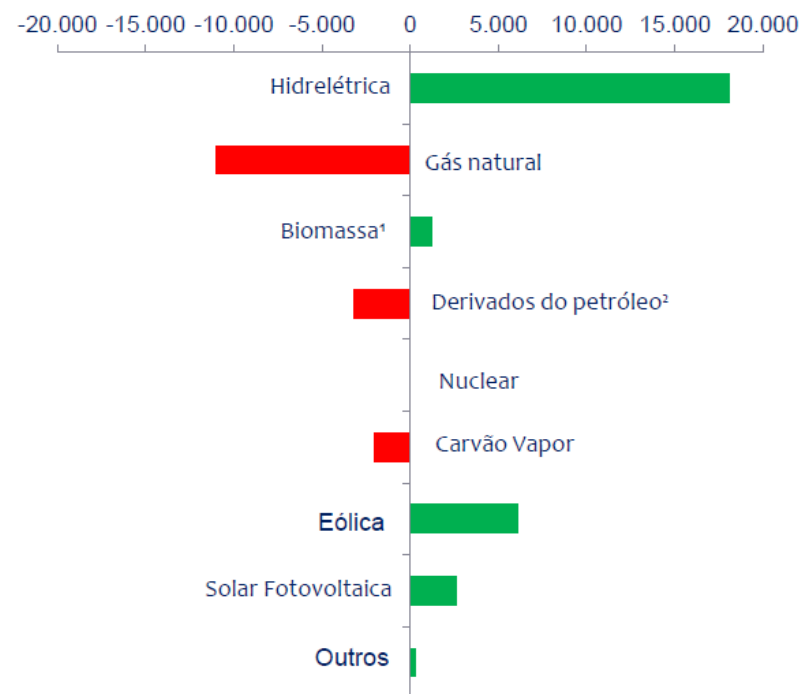
¹ Não inclui micro e minigeração distribuídas

² Inclui biomassa, gás, petróleo e carvão mineral

BEN 2019 | Geração Elétrica¹ (GWh)

Fonte	2017	2018	Δ 18/17
Hidrelétrica	370.906	388.971	4,9%
Gás Natural	65.593	54.622	-16,7%
Biomassa ²	51.023	52.267	2,4%
Derivados do Petróleo ³	12.458	9.293	-25,4%
Nuclear	15.739	15.674	-0,4%
Carvão Vapor	16.257	14.204	-12,6%
Eólica	42.373	48.475	14,4%
Solar Fotovoltaica	832	3.461	316,1%
Outras ⁴	14.146	14.429	2,0%
Geração Total	589.327	601.396	2,0%

variação 2018/2017 em GWh


¹ Inclui geração distribuída

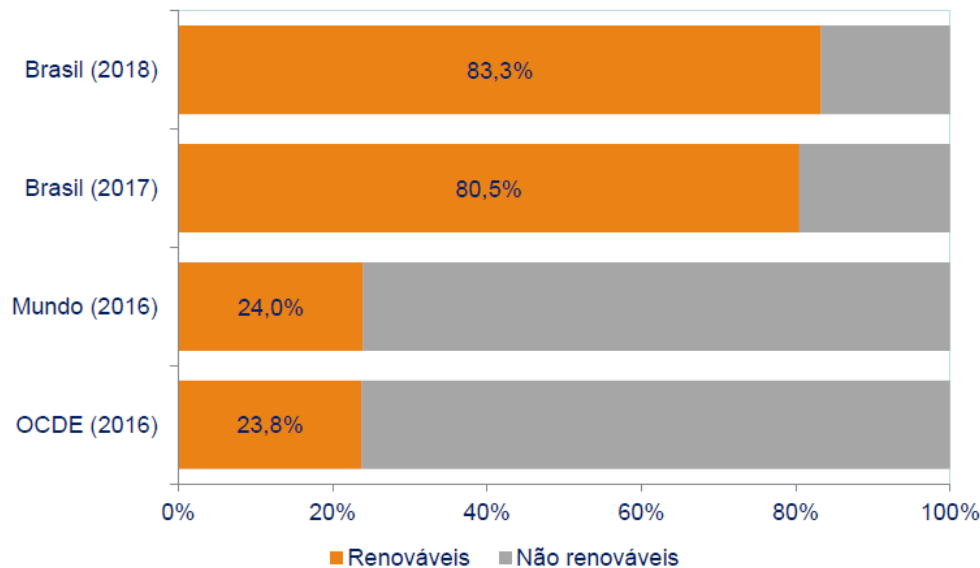
² Inclui lenha, bagaço de cana, biodiesel e lixo

³ Inclui óleo diesel e óleo combustível

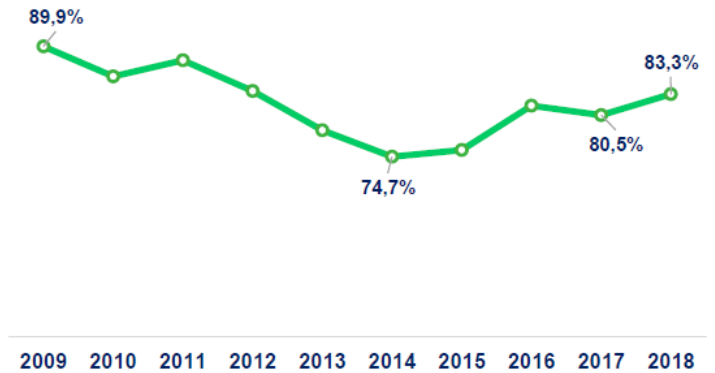
⁴ Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias

BEN 2019 | Participação de renováveis na matriz elétrica¹

Em 2018: Incremento da geração hidráulica e eólica.

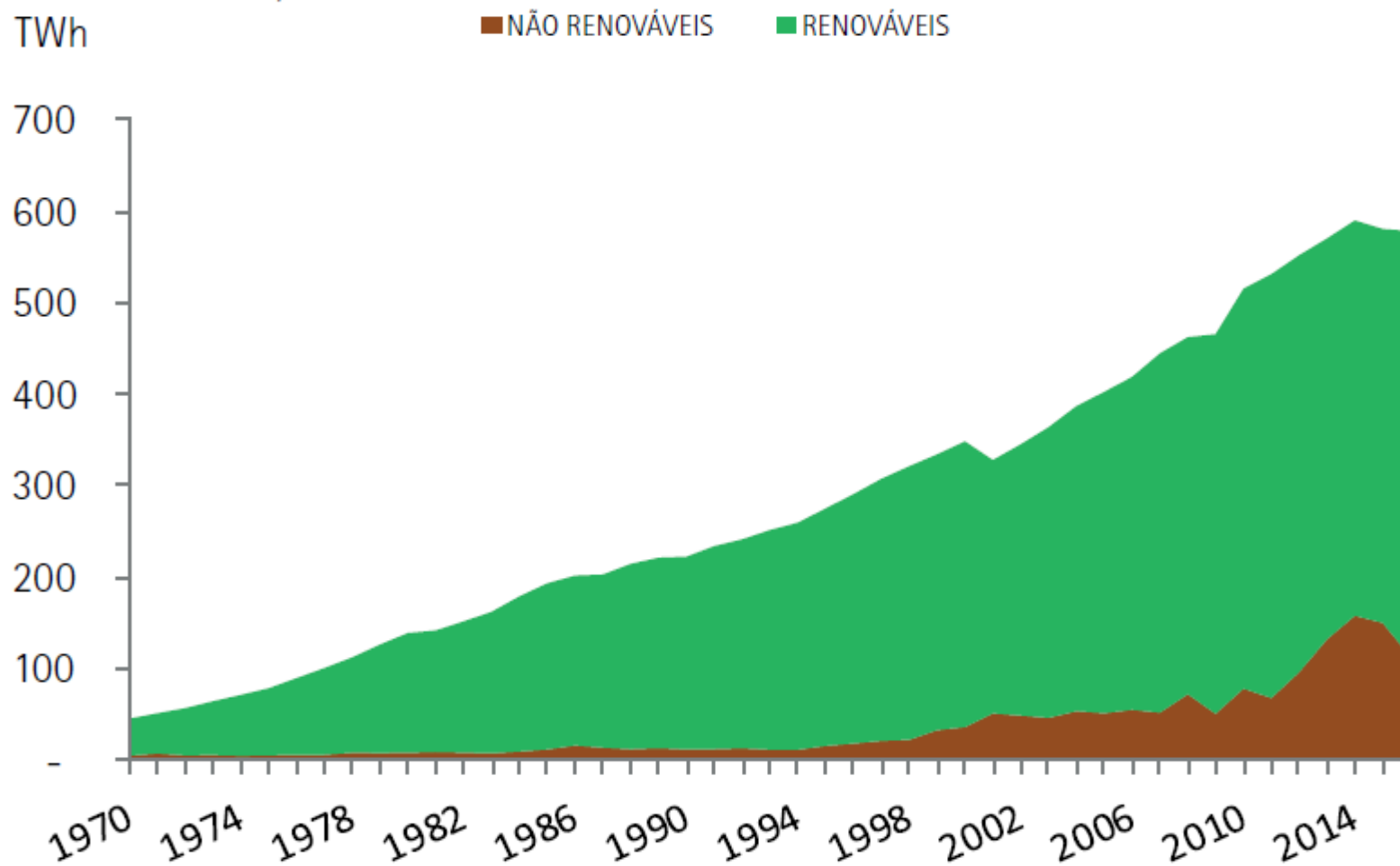


Participação das renováveis na matriz elétrica



¹ A renovabilidade é calculada com base na Oferta Interna de Energia Elétrica.

Chart 5.1 - Electricity Generation Total

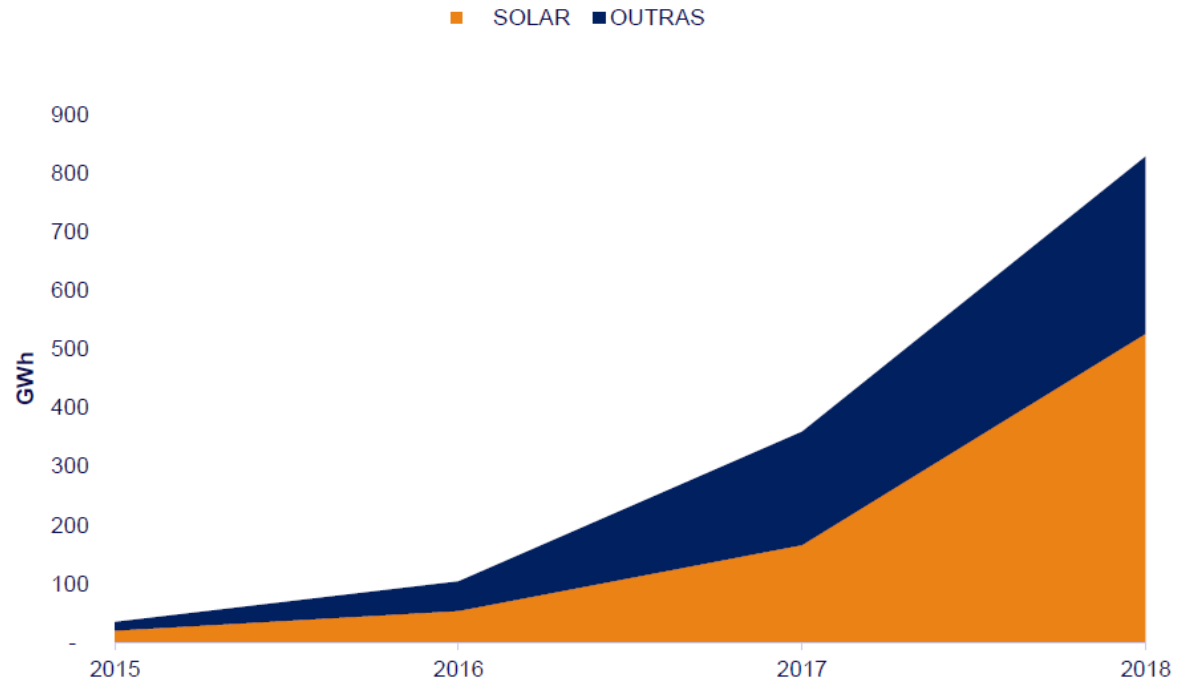


BEN 2019 | Micro e Minigeração Distribuídas¹

Em GWh:

2015	2016	2017	2018
34,9	104,1	359,1	828,1

Destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 526 GWh e 562 MW de geração e potência instalada respectivamente.



