

- Recursos Energéticos Fósseis -

Antonio Liccardo – DEGEO - UEPG

Energia

- Energia é aquilo que permite a realização de trabalho – Física
- $E=mc^2$
- Energia é igual à massa
- A quantidade de energia estocada na forma de massa é enorme

Termodinâmica

- Energia não pode ser criada ou destruída – apenas transformada
- Conceito de eficiência energética
- Base da revolução industrial
- “A transformação de energia em trabalho libertou a humanidade do trabalho escravo” – U. Capozzoli

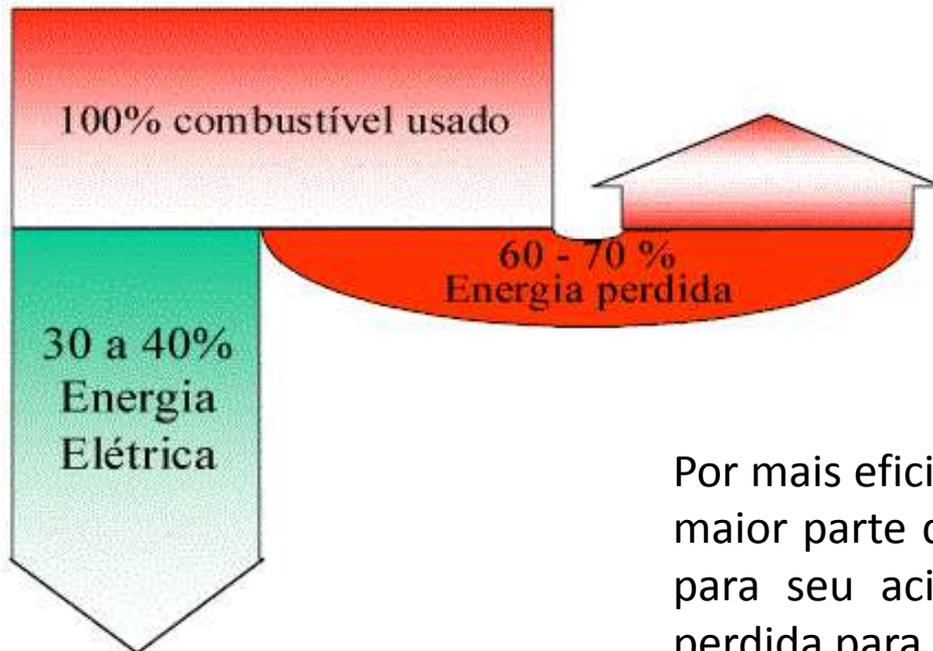
A **eficiência** é a fração da energia total da fonte de energia primária que é convertida em energia útil

Motor Stirling – 45%

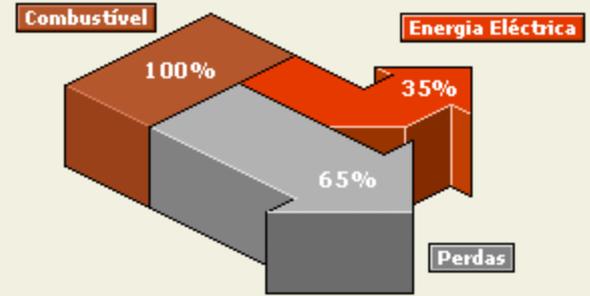
Motor diesel – 32%

Lâmpada incandescente – 8%

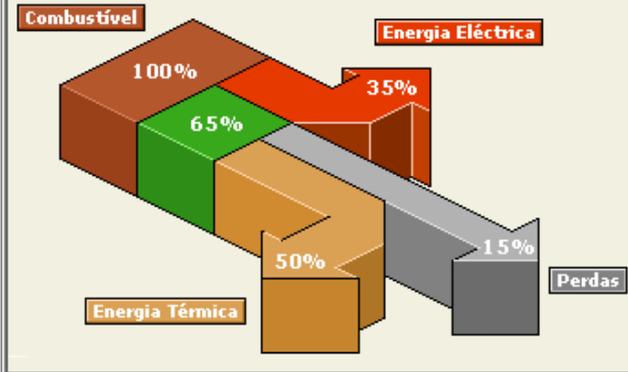
Lâmpada fluorescente -32%



Balço energético de um Sistema Convencional



Balço energético de um Sistema de Cogeração



Por mais eficiente que seja um gerador termelétrico, a maior parte da energia contida no combustível usado para seu acionamento é transformada em **calor** e perdida para o meio-ambiente.

Consumo de energia per capita

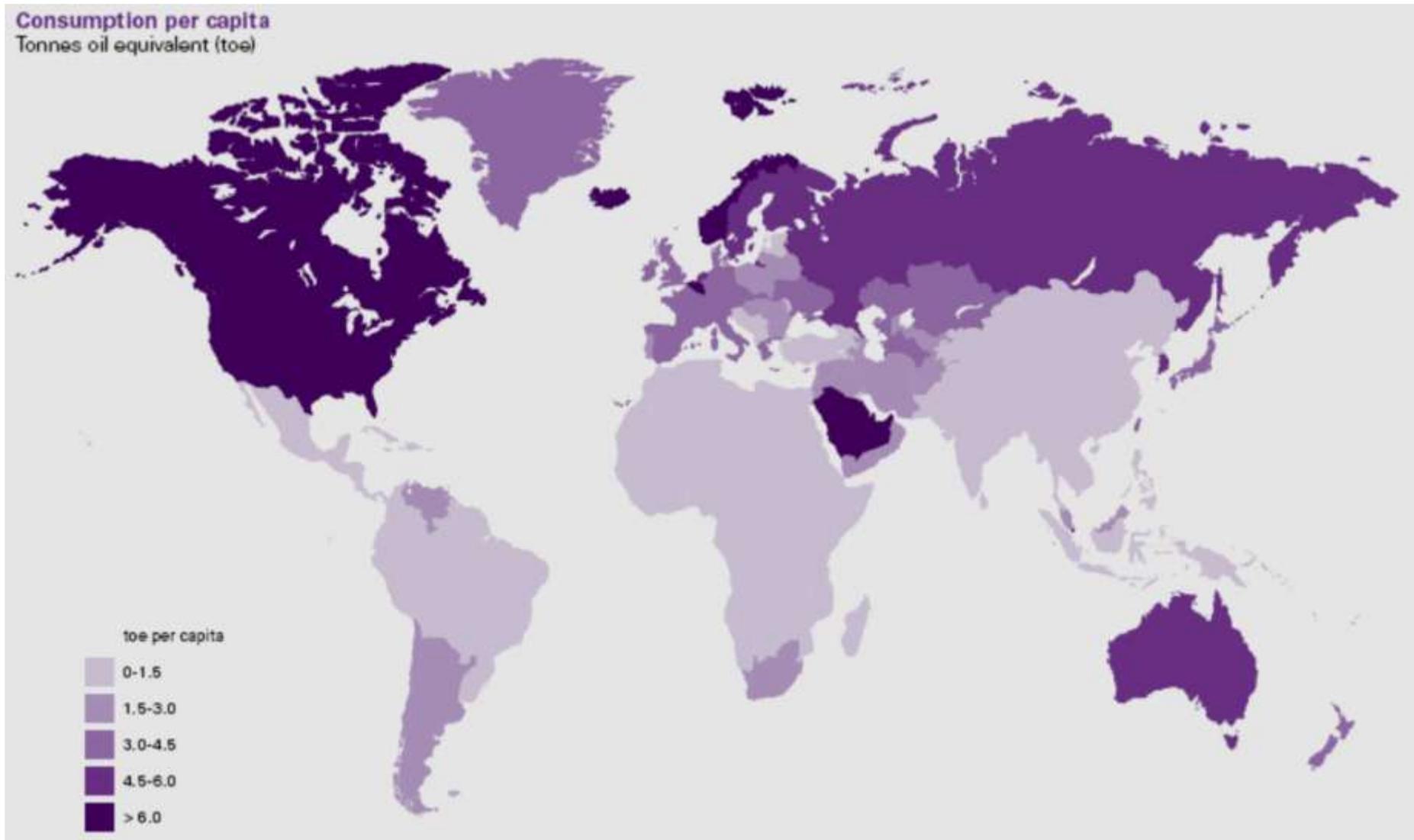
5.000 kcal = 1 litro gasolina

- 500 mil anos a.C. – 2.600 kcal por dia – uso do fogo
- 10 mil anos – 5.000 kcal por dia – trabalho agrícola
- Gregos e romanos – 11.000 kcal por dia – eólica, hidráulica e escravos
- Final do século XVIII – 12.600 kcal por dia - revolução industrial
- Século XX – 32.000 kcal por dia – uso do petróleo

Necessidades atuais de Energia

- Brasil: 2 000 kwh/hab
- Japão, França, Alemanha: 7 000 kwh/hab
- EUA: 12 000 kwh/hab

Consumo de energia per capita atual no mundo



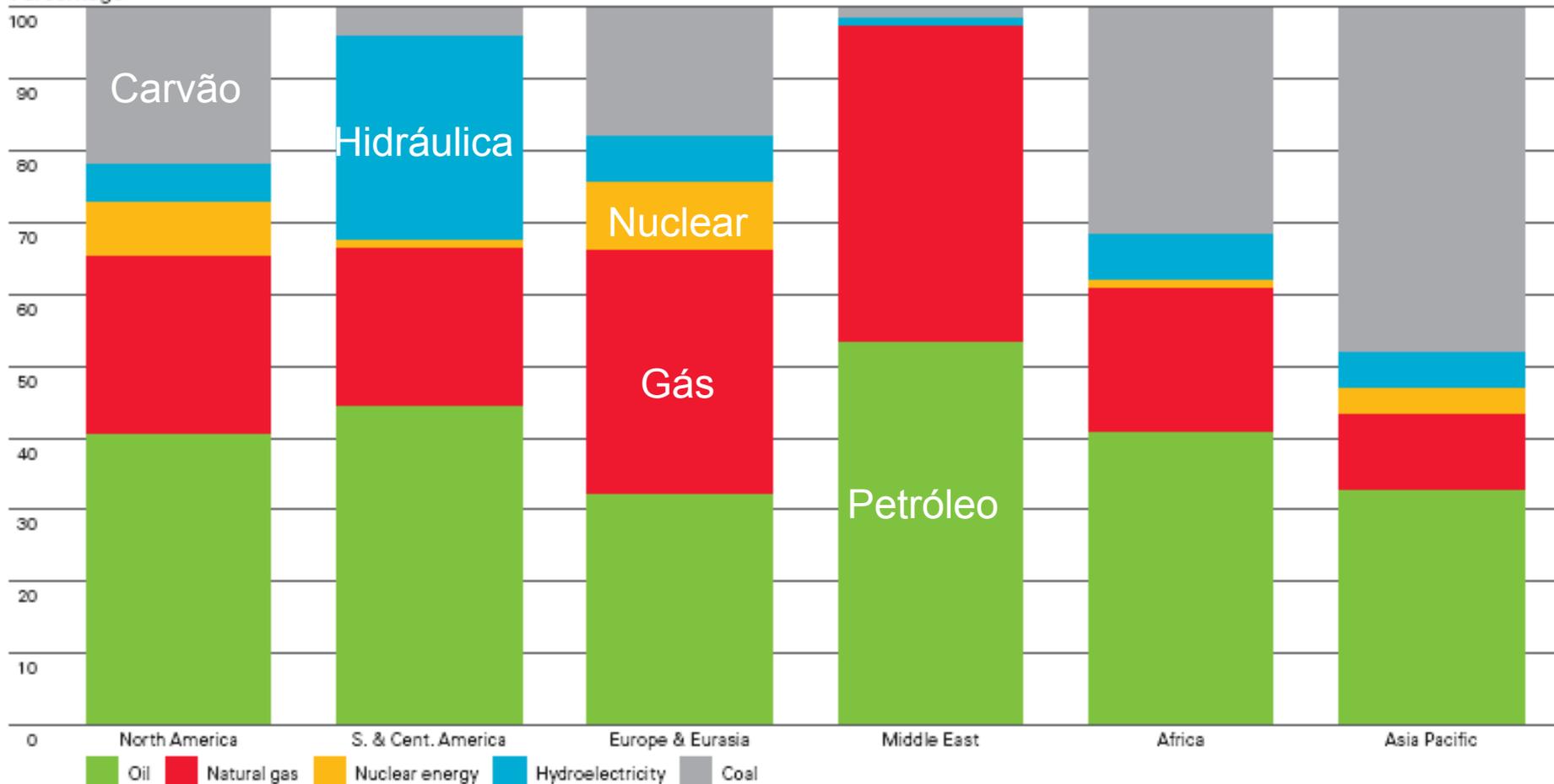
Recursos energéticos disponíveis

- Carvão
- Petróleo e gás
- Energia nuclear
- Energia hidroelétrica
- Energia termal
- Energia eólica
- Energia solar
- Fontes alternativas

Consumo regionalizado

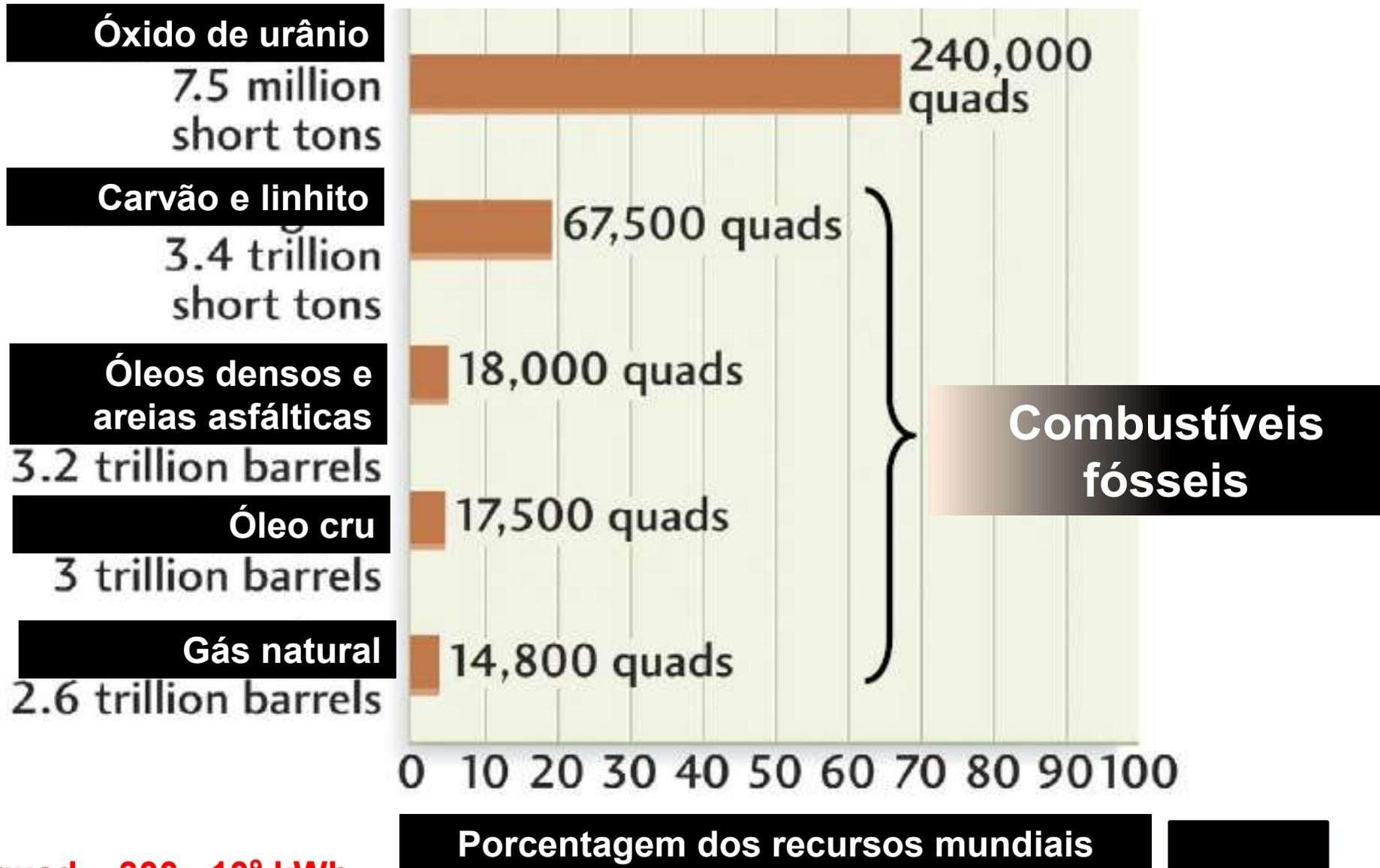
Regional consumption pattern 2005

Percentage



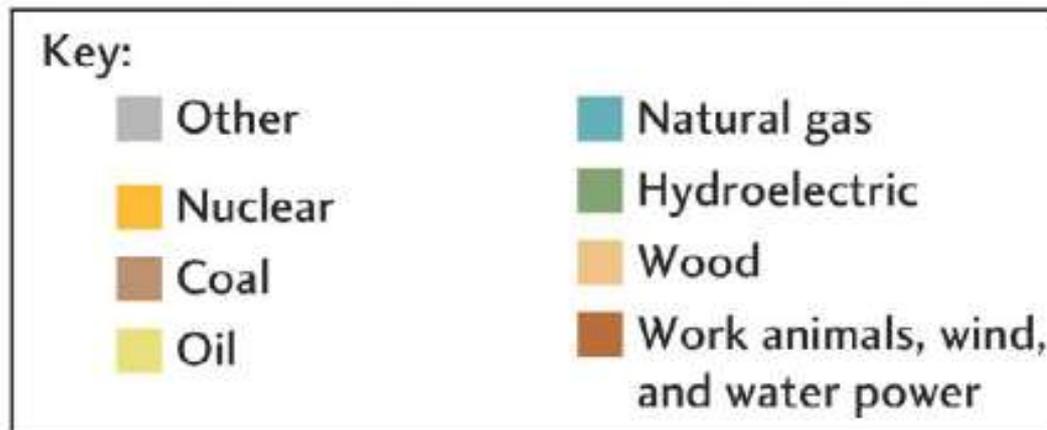
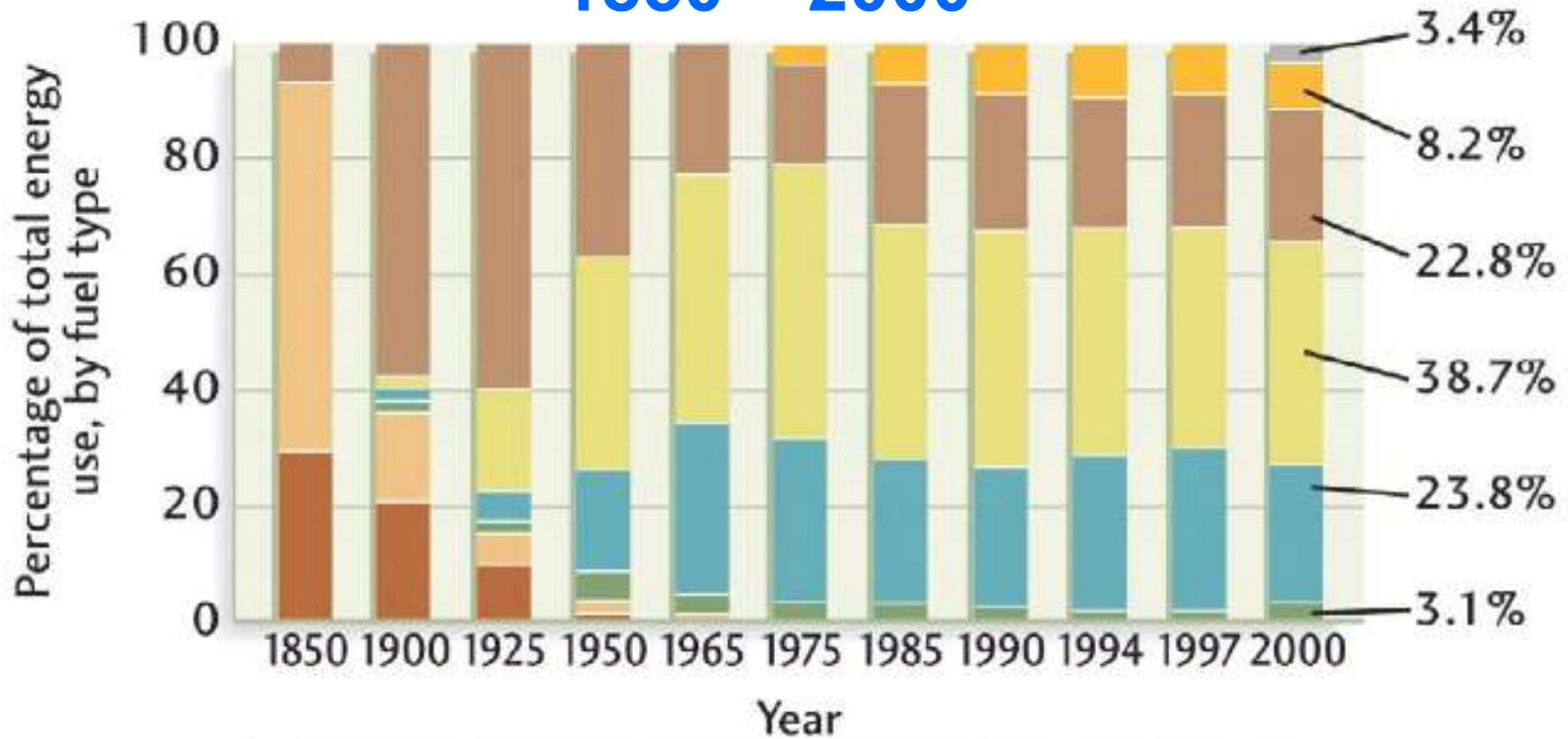
Oil remains the leading energy source for most of the world. Oil dominates in North America and has increased its share since 1995; it has lost share in Europe, South and Central America and the Middle East. Gas is the dominant fuel in the Former Soviet Union; in Asia, coal dominates. In both cases, the dominant fuel has increased its share since 1995.

