

# PETRÓLEO E GÁS NATURAL

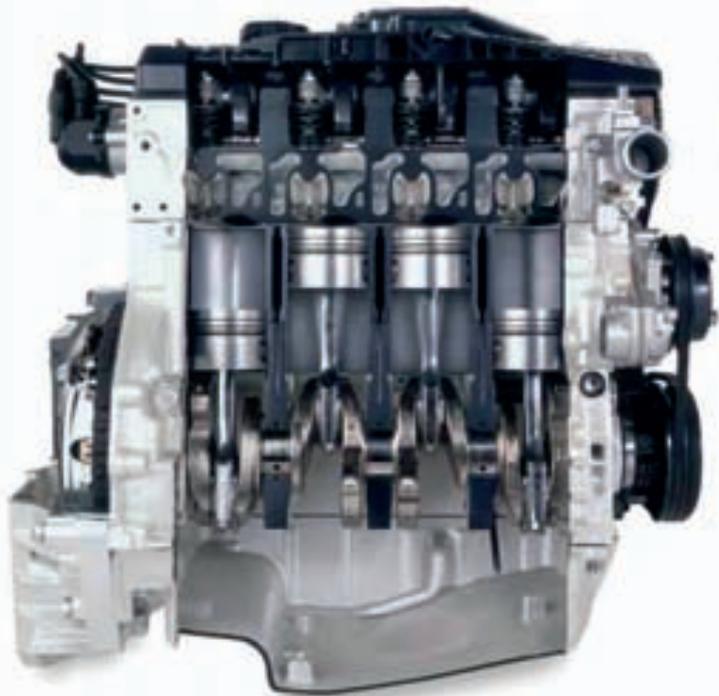
Descubra a história do petróleo e como ele dá forma à nossa vida





# Petróleo e gás natural





Motor de combustão interna



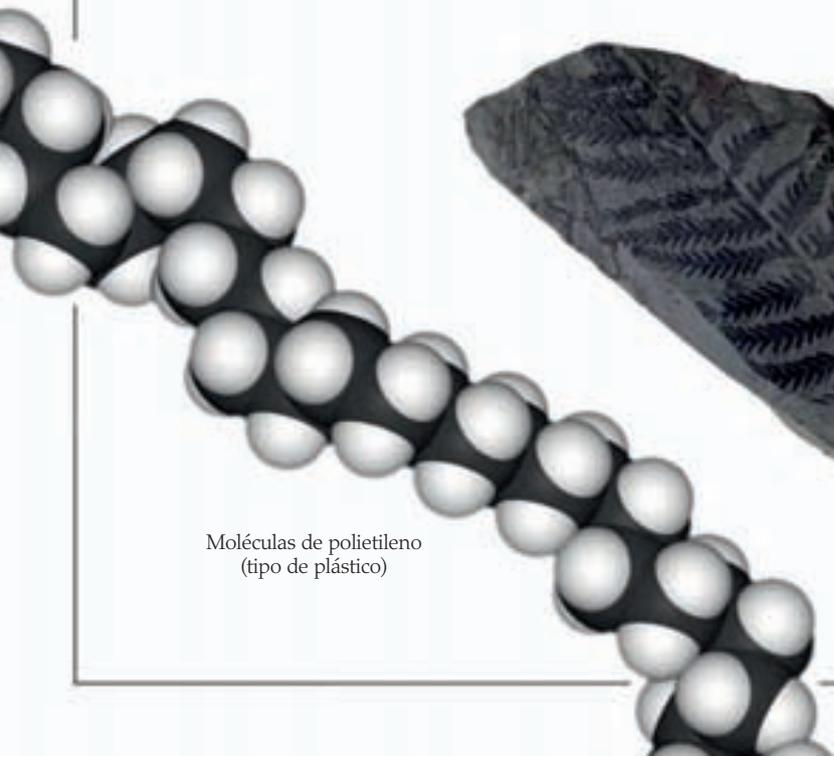
Lamparina romana de azeite



Detergentes com base petroquímica



Caminhão de carga com motor diesel



Moléculas de polietileno (tipo de plástico)



Samambaia fossilizada em carvão



Cesta de embalagens recicláveis

# PETRÓLEO e GÁS NATURAL



Broca tricônica para perfuração de poços



Fogareiro portátil queimando butano derivado do gás natural

Plataforma petrolífera fixa



Organizado pela Society of Petroleum Engineers (SPE)



DK Publishing, Inc.



LONDRES, NOVA YORK, MELBOURNE,  
MUNIQUE E NOVA DELHI

**Consultor** Mike Graul

**Direção editorial** Camilla Hallinan

**Direção de arte** Martin Wilson

**Coordenação de publicações** Sunita Gahir

**Direção de obras temáticas** Andrea Pinnington

**Catálogo de imagens DK** Claire Bowers

**Produção** Georgina Hayworth

**Design** Andy Hilliard, Siu Ho, Ben Hung

**Design capa** Andy Smith

**Em Cooling Brown Ltd.:**

**Direção de arte** Arthur Brown

**Direção de projetos** Steve Setford

**Editoração de arte** Tish Jones

**Imagens** Louise Thomas

**Em DK Nova York:**

**Edição de projetos** Karen Whitehouse

**Design e produção** Kelly Maish

**Imagens** Katherine Linder

Publicado pela primeira vez nos Estados Unidos em 2007 por  
DK Publishing, 345 Hudson Street,  
Nova York, Nova York 10014

978-1-4654-1769-5

Copyright © 2013 Dorling Kindersley Limited, Londres 2013

Todos os direitos nos termos da Convenção Pan-americana  
de Copyright. Está proibida qualquer forma de reprodução,  
cópia digital ou transmissão de qualquer parte da obra por  
qualquer meio, seja eletrônico, mecânico, reprográfico ou de  
qualquer outro tipo, sem a autorização prévia por escrito do  
titular do *copyright*. Publicado na Grã-Bretanha por  
Dorling Kindersley Limited.

Impresso e encadernado no México (Reynosa) por Worzalla



Lampião de querosene



Revistas impressas com  
tintas derivadas do petróleo



Telefone de  
baquelita

Descubra mais em  
[www.dk.com](http://www.dk.com)



Patinhos de  
plástico



Óleo flutuando  
na água

# Sumário

6
O rei petróleo
8
O petróleo antigo
10
A luz do petróleo
12
Início da era do petróleo
14
Os anos dourados do petróleo
16
O petróleo
18
De onde vem o petróleo
20
O gás natural
22
Gás natural não convencional
24
Jazidas petrolíferas
26
Petróleo sólido
28
A procura do petróleo
30
Tecnologia avançada

Caminhão de levantamento sísmico



32
A extração do petróleo
34
Perfurações em alto mar
36
Tecnologia profunda
38
Oleodutos
40
Petroleiros
42
Refinar o petróleo
44
Energia e transporte
46
Derivados do petróleo
48
Plásticos e polímeros
50
Petróleo global
52
Petróleo e poder
54
Petróleo e meio ambiente
56
Consumo e demanda
58
A economia energética
60
Substitutos do petróleo
62
Gerar eletricidade
64
Oportunidades profissionais
66
Ao serviço da sociedade
68
Cronologia
71
Para saber mais
72
Índice / Agradecimentos

# O petróleo rei

O NOSSO MUNDO É MOVIDO A PETRÓLEO. O homem utiliza o petróleo há milhares de anos – inicialmente, na forma de betume, alcatrão, e, mais recentemente, petróleo, gás e derivados. Mas foi no último século que esse energético fóssil passou a ser usado de forma intensiva, em grandes quantidades. Nos Estados Unidos, por exemplo, o consumo diário passou de alguns milhares de barris, em 1900, para mais de 21 milhões de barris, no ano 2000 – o que equivale a mais de 3,3 bilhões de litros por dia. O petróleo é nossa principal fonte de energia, fornecendo o combustível necessário para manter em funcionamento os diferentes meios de transporte, enquanto o gás natural gera a energia elétrica necessária para mantermos nosso estilo de vida moderno. Petróleo e gás natural são matérias-primas dos quais são feitos vários produtos fundamentais incluindo a maioria dos plásticos.

## ENERGIA LÍQUIDA

À primeira vista, o petróleo em estado natural – chamado de óleo bruto – não parece algo especial. No entanto, concentra uma grande quantidade de energia. Na realidade, um barril de óleo bruto (159 litros) é suficiente para ferver 2.700 litros de água.

*A resistente estrutura de policarbonato protege o interior delicado dos eletrônicos*

## NA ERA DA INFORMAÇÃO

Embora não pareça haver qualquer relação entre o petróleo e um laptop de design elegante, este não poderia existir sem aquele. Além de proporcionar a matéria-prima com a qual se faz o plástico de policarbonato das estruturas (caixas) do laptop, o petróleo fornece a energia para produzir praticamente tudo o que está no interior dele. E, em muitos casos, é bem provável que o petróleo seja a origem da eletricidade que é usada para carregar as baterias do laptop.

*Caminhões-tanque transportam entre 15.000 a 30.000 litros de derivados de petróleo.*



## LIBERDADE PARA VIAJAR

A gasolina derivada do petróleo impulsiona os carros e outros veículos que permitem nos deslocarmos com facilidade e rapidez inimaginável em tempos atrás. Hoje, ao irem trabalhar, muitas pessoas percorrem distâncias que antigamente demandavam dias de viagem a cavalo. Porém, com mais de 1 bilhão de veículos motorizados circulando pelas estradas do planeta (uma cifra que aumenta diariamente), o consumo de petróleo hoje atinge números impressionantes, de bilhões de barris por mês.