¹ Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012

² Inclui biogás proveniente de resíduos agrícolas e urbanos, casca de arroz, gás de alto-forno (biomassa) e resíduos florestais.

Capacidade Instalada – Micro e Minigeração Distribuídas¹ (MW)

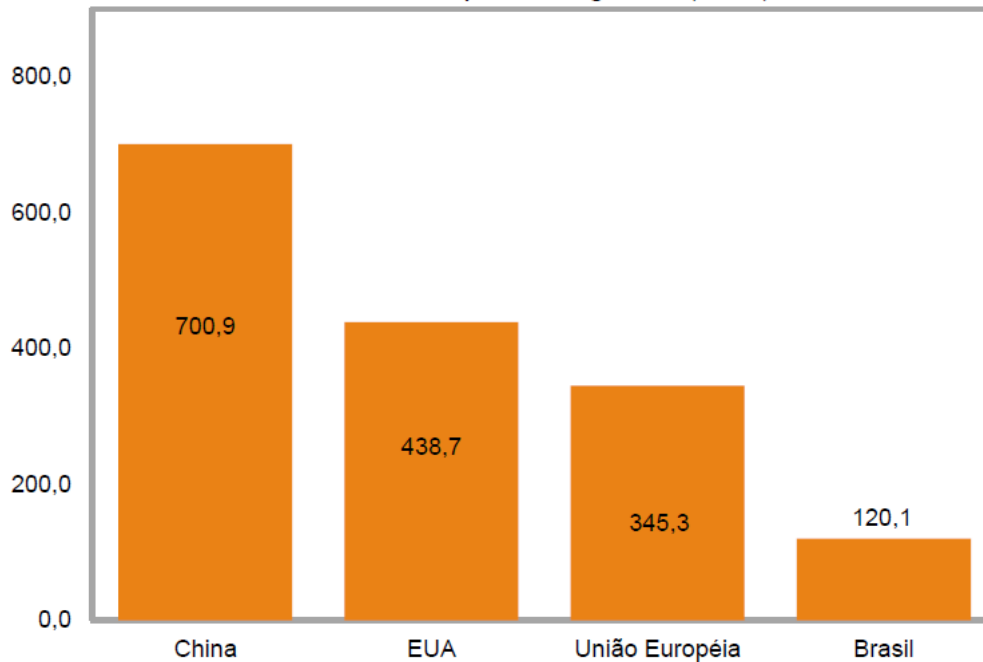
Fonte	2017	2018
Hidráulica	37,3	58,9
Térmica	24,0	38,1
Eólica	10,3	10,3
Solar	174,5	562,3
Capacidade disponível	246,1	669,6

¹ Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012

BEN 2019 | Emissões na produção de energia elétrica

Para produzir 1 MWh, o setor elétrico brasileiro emite 2,9 vezes menos que o europeu, 3,7 vezes menos do que o setor elétrico americano e 5,8 vezes menos do que o chinês.

Emissões de CO₂ por MWh gerado (2016)



**Intensidade de carbono na
 geração elétrica brasileira em 2018
 88,0 kg CO₂/MWh**

Fonte: EPE

Fonte: Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

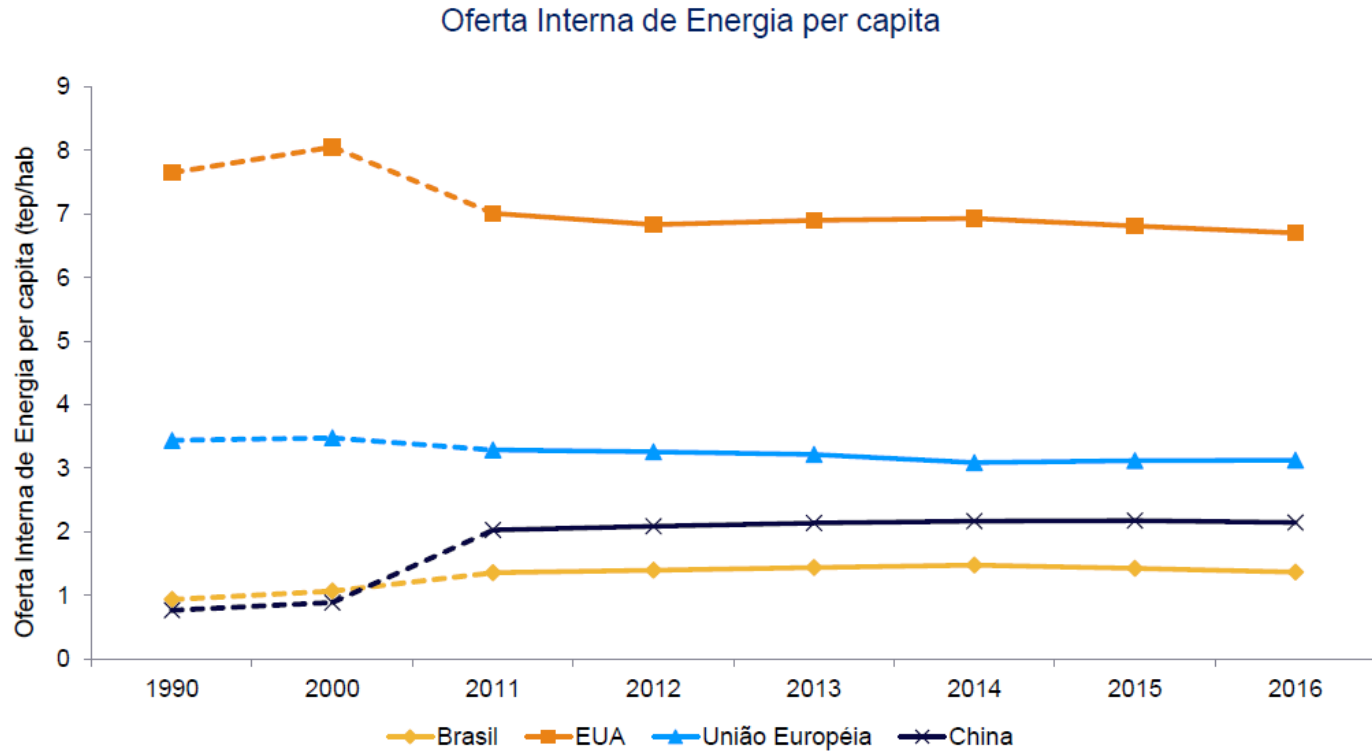
BEN 2019 | Evolução dos indicadores

Parâmetros	Unidade	1970	1980	1990	2000	2010	2017	2018
Oferta Interna de Energia (OIE)	10 ⁶ tep	66,9	114,7	141,9	190,1	268,8	293,3	288,4
Oferta Interna de Energia Elétrica (OIEE) ¹	TWh	45,7	139,2	249,4	393,2	550,4	625,7	636,4
População	10 ⁶ hab	95,7	122,2	148,1	174,7	196,4	207,6	209,3
PIB [2010] ²	10 ⁹ US\$	567,3	1.297,7	1.517,1	1.953,0	2.803,6	2.892,2	2.924,5
Indicadores	Unidade	1970	1980	1990	2000	2010	2017	2018
PIB per capita	US\$/hab	5.928	10.619	10.244	11.179	14.275	13.928	13.972
OIE per capita	tep/hab	0,699	0,939	0,958	1,088	1,369	1,412	1,378
OIE por PIB [2010]	tep/10 ³ US\$	0,118	0,088	0,094	0,097	0,096	0,101	0,099
OIEE per capita	kWh/hab	478	1.139	1.684	2.251	2.802	3.013	3.040
OIEE por PIB [2010]	kWh/10 ³ US\$	81	107	164	201	196	216	218

Notas: 1) Inclui importação e autoprodução.

2) Valores em reais constantes de 2010 convertidos para dólares em paridade de poder de compra (ppc) de 2010.

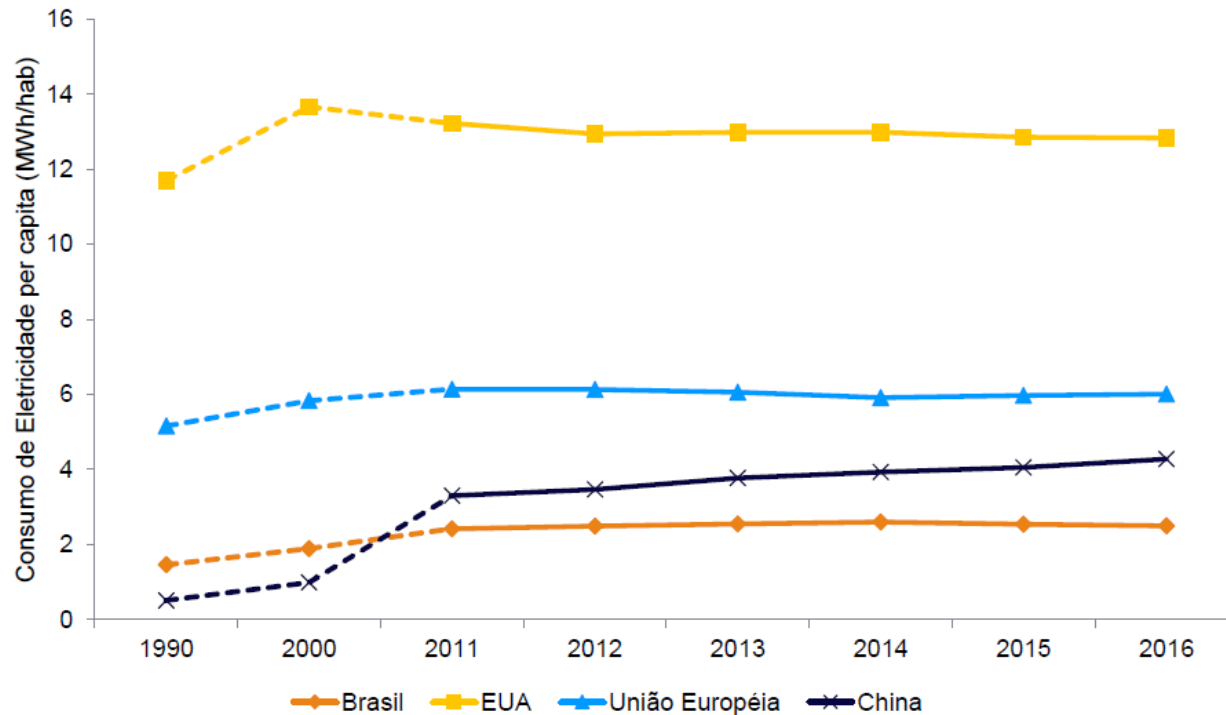
BEN 2019 | Evolução dos indicadores: Brasil e o Mundo