Estimativa dos recursos energéticos não renováveis no mundo



1 quad ~ 300 . 10⁹ kWh

Mudanças no consumo de energia nos EUA 1850 – 2000



Matriz energética brasileira

Brasil

- Hidrelétrica 89%
- Nuclear 4,3%
- Outras 6,7%
(termelétrica)

Fonte: IAEA

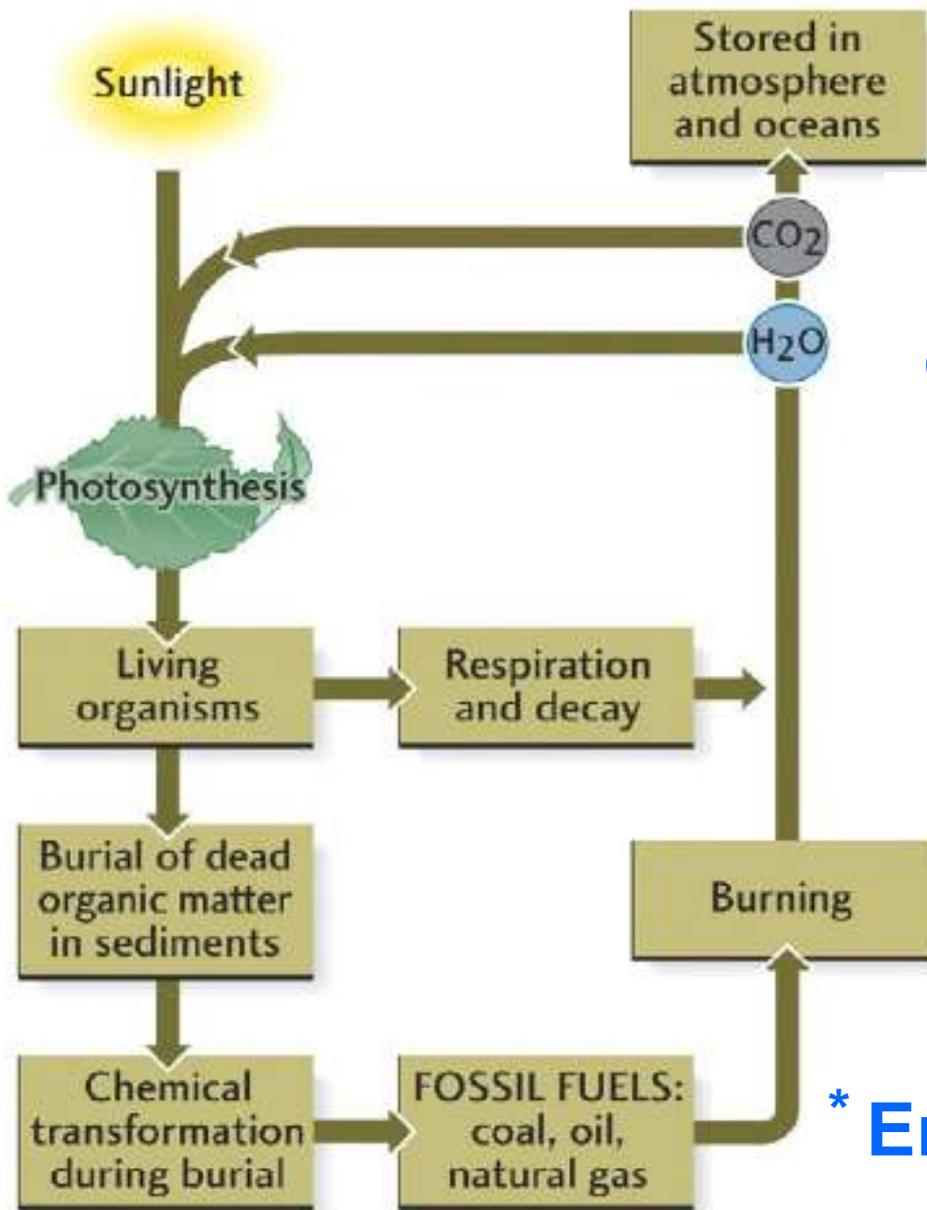
Mundial

- Carvão 40%
- Hidrelétrica 18%
- Nuclear 16%
- Gás 15%
- Petróleo 11%

Fonte: Eletrobrás

Combustíveis fósseis

Recursos energéticos formados pelo soterramento e posterior transformação de matéria orgânica



Ciclo do Carbono e combustíveis fósseis*

* Energia solar estocada !

Tipos de combustíveis fósseis

carvão

petróleo

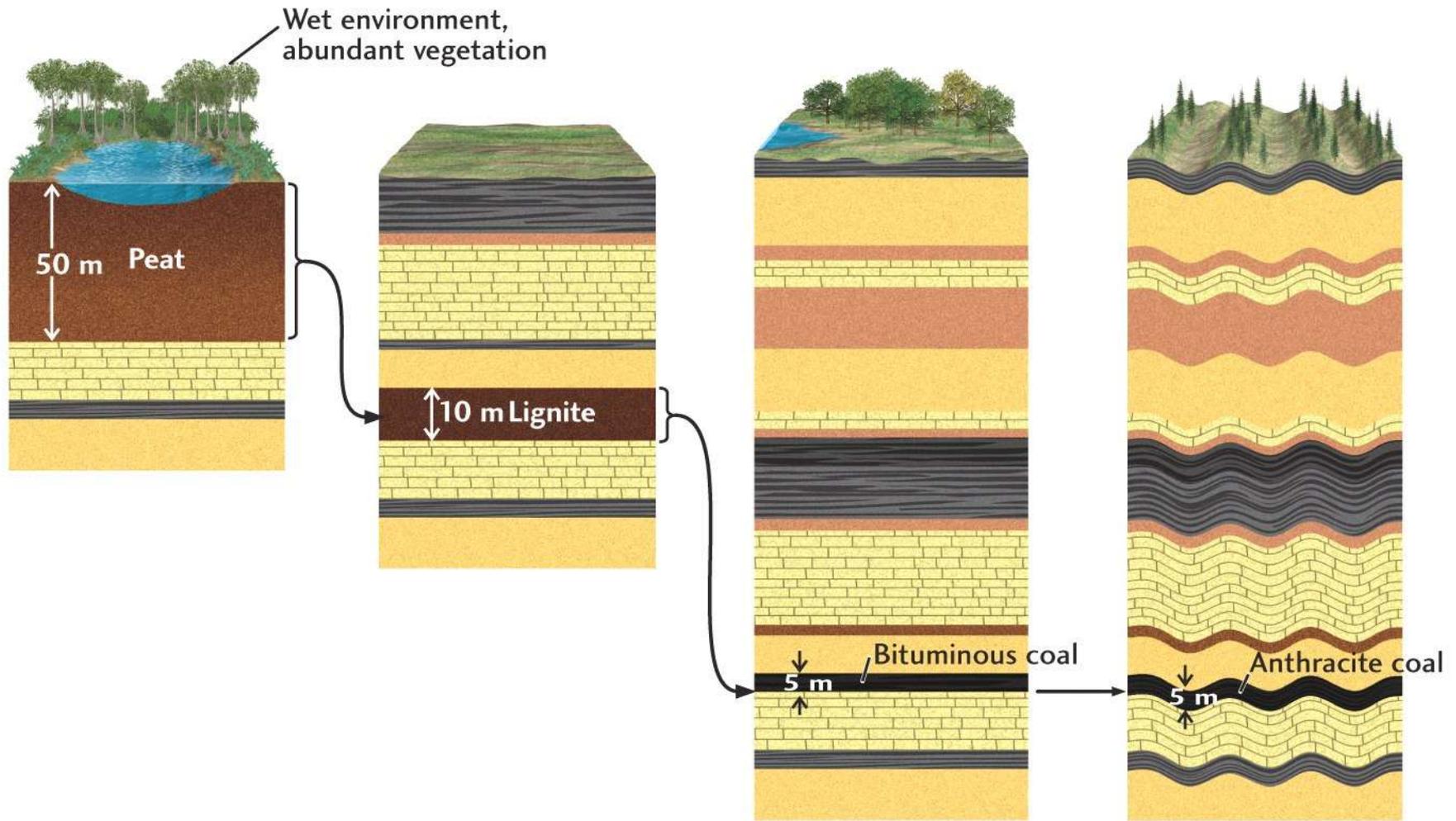
gás natural

folhelhos betuminosos

areias asfálticas

clatratos

Processo de Formação de Carvão



Turfa → **Linhito** → **Carvão Betuminoso** → **Antracito**

Carvão



linhito



antracito



linhito

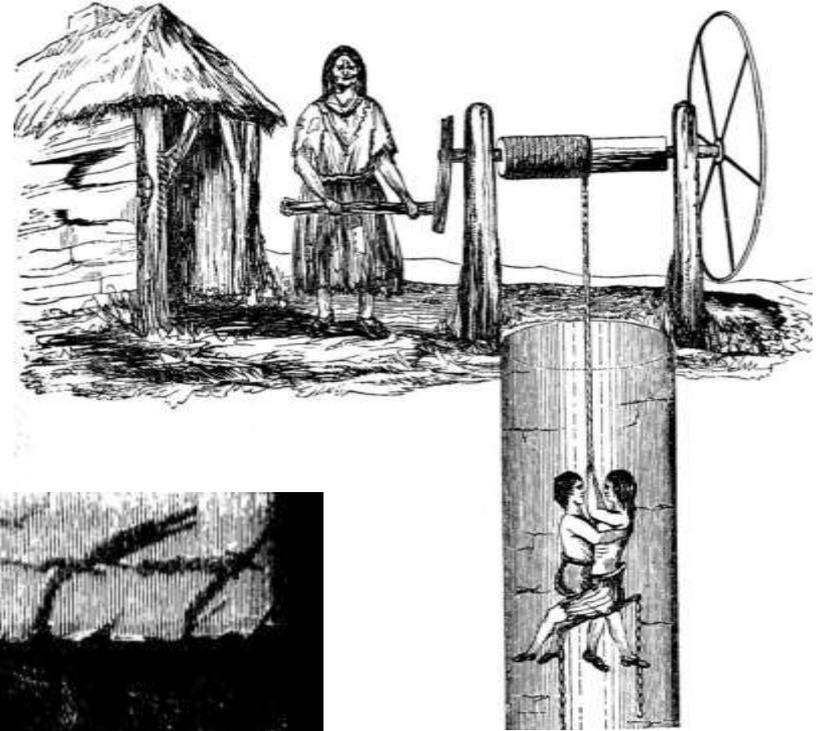
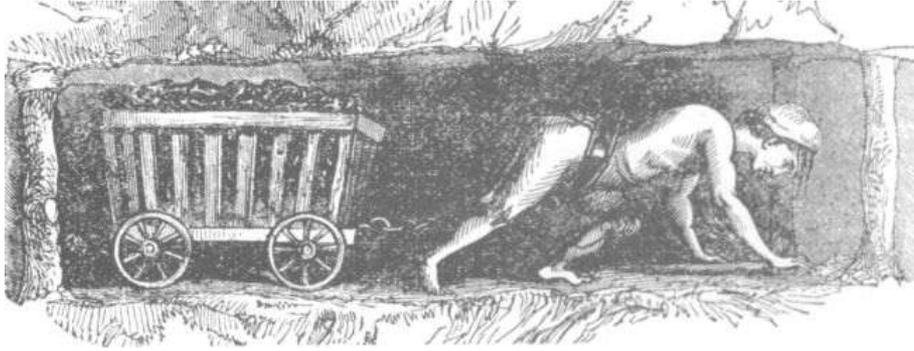


antracito

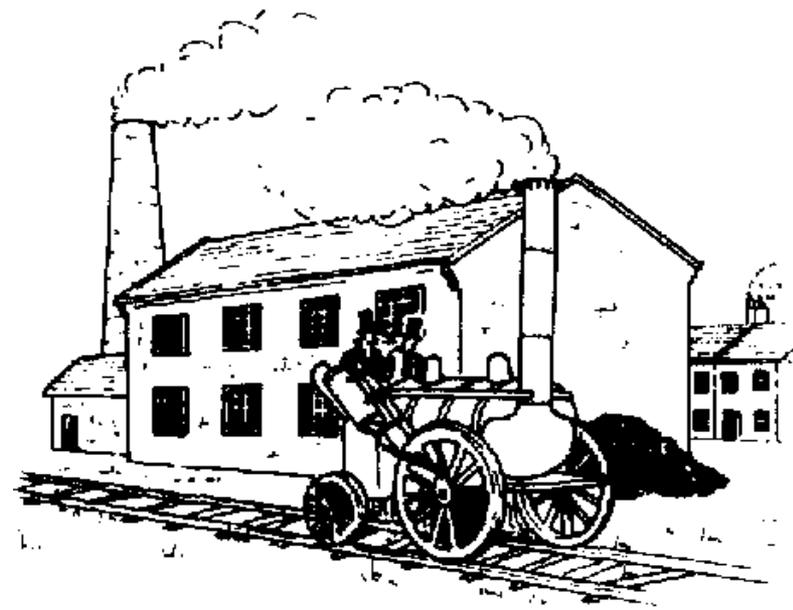
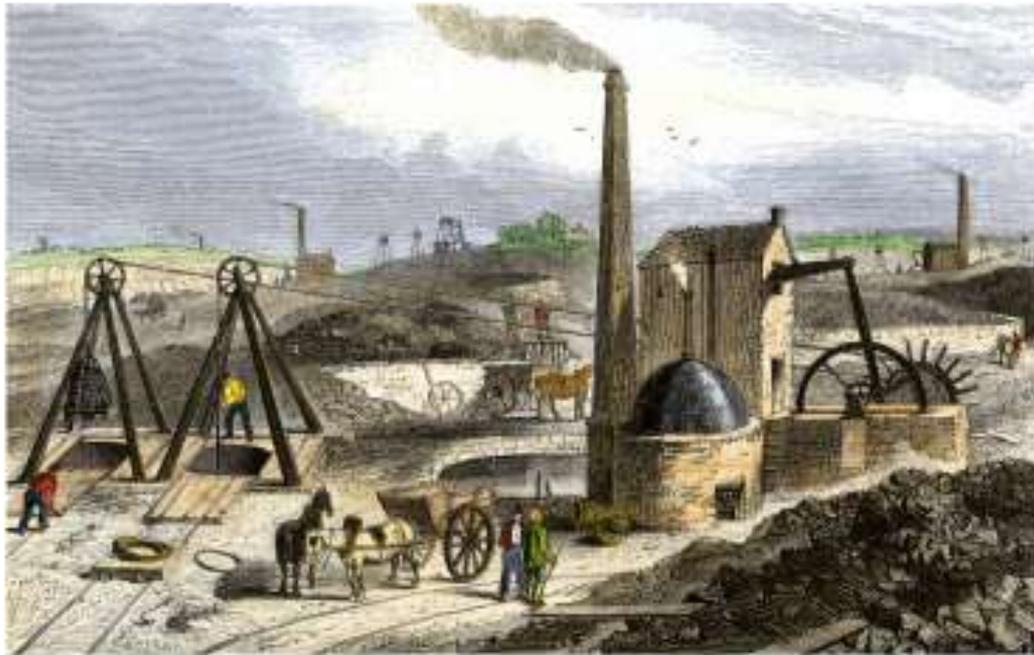
Tabela 22.1 Variação das características do carvão de acordo com o grau de carbonificação.

Parâmetros	Turfa	Linhito	Carvão	Antracito
Densidade (kg/m ³)	1.000	1.000 a 1.300	1.200 a 1.500	1.300 a 1.700
Umidade(%)	65 a 90	15 a 45	1 a 3	-
Carbono* (%)	± 55	65 a 75	75 a 90	90 a 96
Hidrogênio (%)	± 6	5	4,5 a 5,5	2 a 5
Oxigênio* (%)	± 33	25	3 a 11	4 a 11
Componentes Voláteis* (%)	± 60	± 40	10 a 45	3 a 10
Carbono Fixo (%)	± 25	± 35	25 a 80	± 90
Cinzas (%) (material não combustível)	± 10	± 9	0,5 a 40	3 a 30
Poder Calorífico cal/g	4.000 a 5.700	Até 5.700	5.700 a 9.600	8.200 a 9.200
Brilho	fosco	baixo	moderado	alto

(*) medidas sobre o carvão isento de umidade e cinza



**Extração de
carvão
remonta à
antiguidade**

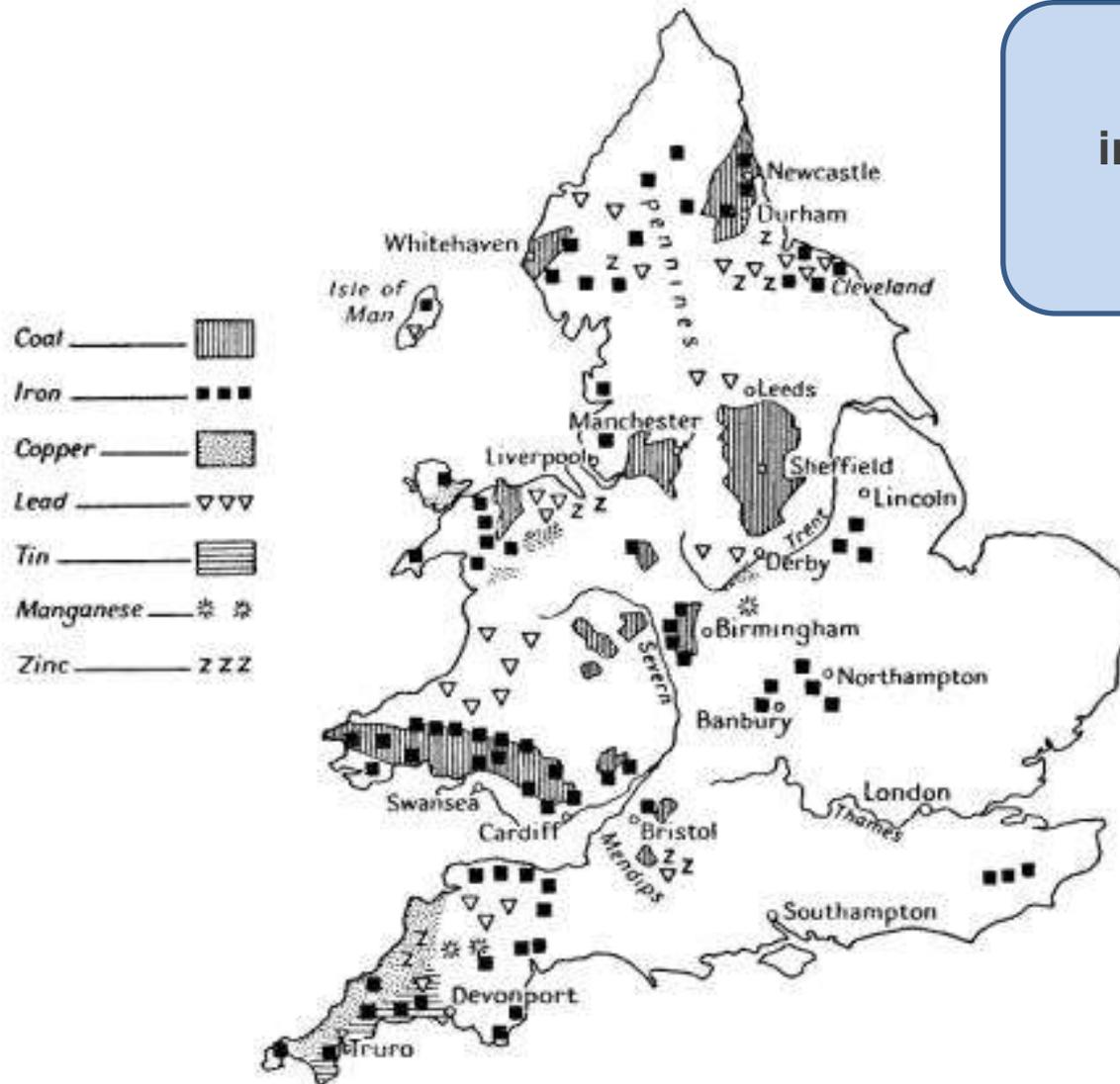


O carvão e a revolução industrial



Coal Miners

Por que a revolução industrial aconteceu na Inglaterra?