## NOS SUPERMERCADOS

Graças ao petróleo, uma grande variedade de alimentos, produzidos em distintos pontos do planeta, transportados por avião, navio ou caminhão, chegam aos estabelecimentos comerciais em todo o mundo. Além de gerar o combustível para o consumidor ir de carro ao supermercado, o petróleo fornece a matéria-prima para as embalagens de plástico, assim como a energia necessária para refrigerar os produtos perecíveis.



### ACROBACIAS RADICAIS

O petróleo faz parte das atividades mais básicas e simples. Os skates, por exemplo, tornaram-se populares com o desenvolvimento de rodas de poliuretano, plástico à base de petróleo, que é resistente e flexível. Outro plástico, o poliestireno expandido (EPS), compõe a espuma sólida do interior dos capacetes, enquanto joelheiras e cotoveleiras são confeccionadas com polietileno de alta densidade (HDPE), plástico de origem petroquímica.

*Capacetes de poliestireno expandido absorvem melhor o impacto*

*Tanque de alumínio*

### CIDADES VIBRANTES

Vistas do espaço, as cidades brilham como se fossem estrelas na escuridão da noite. A luminosidade de nossas cidades se deve ao grande consumo de energia – a maior parte dessa energia é gerada a partir do hidrocarboneto. Toda essa luz não somente faz as nossas cidades mais seguras, mas permite que muitas atividades essenciais avancem noite adentro.



*Vista noturna da Ásia por satélite*

*Cotoveleiras e joelheiras de polietileno de alta densidade asseguram maior proteção*

*Rodas de poliuretano, plástico mais resistente e flexível*

Trigo

### NO CAMPO

O petróleo também transformou a agricultura nos países desenvolvidos. Com tratores e colheitadeiras, movidos a combustíveis derivados de petróleo, agricultores podem trabalhar a terra quase sem uso de mão de obra humana. Outros derivados abastecem os aviões que possibilitam que uma única pessoa, em poucos minutos, pulverize grandes extensões de terra com pesticidas ou herbicidas. Esses insumos, que visam reduzir pragas e aumentar a produtividade agrícola, podem ser fabricados com matérias-primas provenientes do petróleo.

### EM MOVIMENTO

Para manter esse estilo de vida, diariamente milhões de barris de óleo bruto são transportados em todo o mundo: pelo oceano, em grandes petroleiros, e, por terra, bombeados em extensos oleodutos e gasodutos. Mas são os caminhões-tanque, como o da imagem, que abastecem a maioria dos postos de gasolina. Se o fornecimento desses derivados de petróleo for interrompido, as atividades de um país sofrem um colapso total em poucos dias. Há um século, o lugar mais longe aonde as pessoas iam de férias estava à distância de uma curta viagem de trem. Hoje, milhões de pessoas voam a lugares longínquos e, muitas vezes, percorrem meio mundo para umas férias de poucas semanas. É tal como os carros e caminhões, os aviões usam combustíveis e seu consumo nas viagens aéreas continua aumentando.



# O petróleo na antiguidade

NA ANTIGUIDADE, EM MUITAS REGIÕES DO ORIENTE MÉDIO, o petróleo contido em reservatórios subterrâneos aflorava à superfície, formando poças de uma substância negra, denominada então de betume. Na realidade, há muito tempo o homem fazia usos diversos do betume: os caçadores da Idade da Pedra usavam a substância negra para unir as pontas de sílex às flechas. Há pelo menos 6.500 anos, as populações que viviam nos pântanos, na região que hoje é o Iraque, aprenderam a colocar um pouco de betume nos tijolos e argamassas para impermeabilizá-los e proteger suas casas das cheias dos rios. Logo as pessoas aprenderam que o betume podia ser usado para selar tanques de água ou colar potes quebrados. Na época da Babilônia, floresceu no Oriente Médio uma vasta rede de trocas comerciais baseada nesse “ouro negro”, com o qual se edificaram cidades inteiras.

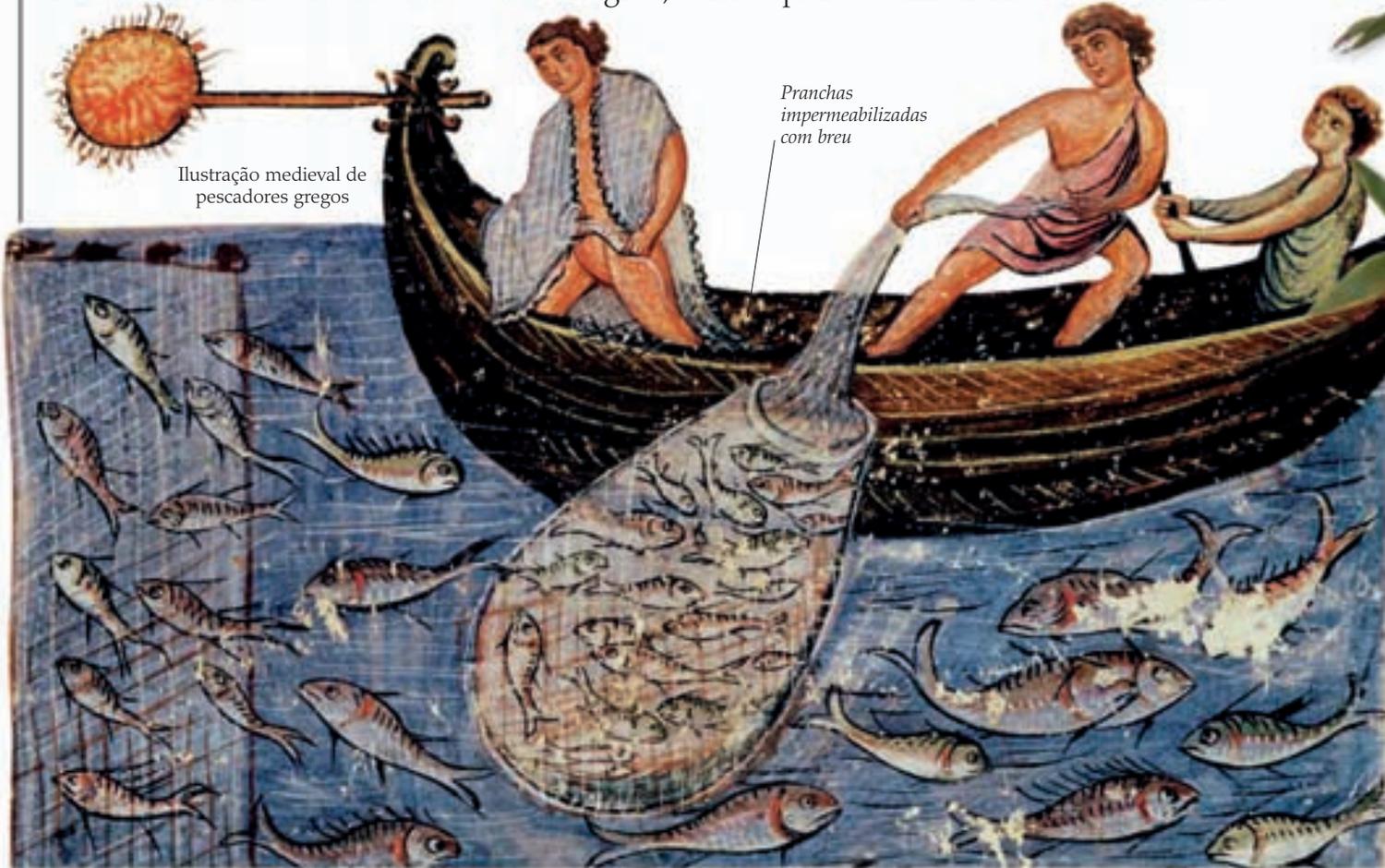
## OS PRIMEIROS POÇOS

Mesmo na antiguidade, nem todo o petróleo era encontrado na superfície. Há mais de 2.000 anos, na atual província de Sichuan, os chineses começaram a perfurar o solo com canas de bambu com extremidades de ferro para encontrar salmoura (água saturada de sal). Eles precisavam da salmoura para extrair sal para sua saúde e conservação da comida. Por vezes, quando essas perfurações alcançavam maiores profundidades, acabavam por encontrar petróleo e gás natural. Não se sabe se utilizavam o petróleo, mas queimavam o gás natural embaixo de panelões para aquecer a salmoura, de forma a evaporar a água e extrair o sal.



Ilustração medieval de pescadores gregos

Pranchas impermeabilizadas com breu



Bambu

## IMPERMEÁVEL

Há 6.000 anos, as comunidades de El Obeid, que viviam nas, então, pantanosas terras do Iraque, descobriram as propriedades de impermeabilização do betume, que se tornou um elemento fundamental na construção de embarcações impermeabilizadas. Eles revestiam os seus barcos de junco com betume para selar contravazamentos. Esse costume se estendeu pelo mundo afora, dando origem ao método conhecido como calafetagem, de impermeabilização de barcos de madeira, que foi usado até a invenção dos modernos cascos de metal ou fibra de vidro. Os marinheiros eram constantemente chamados de breu ou betume devido às manchas em suas roupas oriundas da calafetagem.

### BETUME BABILÔNICO

O betume foi usado nas grandes construções da antiga Babilônia. Nabucodonosor II (604 e 562 a.C.), considerava o betume material nobre e um sinal visível do avanço tecnológico de seu reinado: era usado na impermeabilização e misturado à argamassa. O betume foi crucial na construção dos Jardins Suspensos da Babilônia: o betume provavelmente foi utilizado na impermeabilização dos tanques onde foram plantadas árvores e flores e na selagem das tubulações que transportavam água do rio Eufrates.