Fonte: Agência Internacional de Energia.
 Elaboração: EPE

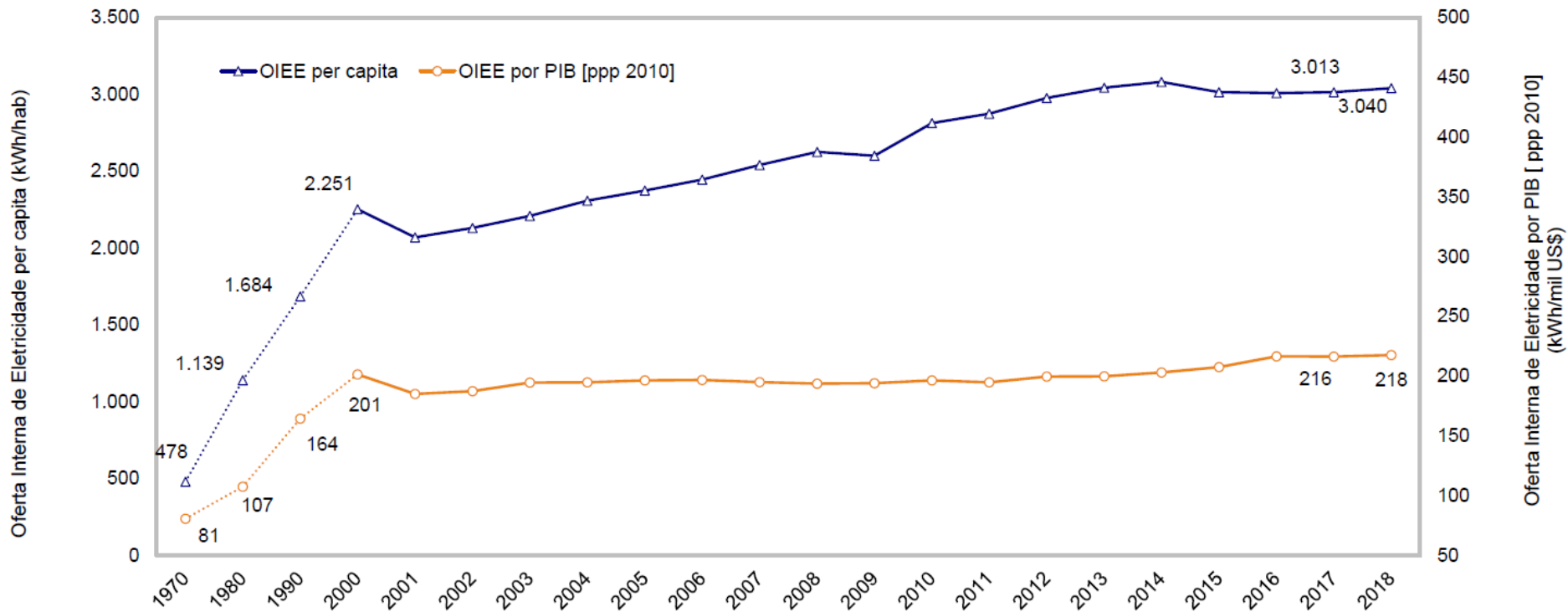
BEN 2019 | Evolução dos indicadores: Brasil e o Mundo

Consumo de eletricidade per capita

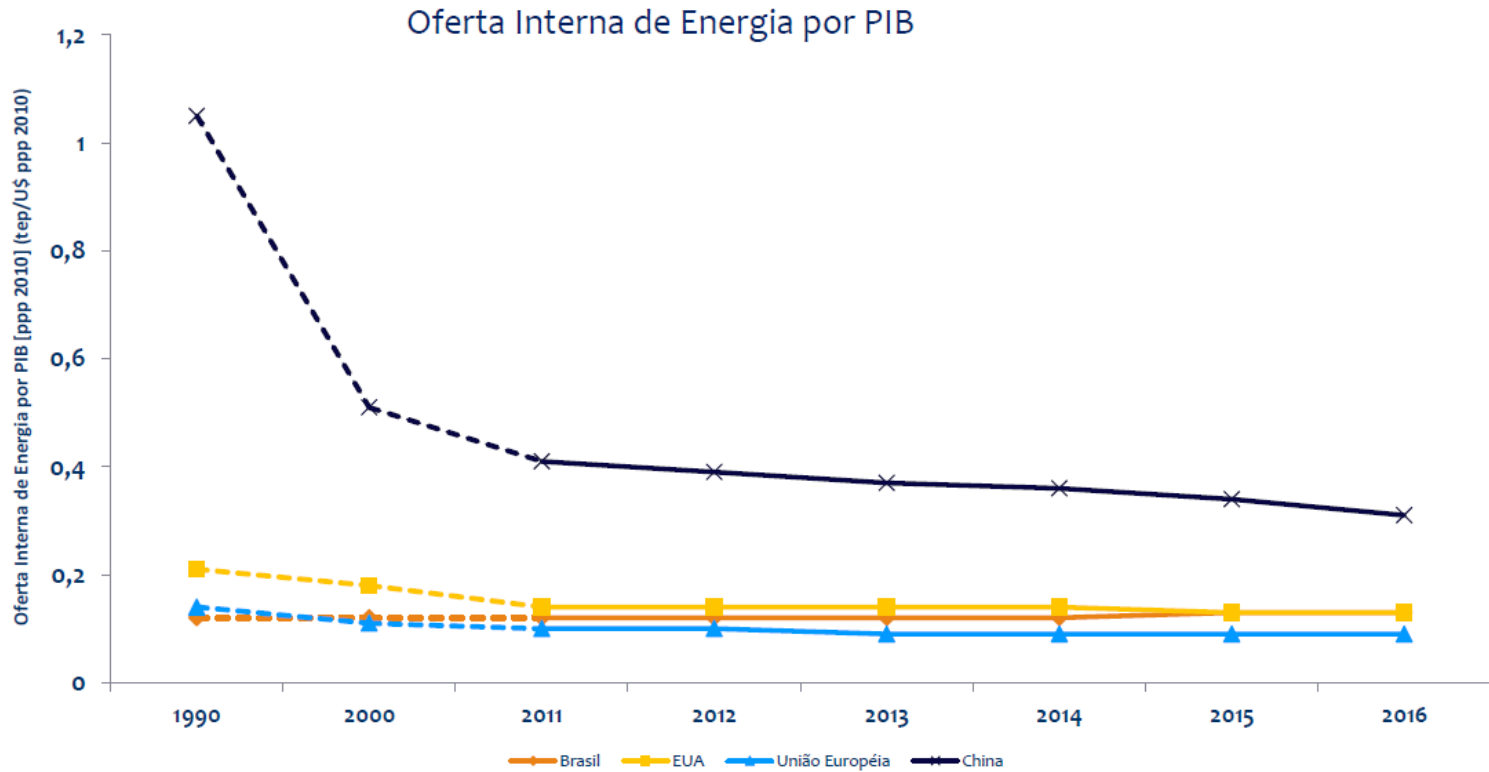


Fonte: Agência Internacional de Energia.
 Elaboração: EPE

BEN 2019 | Evolução dos indicadores: energia elétrica



BEN 2019 | Evolução dos indicadores: Brasil e o Mundo



Fonte: Agência Internacional de Energia.
 Elaboração: EPE



Petróleo e gás & energia elétrica

ORGANIZAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA NO BRASIL – BASE: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E POLÍTICA

QUESTÕES E DESAFIOS ATUAIS: RECURSOS, TECNOLOGIA, ORGANIZAÇÃO E GESTÃO, E, GEPOLÍTICA DA ENERGIA

SETOR ELÉTRICO:

NOVOS RECURSOS, NOVO PADRÃO TECNOLÓGICO: EÓLICA, SOLAR,
BIOENERGIA/BIOGÁS, COGERAÇÃO

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E INSERÇÃO DAS FONTES DITAS
INTERMITENTES

IMPACTOS NO MODELO DE ORGANIZAÇÃO COORDENAÇÃO E
PRECIFICAÇÃO FORMAÇÃO DE PREÇOS, DISPUTA PELA RENDA



Um modelo desenvolvimentista e keynesiano



Ciclos do setor elétrico brasileiro

Período	1880	1930	1960	1990	2003
Propriedade	Privado	Privado	Estatal	Privado	Semiprivado
Fator estruturante	Pioneirismo	Regulamentação Código de Águas (1934)	Crescimento	Competição	Universalização
Política	República Velha	Estado Novo	Autoritarismo	Democracia	Democracia
Economia	Agrária	Substituição de importações/industrialização	Grandes empresas	Internacionalização, ultraliberalismo	Desenvolvimentismo
Financiamento setorial	Capital agrário	Aporte externo, autofinanciamento	Público, tarifas	Project-finance	Vários modelos, com prevalência do setor público, tarifas e preços
Tarifas	Acordo	Cláusula-ouro	Custo do serviço	Preço teto incentivado	Preço teto incentivado
Carga principal da demanda	Iluminação pública, transporte	Urbanização, industrialização	Grandes indústrias, urbanização	Diversificação	Indústria
Tecnologia e fontes primárias	Pequenas usinas	Distribuição	Transmissão interligada, grandes hidrelétricas	Desverticalização (G/T/D/C), diversificação, fontes fósseis (GN)	Fontes renováveis (eólica, solar fotovoltaica, biomassa)

Adaptado de Medeiros, R., MME.



Reforma liberal-mercantil dos anos 1990 e o racionamento no governo FHC

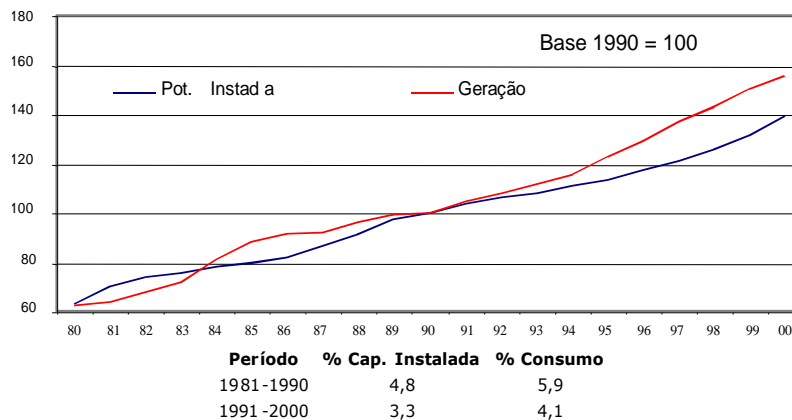
PRINCIPAIS MUDANÇAS PROMOVIDAS COM A LIBERALIZAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO (GOVERNO FHC)

MODELO ESTATAL	MODELO LIBERALIZADO (1ª FASE)
Preços de geração regulamentados e contratos de suprimento renováveis	MAE – mercado atacadista de concepção mercantil
Empresas integradas atuando em regime de monopólio	G, T, D e C como atividades independentes e limites à participação cruzada
Transmissão de energia agregada à geração	Malhas de transmissão/conexão e distribuição desagregadas e permitindo livre acesso
Mercados cativos	Consumidores cativos + aumento gradual de livres + liberação paulatina
GCPS e planejamento normativo	CCPE e planejamento indicativo
Planos decenais	
GCOI e condomínio de mercado	ONS operacionalizando mercado competitivo
Tarifa via serviço pelo custo e remuneração garantida até 1993	Tarifa regulada para consumidores cativos e preços competitivos e desregulamentados para livres e suprimento
Aprovação dos serviços públicos de energia pelo DNAEE	Concessões licitadas pela ANEEL, todos os aproveitamentos considerados como PIE
Restrição à atuação de autoprodutores e produtores independentes	Regulamentação da atuação de autoprodutores e PIE e permissões de livre acesso à rede