História moderna

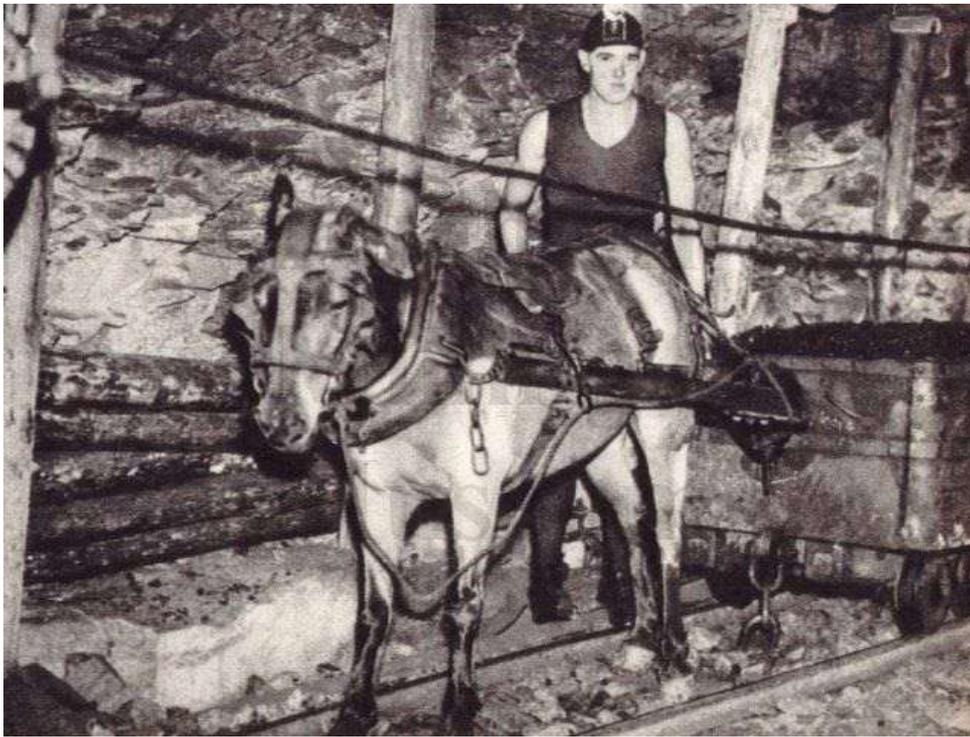


Condições de trabalho



Durham **Coal** Miner Setting Props. Bromley Pit
- Pensford, Surrey, **England**





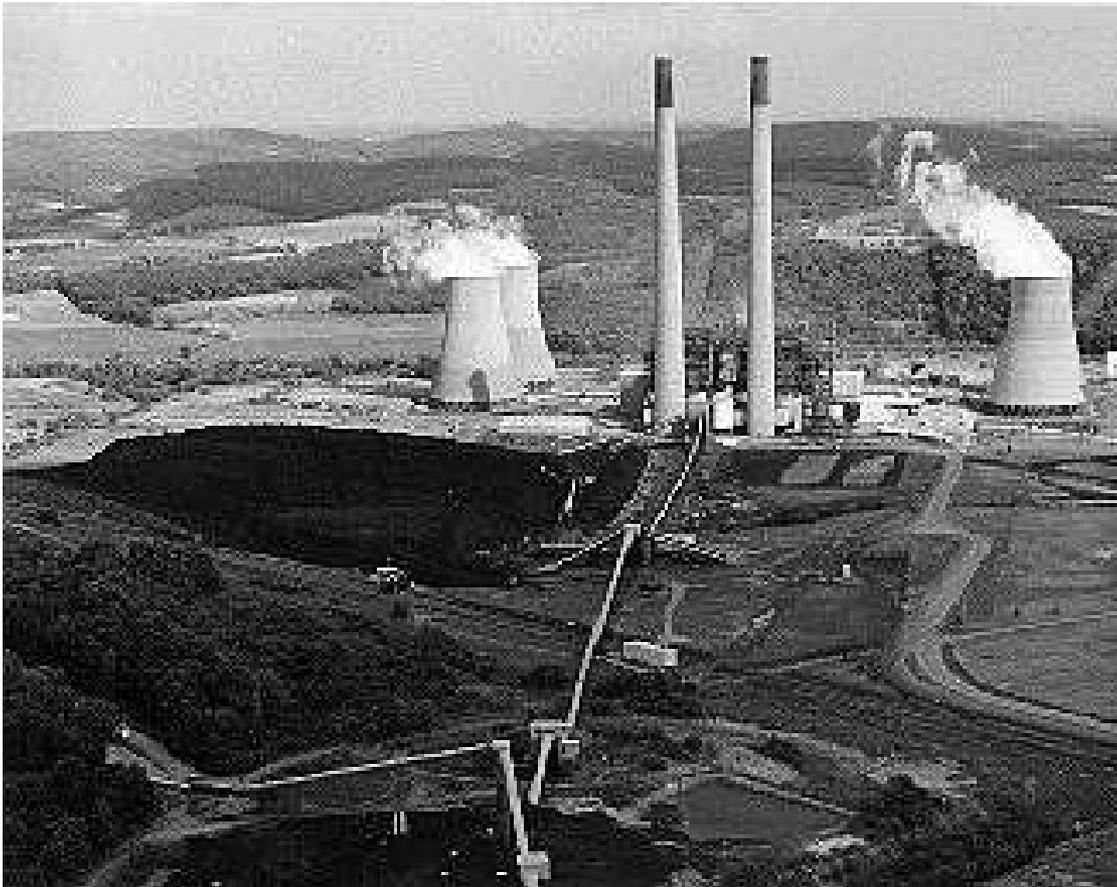
Coal Miners and Pit Pony

Condições de trabalho



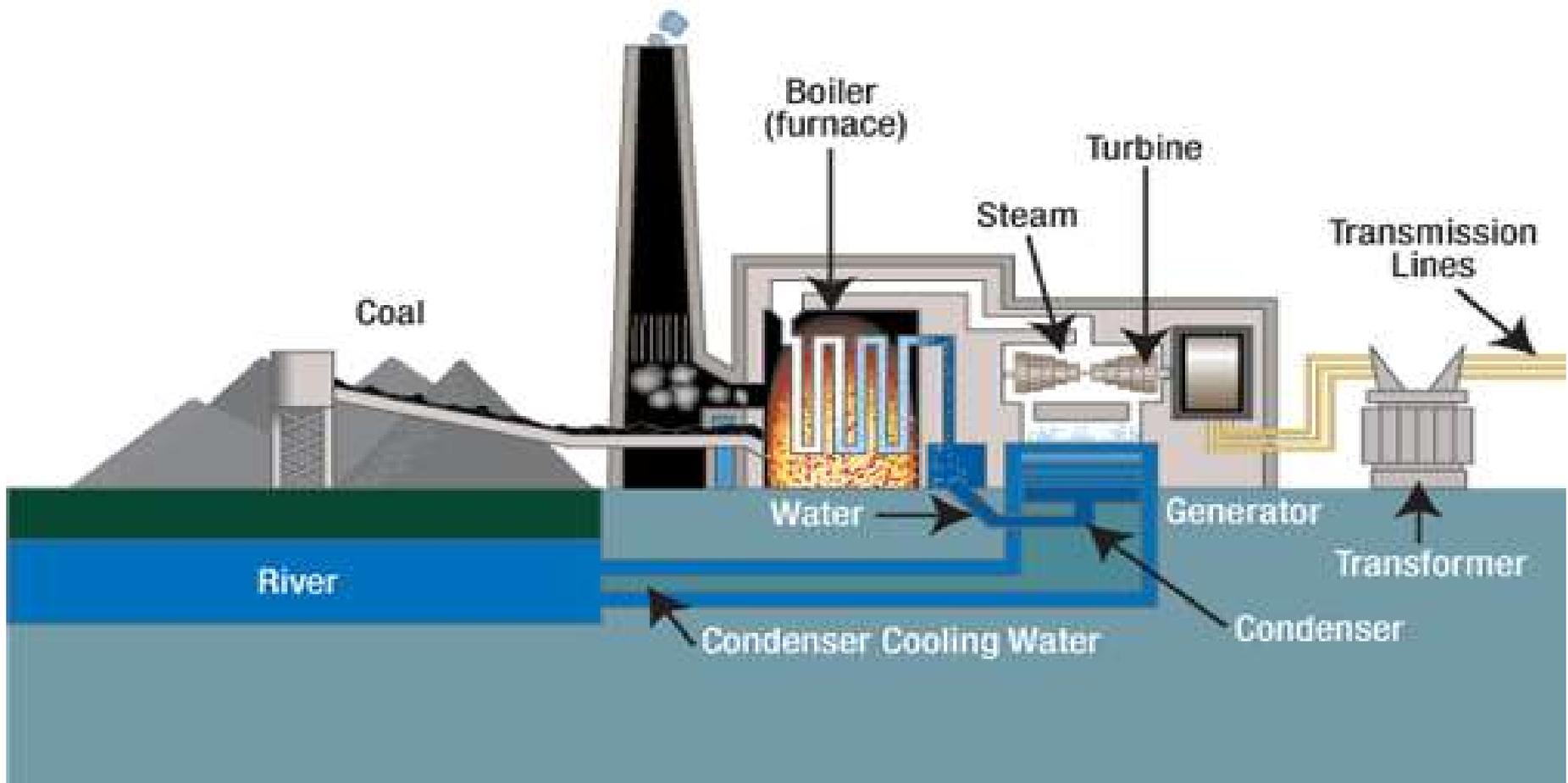
Desenvolvimento do transporte e infraestrutura na Europa e EUA

Termoelétricas



86% do carvão da Pennsylvania (EUA) é para produção de energia elétrica

Funcionamento de termoeletrica alimentada por carvão mineral



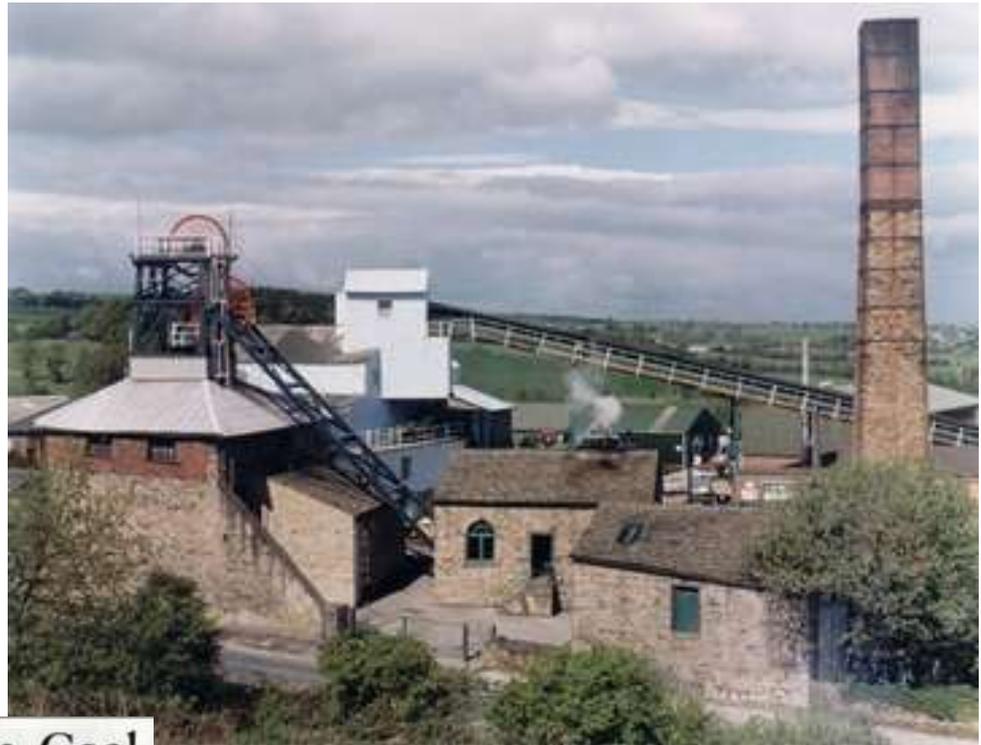


Français : Une petite exploitation minière vers Matarrosa del Sil en 1984.

Arquelogia industrial – patrimônio geológico-mineiro



National Coal Mining Museum for England



England Now Has Gasoline Made from Coal

BRITISH motorists may now enjoy the novelty of buying gasoline made from coal, which has just been placed on public sale. The event marks the beginning of a great chemical industry by which England hopes to put 65,000 men to work and to end her dependence upon imported petroleum. A monster plant now rising at Billingham-on-Tees will transform 1,000 tons of coal daily into the synthetic fuel, using a process already in successful operation in a smaller experimental plant at the same site. In this process, known as hydrogenation, powdered coal is mixed with heavy oil and the resulting paste is fed, with hydrogen gas, to a converter. The mixture undergoes a chemical transformation under tremendous heat and pressure, yielding a mixture of hydrocarbons from which pure gasoline is recovered by distillation. Another of the products is Diesel oil, which may also be changed into gasoline by an additional conversion treatment



England has just placed on public sale gasoline made from coal. This picture shows one of the early purchasers of the new fuel having the car's tank filled. A plant, now building, will produce about 80,000 gallons a day

with hydrogen. Both the hydrogen and heavy oil used in the process are obtained in the course of producing the gasoline, leaving coal as the chief raw material required. Results of production indicate

that approximately a gallon of gasoline may be obtained from twenty-four pounds of coal, and the large-scale plant under construction should show an output of 80,000 gallons of gasoline a day.

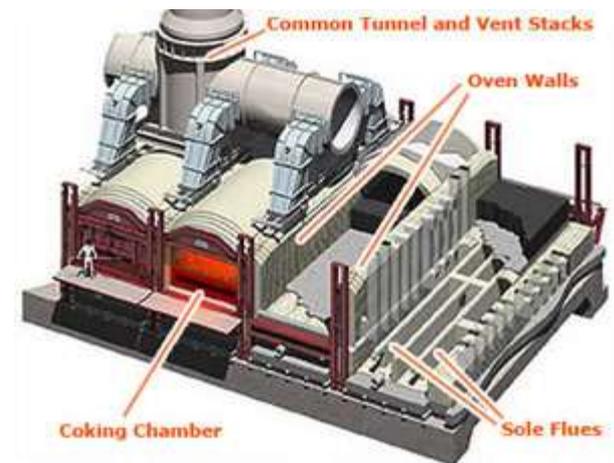
Inglaterra 1934

Processamento do carvão – coque, gaseificação e liquefação



Operação de Desformamento da Coqueira
(Arquivo COSIPA)

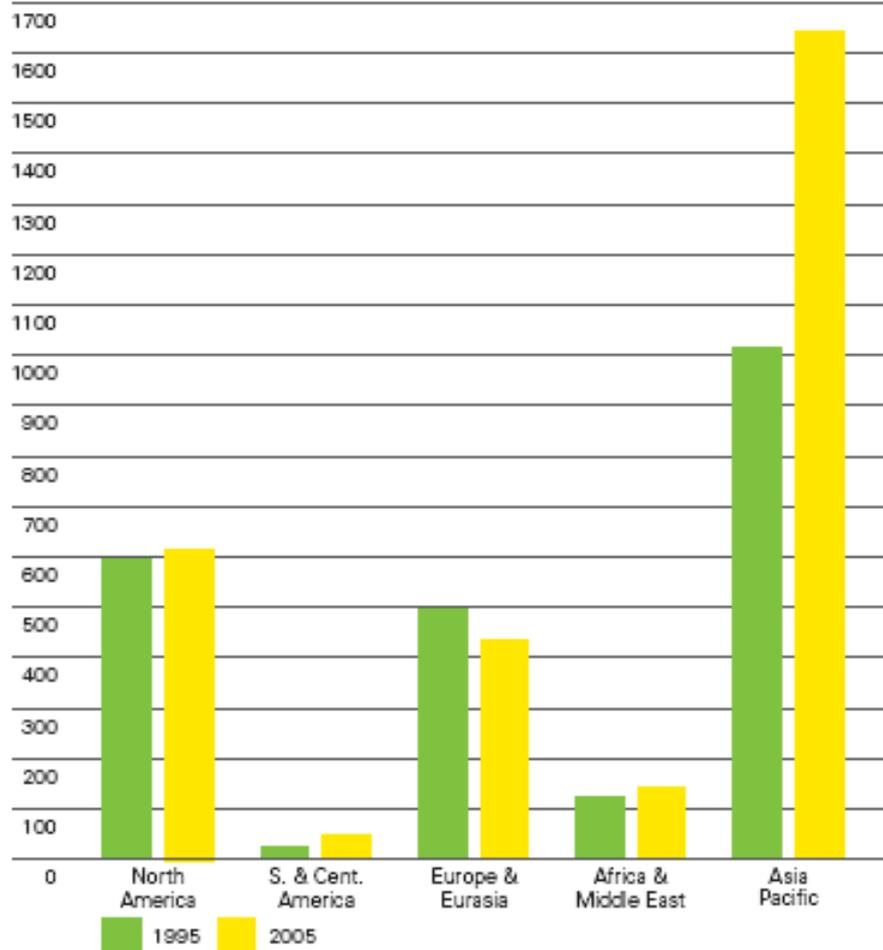
A coqueificação ocorre a uma temperatura de 1300°C em ausência de ar durante um período de 18 horas, onde ocorre a liberação de substâncias voláteis. O produto resultante desta etapa, **o coque**, é um material poroso com elevada resistência mecânica, alto ponto de fusão e grande quantidade de carbono.



Produção e consumo

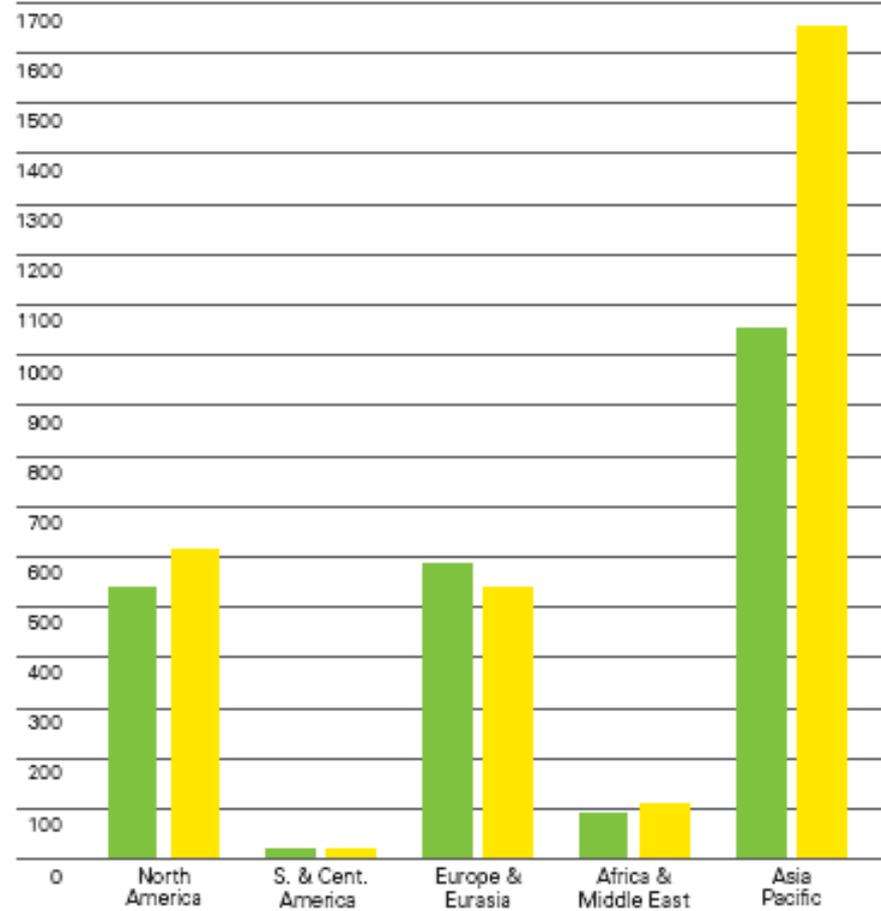
Production

Million tonnes oil equivalent



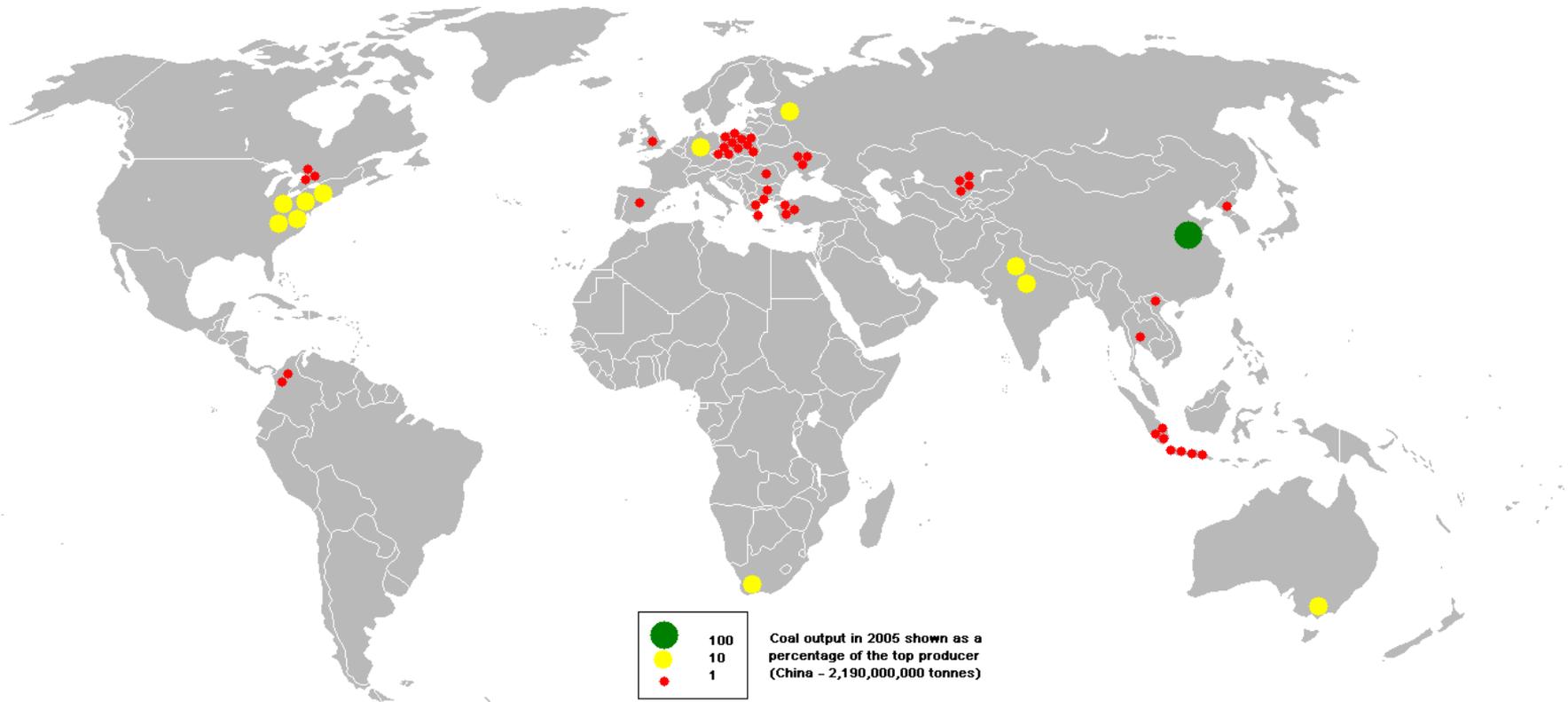
Consumption

Million tonnes oil equivalent



Coal was again the world's fastest-growing fuel and global consumption growth was twice the 10-year average. Growth was concentrated in China, the largest coal consumer, which accounted for 80% of global growth. Growth in the USA was also relatively strong.