Friso com um arqueiro persa, 510 a.C.

Arco pendurado no ombro

Aljava para transportar flechas

Ponta da flecha, envolto em tecido embebido com breu

### FLECHAS FLAMEJANTES

No início, o homem só se interessou pela natureza pegajosa e viscosa do betume, que o tornava uma excelente cola e impermeabilizante. Era conhecido como *iddu*, nome derivado da cidade de Hit ou Id (no atual Iraque), onde foi encontrado. Outro tipo de betume, mais fino, o *naft* (do qual se deriva o vocábulo naftaleno), não era considerado útil por se inflamar rapidamente. Até que, no século VI a.C., os persas descobriram que o *naft* podia ser letal em uma guerra: os arqueiros untavam as pontas das flechas com *naft* para lançar uma chuva de dardos flamejantes sobre os inimigos. No século VI d.C., a armada bizantina aprimorou esse método: misturou betume com enxofre e cal viva, criando bombas mortíferas incendiárias conhecidas como "fogo grego".



### RECEPÇÃO CALOROSA

Na Idade Média, quando os inimigos tentavam escalar a muralha de um castelo ou de uma cidade fortificada, uma das técnicas mais famosas para se defender dos invasores era lançar óleo fervendo sobre os muros. O primeiro conhecimento que se tem do uso de óleo fervente na defesa de uma cidade, foi dos judeus, Jotapata, em 67 d.C., contra a invasão dos romanos. Depois a ideia foi adotada, na Idade Média, na defesa dos castelos medievais, porém, como o óleo era caro, não parece muito provável que fizessem isso com frequência e usavam óleo vegetal ou banha de animais em seu lugar.

### MÚMIAS NEGRAS

Os antigos egípcios conservavam seus mortos por meio da mumificação, processo que consistia em embeber os cadáveres em uma mistura de substâncias químicas como o sal, cera de abelha, resina de cedro e breu. A palavra "múmia" poderia ser derivada do árabe *mumya*, em referência à montanha persa Mumya, onde o betume foi descoberto. Até há bem pouco tempo, acreditava-se que o betume nunca fora usado no processo de mumificação, e que o termo múmia se devia ao fato de que elas escureciam quando em contato com o ar. No entanto, análises químicas recentes demonstraram que o betume foi de fato utilizado nas múmias egípcias, mas somente durante o chamado período ptolemaico (de 323 a 30 a.C.). O betume chegava ao Egito pelo mar Morto, onde era encontrada flutuando na água.



Cabeça mumificada

O cerco de Cartago



### O INCÊNDIO DE CARTAGO

O betume é altamente inflamável, mas devido a outras propriedades – ser um poderoso adesivo e excelente impermeabilizante – foi muito utilizado nos telhados de cidades antigas como Cartago. Situada no norte da África, na atual Tunísia, essa cidade era tão poderosa em seu apogeu que rivalizava com Roma. Capitaneados por seu grande líder, Aníbal, os cartagineses decidiram invadir a Itália. Roma contra-atacou e, no ano 146 a.C., incendiou Cartago: o betume utilizado nos telhados fez com que o fogo se propagasse rapidamente, destruindo completamente a cidade.



Moeda de prata cartaginesa

# À luz do óleo

DURANTE MILHÕES DE ANOS, a única luz na longa escuridão da noite (além das estrelas e da Lua) provinha de fogueiras e tochas. Até que há 70.000 anos, o homem pré-histórico descobriu que o óleo queima com uma chama luminosa e contínua. Foram inventadas as lamparinas de óleo que eram simplesmente pedras côncavas nas quais se colocavam musgos ou fibras vegetais embebidas em óleo e se atava fogo ao musgo. Descobriu-se, depois, que as lamparinas queimavam por mais tempo e eram mais brilhantes quando se colocava apenas uma fibra (pavio) molhada em um recipiente com óleo. O óleo podia ser de gordura animal, de cera de abelhas ou de vegetais como a azeitona ou as sementes de gergelim. Às vezes, usava-se o betume encontrado em afloramentos superficiais. As lamparinas ou lâmpadas de óleo foram a principal fonte de iluminação até a chegada do gás, na era vitoriana.



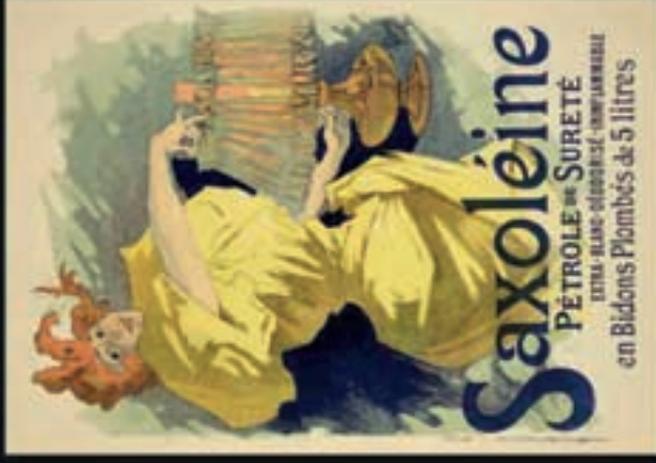
Recipiente para depositar azeite vegetal

Pavio

Chaminé de vidro que melhora a circulação do ar e protege a chama de correntes de ar

## A LUZ NO EGITO

Uma lamparina poderia ser feita simplesmente colocando um pavio na borda de uma tigela de pedra. Como era necessário escavar manualmente a pedra, esse tipo de lâmpada provavelmente não era muito comum. Depois, quando o homem aprendeu a moldar a argila, foi possível fabricar tigelas em massa. Logo desenvolveram o desenho beliscando e puxando as extremidades, fazendo uma espécie de garganta estreita em que se colocava o pavio. Isto é de uma lamparina de dois mil anos, do Antigo Egito.

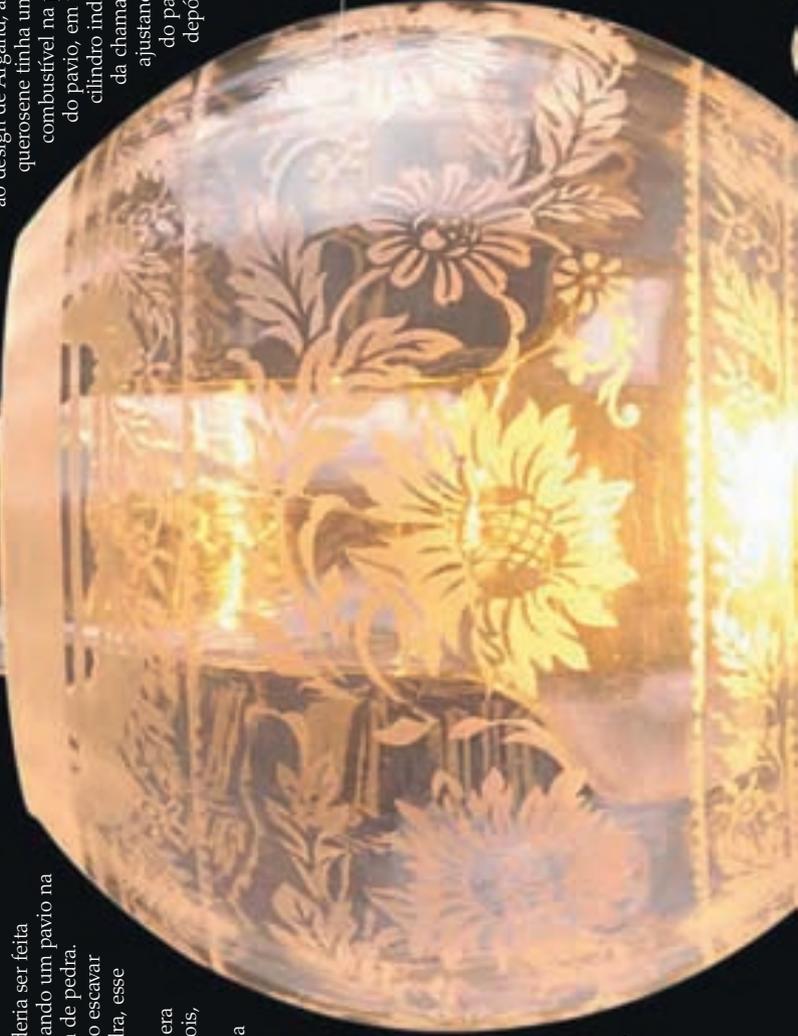


## AS DAMAS DA LÂMPADA

Durante a década de 1890, a venda de querosene para a iluminação foi um grande negócio, e os produtores procuravam dar à sua mercadoria um aspecto mais glamouroso. A empresa francesa Saxoléine encomendou ao artista Jules Chéret (1863–1932) uma série de cartazes que mostram mulheres parisienses atraentes em êxtase diante de lamparinas cheias de combustível Saxoléine, que a companhia afirmava ser limpo, inodoro e seguro.

## LÂMPADAS DE QUEROSENE

Por 70 anos depois de Aimé Argand inventar o lampião (imagem central), a maioria das lamparinas queimava óleo de baleia. Isso começou a mudar com a produção de um combustível mais barato, o querosene, que provinha do petróleo, por volta de meados do século XIX. No início da década de 1860, a maioria das lâmpadas de óleo queimava querosene. Embora fosse muito parecida ao design de Argand, a lamparina de querosene tinha um depósito de combustível na parte inferior, abaixo do pavio, em vez de tê-lo em um cilindro independente. O tamanho da chama era controlado ajustando-se o comprimento do pavio que saía do depósito de óleo.