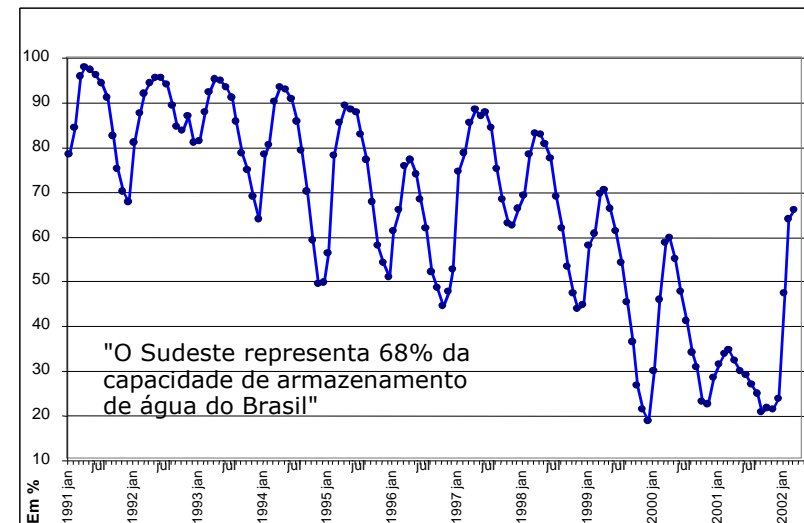
O racionamento em 2001 - Causas

*Capacidade instalada x
Consumo
(Brasil - 1980 a 2000)*

*Nível dos reservatórios do
Sudeste (1991 a 2002)*



Fonte: Sauer, 2001.

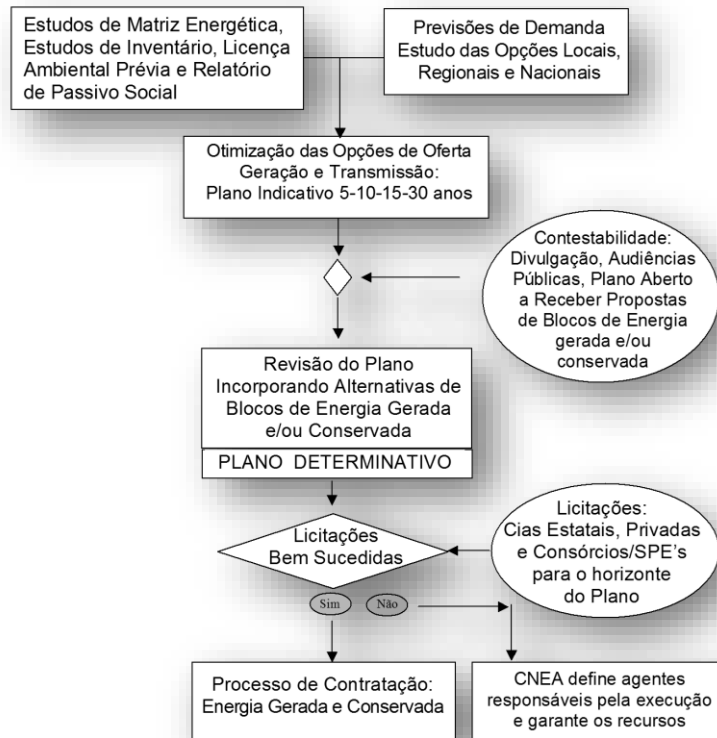


Fonte: SAUER, I.L. Um Novo Modelo para o Setor Elétrico Brasileiro. In: SAUER, I.L. et al. (Org.) A reconstrução do Setor Elétrico Brasileiro. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

A proposta, após 2001

Energia elétrica

- Um novo modelo de planejamento



Petróleo

- Suspensão das concessões
- Avaliação das reservas
- Revisão dos mecanismos de apropriação da renda

Fonte: SAUER, I.L., **Um novo modelo para o setor elétrico**, São Paulo: Paz e Terra, 2000.

A promessa de Lula – programa de governo 2002

Energia elétrica

8. (...) O novo governo trabalhará com um planejamento energético integrado, de maneira a viabilizar novas dinâmicas para os setores de hidroeletricidade, petróleo e gás natural, carvão, de geração nuclear, fontes alternativas (eólica, solar e biomassa), de eficiência energética e cogeração e geração distribuída (...)
31. No nosso governo, as bases de sustentação dessa atividade não serão entregues apenas às forças do mercado nem a uma visão tecnocrática e autoritária, centralizadora. Devem ter caráter participativo, criando mecanismos de controle social e de incorporação de contribuições dos diversos segmentos da sociedade, dos consumidores residenciais, da indústria, da agricultura, do comércio e dos serviços. (...)
38. As ações básicas serão desenvolvidas no sentido de impedir a transferência de renda do setor energético; retomar os investimentos setoriais, alavancando os expressivos recursos próprios das empresas públicas e atraindo o capital privado para expansão do sistema; impedir a cisão de Furnas, Eletronorte e Chesf, orientando as empresas que se mantêm sob o controle da União e dos estados a reinvestirem na expansão, de acordo com a capacidade financeira de cada uma.


Petróleo e álcool

45. O petróleo, seus derivados energéticos e não energéticos e o gás natural ocupam uma posição central e estratégica para a vida moderna. Por isso mesmo, nosso governo vai aprofundar as políticas que projetam a Petrobrás como empresa integrada de energia vocacionada para a atuação regional e global.
46. É da característica intrínseca desse setor o conceito de companhia integrada. A empresa não renunciará às atividades de pesquisa e lavra; transporte (óleo e gasodutos, terminais e navios especiais); refino e industrialização de produtos de transformação (petroquímica e fertilizantes) e distribuição e comercialização de derivados energéticos e lubrificantes. (...) Entretanto, justificam-se as exigências e necessidades de controle social sobre a empresa, tanto do ponto de vista dos negócios quanto do ponto de vista ambiental, o que se faz e se fará por meio do Congresso Nacional e da Agência Nacional de Petróleo.
47. Nosso governo desenvolverá política de incentivo à produção e uso do álcool pelo seu valor nacional e ambiental. Essa proposição pressupõe o estímulo da produção de carros a álcool, de renovação de frota vinculada a este combustível e outras medidas a serem definidas em fórum específico para o setor.

O modelo Lula/Dilma para o setor elétrico – a promessa continua

As reformas de Lula e os objetivos do modelo

http://www.abce.locaweb.com.br/xsimposio_programa.php

Ministério de Minas e Energia 

Contornos Jurídicos do Novo Modelo do Setor Elétrico

Erenice Guerra
Consultora Jurídica do MME

Construção da Regulamentação

- Processo participativo
- Medidas negociadas
- Acordos entre os agentes
- Arbitragem do Governo

X Simpósio Jurídico-Tributário ABCE
23 a 24 de setembro de 2004
Centro de Convenções do Novotel Center Norte
São Paulo - SP

- Assegurar estabilidade regulatória
- Garantir segurança do suprimento
- Promover a modicidade tarifária
- Promover a inserção social (universalização de atendimento)