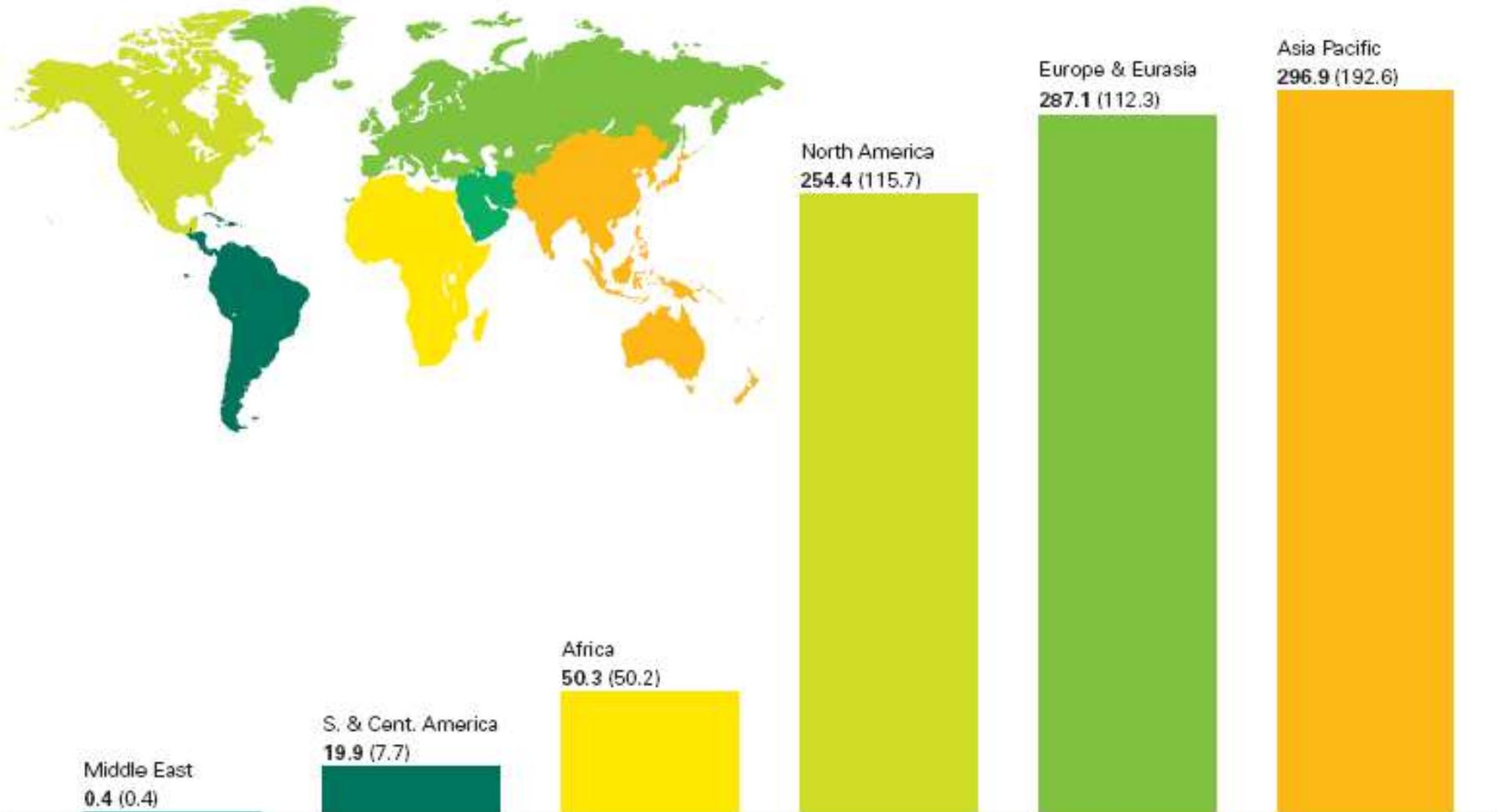
Produção de carvão no mundo



Reservas

Proved reserves at end 2005

Thousand million tonnes (share of anthracite and bituminous coal is shown in brackets)

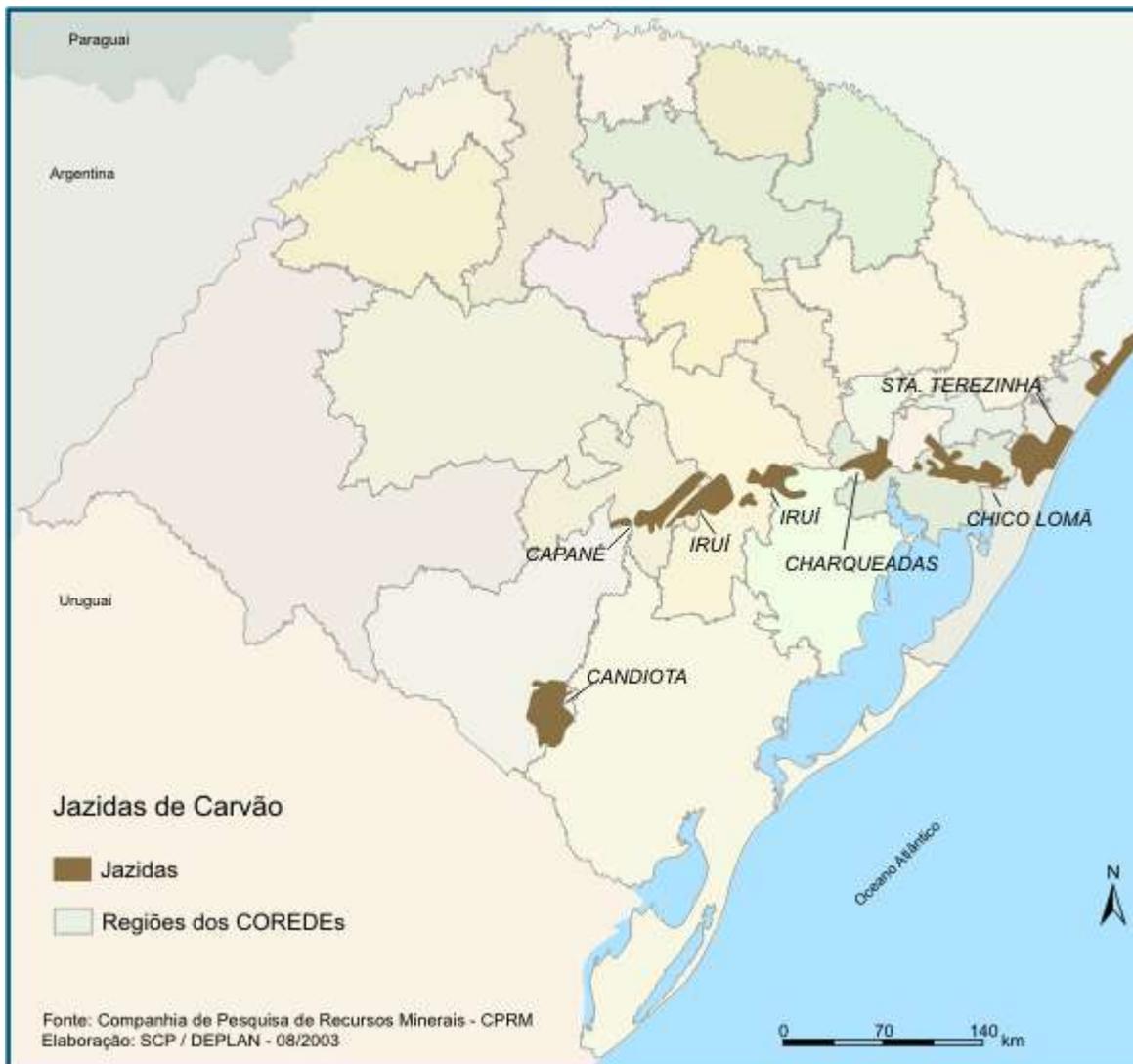


Por que no Brasil não há reservas significativas de carvão?

- Bacias sedimentares paleozóicas
- Paleoambiente – delta e similares
- Período carbonífero – permiano
- Características do carvão

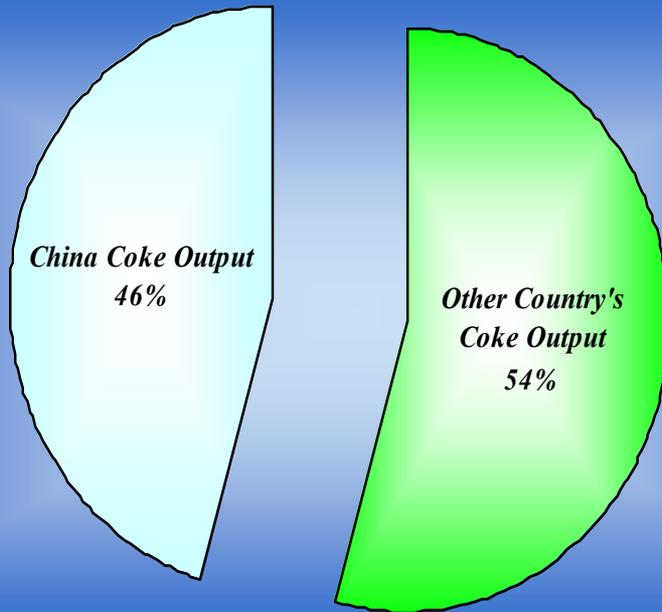


Fig. 22.2 Distribuição de ocorrências e jazidas de carvão mineral na borda leste da Bacia do Paraná.



Problemas ambientais relacionados

*Tem a ver com as características
geológicas do depósito?*



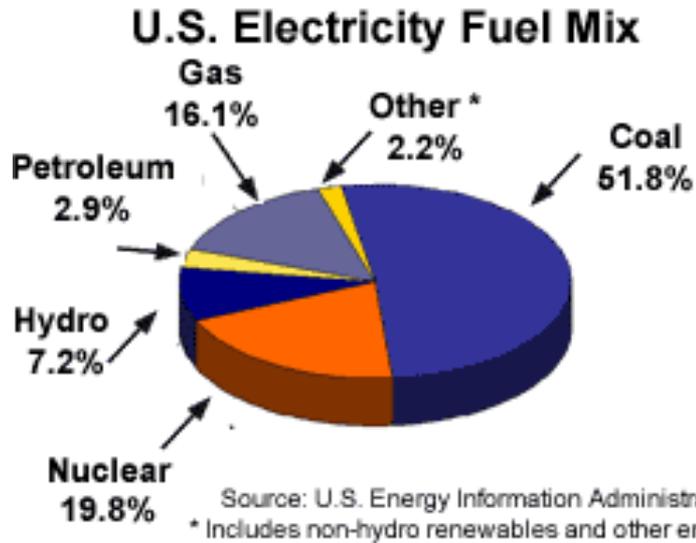
Chinese coke output is a big boy in the international coke market. In 2003 it made up **46% of the world's total coke production.**



PARADOXO - China tem, ao mesmo tempo, recorde de poluição e de construção de usinas 'limpas'

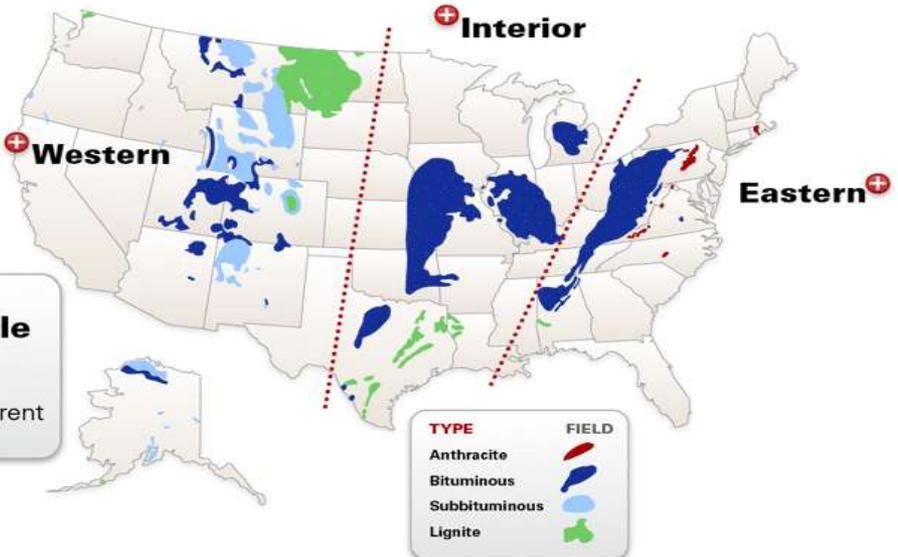
Publicada em **11/05/2009**

The New York Times



Importância estratégica do carvão para os países industrializados

U.S. COAL DEPOSITS



Total U.S. Recoverable Reserves
244 billion tons.
250 years at current extraction rate.





About 50 coal-fired power plants, like the one in Bergheim, Germany, are scheduled to begin operating in Europe in the next five years



Drax Coal Fired Power Station, North Yorkshire, England, United Kingdom

Termelétrica a carvão será inaugurada com promessa de não poluir

Localizada na cidade de Candiota, no sul do Rio Grande do Sul, a termelétrica tem capacidade instalada de 350 megawatts e começou a gerar energia no dia 3 de janeiro.

A obra, avaliada em R\$ 1,3 bilhão, teve financiamento de US\$ 430 milhões do China Development Bank (CDB) e foi construída pela Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE).



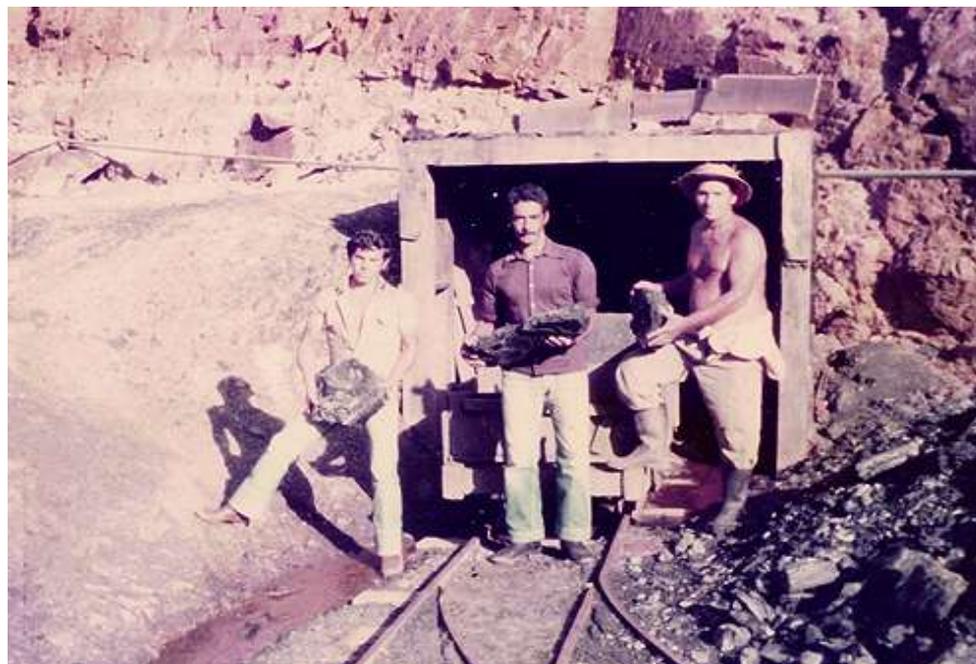
Carvão no Paraná

Produção de carvão para a Usina
Termoelétrica de Cambuí - 2006





Mulheres despiritadeiras na Mina de Cambuí – Figueira década de 1930



Carvão em Tibagi – Campina dos Pupos – década de 1970

Carvão em Figueira – Cambuí 2006

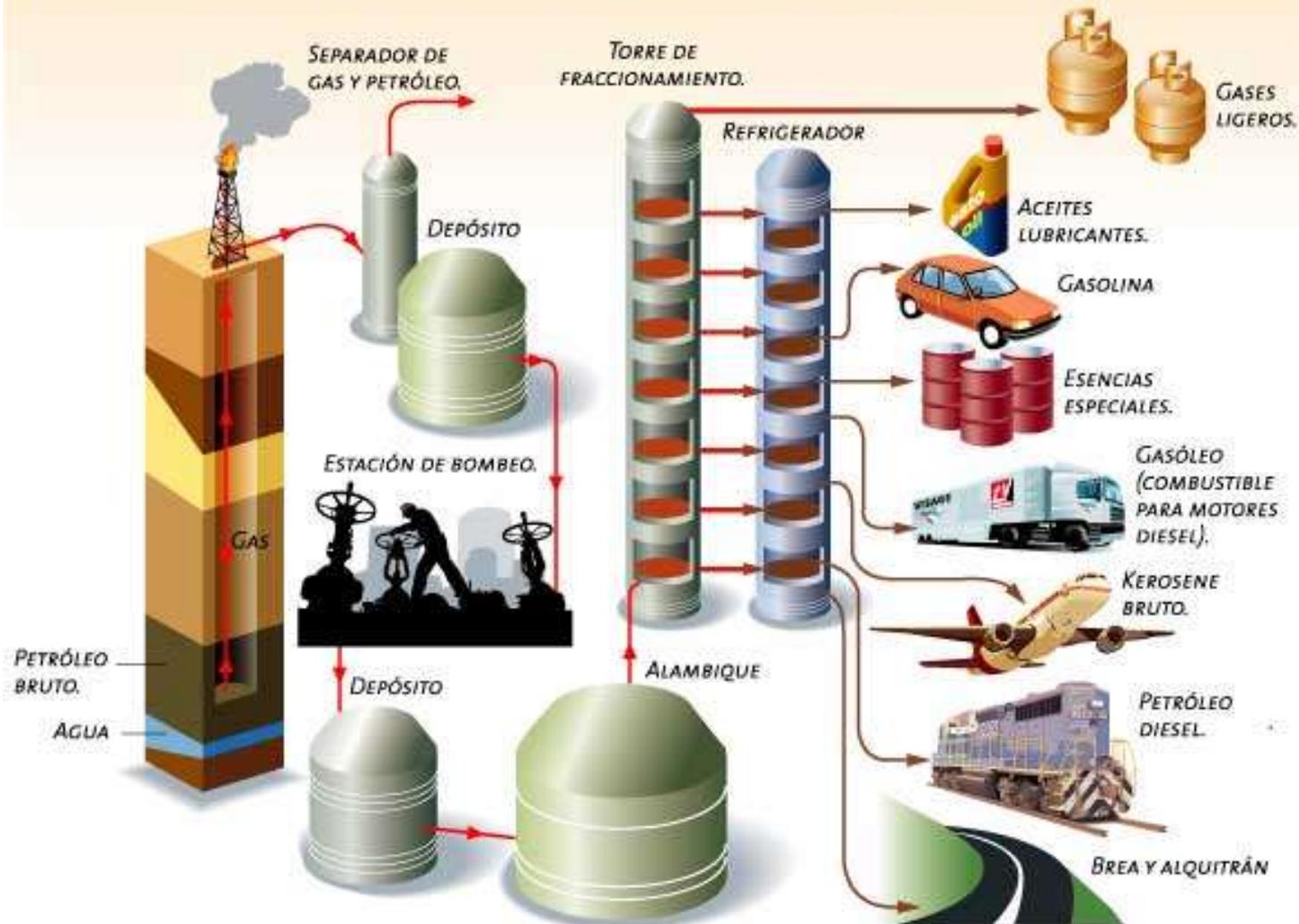


Petróleo e gás



La familia del petróleo

Gracias a los conocimientos generados por la química, se pueden obtener del petróleo numerosos y variados elementos, fundamentalmente combustibles, que usamos a diario y que han revolucionado al mundo moderno. La separación y transformación de estos derivados se realiza al interior de una refinería.



Como se formam os depósitos de óleo e gás ?

- **produção**

Biomassa adequada

- **preservação** em ambiente redutor ($\downarrow O_2$)

- **soterramento** aumenta o calor e a pressão causando maturação (conversão de M.O. em líquido ou gás) em uma rocha fonte (geradora)



Como se formam os depósitos de óleo e gás ?

- **migração**
uma rocha reservatório permeável
- **aprisionamento** de fluidos por um selante impermeável

Como se formam os depósitos de óleo e gás ?

- produção
- preservação
- soterramento
- migração
- aprisionamento – armadilhas ou trapps

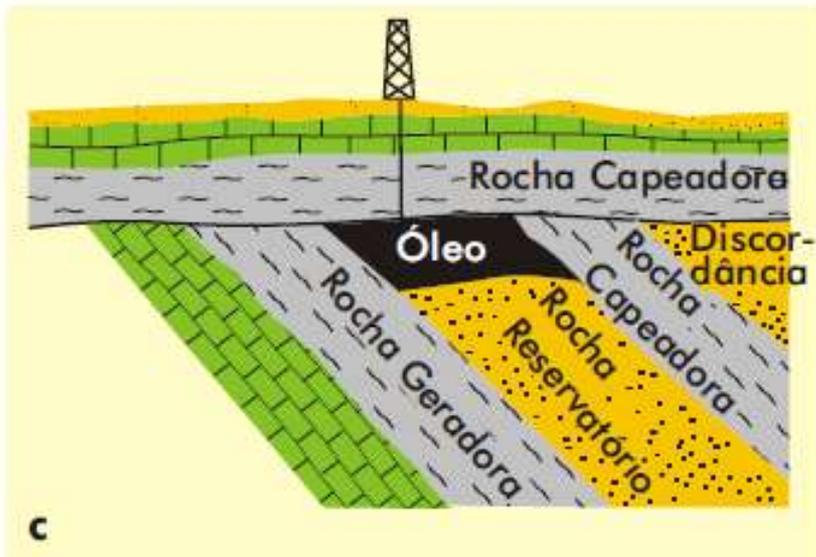
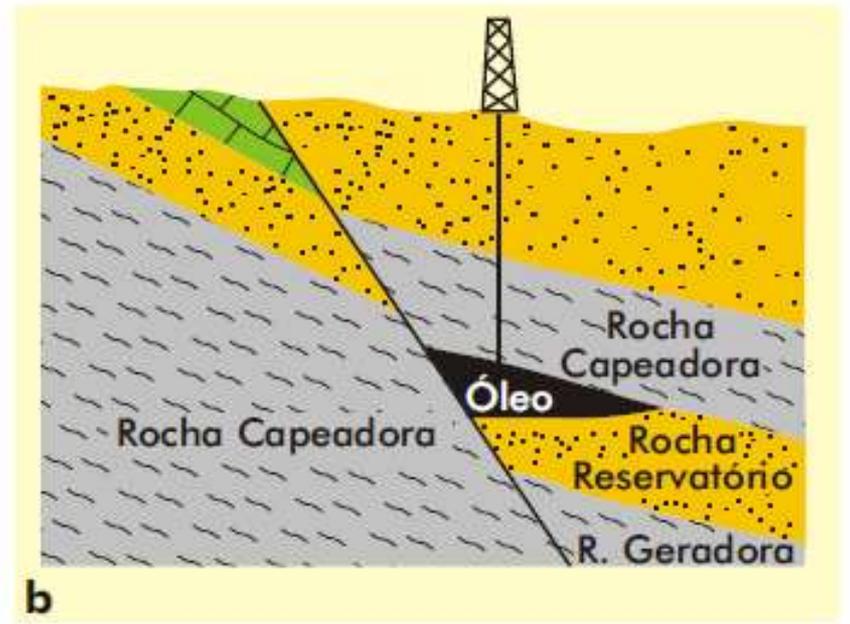
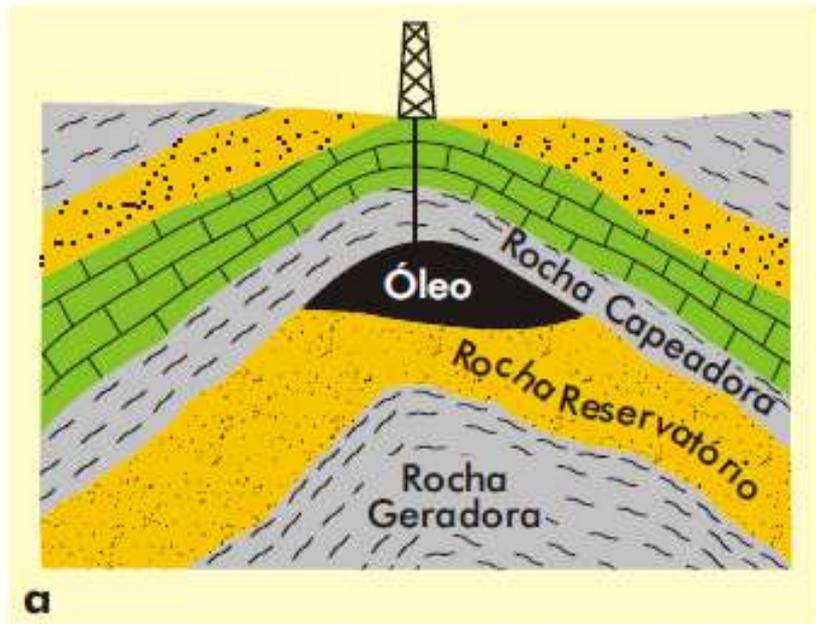
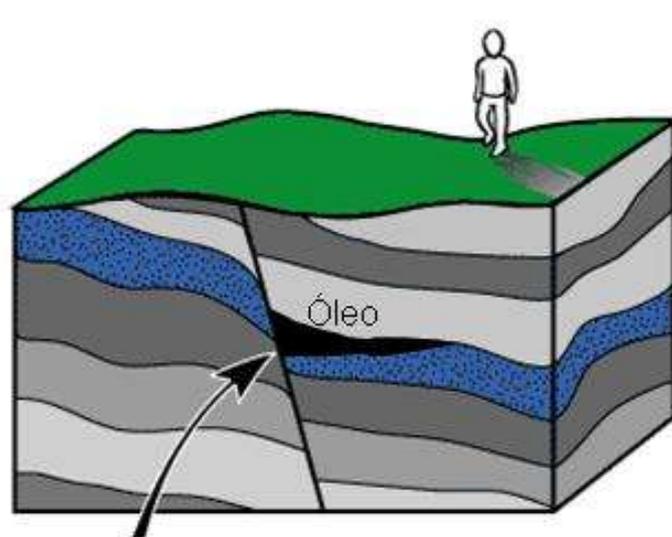
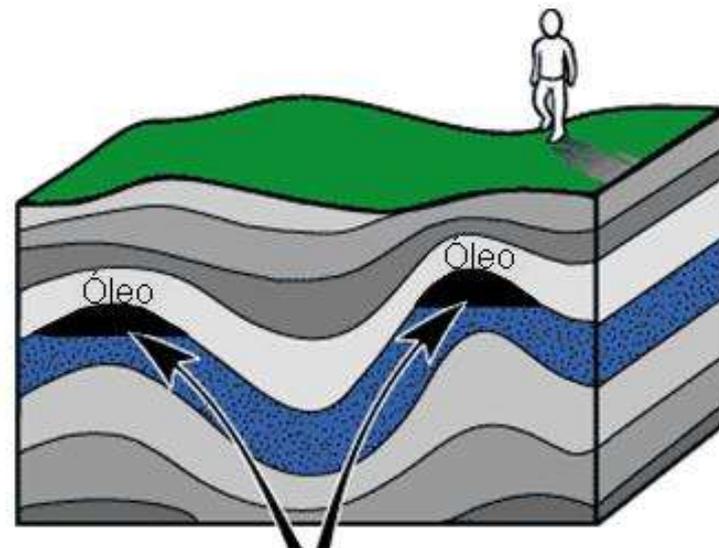