Cúpula de vidro para disseminar melhor a luz

Chaminé de vidro

Orifício de ventilação onde entra ar para a combustão

Dispositivo para ajustar a altura do pavio

Depósito de querosene

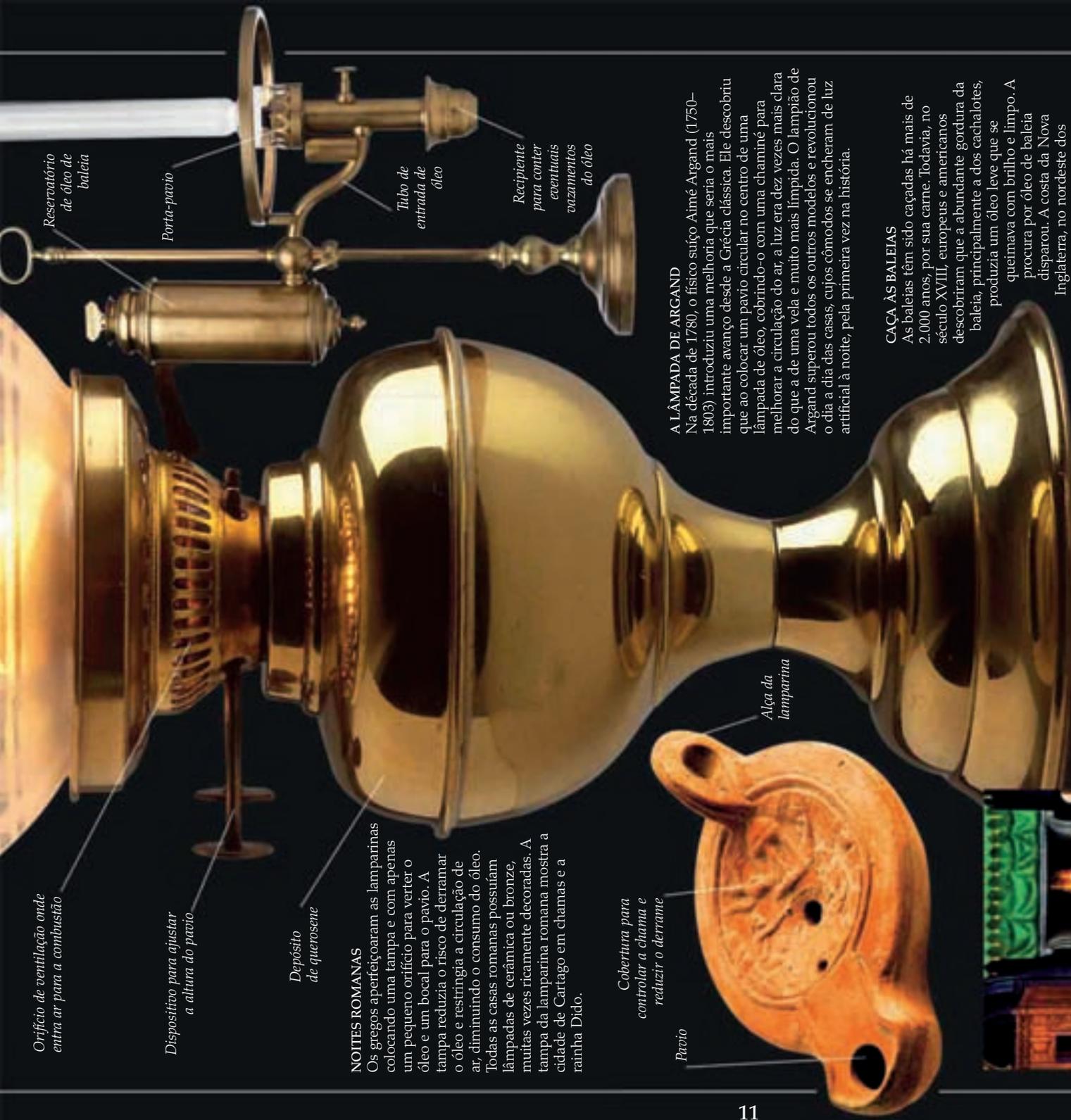
#### NOITES ROMANAS

Os gregos aperfeiçoaram as lamparinas colocando uma tampa e com apenas um pequeno orifício para verter o óleo e um bocal para o pavio. A tampa reduzia o risco de derramar o óleo e restringia a circulação de ar, diminuindo o consumo do óleo. Todas as casas romanas possuíam lâmpadas de cerâmica ou bronze, muitas vezes ricamente decoradas. A tampa da lamparina romana mostra a cidade de Cartago em chamas e a rainha Dido.

Cobertura para controlar a chama e reduzir o derrame

Pavio

Alça da lamparina



Reservatório de óleo de baleia

Porta-pavio

Tubo de entrada de óleo

Recipiente para conter eventuais vazamentos do óleo

#### A LÂMPADA DE ARGAND

Na década de 1780, o físico suíço Aimé Argand (1750–1803) introduziu uma melhoria que seria o mais importante avanço desde a Grécia clássica. Ele descobriu que ao colocar um pavio circular no centro de uma lâmpada de óleo, cobrindo-o com uma chaminé para melhorar a circulação do ar, a luz era dez vezes mais clara do que a de uma vela e muito mais limpa. O lâmpião de Argand superou todos os outros modelos e revolucionou o dia a dia das casas, cujos cômodos se encheram de luz artificial à noite, pela primeira vez na história.

#### CAÇA ÀS BALEIAS

As baleias têm sido caçadas há mais de 2.000 anos, por sua carne. Todavia, no século XVIII, europeus e americanos descobriram que a abundante gordura da baleia, principalmente a dos cachalotes, produzia um óleo leve que se queimava com brilho e limpo. A procura por óleo de baleia disparou. A costa da Nova Inglaterra, no nordeste dos Estados Unidos, tornou-se o centro nevrálgico dessa indústria baleeira, imortalizada em 1851 pelo livro *Moby Dick*, de Herman Melville.

#### TOCHAS LUMINOSAS

Nos filmes de Hollywood, os castelos medievais frequentemente aparecem iluminados por tochas colocadas nas paredes, em suportes, denominados arandelas. Essas tochas eram feitas com feixes de galhos, impregnados em uma das extremidades por resina ou breu para garantir uma chama brilhante. As tochas provavelmente eram usadas apenas em ocasiões especiais, como a cena da Dança das Tochas, na obra do século XVI *Golf Book*, de Simon Bening of Bruges (os portadores das tochas estão do lado esquerdo). No dia a dia, eram usadas lamparinas parecidas com as dos antigos egípcios ou velas feitas com juncos mergulhados em gordura animal.



# Início da era do petróleo

**DURANTE MIL ANOS**, os povos do Oriente Médio destilaram o petróleo em pequenos alambiques, para obter o querosene usado nas lâmpadas. Todavia, a era moderna do petróleo começou em 1853, quando o químico polonês Ignacy Lukasiewicz (1822–1882) descobriu uma forma de industrializar o processo, montando, em 1856, a primeira refinaria de petróleo em Ulaszowice, na Polônia. O canadense Abraham Gesner (1791–1864) já tinha produzido querosene a partir do carvão, em 1846, mas se necessitava de petróleo em maior quantidade e a preço inferior. Rapidamente o querosene substituiu o óleo de baleia como principal combustível para lâmpadas na América do Norte e Europa. A elevação da demanda por querosene produziu uma corrida para encontrar novas fontes de petróleo, especialmente nos Estados Unidos.



## A CIDADE NEGRA

O primeiro poço petrolífero do mundo foi perfurado em 1847, em Baku, atual Azerbaijão, nas margens do mar Cáspio. A exploração de petróleo fez Baku prosperar com a nova demanda por óleo. Centenas de poços extraíam óleo das vastas reservas subterrâneas nas proximidades. Conhecida como “a cidade negra”, em 1860 Baku produzia 90% do petróleo mundial. Esse quadro de Herbert Rudolph mostra a cidade nos anos 1960, mas até hoje Baku continua sendo um grande centro petrolífero.

Oil Springs (Ontário, 1862)



## ÓLEO EM BALDES

Em 1858, James Williams (1818–1890) percebeu que os lamaçais escuros e oleosos de Lambton County, Ontário (Canadá) poderiam ser uma fonte de petróleo para a produção de querosene. Ele cavou um buraco e descobriu que o óleo borbulhava do chão tão prontamente que ele podia encher balde atrás de balde. Foi o primeiro poço de petróleo da América. A região, que se tornou conhecida como Oil Springs (mananciais de petróleo), em poucos anos foi ocupada por simples torres que suportavam os equipamentos de perfuração.