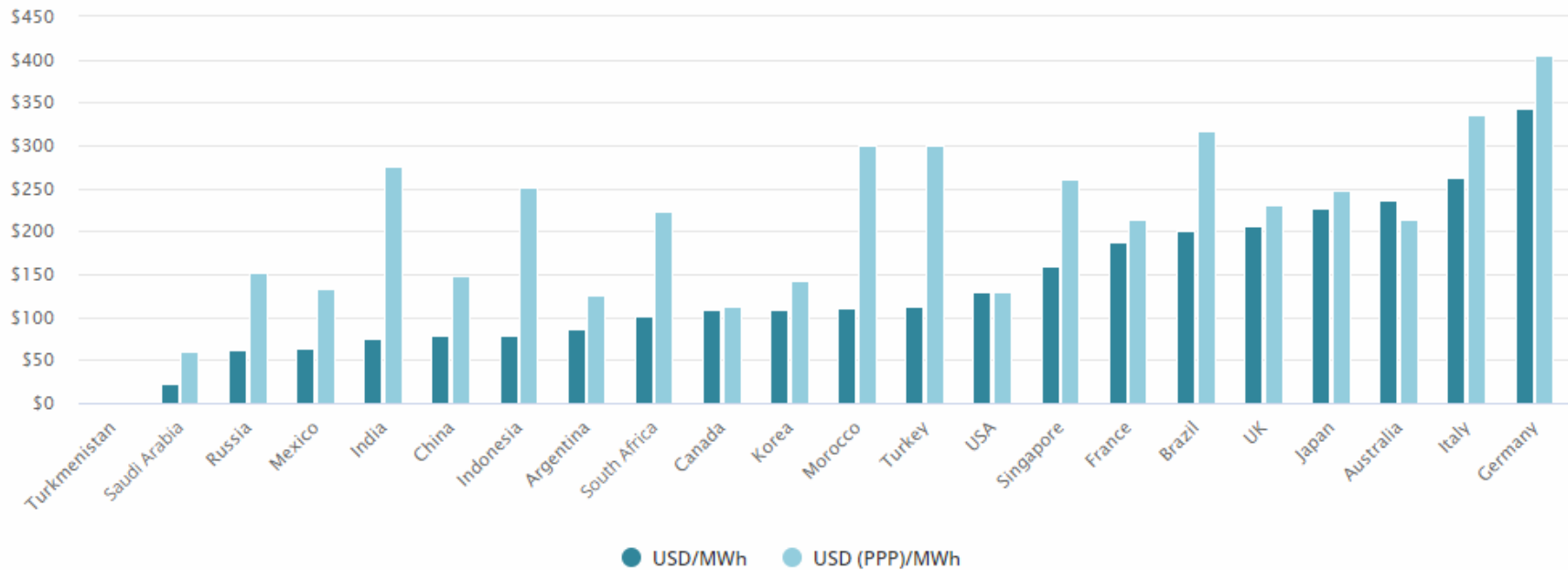


Problemas estruturais da modelagem mercantil

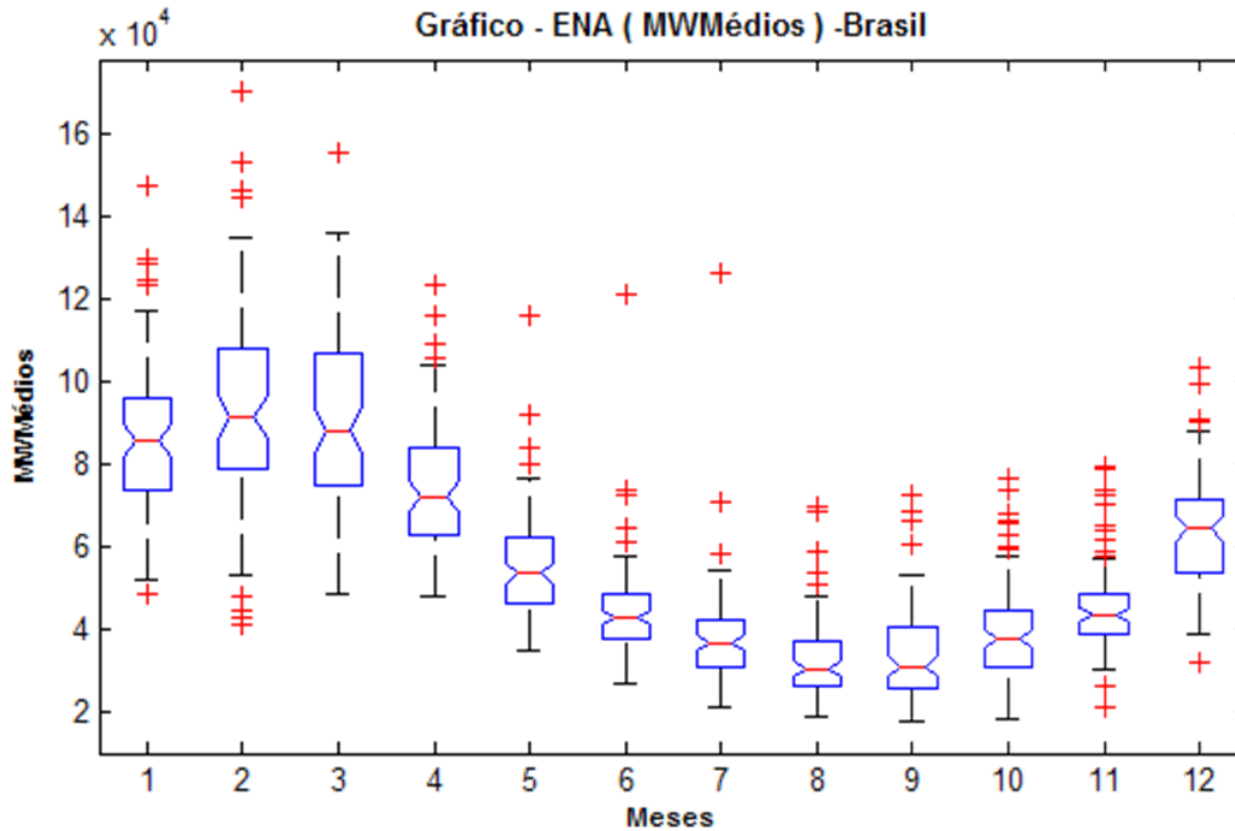
- Sintomas e evidências
 - Explosão tarifária
 - Mercado livre predando recursos do mercado cativo
 - Proliferação de encargos
 - Aumento do custo de transmissão
 - MP 579 – Extorsão da renda hidráulica pública
 - Garantia Física e geração – pouco a ver
 - Decréscimo da capacidade de regularização
 - CMO – a variável “eminência parda” do setor
 - Energia eólica –

Fonte: ARAUJO, R.P., 2013.

Residential electricity prices in selected economies, 2017



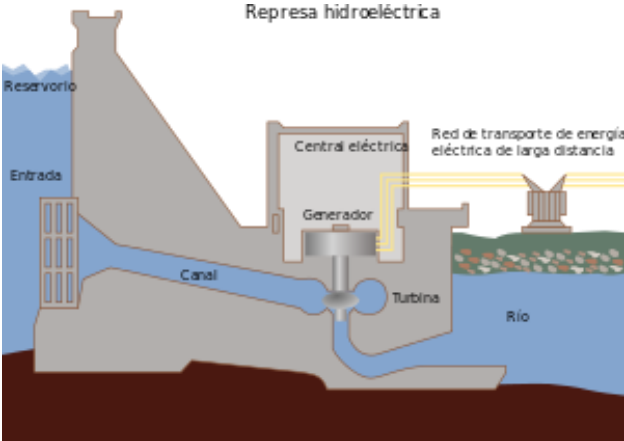




Brazil – Energia natural afluyente – Boxplot



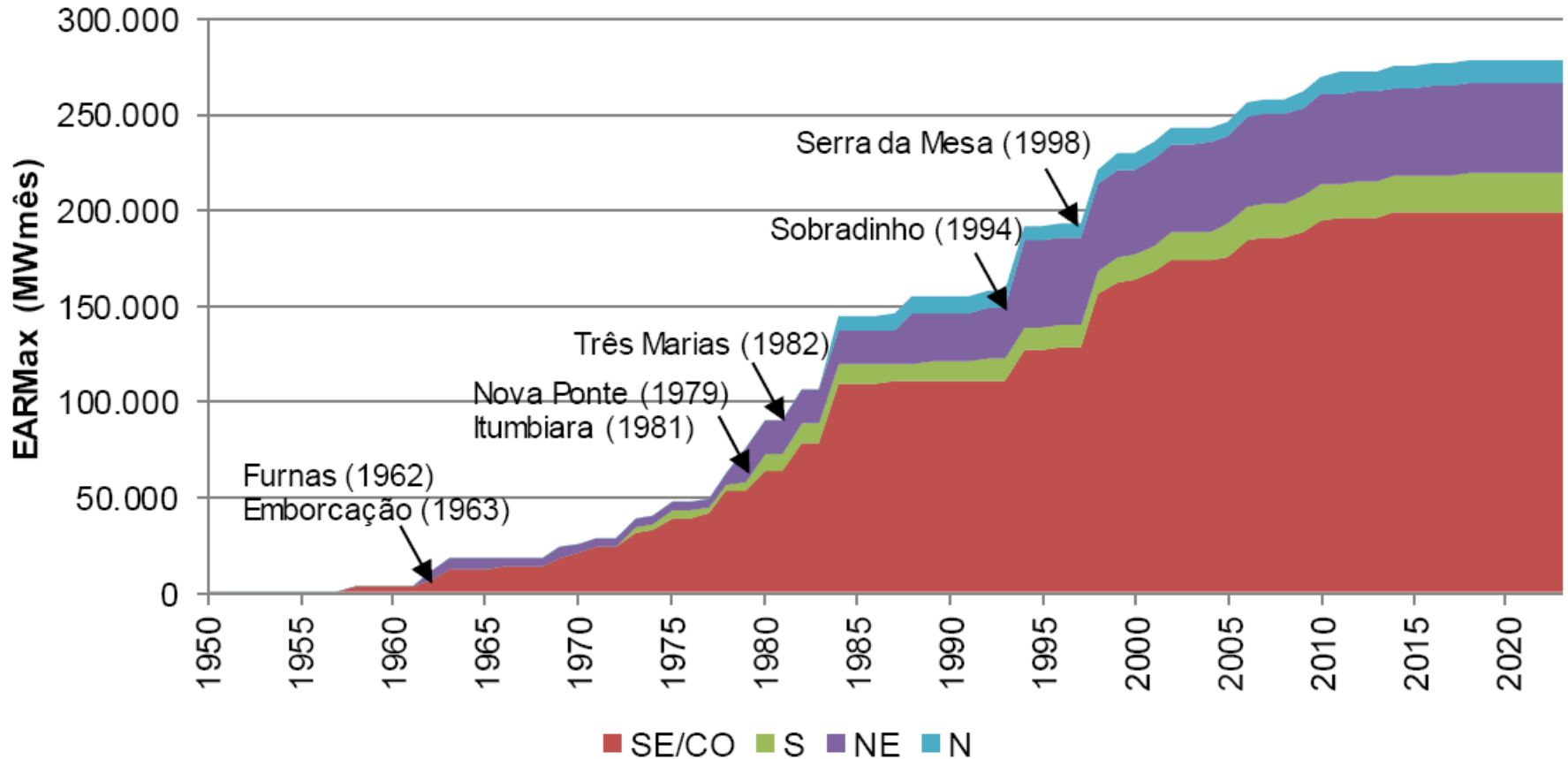
Boxplot - 1931 a 2014 – MWMÉDIOS

Author: Alcantaro Lemes Rodrigues. Datasource: ONS, 2014

DILEMA DAS DECISÕES

DECISÃO DE DESPACHO	DECISÃO DO OPERADOR	ENERGIA NATURAL FUTURA	Consequências
<p>ARMAZENAMENTO DE ÁGUA HYDROPOWER</p>  <p>Reserva Entrada Canal Represa hidroelétrica Central eléctrica Red de transporte de energía eléctrica de larga distancia Generador Turbina Río</p>	USE ÁGUA	Molhado 	BOA DECISÃO
		Seco 	RISCO DEFICIT
	USE TERMO POWER PLANT	Molhado 	VERTIMENTO
		Seco 	BOA DECISÃO

Sin – História EARmax



Source: FALCETTA, 2015: 141 Usinas existentes + 29 Usinas previstas



Diagrama Esquemático das Usinas Hidroelétricas do SIN

Usinas Hidroelétricas Despachadas pelo ONS na Otimização da Operação Eletroenergética do Sistema Interligado Nacional

Horizonte: 2018 - 2022



Legenda
Aproveitamentos Existentes
69 com reservatório
85 a fio d'água
4 bombeamento
Usinas Futuras / em Construção
1 com reservatório
4 a fio d'água
163 aproveitamentos

Fontes das Informações
▶ Agências de Geração associadas ao ONS
▶ ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
▶ INEE - Instituto de Mineração e Energia
▶ EPF - Empresa de Pesquisa Energética

Potência Instalada		
31 Dez	Hidroelétrica ⁽¹⁾ (MW)	Percentual do SIN ⁽¹⁾ (%)
2017	93.323	62,9
2018	96.567	62,4
2019	99.964	62,5
2020	101.797	62,1
2021	101.797	61,6
2022	101.859	61,6

⁽¹⁾ Valores sujeitos a alteração em função da evolução do cronograma de expansão do sistema.



Legenda

- Usina com Reservatório
- Usina sem Reservatório
- Usina a Fio d'Água
- Usina em Construção
- Reservatório
- Usina de Bombeamento

Agentes

COISA - 1	Foz do Rio Claro - 21	J. Malcooti - 41
CEEE - 2	Rio Canoas - 22	Moni - 42
CEC - 3	Baguari - 23	Retiro Bato - 43
Sta Branca - 4	CSA - 24	Ijuí - 44
CEBC - 5	Cachoeira Energia - 25	Queiroz Galvão - 45
CEMIG - 6	CEBAP - 26	Rio Verde - 46
CERAN - 7	ENEL - 27	ENEL - 47
CESP - 8	Paraituba - 28	Tangará - 48
Rio Parapanema - 9	Porto Estrela - 29	Votorantim - 49
AES-Tietê - 10	SERFAC - 30	Algar - 50
CHESF - 11	Comubá III - 31	Foz do Chapeço - 51
COPEL - 12	COPEL - 32	NE Energia - 52
Eletronorte - 13	CVRD - 33	Santo Antônio - 53
EMAE - 14	Eletrosul - 34	Energia Sustentável - 54
Energist - 15	Comubá III - 35	Eletrogéis - 55
Furnas - 16	Águas da Pedra - 36	Amazonas Energia - 56
Engie - 17	Calq GT - 37	EDP - 57
Itaipu Binacional - 18	Investico - 38	Rio Paraná - 58
Light - 19	Rapeli - 39	Tijoa - 59
GETELUX - 20	Brookfield - 40	