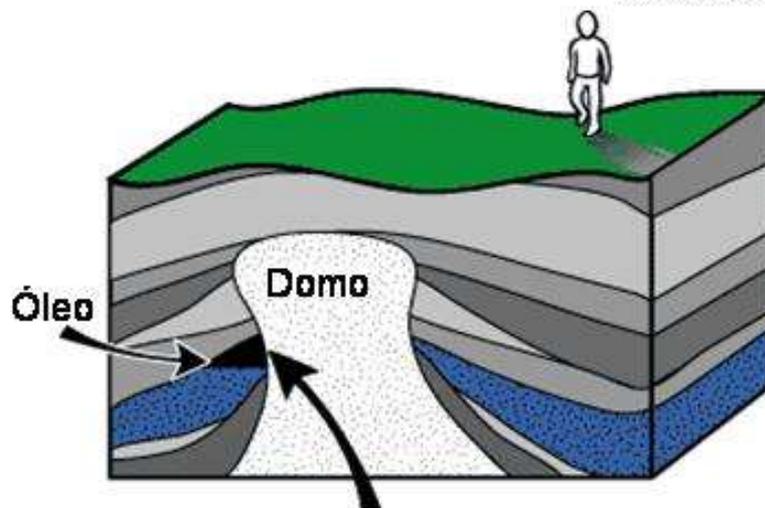
Fig. 22.5 Exemplos de trapas: (a) anticlinal, (b) falha, (c) discordância.



Armadilhas em falhas



Armadilhas em anticlineos



Armadilhas em domos de sal

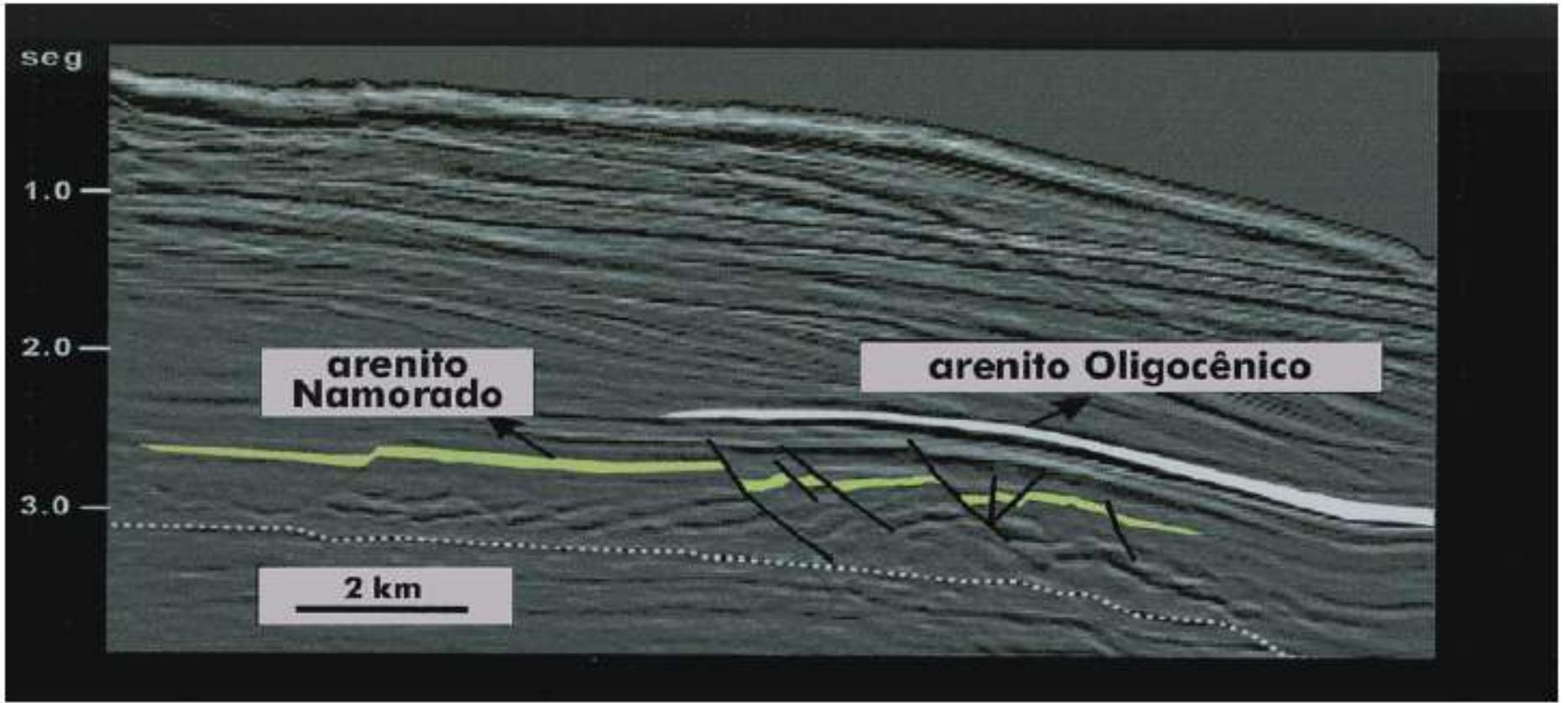


Fig. 22.6 Seção sísmica de uma armadilha e sua interpretação sismo-estratigráfica.

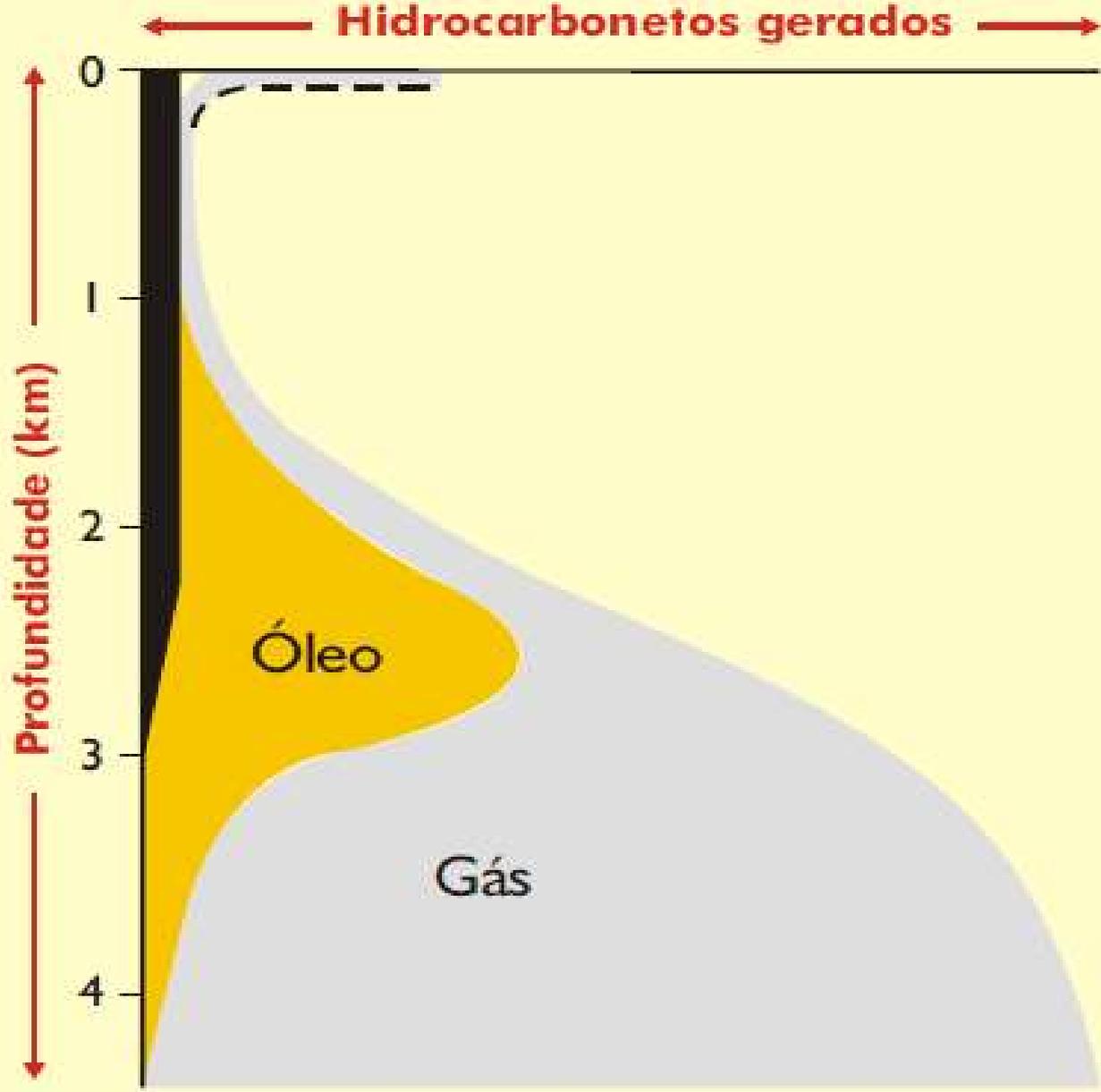
Condições térmicas para a formação de petróleo

- Intervalo de temperatura relativamente estreito: ~ 50-200°C (também depende do tempo)
- a temperatura e a duração determinam o tipo e a presença de HCs

petróleo – gás úmido – gás seco – fim...

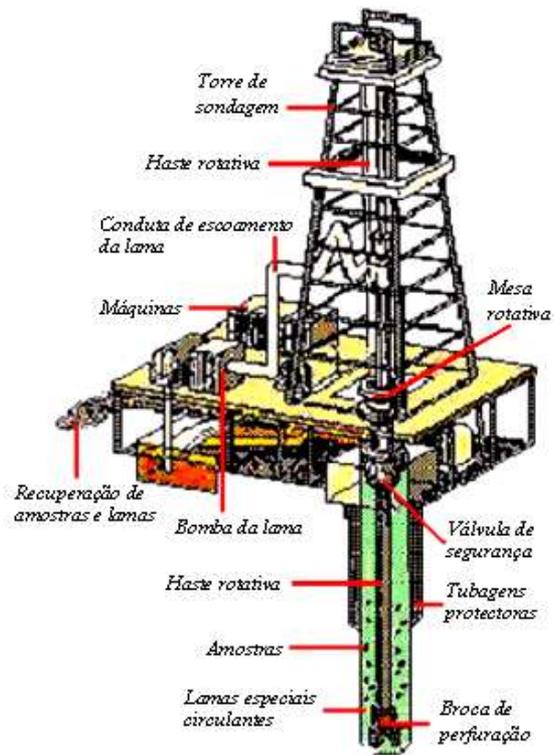
* duração de milhões de anos

Metagênese	Catagênese	Diagênese
Zona de Gás	Zona de Gás e Óleo	Zona Imatura
	Zona de Óleo	



Poços exploratórios x poços de produção



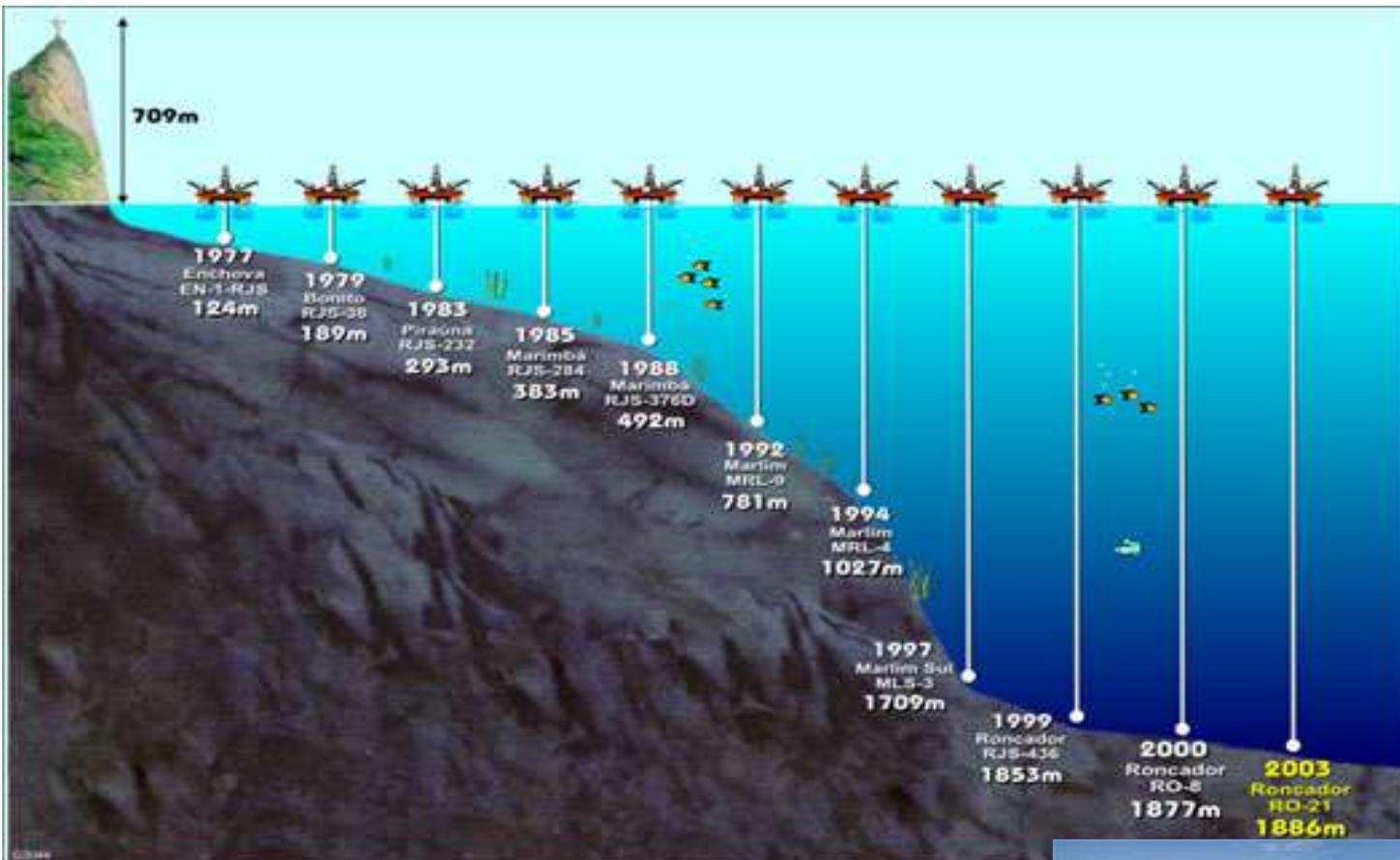


Esquema simplificado de uma sonda.



Perfurações e modelos (dimensionamento da jazida)

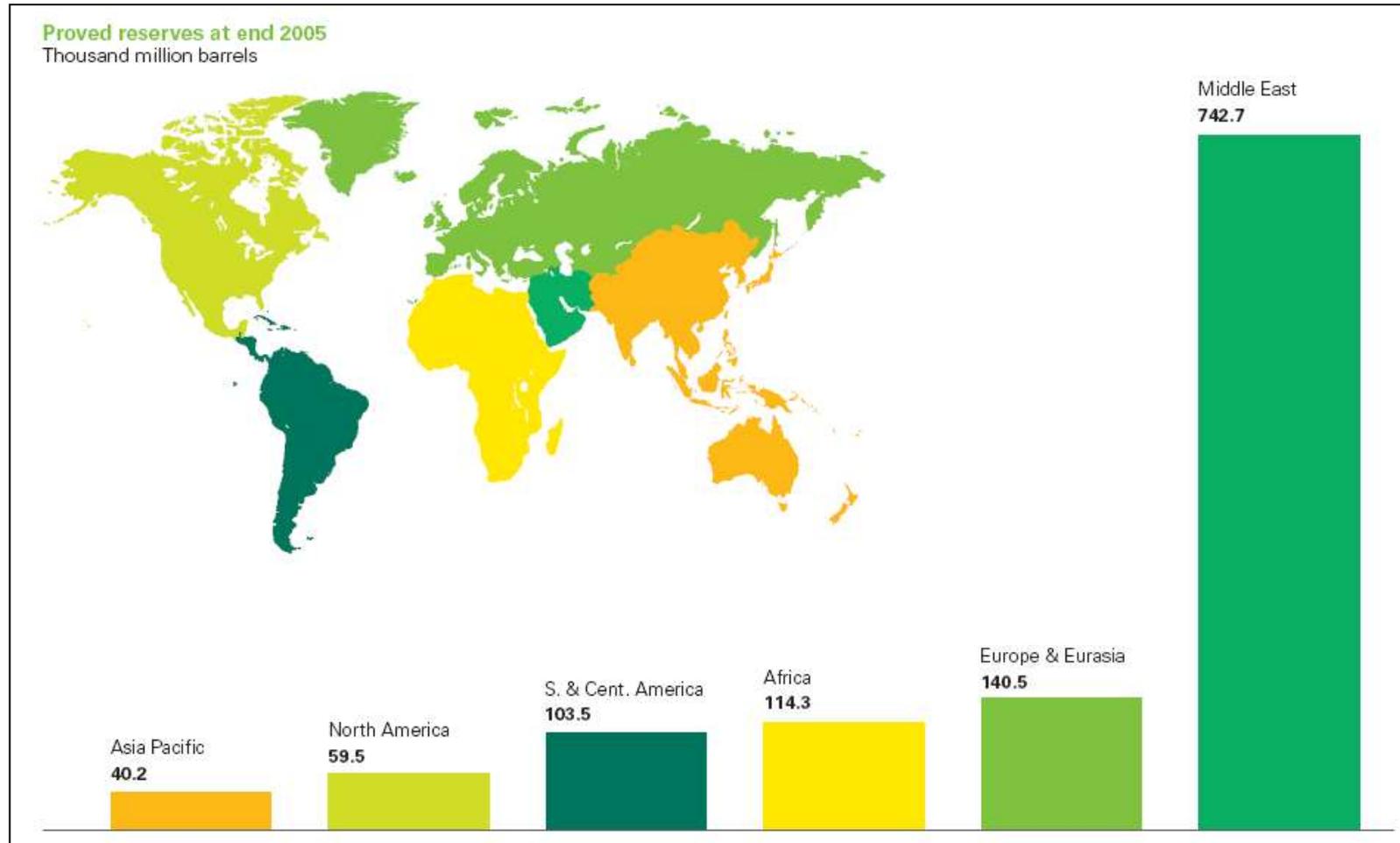




Petrobrás desenvolve tecnologia de exploração em águas profundas, gerando evolução no conhecimento geológico das bacias costeiras