Título de ações da empresa Seneca Oil



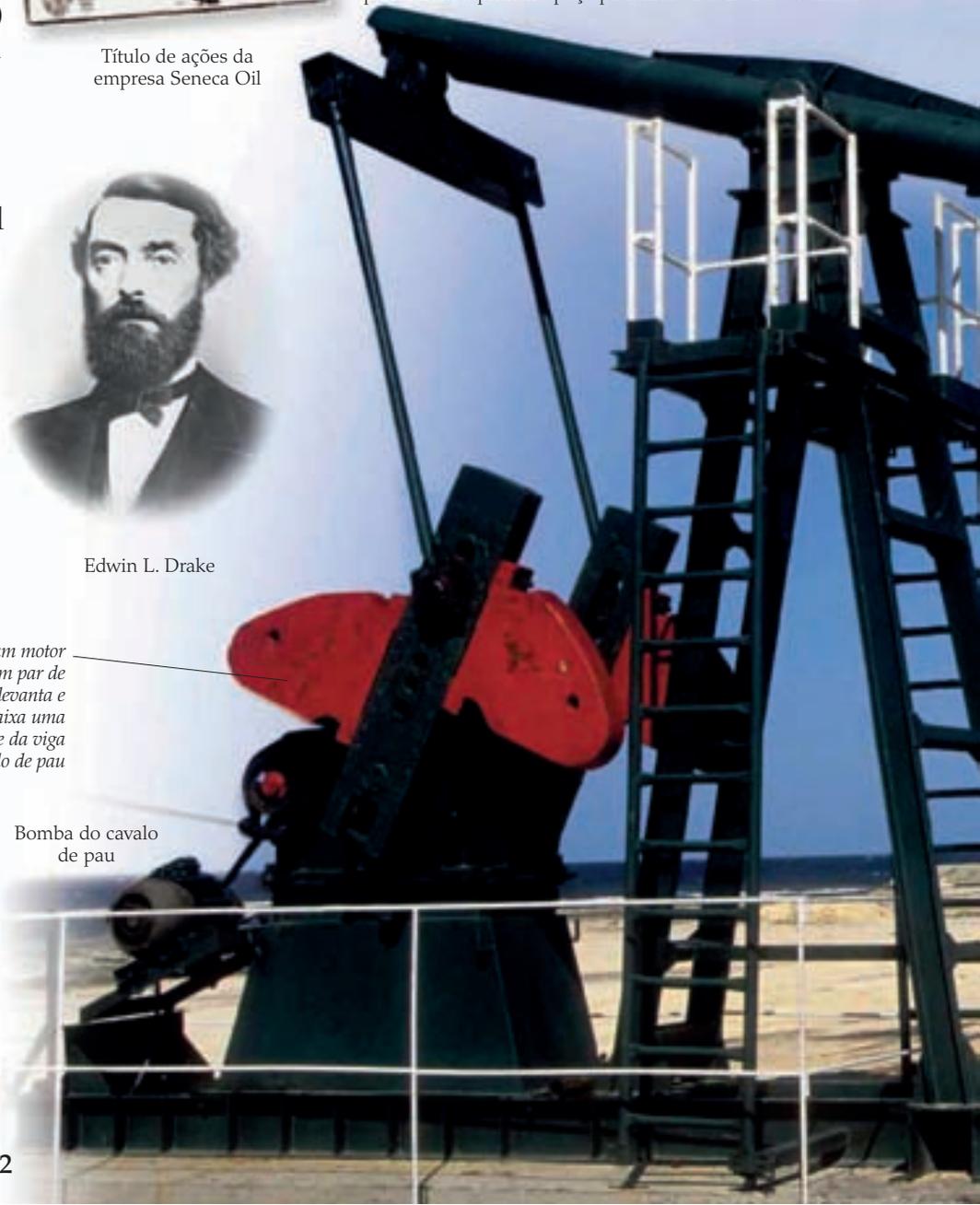
Edwin L. Drake

*Movido por um motor elétrico, um par de manivelas levanta e abaixa uma extremidade da viga do cavalo de pau*

Bomba do cavalo de pau

## O IANQUE ENCONTROU PETRÓLEO!

O advogado nova-iorquino George Bissel (1812–1884) tinha certeza de que era possível extrair petróleo do subsolo pela perfuração de um poço. Criou a empresa Seneca Oil e contratou Edwin L. Drake (1818–1880), condutor ferroviário aposentado, enviando-o para Titusville, na Pensilvânia, onde os poços de água frequentemente estavam contaminados com óleo. Em 28 de agosto de 1859, os homens de Drake encontraram petróleo a 21 m de profundidade, depois de perfurarem o primeiro poço petrolífero dos Estados Unidos.





O movimento contínuo, similar ao da cabeça de um cavalo, acabou por popularizar o termo cavalo de pau

Até hoje são usadas essas unidades de bombeio nos campos petrolíferos terrestres

Graças ao movimento contínuo da unidade de bombeio, o petróleo é elevado para a superfície

Campo petrolífero de Signal Hill (Califórnia, EUA, 1935)

**A FLORESTA DE TORRES**  
Na caça ao petróleo, milhares de pessoas arriscaram tudo com o sonho de se tornarem ricas com o ouro negro. À medida que mais e mais pessoas disputavam uma fatia do negócio, as áreas de exploração iam se transformando em verdadeiras 'florestas' de torres de perfuração.

**CAVALO DE PAU**  
Nos primórdios, o petróleo era encontrado logo abaixo da superfície, por meio de milhares de poços escavados no solo. Às vezes, o petróleo afluía sozinho para a superfície, impulsionado pela própria pressão. No entanto, após a extração de uma certa quantidade de óleo, a pressão caía e o óleo tinha que ser bombeado. As bombas típicas receberam o apelido de cavalos de pau por causa do movimento lento dessas unidades, para cima e para baixo, similar ao balançar da cabeça de um burro. Quando a "cabeça" da bomba abaixa, o pistão desce pelo poço, e ao subir, bombeia o petróleo para a superfície.



**PERFURAÇÃO DE FOGO**

A indústria petrolífera nascente era cheia de riscos e consumiu a vida de milhares de trabalhadores do petróleo. Talvez a maior ameaça fosse o fogo. As refinarias explodiam, os tanques de petróleo se queimavam e as cabeças dos poços se incendiavam. Quando as chamas atingiam o jorro de petróleo era muito difícil apagar o fogo, que era alimentado constantemente pelo petróleo que afluía do reservatório. A fotografia mostra um poço incendiado em Jennings (Louisiana, EUA) em 1902.



**PERFURADORES DE SPINDLETOP**

Os primeiros poços de petróleo eram rasos e era possível somente bombear o óleo em pequenas quantidades. Em 1901, quando operários estavam perfurando a mais de 300 metros de profundidade, no campo petrolífero Spindletop, no Texas (EUA), eles foram cobertos por uma coluna de lama e petróleo que jorrou do poço. Foi a primeira erupção que aconteceu no Texas – com o petróleo jorrando da terra, empurrado pela sua própria pressão natural. Quando reservatórios, naturalmente pressurizados, iguais a esse são atingidos, o petróleo pode jorrar em grande quantidade. Os modernos sistemas de controle de erupção evitam a erupção descontrolada do petróleo.

Petroleum Center (Pensilvânia, EUA, 1873)



**EXPLOSÃO DE CIDADES**

Enquanto mais e mais poços apareciam, surgiam novas cidades para acomodar a massa de operários que se multiplicava. Erguidas da noite para o dia, as cidades do petróleo eram inóspitas e precárias: cheiravam à fumaça de gases e eram enegrecidas pelos resíduos do petróleo. Algumas eram literalmente "cidades explosivas", uma vez que a nitroglicerina usada na abertura de poços era armazenada sem nenhum cuidado, causando explosões frequentemente.



Carro a vapor de Bordino, 1854

#### ADEUS AO VAPOR

Os primeiros veículos tinham motores a vapor – não motores de combustão interna como a maioria dos carros de hoje. O da imagem, que Virgínio Bordino (1804–1879) fabricou em 1854, queimava carvão para aquecer a água e transformá-la em vapor. Logo surgiram os veículos a vapor que usavam gasolina ou querosene: eram mais eficientes, porém, era necessário cerca de 30 minutos para produzir vapor antes de colocá-los em movimento. Com os automóveis de combustão interna, o condutor só tinha que “entrar e ir” – principalmente depois da invenção dos motores elétricos de arranque, em 1903.

#### ENCHA O TANQUE!

Nos anos 1920, com mais americanos na direção destes carros, postos de gasolina foram surgindo nas margens das estradas por todo o país, para atender à sede insaciável por combustíveis dessa frota de veículos. Como os carros tinham tanques pequenos, não podiam trafegar longas distâncias sem abastecer. Com isso, em cada bairro ou vilarejo ganhou postos de gasolina, com bombas com design próprio da companhia de petróleo que fornecia combustível. Os postos dessa época são um símbolo do patrimônio automobilístico dos EUA.

*As bombas de gasolina tinham luz na parte superior para serem visíveis à noite*



# A bonança do petróleo

**NADA MUDOU TANTO A INDÚSTRIA DO PETRÓLEO** como a chegada do automóvel aos Estados Unidos. Em 1900, só existiam 8.000 carros nas estradas americanas. Esse número subiu para 125.000 em 1908, chegando a 8,1 milhões em 1920. Em 1930 eram 26,7 milhões de carros – todos esses veículos precisavam do combustível que era feito a partir do petróleo. Os caçadores de óleo, também chamados pioneiros – verdadeiros “garimpeiros” do ouro negro – logo estavam perfurando poços por todo o país, em qualquer local onde houvesse uma chance do óleo estar escondido. Muitos perderam tudo, mas os sortudos fizeram fortuna quando o óleo jorrou do poço. Na Califórnia, em Oklahoma, e, especialmente, no Texas, o petróleo fomentou o boom econômico que converteu os EUA no país mais rico do mundo. À medida que os fabricantes de carros e companhias de óleo prosperaram, a bonança do óleo transformou o país para sempre.

*As rodas eram colocadas na primeira fase do processo de fabricação, o que facilitava o deslocamento do chassi pela fábrica*

*A chave para a construção do T foi o seu chassi robusto de aço vanádio*



#### TEMPO T

O norte-americano Henry Ford (1863–1947) sonhava com um “carro para as multidões” – um carro tão barato que nenhum assalariado ganhando bem poderia deixar de ter. O resultado foi o Ford modelo T, o primeiro carro no mundo fabricado em série. Lançado em 1908, o Ford T foi um sucesso instantâneo: em cinco anos, os 250.000 automóveis desse modelo, que circulavam pelas ruas, equivaliam a nada menos que 50% da frota automobilística americana. Em 1925, metade dos carros dos Estados Unidos continuava sendo o modelo T, mas, a essa altura, já havia mais de 15 milhões deles. O

modelo T criou o primeiro grande boom em consumo de petróleo.