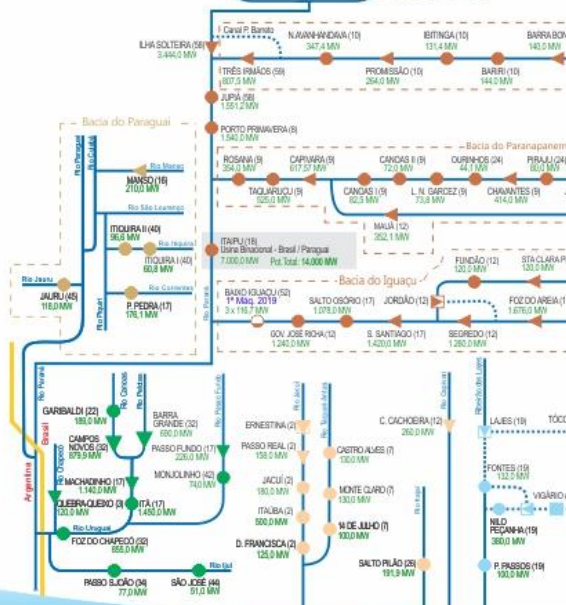
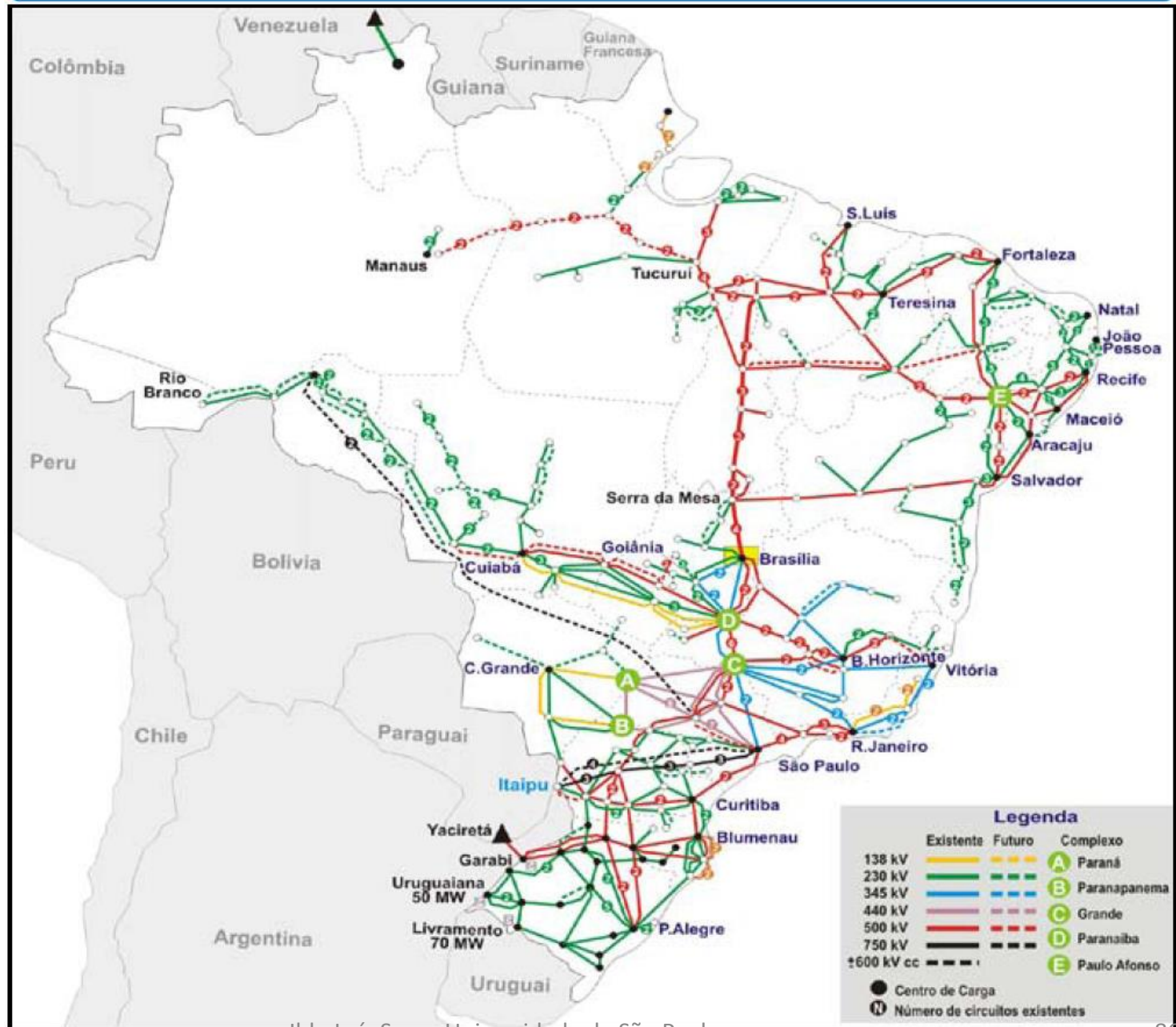
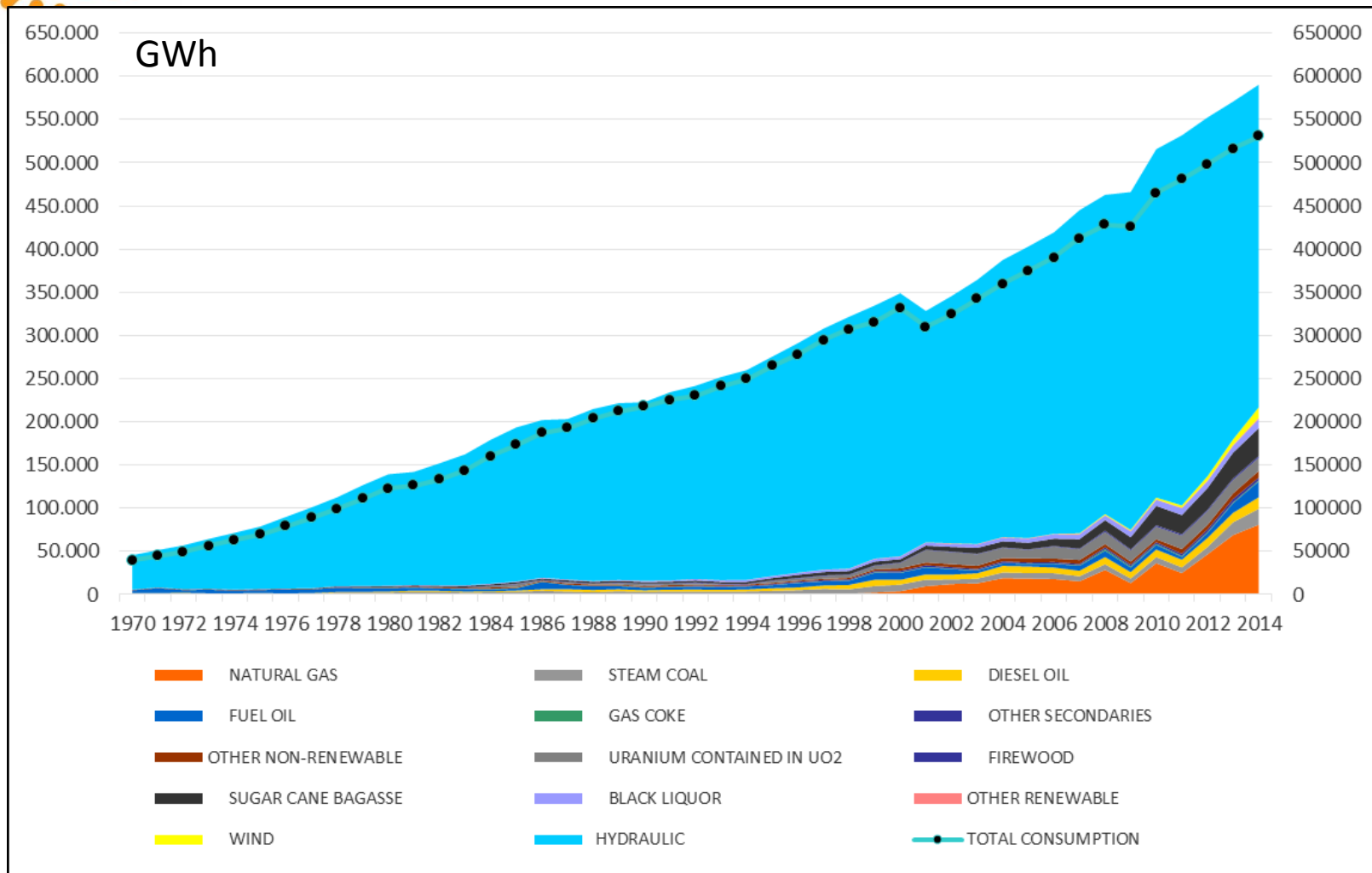


Figura 2 – Sistema existente





Brasil produção de electricidade x consumo GWh





Potencial de geração elétrica no Brasil

Estimativas

- HÍDRICO.....243.000MW (\cong 100.000 MW desenvolvidos)
- EÓLICO*500.000MW
- BIOMASSA.....10.000 MW
- COGERAÇÃO/GER.DISTR. GN.....10.000 MW
- PCHs.....17.000 MW
- URANIO** 305.000 T U_3O_8
- RACIONALIZAÇÃO DO USO.....?
- REPOTENCIAÇÃO/MODERNIZAÇÃO...?
- SOLAR FOTOVOLTAICA – 300 GW: 6.000 Km², GERARIAM 400 TWh (CONSUMO ATUAL DO BRASIL)

- *Potencial levantado para torre de 50m. Com a tecnologia atual de 100m o potencial estimado dobra.
- **Permite operar cerca de 40 reatores tipo Angra II (PWR) por 30 anos.



Perspectivas para Suprimento Eléctrico Renovável no Brasil

CBE2019

XXIII Congresso Brasileiro de Economia
Alternativa para a Retomada do Desenvolvimento Económico

16 a 18 de outubro/2019
CentroSul - Florianópolis/SC

O Brasil possui os maiores recursos hídricos da América do Sul, com potencial estimado em 3.040 TWh / ano.

Menos de um terço, cerca de 800 TWh / ano, é social, ambiental e economicamente explorável, dos quais quase a metade do Brasil desenvolveu

O potencial da energia eólica é estimado em 500 GW, cerca de 2.200 TWh / ano

OFERTA POTENCIAL H + W = 3.000 TWh / ano

DEMANDA: A população deve se estabilizar em 2043 em 220 milhões, portanto, dobrando o consumo de percapita (para 5 MWh / ano)

Demanda = 1,100 TWh / ano,

APENAS 1/3 DO POTENCIAL

Adicionalmente: biomassa + Fotovoltaica distribuída + Cogeração. Confiabilidade com a reserva térmica existente



Renda hidráulica transferida ao mercado MP 579

- 12 GW médios CHESF, FURNAS, CESP, CEMIG, COPEL esterilizados depois da MP 579
- possibilidade estratégica – manter em mãos do Estado, em nome da Sociedade o excedente
- 12 GW médios \cong 105 TWh/ano
- Custos médios do parque já amortizado \cong R\$ 20,00/MWh
- Preço da energia \cong R\$ 120,00/MWh
- Excedente anual = R\$ 100,00/MWh x 105 milhões de MWh \Rightarrow Renda Hidráulica = R\$ 10,5 bilhões por ano!