Reservas



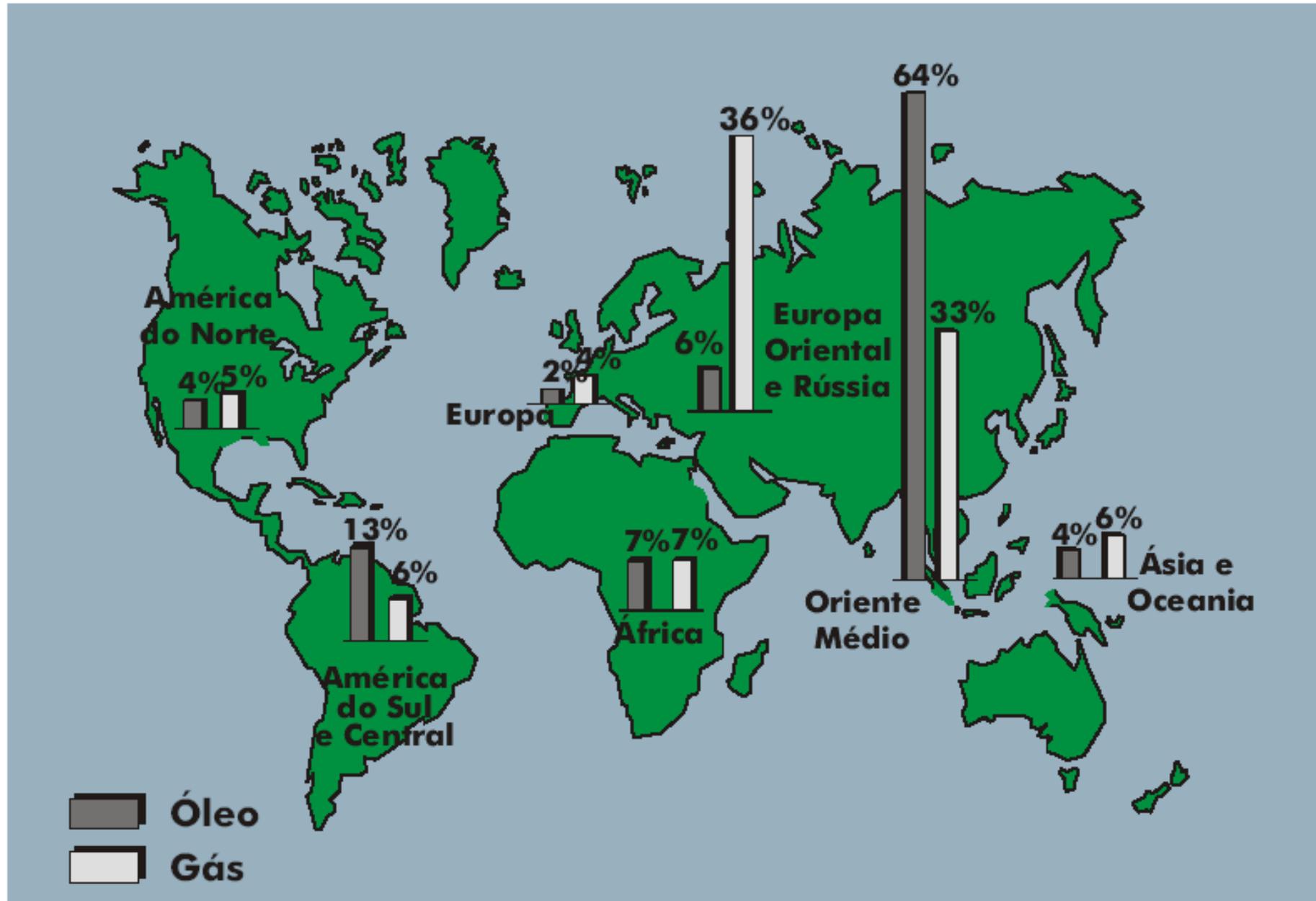
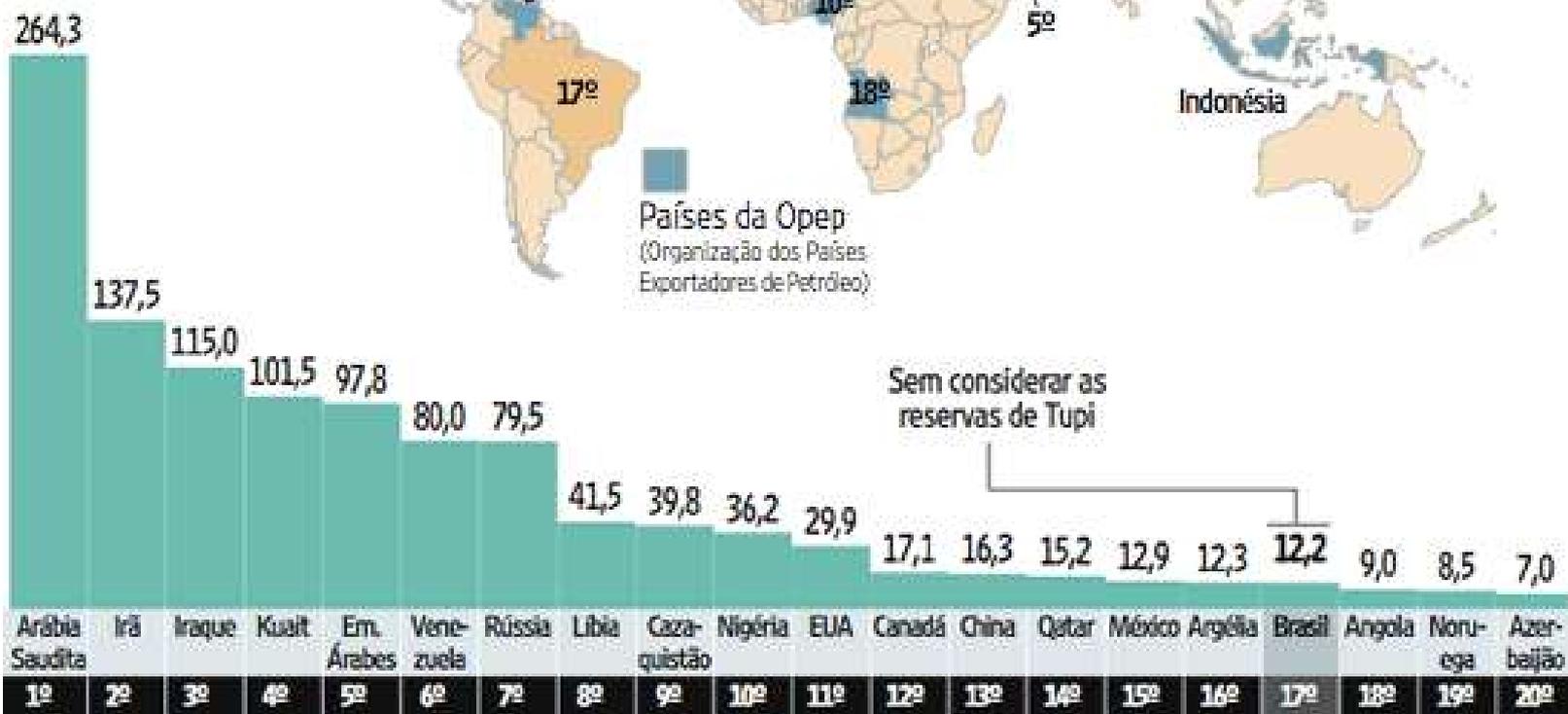
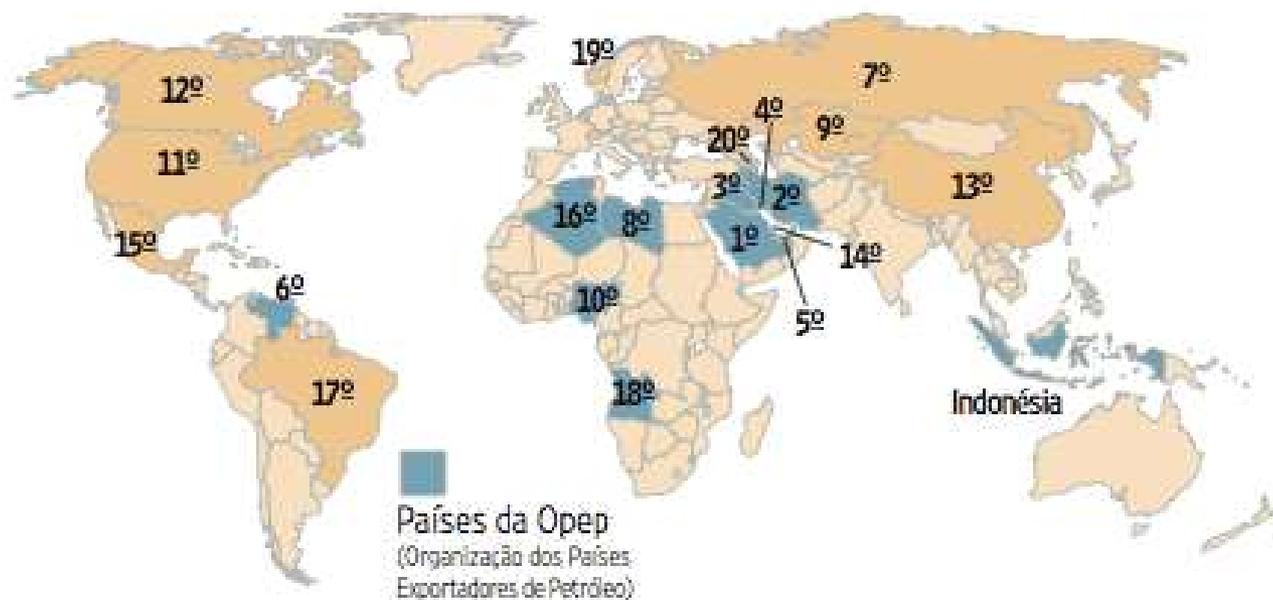


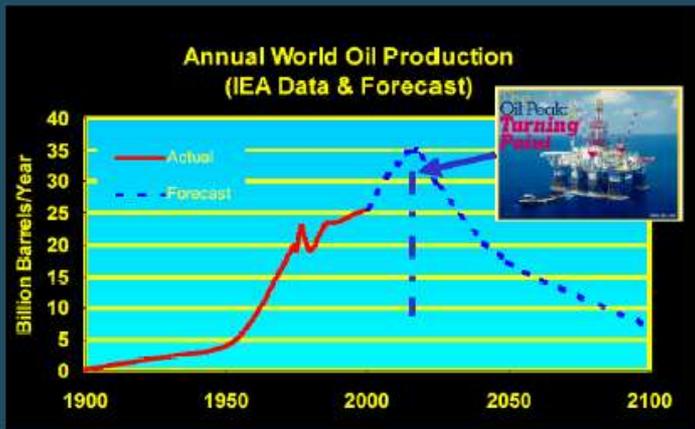
Fig. 22.7 Distribuição de petróleo e gás no mundo.

Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2006

MAIORES RESERVAS DE PETRÓLEO

Em bilhões de barris



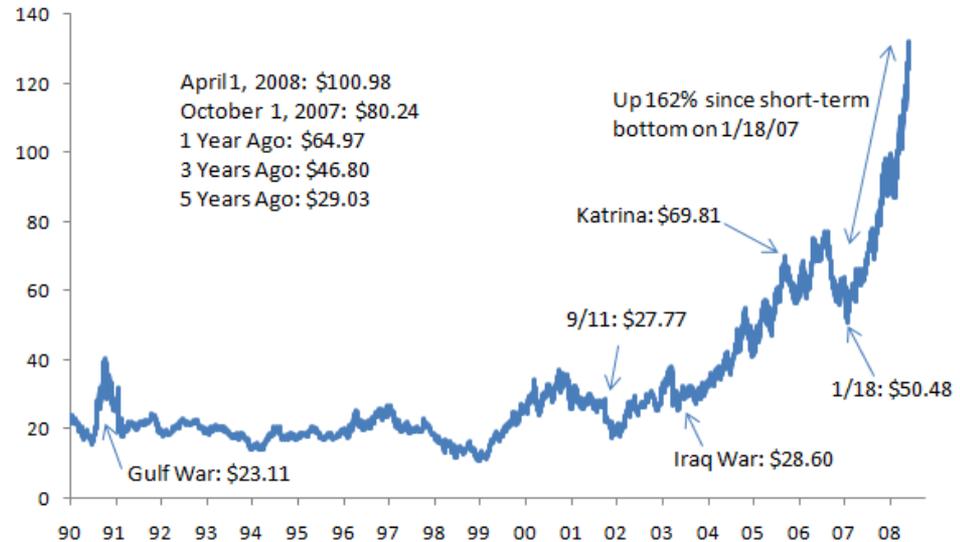


18/10/2004 - 08h52 Folha Online
 Petróleo atinge US\$ 55,33 e bate recorde com temor de escassez.



Fonte: Lucia Appel "DME o combustível do Séc. XXI"

Oil: 1990-Present



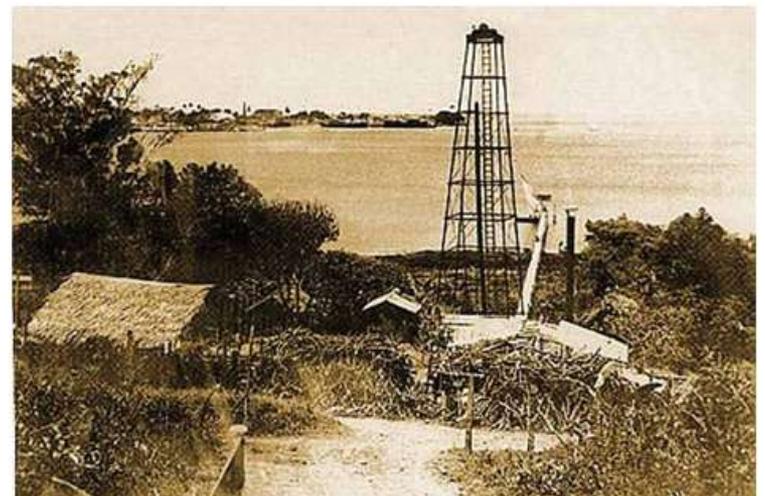
O Brasil e o petróleo



Presidente Getúlio Vargas assina a lei 2004 - sobre a Política Nacional de Petróleo - no Palácio do Catete, em 3 de outubro de 1953. Imagem considerada o marco inicial na história da Petrobras.



Lobato (BA) - Primeiro Poço Brasileiro de Petróleo



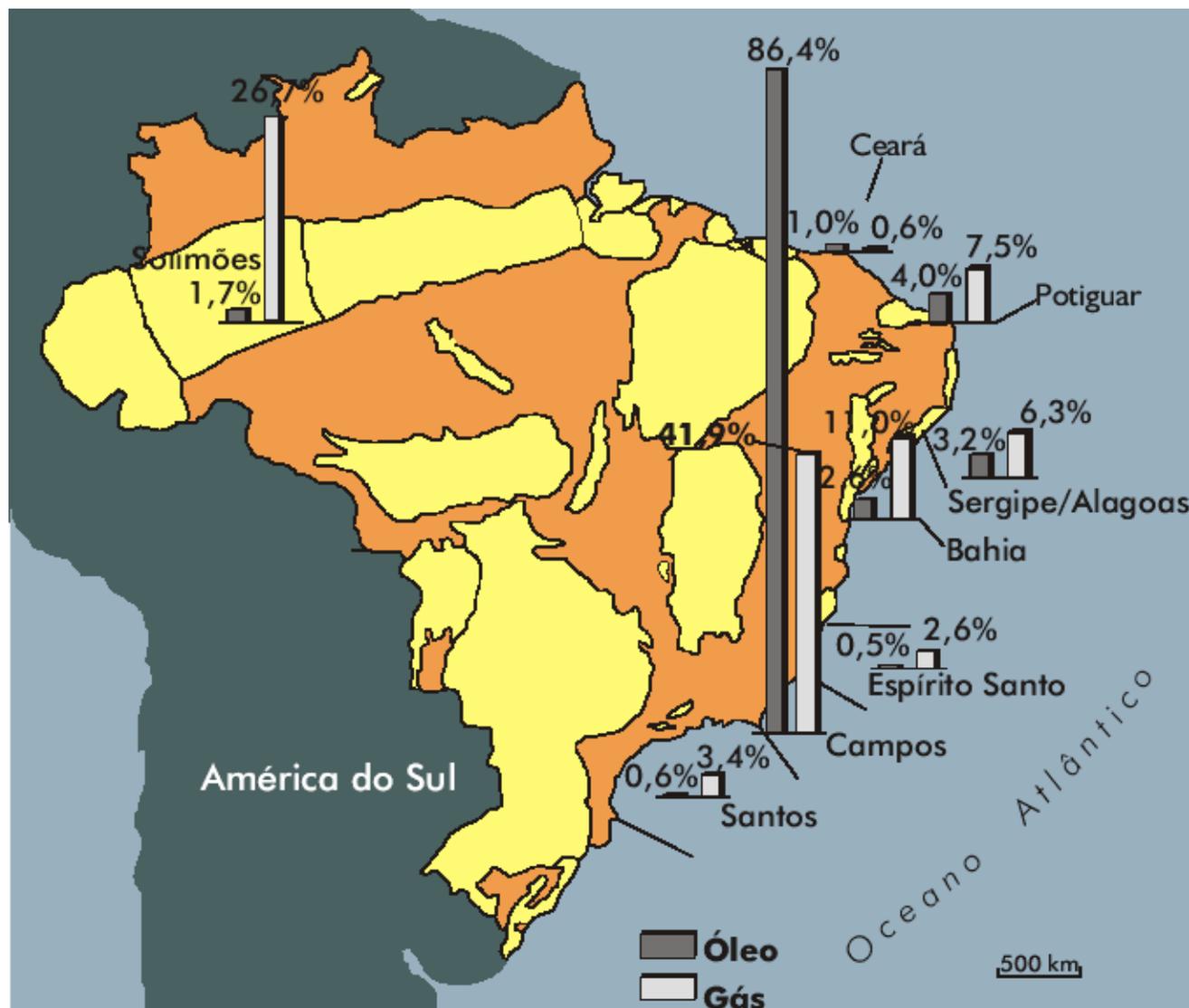
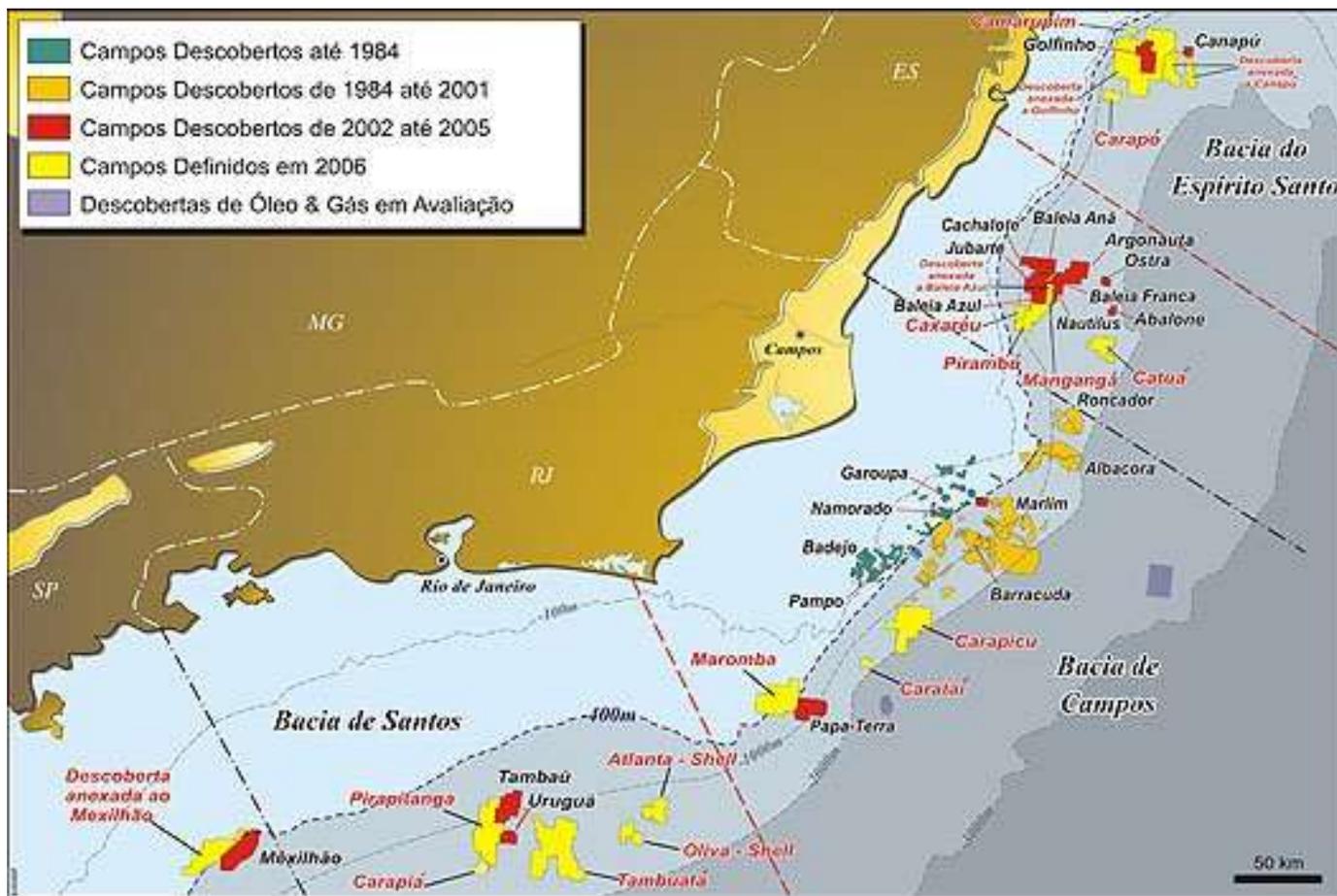


Fig. 22.10 Mapa com a distribuição de petróleo e gás no Brasil.