*Os para-lamas eram aparafusados em segundos, enquanto o carro continuava pela linha de montagem*



#### PRODUÇÃO EM SÉRIE

No início do século XX, os automóveis eram os brinquedos dos ricos. Cada carro era construído artesanalmente e era muito caro. Tudo isso mudou com a invenção da produção em série. Os carros não eram montados individualmente: os operários iam colocando peças à medida que os carros avançavam pelas linhas de montagem. Dessa forma, foi possível fabricar veículos de baixo custo e em grandes quantidades. A produção em série tornou o carro um modo de transporte cotidiano para um americano comum.



Um criador de gado de Los Angeles, que encontrou petróleo quando procurava água para seu rebanho, foi o fundador da companhia Gilmore

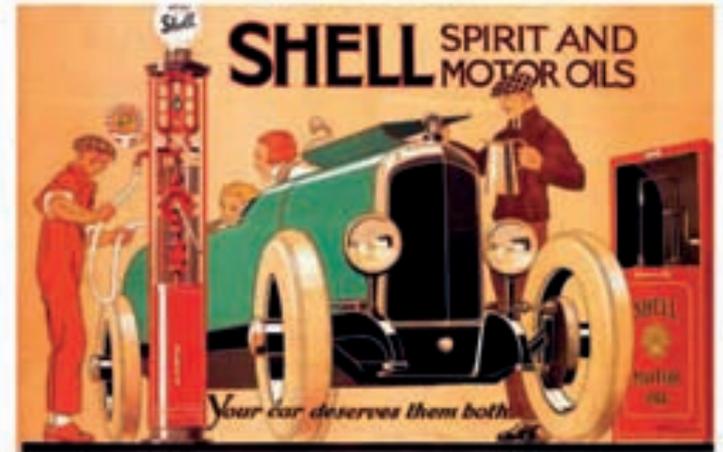
Essas bombas velhas são agora objetos de coleção, muitas vezes mudando de mão por milhares de dólares

Mostrador indica o preço da venda

Medidor inferior mostra o volume total

A mangueira abastece o carro com o combustível que está armazenado em um tanque subterrâneo

**SUCESSO DE VENDAS**  
 Negro e pegajoso, o petróleo não é, obviamente, atrativo. Por isso, as empresas petrolíferas, decididas a maximizar as vendas, deram asas à imaginação para dar uma imagem mais glamourosa ao seu produto. Os painéis publicitários tinham cores vivas e retratavam ambientes com estilo. Os melhores jovens artistas da época foram contratados para criar cartazes fantásticos, como esse, da Shell, de 1926, onde o petróleo não aparece em lugar algum (apenas insinuado).

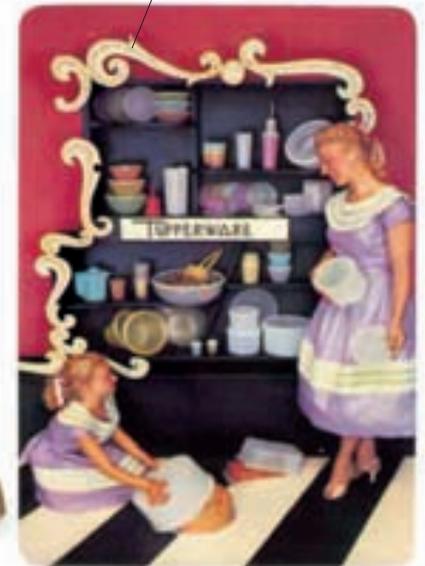


O anúncio usa uma imagem idealizada da vida doméstica

Na falta do produto real, algumas mulheres chegaram a pintar as pernas para simular as cores das meias de náilon



Náilon simulado (década de 1940)



Anúncio de Tupperware, anos 1950

**NÁILON**

Nos anos 1930, as companhias buscavam formas de aproveitar o que restava do petróleo refinado para a produção de combustíveis. Em 1935, Wallace Carothers, da DuPont™, usou o petróleo para fabricar uma fibra elástica e resistente, chamada de náilon. Lançadas em 1939, as meias de náilon tornaram-se sucesso instantâneo entre as jovens mulheres. Durante o difícil período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), quando o produto tornou-se escasso, as mulheres costumavam imitar as meias de náilon pintando "costuras" pretas na parte traseira das suas pernas.

Meias de náilon

**PETRÓLEO QUE RUGE**

Como disputavam um negócio novo, as empresas petrolíferas procuraram usar uma marca própria. Muitas vezes, as imagens não tinham nada a ver com o petróleo. Eram ideias que faziam com que o petróleo fosse mais atraente e excitante. A bomba da ilustração, que a empresa Gilmore usou nos anos 1930 e associava o petróleo ao rugido de um leão, é um caso típico. Atualmente, imagem de marca é comum, mas na década de 1920 era novidade.

**OS PRIMEIROS PLÁSTICOS**

Muitos dos plásticos que são comuns no nosso dia a dia tiveram origem no boom petrolífero, quando os cientistas descobriram que podiam fabricar PVC e polietileno a partir do petróleo. Depois da Segunda Guerra Mundial, com a retomada da econômica, surgiu no mercado uma grande variedade de produtos de plástico, a preços baratos, para uso nos lares. A criação mais famosa foi o "Tupperware", caixas plásticas para armazenar alimentos, criadas em 1946 pela Du Pont™, do químico Earl Tupper.



Asphalt

### COISA PEGAJOSA

Em algumas regiões, o petróleo subterrâneo aflora na superfície. Quando exposto ao ar, seus componentes mais voláteis se evaporam, ficando um lodo negro ou, às vezes, uma massa disforme. Quando é semelhante ao melado é chamado de betume; quando parecido com o caramelo é chamado de asfalto. Essas formas de petróleo são frequentemente referidas como breu ou piche.

### GÁS NATURAL

Alguns componentes do petróleo são tão voláteis que se evaporam com facilidade, formando o gás natural. Quase todas as reservas naturais de petróleo contêm certo volume de gás natural. Em alguns reservatórios, a proporção é tal que o gás é o elemento dominante.

Chama de gás natural

# O que é petróleo?

O ÓLEO E O GÁS NATURAL formam o petróleo, palavra latina que significa "óleo de pedra".

Trata-se de uma substância escura e oleosa que geralmente é líquida, mas também pode ser sólida ou gasosa. Quando sai direto do subsolo como líquido é chamado óleo bruto e é negro e pegajoso, e condensado quando é claro e volátil (se evapora facilmente). É denominado asfalto, quando em estado sólido, e betume, quando é semissólido. Já o gás natural pode estar associado ou não ao óleo. O petróleo é o resultado de um longo processo natural, decorrente, em grande parte, da decomposição dos restos de seres vivos. Embora pareça uma massa pegajosa simples, na realidade, é uma complexa mistura de químicos. As refinarias e as plantas petroquímicas separam os diferentes grupos químicos usados para produzir uma grande variedade de substâncias.

### PETRÓLEO BRUTO

O petróleo bruto costuma ser espesso e oleoso, mas sua constituição e cor são muito variáveis: preto, verde, vermelho ou marrom. O óleo bruto do Sudão é negro, e o do mar do Norte, marrom escuro. O que vem de Utah, EUA, é amarelo, enquanto o óleo de partes do Texas tem um colorido semelhante ao de uma palha. Os óleos brutos denominados "doces" são petróleos fáceis de refinar, pois têm baixo teor de enxofre. Os óleos brutos "ácidos" contêm mais enxofre e requerem mais processamentos. A cor depende, em grande parte, da densidade do petróleo.

Petróleo bruto marrom

Petróleo bruto preto

### COMPOSIÇÃO DO PETRÓLEO

Essencialmente, o petróleo é composto por hidrogênio (14% de seu peso) e carbono (84%). Ambos se combinam no petróleo como compostos químicos chamados hidrocarbonetos. Há três tipos fundamentais de hidrocarbonetos chamados de alcanos, aromáticos e naftenos. A imagem mostra as proporções aproximadas das substâncias que contêm o óleo bruto pesado saudita, que tem concentrações de alcanos mais altas do que a maioria dos óleos brutos.



O óleo flutua na água

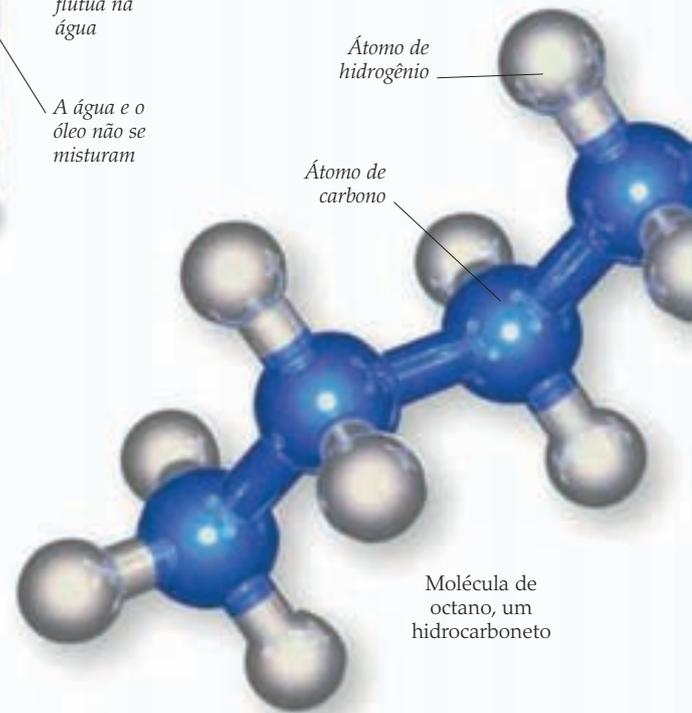
A água e o óleo não se misturam

### PETRÓLEOS LEVES E PESADOS

Os petróleos menos densos e voláteis (que se evaporam facilmente) são conhecidos como "leves", enquanto os mais densos e viscosos (não fluem com tanta facilidade) são chamados "óleos pesados". A maioria dos petróleos flutua na água, porém alguns, mais pesados, afundam (exceto na água do mar, que é mais densa do que a água doce).