DESAFIOS: SETOR ELÉTRICO

- GARANTIA DE APROPRIAÇÃO DA RENDA HIDRÁULICA E EÓLICA PARA INTERESSE PÚBLICO
- MUDANÇA DA ESTRUTURA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA: DESCENTRALIZAÇÃO E FONTES DITAS INTERMITENTES
- EMERGENCIA DO PARADIGMA DE MOBILIDADE ELÉTRICA EM ESCALA GLOBAL
- PAÍS COM DOTAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS, RENOVÁVEIS, E TECNOLÓGICOS ÚNICOS PARA PARTICIPAR DA LIDERANÇA DO PROCESSO



DESAFIOS: SETOR ELÉTRICO

- INSERÇÃO PRODUTIVA DAS FONTES EÓLICA E FOTOVOLTAICA
- REVISÃO DO PAPEL DAS USINAS HIDRÁULICAS
VALORIZAÇÃO DOS ESERVATÓRIOS E FUNÇÃO DE ESTABILIZAÇÃO DO SISTEMA
- MUDANÇA NOS CRITÉRIOS DE OPERAÇÃO, VISANDO A LÓGICA DO INTERESSE PÚBLICO: MINIMIZAR O CUSTO TOTAL DE PRODUÇÃO COM CRITÉRIO DE RISCO ACEITÁVEL
- **AMEAÇA ATUAL: MUDANÇA PARA O MODELO DE CUSTO PARA OFERTA – BIDDING HORARIO DIA SEGUINTE**
- **RISCOS PRECIFICADOS: SEGURANÇA OU PRÊMIO**

QUESTÕES E DESAFIOS ATUAIS: RECURSOS, TECNOLOGIA, ORGANIZAÇÃO E GESTÃO, E, GEPOLÍTICA DA ENERGIA

SETOR DE COMBUSTÍVEIS:

FÓSSEIS: PETRÓLEO - PRE-SAL E SHALE

RENOVÁVEIS: ETANOL, BIODIESEL, BIOMETANO

MOBILIDADE ELÉTRICA: RUPTURA DE PARADIGMA NO HORIZONTE?

RECURSOS E TECNOLOGIA, MODELO REGULATÓRIO, COORDENAÇÃO
COM OPEP + Rússia, Cazaquistão, México

**FIO CONDUTOR DA HISTÓRIA DO SETOR ENERGÉTICO: DISPUTA PELA
RENDA, EXCEDENTE, SUPERLUCRO, LUCRO SUPLEMENTAR**

Petróleo

- **Petróleo**
 - Início da exploração – tentativas sem êxito
 - 1864 - Concessão outorgada ao inglês Thomas Denny Sargent, para explorar no estado da Bahia
 - 1892 – Concessão outorgada ao brasileiro Eugênio Ferreira de Camargo, que realizou perforações no estado de São Paulo
 - 1919 – o governo brasileiro explora no estado do Paraná
 - Mudança da base econômica – a partir de finais dos anos 1920
 - Agro-exportadora → industrial.
 - Pressão sobre a precária infraestrutura de transporte e energia
 - Necessidade de importação de insumos, equipamentos, petróleo (> 90%)
 - Abastecimento compartilhado pelas grandes petrolíferas estrangeiras
 - Desenvolvimentismo – industrialização + intervenção do Estado
 - redefinição do exercício da soberania nacional sobre os recursos naturais estratégicos, consagrada no reordenamento jurídico-institucional dos códigos e da legislação da década de 1930.
 - Monteiro Lobato X Getúlio Vargas
- **Marco legal e Institucional**
 - 1907 – Criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil
 - 1934 – Estabelecimento do Código de Minas
 - 1938 – Criação do Conselho Nacional do Petróleo
- **Intenso debate entre nacionalistas e privatistas:**
 - Investigação sobre as possibilidades geológicas brasileiras em hidrocarbonetos e para desenvolver no País o refino do cru importado.
 - Reconhecimento de que a nacionalização do refino seria a chave para o financiamento das atividades de prospecção/exploração/produção - que concentram os riscos e os custos da indústria petrolífera.
 - A forte presença militar no CNP definiu a tutela interna sobre o conjunto da indústria, desmobilizando as propostas vigentes de integração de capital estrangeiro e nacional.
 - 1948 – Resposta dos privatistas, em um contexto internacional de hegemonia dos EUA: criação do “Estatuto do Petróleo”, no governo Dutra.
 - **Reação nacionalista**
 - Criação do Centro de Estudos e Defesa do Petróleo e da Economia Nacional (CEDPEN)
 - Campanha “O Petróleo é nosso”
 - Alteração do conceito de empresa mista e de Estado empresário
 - Envio do projeto de lei de criação da Petrobras, em 1951 (2º governo Vargas)

Petróleo – marcos

Início – privado e estrangeiro – até final dos 1920s

- Tentativas frustradas de exploração
- Importação (> 90%)
- Abastecimento – compartilhado entre as estrangeiras

Desenvolvimentismo – a partir dos 1930, com Vargas, depois JK e outros

- Redefinição do exercício da soberania sobre os recursos
- 1934 – Estabelecimento do Código de Minas
- 1938 – Criação do Conselho Nacional do Petróleo

Conclusão da nacionalização

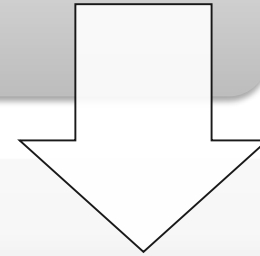
- Nacionalização do refino seria a chave para o financiamento das atividades de upstream
- 1948 – Resposta dos privatistas - “Estatuto do Petróleo”, no governo Dutra
- Campanha “O Petróleo é nosso”
- Envio do projeto de lei de criação da Petrobras, em 1951 (2º governo Vargas)



Petrobras – grandes fases

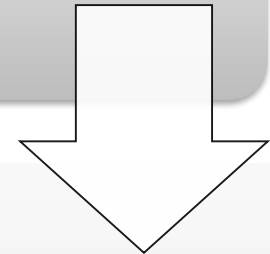
Origem – transição da terra ao mar – anos 1950 a 1970

- Desafio - encontrar petróleo e abastecer o mercado interno: a produção nacional não alcançava 1,6% do consumo interno.
- Intensificada a exploração e formação e especialização de seu corpo técnico.
- Ampliação do refino – redução dos custos de importação dos derivados de petróleo.



Consolidação – águas profundas – anos 1970 a 1990

- 1968 - início atividades de prospecção offshore - Guaricema, Sergipe.
- 1974 - descoberta a bacia de maior produção do Brasil até o momento – Campos - Garoupa, Marlim, Albacora, Barracuda e Roncador.
- Início do desenvolvimento da tecnologia da exploração em águas profundas e ultraprofundas - Brasil domina todo o ciclo de perfuração submarina em profundidade acima de dois mil metros.



Fim do monopólio – autossuficiência - transição para empresa de energia (eletricidade, gás natural e biocombustíveis) - pré-sal

- 1997- lei 9478 - competição em todos os segmentos da atividade petrolífera.
- 2000 - estatuto da empresa é alterado - atuação como empresa integrada de energia → Plano Estratégico de 2003.
- A partir de 2005 são iniciados os investimentos de perfuração para confirmar o pré-sal – Julho 2006
- 2006 - alcançada a autossuficiência e descobertos recursos abaixo da camada de sal – um novo desafio



Petrobras – grandes fases

Um paradigma keynesiano e desenvolvimentista

- **Origem – transição da terra ao mar – anos 1950 a 1970**
 - Desafio - encontrar petróleo e abastecer o mercado interno.
 - A produção nacional não alcançava 1,6% do consumo interno.
 - Intensificada a exploração e formação e especialização de seu corpo técnico.
 - Ampliação do refino – redução dos custos de importação dos derivados de petróleo.
- **Consolidação – águas profundas – anos 1970 a 1990**
 - 1968 - início atividades de prospecção offshore - Guaricema, Sergipe.
 - 1974 - descoberta a bacia de maior produção do Brasil até o momento – Campos - Garoupa, Marlim, Albacora, Barracuda e Roncador.
 - Início do desenvolvimento da tecnologia da exploração em águas profundas e ultraprofundas - Brasil domina todo o ciclo de perfuração submarina em profundidade acima de dois mil metros.
- **Fim do monopólio – autossuficiência - transição para empresa de energia (eletricidade, gás natural e biocombustíveis) - pré-sal – 1990 ao presente:**
 - 1997- lei 9478 - competição em todos os segmentos da atividade petrolífera.
 - 2000 - estatuto da empresa é alterado - atuação como empresa integrada de energia ➔ Plano Estratégico de 2003.
 - A partir de 2005 são iniciados os investimentos de perfuração para confirmar o pré-sal – Julho 2006
 - 2006 - alcançada a autossuficiência e descobertos recursos abaixo da camada de sal – um novo desafio
 - 2006 – Comprovação do novo modelo geológico – Pre-sal, anunciado em 2007.
 - 2010 – Lei da Partilha

Fonte: A questão do petróleo no Brasil: Uma história da Petrobrás. José Luciano de Mattos Dias; Maria Ana Quagliano, Petrobras



A cronologia do pré-sal

- Formulação do Modelo Geológico (mais de uma década)
- Agosto de 2005: Primeiros indícios de óleo no pré-sal, Campo de Parati, Bacia de Santos
- TESTE DO MODELO:
 - Bloco Original: BM-S-11 (BID 2: 14/09/2000)
- POÇO 1-RJS-628A (Tupi):
 - Início Perfuração: 30/09/2005
 - Conclusão da Perfuração (1a. fase): 13/10/2005
 - Reentrada no poço: 02/05/2006
 - Notificação de Descoberta (Óleo): 10/07/2006
 - Conclusão de Reentrada: 12/10/2006
 - Envio do Plano de Avaliação para ANP: 31/08/2006
 - Data do Final do Plano de Avaliação: 31/12/2010
- POÇO 3-RJS-646 (Ext. Tupi) - Área do PA do 1-RJS-628^a:
 - Início da Perfuração: 07/05/2007
 - Notificação de Descoberta (Óleo): 08/08/2007
 - Conclusão da Perfuração: 28/09/2007 (est.:5-8bi bbl)
 - Início de Produção do TLD: 01/05/2009
- 2007: Caxaréu, Pirambu (BC) Carioca, Caramba (BS)
- 2008, Júpiter (8bi), Bem-Te-Vi, Iara (3-4 bi), Guará. BES: óleo no pré-sal sob pós-sal: Baleia Franca, Baleia Azul, Cachalote e Jubarte, que estende produção ao pré-sal

QUESTÕES E DESAFIOS ATUAIS: RECURSOS, TECNOLOGIA, ORGANIZAÇÃO E GESTÃO, E, GEPOLÍTICA DA ENERGIA

SETOR DE COMBUSTÍVEIS:

FÓSSEIS: PETRÓLEO - PRE-SAL E SHALE

RENOVÁVEIS: ETANOL, BIODIESEL, BIOMETANO

MOBILIDADE ELÉTRICA: RUPTURA DE PARADIGMA NO
HORIZONTE?