Início da exploração de petróleo em meados da década de 70, depois da primeira crise mundial

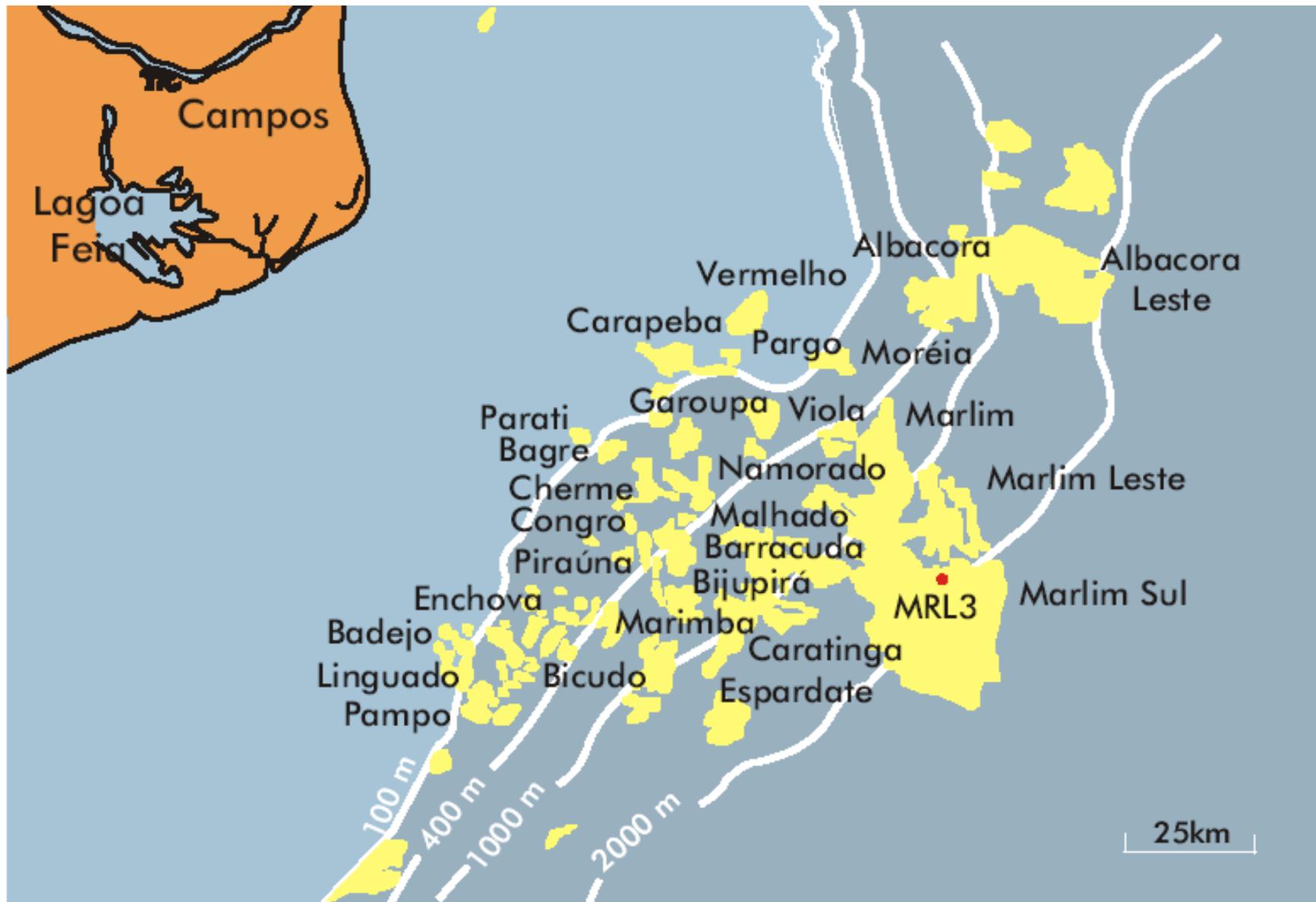
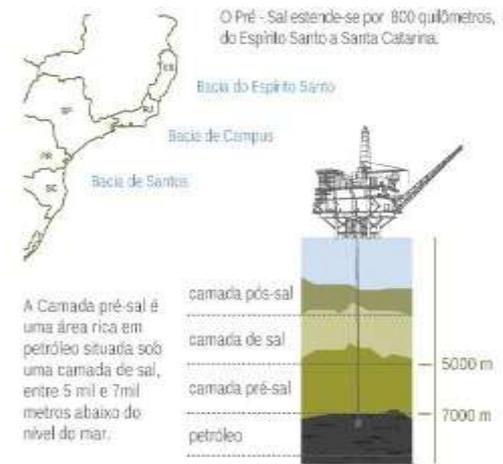


Fig. 22.9 Mapa da Bacia de Campos mostrando os campos petrolíferos em exploração.



Riqueza no fundo do mar

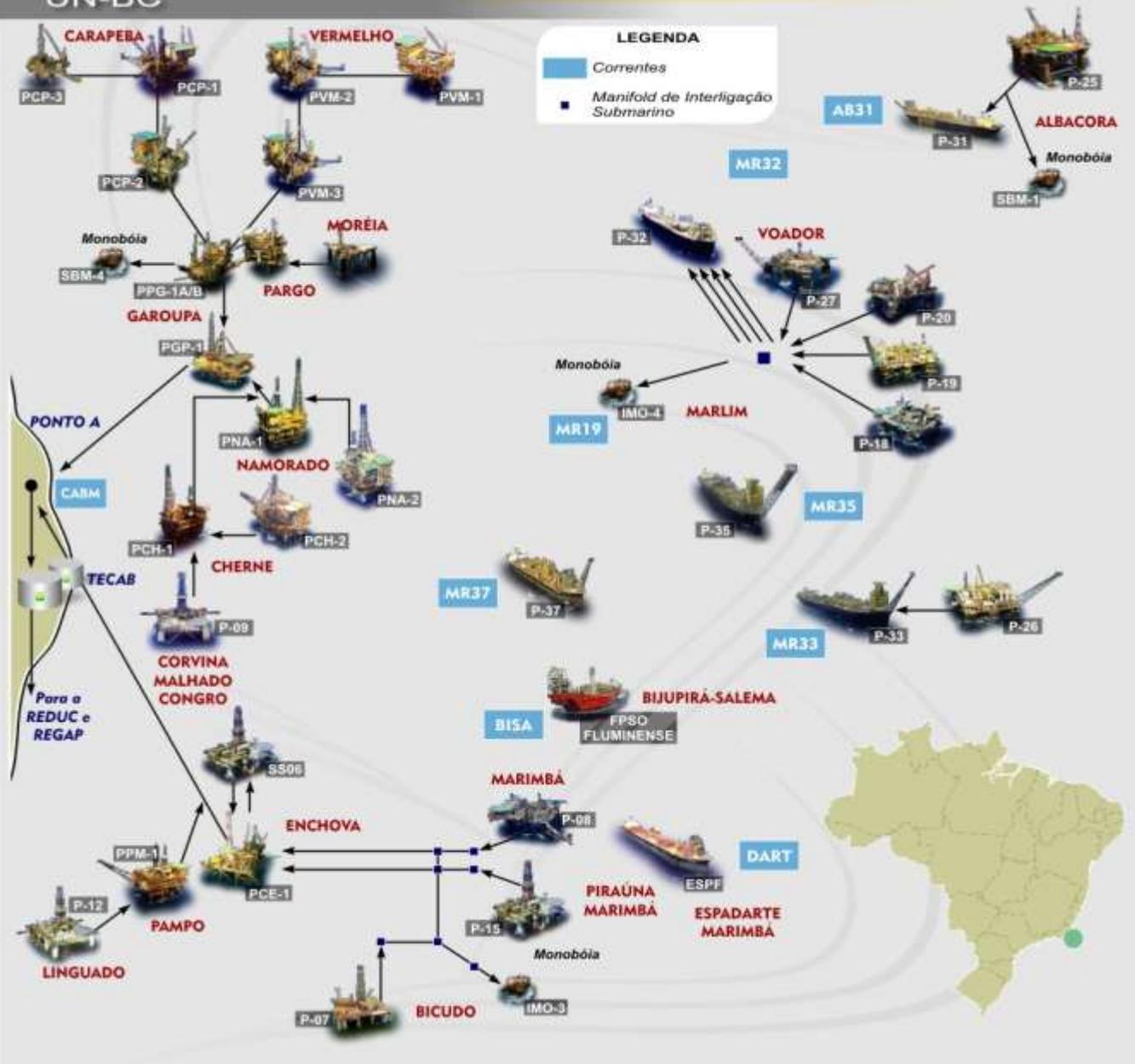


Pré-sal

Campos de Tupi e Júpiter na Bacia de Santos
 Início da produção de petróleo e gás em 2009

Maior reserva do país – 50 – 60% das reservas

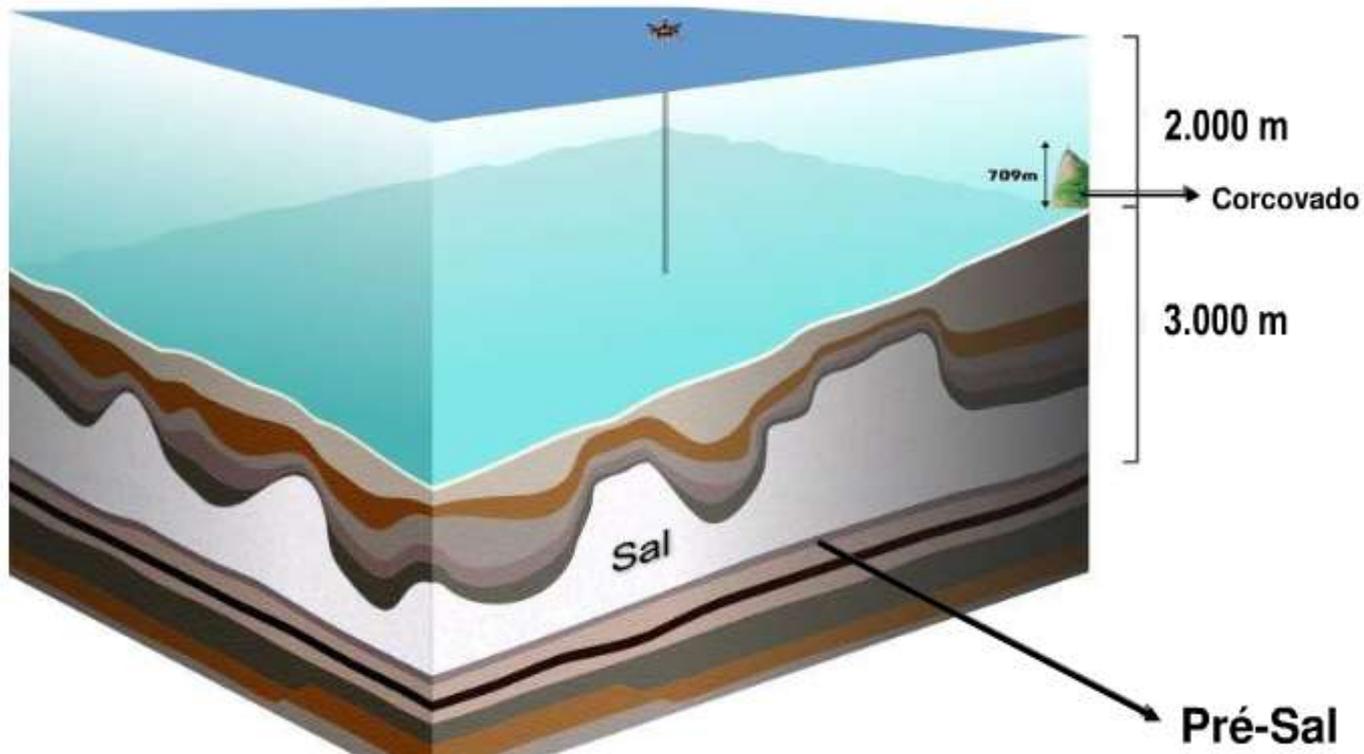
E&P UN-BC



Atividades de extração de petróleo e gás na Bacia de Campos

O QUE É O PRÉ-SAL

- Grandes reservatórios de petróleo e gás natural
- Situados entre 5.000 e 7.000 metros abaixo do nível do mar
- Lâminas d'água que podem superar 2.000 metros de profundidade
- Abaixo de uma camada de sal que, em certas áreas, tem mais de 2 mil metros de espessura.



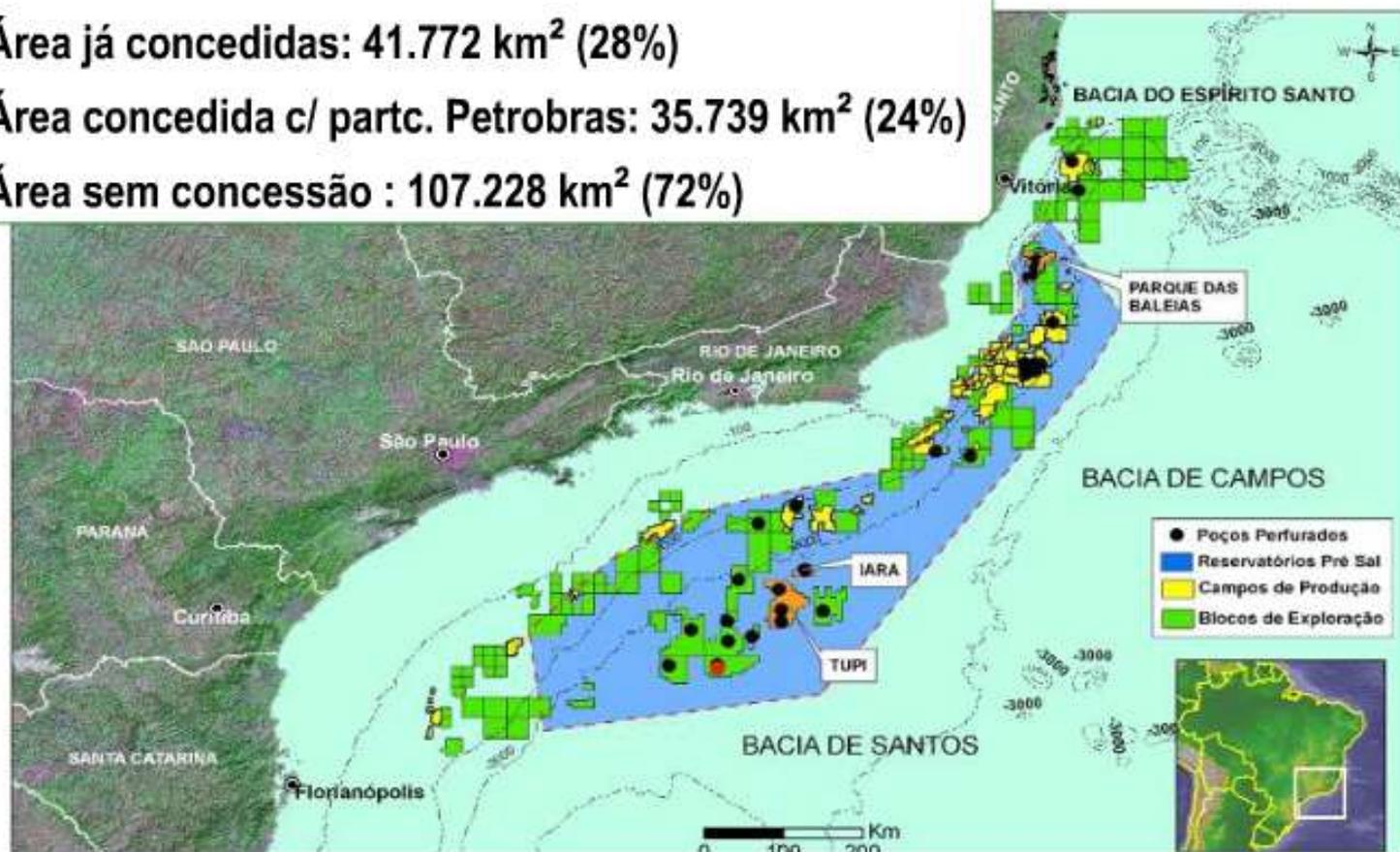
➤ A grande área em azul representa possibilidades de ocorrências de reservas no pré-sal, mas não indica um reservatório único.

➤ Área total da Província: 149.000 km²

➤ Área já concedidas: 41.772 km² (28%)

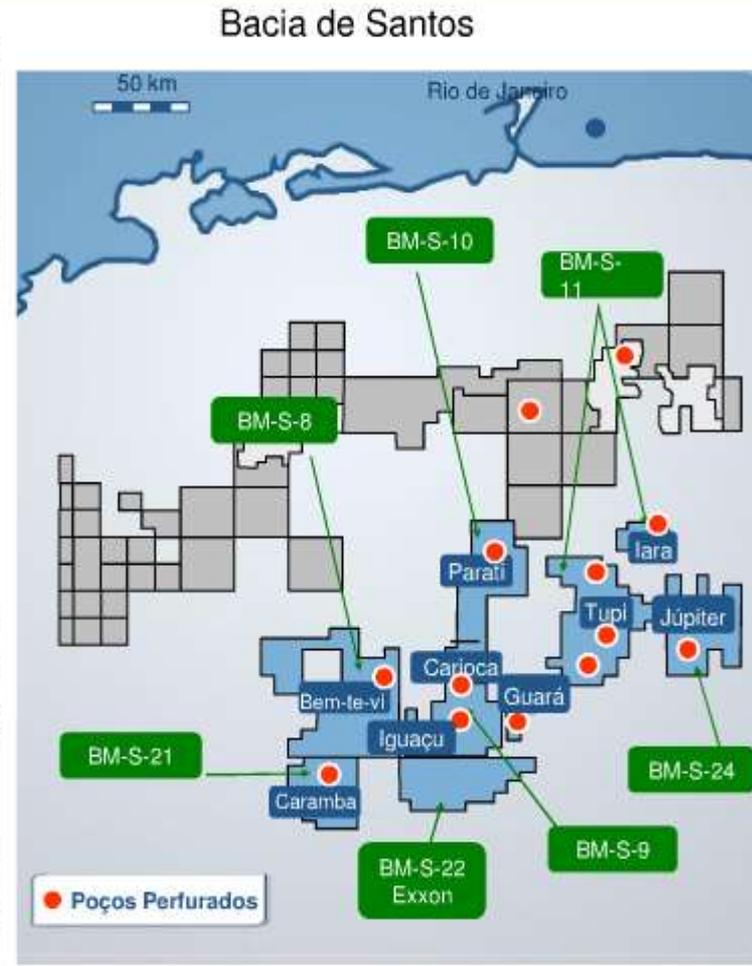
➤ Área concedida c/ part. Petrobras: 35.739 km² (24%)

➤ Área sem concessão : 107.228 km² (72%)



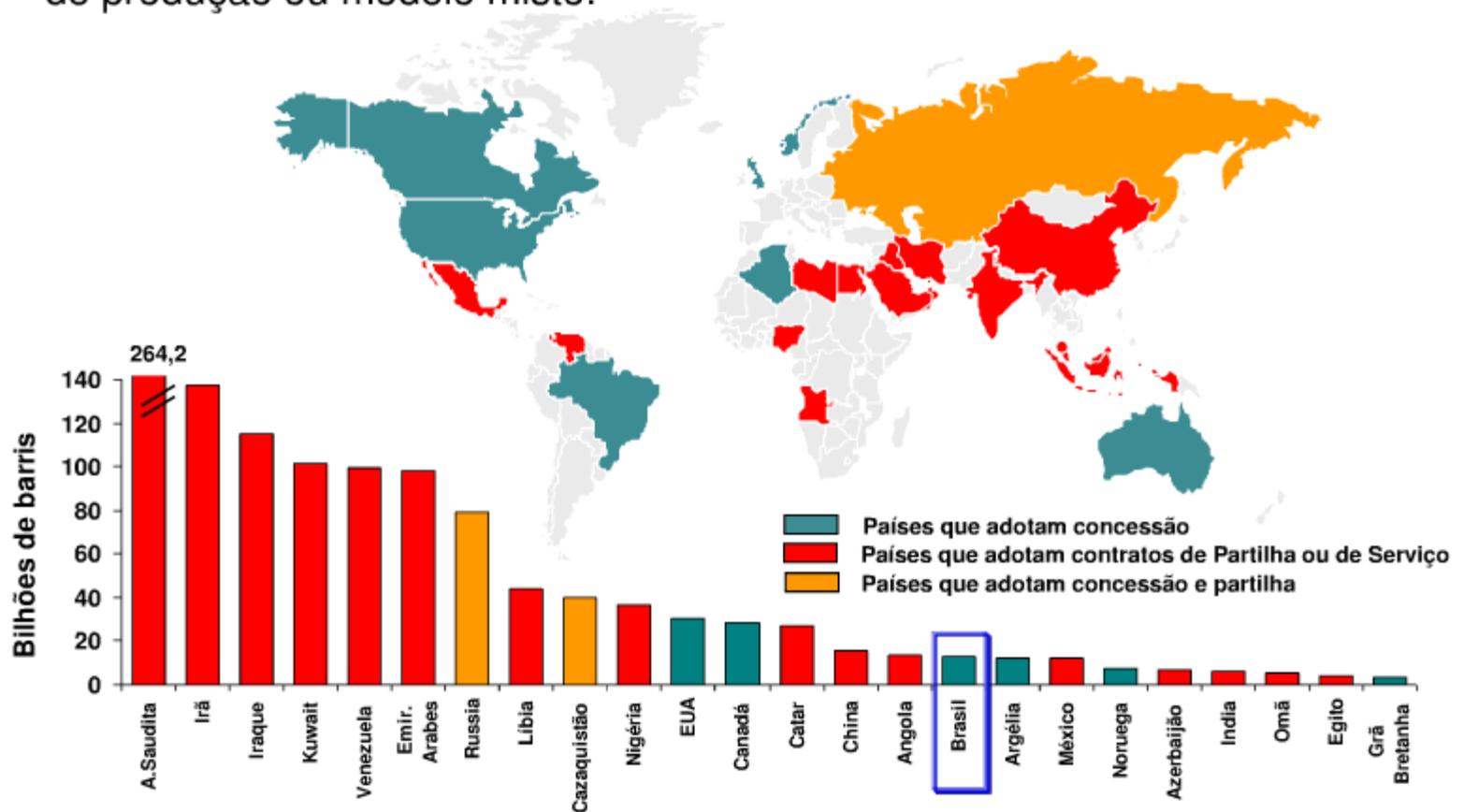
Taxas de sucesso

- Nos últimos 100 anos chegamos a 14 bilhões de barris de reservas
- Na Bacia de Santos e na do Espírito Santo encontram-se as principais descobertas de reservas do Pré-sal :
 - Tupi: 5 a 8 bilhões de barris;
 - Iara: 3 a 4 bilhões de barris;
 - P. Baleias: 1,5 a 2 bilhões de barris
- No Pré-sal, que se estende da Bacia de Espírito Santo até a Bacia de Santos, a Petrobras perfurou 31 poços, com taxa de sucesso de 87%
- Na Bacia de Santos, foram perfurados 13 poços, com taxa de sucesso da Petrobras de 100%



Distribuição de reservas provadas e tipos de contratos

Países detentores de grandes reservas adotam modelo de contrato de partilha de produção ou modelo misto.