### QUÍMICA DOS HIDROCARBONETOS

Os hidrocarbonetos do óleo bruto têm moléculas em forma de anel ou de corrente. Alcanos, incluindo o metano e o octano, têm moléculas em forma de corrente. Aromáticos, como o benzeno, têm forma de anel, e os naftenos são hidrocarbonetos de anéis pesados. O petróleo também contém ínfimas quantidades de componentes não hidrogênio chamados de NSO, que são, na maioria, nitrogênio, enxofre e o oxigênio.



Átomo de hidrogênio

Átomo de carbono

Molécula de octano, um hidrocarboneto

### GÁS ANIMAL

O metano, um dos componentes do petróleo, é um hidrocarboneto abundante na natureza. É um hidrocarboneto simples, constituído de um único átomo de carbono e quatro de hidrogênio. Grandes quantidades de metano estão aprisionadas na matéria orgânica sedimentada no fundo do mar. O gado também expulsa para a atmosfera grandes quantidades de metano, que é gerado quando as bactérias de seu aparelho digestivo processam os alimentos.



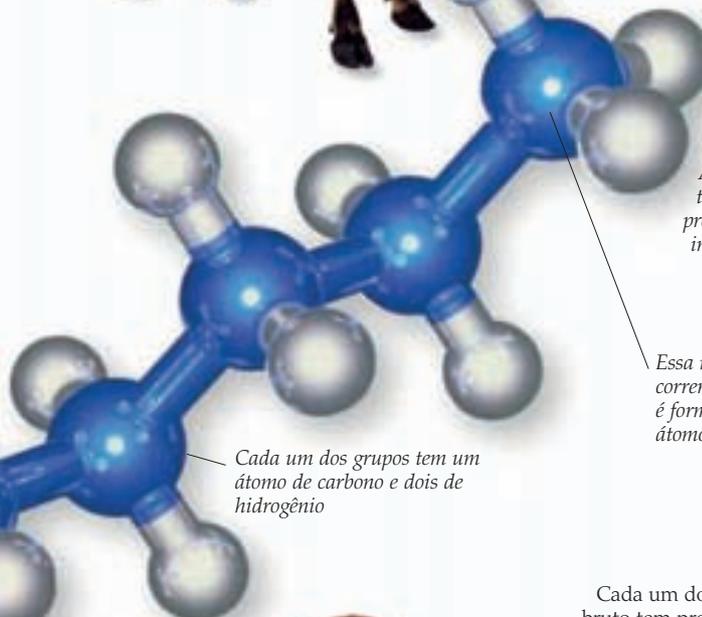
O arroz é rico em amido



A cana tem um alto teor de açúcares que proporcionam energia instantânea ao corpo humano

Essa molécula em forma de corrente pertence a um octano: é formada por oito grupos de átomos de carbono e hidrogênio

Cada um dos grupos tem um átomo de carbono e dois de hidrogênio



Os bebês não poderiam ser concebidos sem os hormônios hidrocarbonetos dos pais



### OS HIDROCARBONETOS DO CORPO

O corpo humano também tem vários hidrocarbonetos. Um deles é o colesterol, substância oleosa e gordurosa presente no sangue que ajuda a construir as paredes dos vasos sanguíneos. Outros hidrocarbonetos importantes são os hormônios esteroides, dentre os quais se destacam a progesterona e a testosterona, que desempenham um papel fundamental no sexo e na reprodução.

### HIDROCARBONETOS NAS PLANTAS

Também há hidrocarbonetos em muitos óleos de plantas e gorduras animais. O aroma das plantas e das flores provém de hidrocarbonetos conhecidos como óleos essenciais. Os fabricantes de perfumes aquecem, cozinham ou trituram as plantas para extrair essas essências para suas criações. O terpeno, um tipo de óleo essencial, serve para dar sabor aos alimentos. A cânfora, usada para afastar as traças, é um terpeno.



Lavanda

O aroma da lavanda procede de uma mistura de terpenos

### CARBOIDRATOS

Muitas vezes confundimos os hidrocarbonetos com carboidratos. As moléculas de hidrocarbonetos possuem átomos de carbono e de hidrogênio, enquanto as moléculas de carboidratos têm átomos de oxigênio também em sua estrutura. A adição de oxigênio permite que os carboidratos tenham uma enorme variedade de formas complexas que são essenciais à vida. Carboidratos tais como o amido e o açúcar são a fonte de energia básica para vegetais e animais. Os amidos liberam sua energia mais devagar que os açúcares.

Óleo combustível (para centrais elétricas e navios)

Óleo lubrificante pesado

Óleo lubrificante médio

Óleo lubrificante leve

Diesel

Querosene de aviação

Gasolina

Betume



# De onde vem o petróleo

Os CIENTISTAS PENSAVAM QUE A MAIOR PARTE do petróleo provinha de reações químicas que ocorriam entre os minerais das rochas do subsolo. Hoje, a maioria crê que apenas uma pequena parte do petróleo foi formada assim, enquanto que a maior parte se formou a partir dos restos de seres vivos, ao longo do tempo. Por essa teoria, organismos marinhos microscópicos, como os foraminíferos e, principalmente, o plâncton, ao se depositarem no leito do mar formaram uma espessa camada, que foi recoberta gradualmente por outros sedimentos, que se acumularam sobre ela. Nas profundezas do solo, no decorrer de milhões de anos, essas camadas de resíduos se transformaram, inicialmente pela ação das

bactérias e, depois, pelo calor e pressão do interior da Terra, no petróleo líquido que conhecemos. Lentamente, ele foi migrando pelas rochas e se acumulou nos reservatórios subterrâneos, chamados de armadilhas, onde hoje são encontrados pela perfuração de poços.

*Essas manchas de cor azul esverdeado são fruto das acumulações de plâncton*



## OCEANOS FLORESCENTES

É provável que a formação de petróleo dependa das grandes acumulações de plâncton, que frequentemente se observam nas águas rasas do mar, perto das costas continentais. Essas florações criam camadas espessas de fitoplâncton, como plantas. Elas podem ser tão grandes que são visíveis em imagens captadas por satélites, como essa, do golfo de Vizcaya, França. Costumam ocorrer na primavera, com sol, quando as águas profundas (mais frias e ricas em nutrientes) ascendem e provocam um crescimento explosivo do plâncton.

Visão ampliada de diatomáceas

*As diatomáceas contam com uma concha vítrea protetora de sílica*

*A concha das diatomáceas adota formas variadas, muitas das quais de estruturas complexas e belas*

## SOPA DE PLÂNCTON

As águas superficiais dos oceanos e lagos são ricas em plâncton que flutua. Apesar de suas reduzidas dimensões, que o tornam invisível a olho nu, o plâncton é tão abundante que seus corpos formam espessas camadas no leito marinho. Existem dois tipos principais de plâncton. Como as plantas, o fitoplâncton gera seu próprio alimento a partir da luz solar. O zooplâncton se alimenta do fitoplâncton e de outro zooplâncton. As diatomáceas são a classe de fitoplâncton mais abundante.

## FONTE DE ENERGIA CONCENTRADA

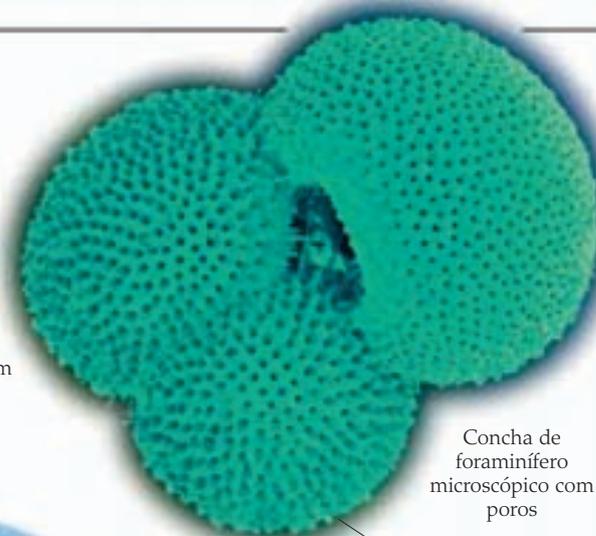
O petróleo é carregado de energia, armazenada nas ligações que mantêm suas moléculas de hidrocarbono juntas. Em última análise, essa energia provém do Sol. Há milhares de anos, pequenos organismos chamados fitoplâncton usavam a energia solar para transformar compostos químicos simples em alimento por meio de um processo chamado fotossíntese. Quando o fitoplâncton morto se transformou em petróleo, a energia armazenada em seu interior se concentrou ainda mais.