RECURSOS E TECNOLOGIA, MODELO REGULATÓRIO,
COORDENAÇÃO COM OPEP + Rússia, Cazaquistão, México



Petróleo

Modelos regulatórios e apropriação da renda ou excedente econômico

- Monopólio público, operado por empresa estatal/pública
- Regimes de contratação e operação:
 - Prestação de serviços
 - Produção compartilhada

Contrato	Empresa	Governo	Situação em que é aplicado
Concessão	Todo risco e toda recompensa	Recompensa é função da produção e do preço	Baixa relação entre reservas e consumo; alto risco de exploração
Partilha de produção	Risco exploratório e parte da produção	Parte da produção	Grandes reservas e baixos riscos de exploração
Contrato de serviço típico	Nenhum risco	Todo o risco	Grandes reservas e baixos riscos de exploração e custos de operação baixos
Joint Venture	Parcela no risco e parte da produção	Parcela no risco e parte da produção	Áreas estratégicas



Recursos já anunciados pela Petrobras, como reservas estimadas

CBE 2019

161 a

bilhões de barris de petróleo	Reservas anunciadas pela Petrobras por regime e com fator de recuperação super-conservador: 25%			Total por campo		
	Concessão	Cessão Onerosa	Partilha de Produção	com fator de recuperação super conservador de 25%	com fator de recuperação mais realista de 50% (atual diretora de exploração e produção afirma que a empresa está objetivando alcançar uma média de 60% nos campos do Pós-Sal da Bacia de Campos em campos de qualidade geralmente inferior ao Pré-Sal)	Reservas de petróleo "in situ"
Tupi e Iracema (campo de Lula)	8,3	-	-	8,3	16,6	33,2
Sul de Tupi (campo de Sul de Lula)	-	0,128	-	0,128	0,256	0,512
Nordeste de Tupi (campo de Sépia)	-	0,428	0,6	1,028	2,056	4,112
Florim (campo de Itapu)	-	0,467	0,4	0,867	1,734	3,468
Iara	3,5	-	-	3,5	7	14
Entorno de Iara	-	0,6	3,25	3,85	7,7	15,4
Sul de Sapinhoá	-	0,319	-	0,319	0,638	1,276
Sapinhoá	2,1	-	-	2,1	4,2	8,4
Franco (Búzios)	-	3,056	8,25	11,306	22,612	45,224
Libra	-	-	10	10	20	40
Carioca (Lapa)	0,459	-	-	0,459	0,918	1,836
Área de Moita Bonita* (não é pré-sal)	0,993	-	-	0,993	1,986	3,972
Volumes recuperáveis por regime no Pré-Sal	15,352	4,998	22,5	42,9	85,7	171,4
	Reservas nacionais anteriores ao Pré-Sal			19,9	19,9	19,9
	Total já calculado (bilhões de barris)			62,8	105,6	191,3

Fonte: Ribeiro Lima, Paulo César, comunicação pessoal de 13 de Agosto de 2015, e, em “A SITUAÇÃO ECONÔMICA, FINANCEIRA E OPERACIONAL DA PETROBRAS” Consultoria Legislativa. Câmara Federal, Março de 2015.

	INVESTIMENTO ESTIMADO (BILLIÕES DE DOLARES)	
PLAFORMA	\$ 2.0 - \$ 3.0	
POÇOS	\$0.6 - \$0.8	
RISERS	\$ 0.4 - \$ 0.5	
DIVERSOS	\$ 0.5-- \$ 0.7	
TOTAL	\$3.5- 5.0	

HIPÓTESES:

CUSTO DO CAPITAL: 8% A.A, TEMPO DE OPERAÇÃO 30 ANOS.

FATOR DE RECUPERAÇÃO DE CAPITAL :8,88% AO ANO OU 0,024336% AO DIA

CUSTO DIÁRIO DA PLATAFORMA= 0,852 A 1.220 MILHÕES DE DOLARES AO DIA

PRODUÇÃO INICIAL: 180 MIL BBL/DIA, FINAL 20 MIL BBL/DIA, MÉDIA 100 MIL BBL/DIA

RESULTADO: CUSTO DIÁRIO/PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA = 8,52 A 12,20 US\$/BARRIL

Simulação de resultados de excedente econômico para três cenários de reservas

Cenário Recursos (bilhões de bbl)	Produção Diária (Milhões bbl/d)	Produção Anual (109 bbl)	Excedente Anual (US\$ bilhões)
100	6,85	2,5	125
200	13,70	5,0	250
300	20,55	7,5	375

Fonte: elaboração própria.

Hipóteses: 40 anos de produção; Preço do petróleo- US\$ 60,00/bbl; Custo direto - US\$10,00/bbl (somente capital & trabalho, sem transferências); Excedente - US\$ 50,00/bbl

SIMULAÇÃO DE EXCEDENTE ECONÔMICO PARA LEILÃO DA CESSÃO ONEROSA :

PETRÓLEO RECUPEÁVEL: 15 BILHÕES DE BARRIS

PRODUÇÃO EM 30 ANOS:

500 MILHÕES DE BARRIS POR ANO EM MÉDIA,

excedente: 25 bilhões de dólares por ano

900 MILHÕES POR ANO, NOS ANOS INICIAIS

excedente: 45 bilhões de dólares por ano

100 MILHÕES POR ANO, NOS ANOS FINAIS

excedente: 5 bilhões de dólares por ano

TODOS GOVERNADORES, SENADORES, DEPUTADOS FIZERAM FESTA
PARA DIVIDIR 106 BILHÕES REAIS (25 BILHÕES DE DÓLARES) DO BÔNUS
DE ASSINATURA

E DEIXAR A MAIOR PARTE DO EXCEDENTE FUTURO PARA OS
VENCEDORES DO LEILÃO.

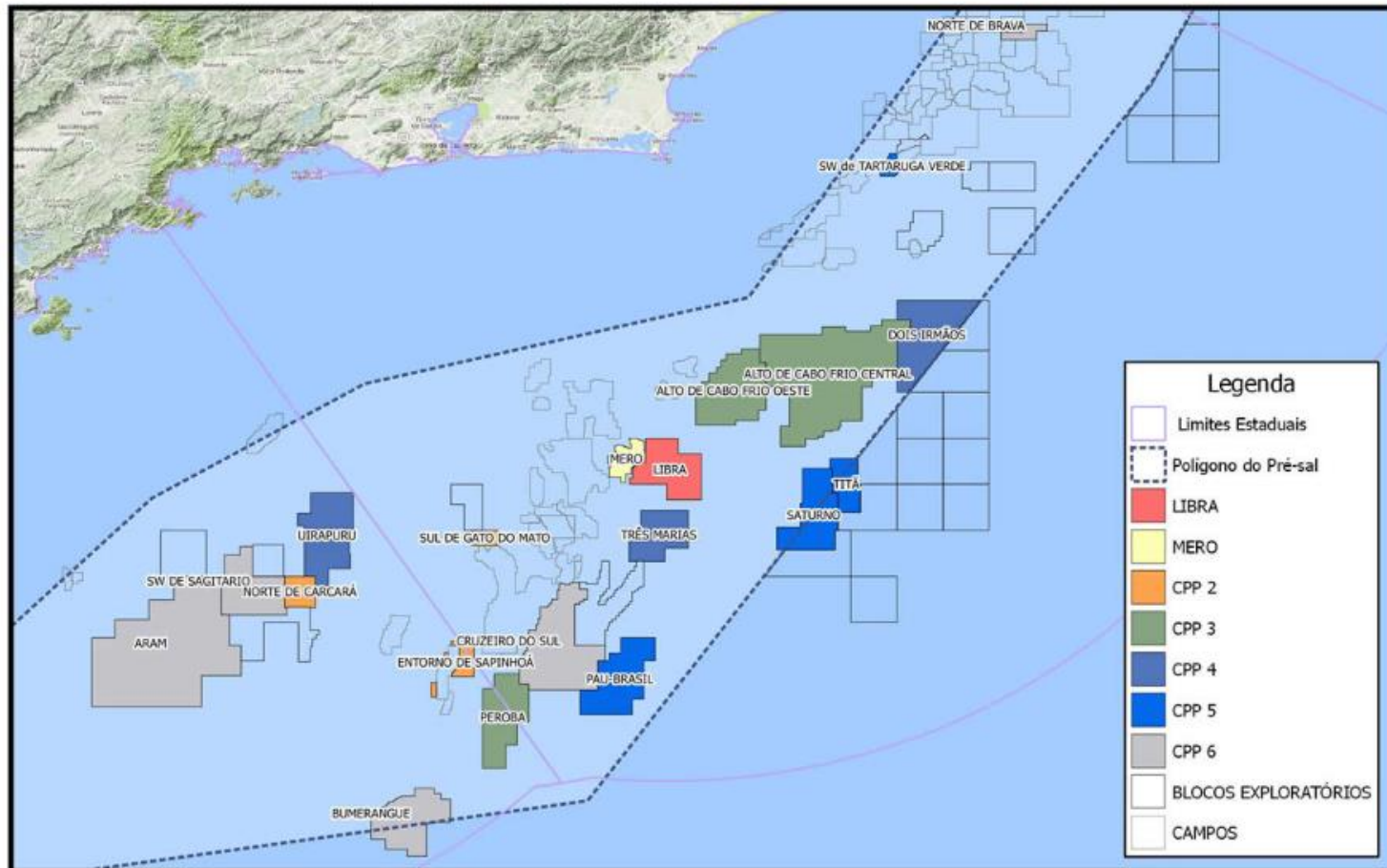
Fonte: elaboração própria.

Hipóteses: 40 anos de produção; Preço do petróleo- US\$ 60,00/bbl; Custo direto -
US\$10,00/bbl (somente capital & trabalho, sem transferências); Excedente - US\$ 50,00/bbl

Quadro de projetos da Pré-Sal Petróleo:

Área	Rodada	Operador	Consorticiados	Mínimo de excedente em óleo	Excedente em óleo lucro
Libra	1	Petrobras (40%)	Shell (20%), Total (20%), CNPC(10%), CNOOC(10%)	41,65%	41,65%
Sul de Gato do Mato	2	Shell (80%)	Total (20%)	11,53%	11,53%
Entorno de Sapinhoá	2	Petrobras (45%)	Shell (30%), Repsol (25%)	10,34%	80%
Norte de Carcará	2	Equinor (40%)	ExxonMobil (40%), Petrogal (20%)	22,08%	67,12%
Peroba	3	Petrobras (40%)	BP (40%), CNODC Brasil (20%)	13,89%	76,96%
Alto de Cabo Frio Oeste	3	Shell (55%)	QPI (25%), CNOOC (20%)	22,87%	22,87%
Alto de Cabo Frio Central	3	Petrobras (50%)	BP (50%)	21,38%	75,80%
Uirapuru	4	Petrobras (30%)	ExxonMobil (28%), Equinor(28%), Petrogal (14%)	22,18%	75,49%
Dois irmãos	4	Petrobras (45%)	BP (30%), Equinor (25%)	16,43%	16,43%
Três Marias	4	Petrobras (30%)	Shell (40%), Chevron (30%)	8,32%	49,95%
Saturno	5	Shell Brasil (50%)	Chevron Brasil (50%)	17,54%	70,20%
Titã	5	ExxonMobil Brasil (64%)	QPI Brasil (36%)	9,53	23,49%
Pau-Brasil	5	BP Energy (50%)	CNOOC (30%) e Ecopetrol (20%)	14,40%	63,79%
Sudoeste de Tartaruga Verde	5	Petrobras (100%)	Petrobras (100%)	10,01%	10,01%

Veja a lista de projetos que estão sob gestão da Pré-Sal Petróleo e o mapa do Polígono do Pré-Sal com os 14 contratos e as áreas previstas para a 6ª Rodada de Partilha de Produção, a ser realizada em 2019.





DESAFIOS: PETRÓLEO

Garantir a soberania sobre a produção e participar do controle de preços pelo oligopólio OPEP + RUSSIA

GERAÇÃO E APROPRIAÇÃO DE EXCEDENTE:

Maximizar a participação da ciência, tecnologia e empresas brasileiras na cadeia produtiva

FINANCIAR O PROJETO DE DESENVOLVIMENTO:

Direcionar a renda petroleira para a redução das assimetrias, educação pública, saúde pública, reforma urbana e agrária, transição energética, infraestrutura produtiva



DESAFIO ESTRATÉGICO PERMANENTE

A LUTA ECONÔMICA E POLÍTICA, NO ÂMAGO DA
INDUSTRIA ENERGÉTICA, PELO CONTROLE DOS
RECURSOS NATURAIS E PELA TECNOLOGIA,
INICIADA COM A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL,
PERSISTE, APROFUNDA NA COMPETIÇÃO PELO
EXCEDENTE/RENDA:

PETRÓLEO

HIDRÁULICA

EÓLICA

TECNOLOGIA