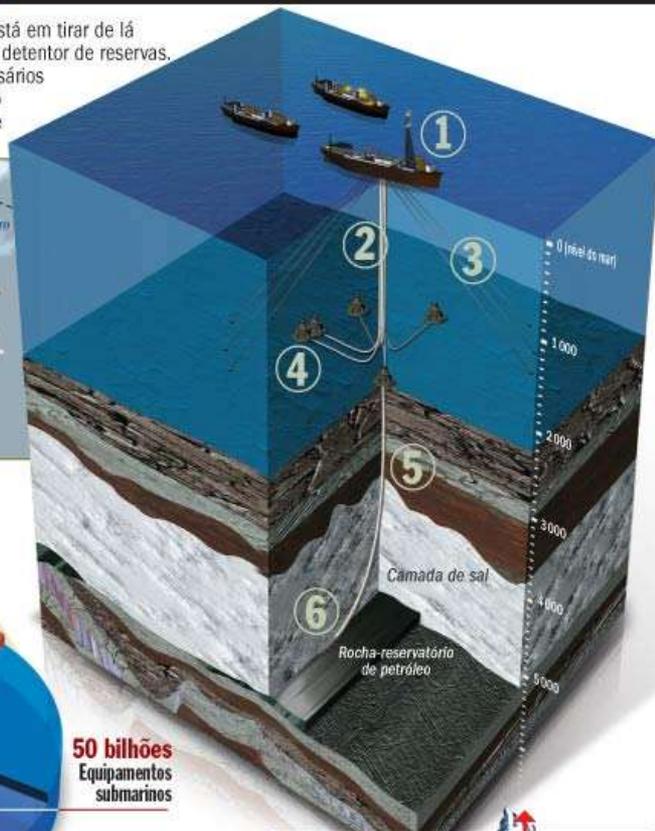
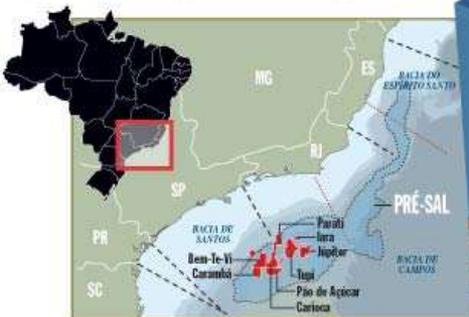




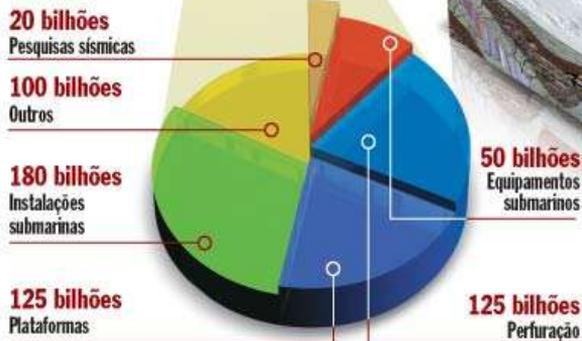
Logística do gás no Brasil

O TAMANHO DO DESAFIO

Chegar ao pré-sal foi difícil, mas o desafio mesmo está em tirar de lá o petróleo e o gás que farão do Brasil o sexto maior detentor de reservas. Os estudos já disponíveis mostram que serão necessários 600 bilhões de dólares para extrair a maior parte do petróleo que se suspeita existir na ultraprofundidade



Esses **600 bilhões de dólares** estão assim divididos:



Um longo caminho

O reservatório de Tupi é o único na área do pré-sal para o qual já se divulgou um cronograma inicial de exploração. Ainda está na fase de avaliação da descoberta. Só no fim de 2010 a viabilidade da produção em larga escala começará a ser testada

2003/2007

Exploração — Levantamentos sísmicos, interpretação dos dados geológicos e perfuração de poços exploratórios. Nessa etapa foi feita a estimativa da quantidade de petróleo que pode ser extraída em Tupi: **8 bilhões de barris**

Março de 2009

Teste de longa duração — Um dos itens da fase de avaliação da descoberta, em que se analisam as características do reservatório. Está prevista uma produção de **30 000 barris** por dia durante o teste. Ao final, será feita a Declaração de Comercialidade, atestado de viabilidade econômica a ser entregue à ANP

2010

Plano de desenvolvimento — Dimensionamento da infra-estrutura e da logística de produção do petróleo e do gás encontrados, com a instalação das primeiras plataformas, navios-tanque, dutos e terminais

Dezembro de 2010

Projeto-piloto — Verificação da viabilidade da produção em larga escala. A previsão é produzir **100 000 barris** por dia nessa etapa

1) Plataformas

Serão **50**, ao custo unitário de **2,5 bilhões de dólares**. Cada uma leva quatro anos para ficar pronta



INÍCIO DA JORNADA

A plataforma P-34, no campo de Jubarte, será o ponto de partida para o pré-sal

2) Risers e outros dutos flexíveis

9 000 km, o dobro da distância do Oiapoque ao Chuí

3) Cabos de ancoragem

Com **2,5 km** de comprimento, não poderão ser de aço, porque ficariam tão pesados que afundariam a plataforma

4) Árvore-de-natal

Liga o poço aos cabos que chegam à plataforma. Serão **2 000**. A primeira só fica pronta em março de 2009



5) Dutos de aço

Do fundo do mar até o petróleo, serão usados **20 000 km** de tubos. Enfileirados, dariam meia volta ao mundo

6) Sondas de perfuração

O aluguel de uma sonda custa pelo menos **450 000 dólares** por dia. Será necessário furar **2 000** poços

*Estimativas do UBS Pactual

2012

Produção — escoamento do produto, desde o poço até o terminal, para a comercialização do petróleo e do gás — com as refinarias ou o comércio internacional. Estima-se que Tupi chegue a produzir **500 000 barris** por dia

Fontes: UBS Pactual, Petrobras e Expetro

Royalties do petróleo do pré-sal

Estados produtores?

Todos os estados?

Educação e saúde?

Tecnologia?

Armamentos?

Problemas ambientais

Os 10 maiores acidentes petrolíferos da história

Juntos, eles respondem por 68% dos vazamentos de petróleo mais graves já registrados nos últimos 70 anos



O maior desastre petrolífero da história: bombeiros tentam controlar vazamento provocado pelas tropas iraquianas, no Kuwait, em 1991

1- Guerra do Golfo, Kuwait, Golfo Pérsico (janeiro/1991)

Volume: 1 milhão e 360 mil toneladas (753 piscinas olímpicas)

O pior vazamento de petróleo da história não foi propriamente acidental, mas deliberado. Causou enormes danos à vida selvagem no Golfo Pérsico, depois que forças iraquianas abriram as válvulas de poços de petróleo e oleodutos ao se retirarem do Kuwait.

2- Ixtoc I, Campeche, Golfo do México (junho/1979)

Volume: 454 mil toneladas (251 piscinas olímpicas)

A plataforma mexicana Ixtoc 1 se rompeu na Baía de Campeche, derramando cerca de 454 mil toneladas de petróleo no mar. A enorme maré negra afetou, por mais de um ano, as costas de uma área de mais de 1.600 km².

3- Poço de petróleo Fergana Valley, Uzbequistão (março/1992)

Volume: 285 mil toneladas (158 piscinas olímpicas)

Trata-se de um dos maiores acidentes terrestres já registrados. Em março de 1992, a explosão de um poço no Vale da Fergana afetou uma das áreas mais densamente povoadas e agrícolas da Ásia Central.

4- Atlantic Empress, Tobago, Caribe (julho/1979)

Volume: 287 mil toneladas (159 piscinas olímpicas)

Durante uma tempestade tropical, dois superpetroleiros gigantescos colidiram próximos à ilha caribenha de Tobago. O acidente matou 26 membros da tripulação e despejou milhões de litros de petróleo bruto no mar.

5- Nowruz, Irã, Golfo Pérsico (fevereiro/1983)

Volume: 260 mil toneladas (144 piscinas olímpicas)

Durante a Primeira Guerra do Golfo, um tanque colidiu com a plataforma de Nowruz causando o vazamento diário de 1500 barris de petróleo.

Problemas ambientais



Efeito de vazamento de óleo
sobre a vida selvagem



Problemas ambientais

31 de maio de 2010

Maior vazamento de óleo da história dos EUA pode durar até agosto



Catástrofe. Navios coletam óleo que emerge para superfície do Golfo do México; substância se concentra no fundo do mar



Problemas ambientais



O vazamento de 4 milhões de litros de óleo ocorrido na tarde do dia 16 de julho de 2000 na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar), em Araucária, na **Região Metropolitana de Curitiba**, não deixou manchas apenas do Rio Iguaçu.



Pássaro sujo de petróleo: apenas um em cada oito animais atingidos sobreviveu



Ambiente

veja

Edição 1 659 - 26/7/2000

Numa série de erros, a Petrobras deixa vazar 4 milhões de litros de óleo e emporcalha dois rios no Paraná



A mancha vinda do Rio Barigui suja também o Iguaçu: o maior desastre do ano

Problemas ambientais

Tempestades e acidentes em plataformas



Ambiente Sustentável

CHANTAGEM INTERNACIONAL

O Equador descobre uma fortuna em petróleo debaixo de uma das florestas mais ricas do planeta e faz proposta inusitada à comunidade Internacional: se os países ricos pagarem, o oásis seguirá intocado

Larissa Veloso

PARAÍSO Turistas passeiam em canoa no Parque Nacional Yasuni, um dos últimos biomas intocados pelo homem

Valor do meio ambiente
X
Valor do petróleo

proposta para obter mais do petróleo em benefício da saúde do planeta.

O preço dessa ação seria a metade do valor da reserva, ou US\$ 3,6 bilhões, e o compromisso seria reafirmado a cada dois anos até

2024. Como primeiro passo, o país tenta, até o fim de dezembro, arrecadar US\$ 100 milhões para viabilizar a iniciativa. Todo o recurso irá para um fundo que será gerido pelo Pnud (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento).

Lançada em 2009, a proposta ganhou a simpatia de vários países, mas até o momento ainda faltam US\$ 60 milhões. "Foram recebidas várias cartas de apoio da comunidade internacional, mas poucos deram suporte financeiro. A iniciativa vai ser lançada novamente no mês que vem na Assembleia das Nações Unidas e assim esperamos que mais recursos sejam obtidos", revela a representante da Conservação Internacional no Equador, Verônica Arias. Para ela, a proposta é tão inovadora que muitos países estão esperando que surjam projetos semelhantes para então empenhar seu dinheiro.



DOIS TIPOS DE RIQUEZA

Os números do Parque Nacional Yasuni e o potencial de exploração do petróleo encontrado na região



Área: 982 mil hectares de Floresta Amazônica, equivalente à metade do Estado de Sergipe



Flora: 2.274 espécies de árvores



Fauna: 655 espécies de animais por hectare



Indígenas: de 80 a 300 indivíduos, membros das tribos Tagaeri e Taromenane



Potencial da reserva Petrolífera: 846 milhões de barris de óleo cru, ou 107 mil barris por dia ao longo de 13 anos



Valor comercial: US\$ 7,2 bilhões



Estimativa da poluição gerada com a exploração: 407 milhões de toneladas de CO₂

Folhelho Pirobetuminoso “Xisto Betuminoso”

Fm. Irati – Bacia do Paraná



São Mateus do Sul – PR desde 1935



Tecnologia Petrosix desde 1958



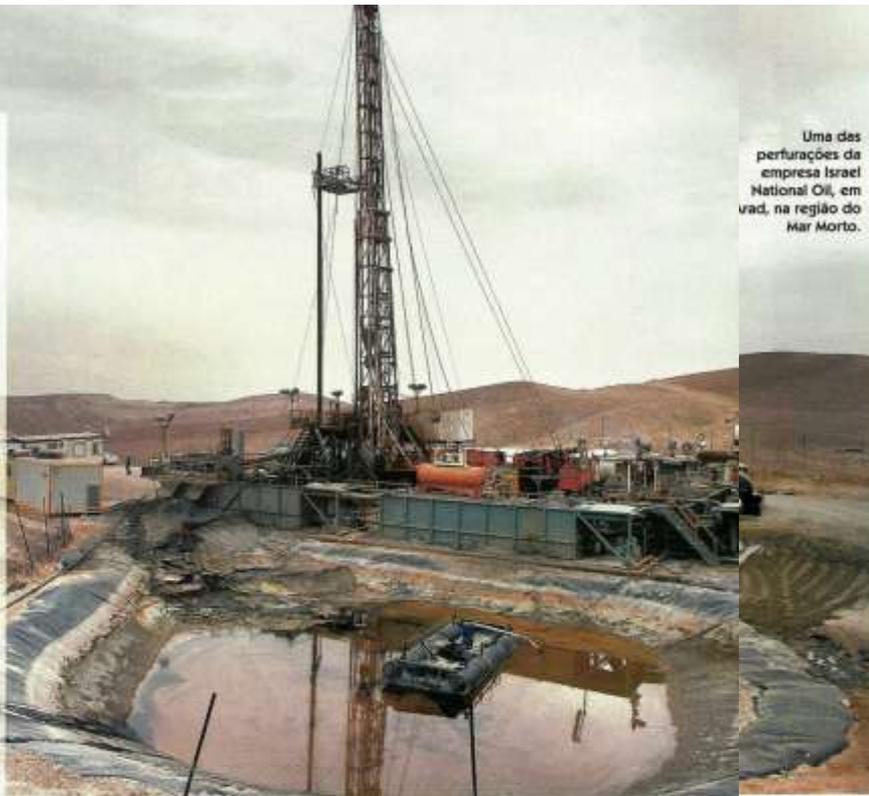
Xisto em Israel - 2011

ambiente

Como tirar óleo de pedra

Extrair petróleo de xisto betuminoso é uma atividade cara e poluente. O método tradicional é o da mineração a céu aberto, cuja viabilidade econômica aumenta se a rocha estiver próxima da superfície. O xisto retirado é então aquecido entre 450°C e 500°C, para que o querogênio nele contido se converta em petróleo leve, de boa qualidade. O custo final do barril contido por esse processo varia entre US\$ 70 e US\$ 100 – muito alto, numa época em que o preço do barril em Nova York ronda US\$ 85.

Harold Vinegar afirma ter uma alternativa mais vantajosa, que se desenvolveu para a Shell dos Estados Unidos. Ela envolve aquecedores horizontais que, colocados nos veios, trabalham a altas temperaturas, sem variações, duran-



Uma das perfurações da empresa Israel National Oil, em vad, na região do Mar Morto.

te meses. Com o calor liberado, as rochas circundantes levam três anos para transformar querogênio em petróleo, que pode ser bombeado para a superfície.

No projeto da IEI, os aquecedores seriam inicialmente alimentados por eletricidade obtida a partir do gás, abundante e barato nessas áreas, além de emitir quantidades relativamente baixas de gás carbônico. Depois, os aparelhos seriam substituídos por barras de sal fundido, igualmente caloríficas, uma tecnologia mais eficiente já empregada no subsolo de fábricas de produtos químicos e usinas de energia solar. Vinegar calcula que o barril de petróleo extraído dessa forma poderia custar até US\$ 35.

"Nova estimativa conservadora, cerca de 250 bilhões de barris de petróleo estão contidos no xisto israelense – provavelmente o segundo ou terceiro maior depósito de todo o mundo", afirma o físico Harold Vinegar, cientista-chefe da IEI. "A Arábia Saudita (maior produtora global de petróleo) possui reservas de 260 bilhões de barris. Poucas pessoas perceberam que a indústria petrolífera aqui tem um tremendo potencial."

Vinegar merece ser levado a sério. Ex-funcionário da gigante anglo-holandesa Shell, onde trabalhou por 30 anos e foi cientista-chefe, participou ativamente da pesquisa da empresa com xisto betuminoso no supercampo da Bacia de Piceance, no Colorado (Estados Unidos). Ali se

estima haver cerca de 800 bilhões de barris de petróleo recuperável, a uma profundidade média de 300 metros. A Shell ainda não extraiu petróleo do xisto do Colorado em bases comerciais, sobretudo por um problema ambiental – o principal aquífero da região de Piceance passa através do depósito de xisto. Mas foi ali que Vinegar desenvolveu uma técnica para banear o custo da operação que está prestes a ser posta em prática (ver quadro na página ao lado).

Depois de se aposentar na Shell em 2008, Vinegar e sua mulher decidiram se mudar para Israel, onde ele pretendia lecionar. Mas o geólogo-

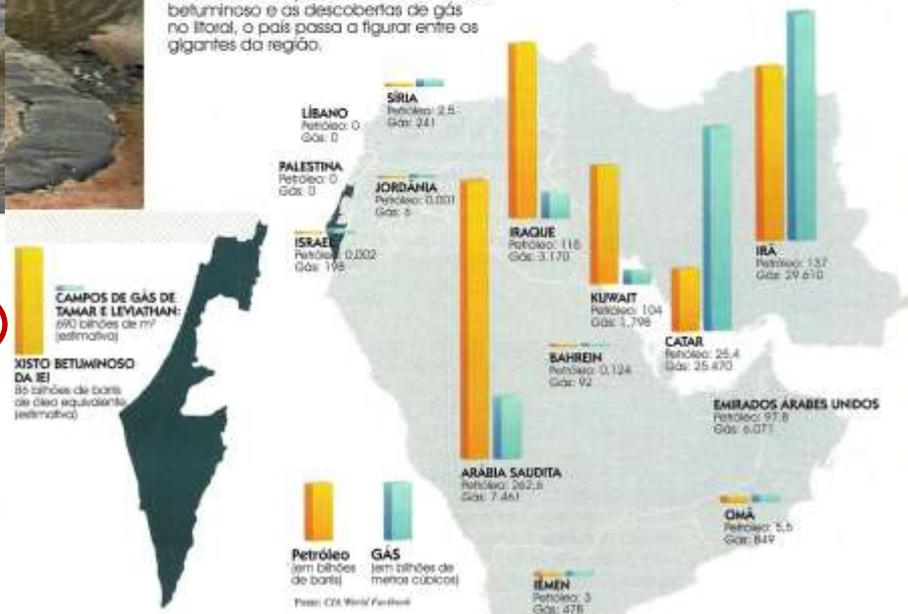
go-chefe da IEI, Yuval Bartov, que o conhecia dos tempos do Colorado, tinha outros planos. Bartov convenceu o presidente da IDT, Howard Jonas, de que Vinegar era essencial para o projeto do xisto israelense e não demorou para o físico se juntar ao grupo.

Bartov e Vinegar concentram esforços numa área central de Israel, Adullam, onde o Serviço Geológico já havia identificado um veio de xisto betuminoso na década de 1980. Como a camada de rochas estava a cerca de 300 metros de profundidade, não interessou, na época. Vinegar e Bartov, porém, haviam trabalhado com essa mesma profundidade no Colorado e não a consideravam um obstáculo intransponível.

Os bons resultados das pesquisas têm mobilizado muita gente. Por um lado, a IDT, controladora da IEI, viu o preço de suas ações – que haviam baixado a US\$ 0,66 na crise de 2008 – subir estratosféricamente para US\$ 30 em meados deste ano. A companhia tem atraído invest-

Riqueza súbita

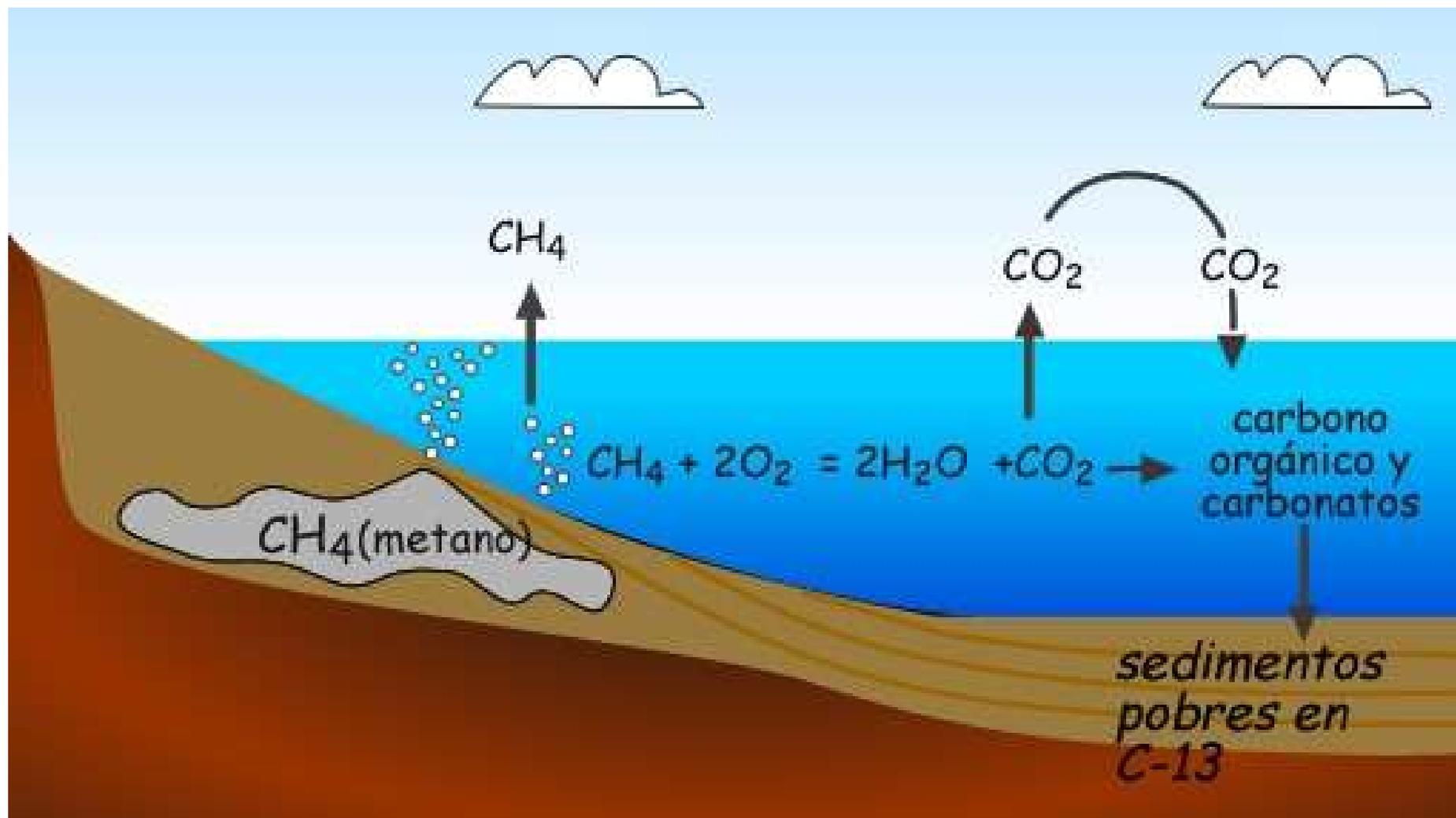
A dependência externa israelense de petróleo e gás contrasta com a fartura dos seus vizinhos (apresentada em reservas comprovadas). Mas se forem considerados o petróleo contido no xisto betuminoso e as descobertas de gás no litoral, o país passa a figurar entre os gigantes da região.



Clatratos



CH₄ aprisionado na estrutura de cristais de gelo



Clatratos – distribuição