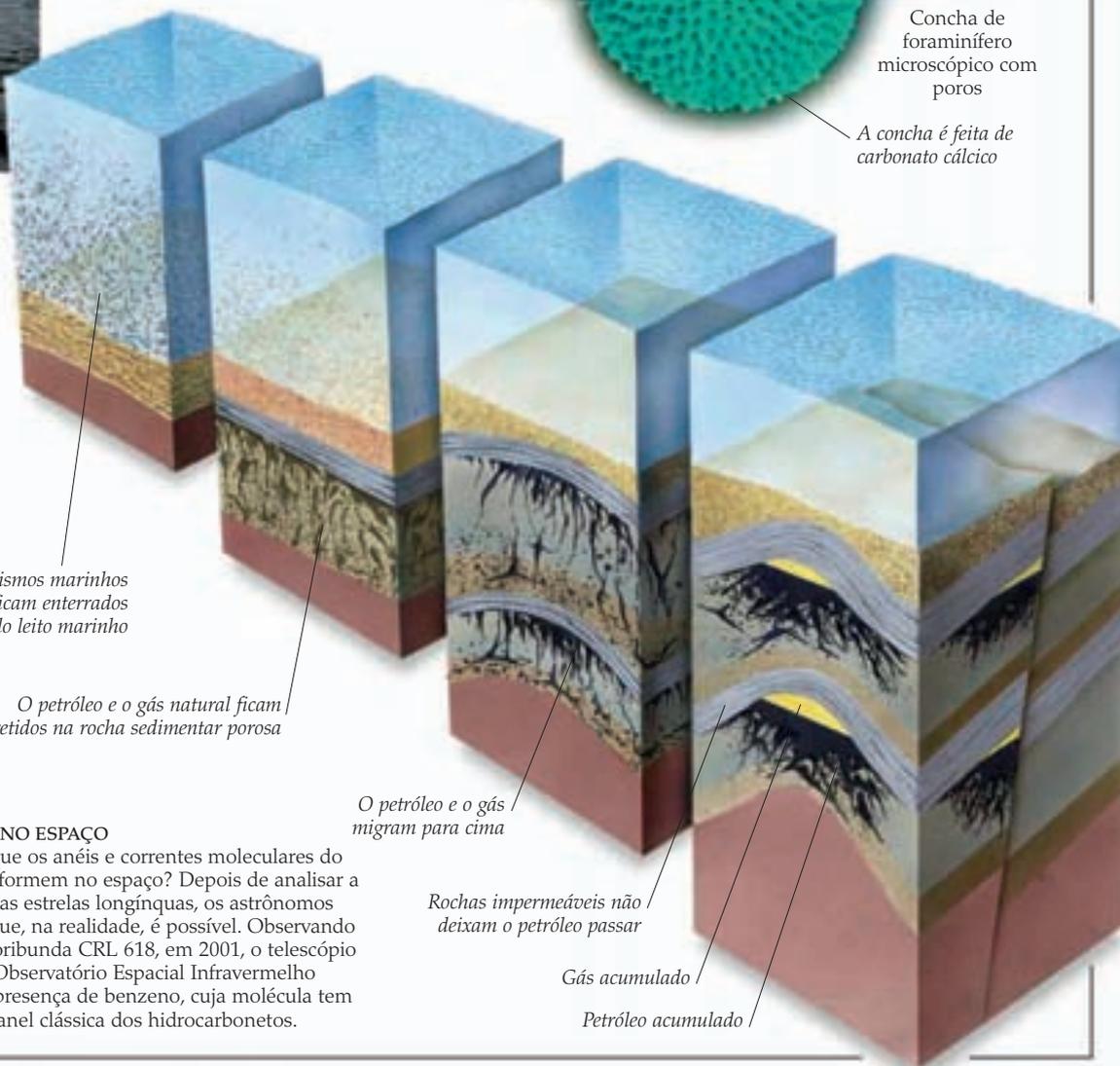
Falésias de pedra calcária com foraminíferos fossilizados, em Sussex (Inglaterra)

**REVESTIMENTO DE TECA**  
 Minúsculos seres unicelulares chamados de foraminífero são abundantes em todos os oceanos. Tal como as diatomáceas, são as principais fontes materiais para formar o petróleo. Os foraminíferos secretam uma concha ou revestimento ao seu redor chamado de teca. Rocha calcária contém uma grande quantidade de concha de foraminíferos. Cada camada de rocha de uma era apresenta um tipo específico de foraminífero, de modo que os exploradores procuram por foraminíferos quando perfuram para ter uma visão da história da rocha.



Concha de foraminífero microscópico com poros

A concha é feita de carbonato cálcico



Os organismos marinhos morrem e ficam enterrados abaixo do leito marinho

O petróleo e o gás natural ficam retidos na rocha sedimentar porosa

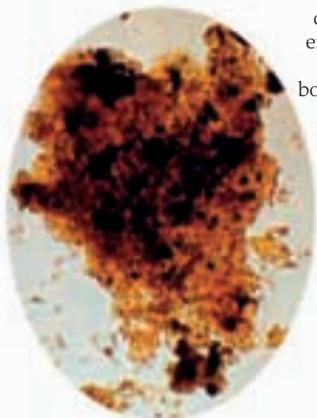
O petróleo e o gás migram para cima

Rochas impermeáveis não deixam o petróleo passar

Gás acumulado

Petróleo acumulado

Partícula de querogênio vista ao microscópio



**A ORIGEM DO PETRÓLEO**  
 Os organismos enterrados no leito marinho apodrecem devido à ação das bactérias, que os transformam em substâncias conhecidas como querogênio e betume. Quando estas estão enterradas em grandes profundidades (entre 1.000 e 6.000m) são "cozidas" pelo calor e a pressão, transformando-se em bolhas de petróleo e gás natural. As bolhas se espalham pelos poros das rochas, como a água através de uma esponja. Através de milhões de anos, parte do petróleo e do gás natural conseguem migrar, através da rocha, ficando retidos nas rochas reservatórios quando encontram acima rochas capeadoras impermeáveis.



**NO MEIO DO PROCESSO**

Apenas uma pequena parte dos organismos microscópicos enterrados transforma-se em petróleo. A maioria vai apenas até o primeiro estágio de transformação, o querogênio. Esse material sólido, de cor preta acastanhada, está presente nas rochas sedimentares (formadas depois da deposição dos restos de outras rochas e seres vivos). Para se tornar petróleo, o querogênio tem que ser aquecido sobre pressão acima de 60°C.

**PETRÓLEO NO ESPAÇO**

É possível que os anéis e correntes moleculares do petróleo se formem no espaço? Depois de analisar a cor da luz das estrelas longínquas, os astrônomos acreditam que, na realidade, é possível. Observando a estrela moribunda CRL 618, em 2001, o telescópio do satélite Observatório Espacial Infravermelho detectou a presença de benzeno, cuja molécula tem a forma de anel clássica dos hidrocarbonetos.



# O gás natural

HÁ MILHARES DE ANOS, OS HABITANTES DA GRÉCIA, Pérsia e Índia notaram que o gás que provinha do subsolo se queimava com facilidade. Em alguns lugares, essas chamas de gás natural se tornaram focos de mitos e crenças religiosas. O gás natural é uma mistura de gases, mas contém mais metano (o menor e mais leve dos hidrocarbonetos), que se forma no subsolo a partir dos restos de minúsculos organismos marinhos e, frequentemente, produzido dos mesmos reservatórios de petróleo bruto. Podem também ser produzidos a partir dos reservatórios de gás e condensado, ou de reservas “naturais”, que só produzem gás. Porém, somente há pouco tempo é que passou-se a aproveitar o gás natural. No início do século XX, o gás era queimado como resíduo. Atualmente, o gás natural é importante como combustível limpo e é responsável por uma quarta parte da energia mundial.

## FOGOS-FÁTUOS

Quando a matéria orgânica apodrece segrega um gás (chamado biogás), mistura de metano e fosfina. As bolhas de biogás que emergiam na superfície dos pântanos e brevemente pegavam fogo deram origem à lenda dos fogos-fátuos: luzes fantasmagóricas, que seriam usadas por espíritos ou demônios para atrair os viajantes para sua morte, como mostra a ilustração.

## EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO

Gás natural é extraído muitas vezes por plantas como a mostrada abaixo. Sendo tão leve, o gás sobe sem precisar ser bombeado, porém, antes de ser transportado por gasoduto para outros lugares, é processado para eliminar as impurezas e elementos nocivos. O “gás ácido”, que tem um alto teor de enxofre e dióxido de carbono, é altamente corrosivo e perigoso, de modo que necessita de processamento extra. Uma vez que o gás natural processado é inodoro, uma substância chamada tiol é adicionada para dar o cheiro particular que auxilia na detecção de vazamentos.



Operário inspecionando um tubo de gás natural

## GASODUTOS

A maioria do gás natural trazida para a superfície é transportada por gasodutos. Grandes gasodutos são compostos por seções de dutos de aço-carbonos, cada um rigorosamente testado por pressão na sua resistência. O gás é bombeado por meio de dutos sob enorme pressão. A pressão não só reduz em 600 vezes o volume a ser transportado, mas também “empurra” o gás para movimentá-lo pelo duto.

Um típico navio de transporte de gás natural liquefeito (GNL) armazena mais de 150 milhões de litros de gás, que em valor energético equivalem a 91.000 bilhões de litros de gás natural



Planta de processo e extração perto do campo de gás de Noviy Urengoy, no oeste siberiano (Rússia)

As plantas de processamento limpam o gás de impurezas e substâncias nocivas



### REVOLUÇÃO NAS RUAS

A instalação de postes de luz em Londres, no início do século XIX, marcou o início da revolução. Em pouco tempo, as ruas de todo o mundo, que até então eram quase totalmente escuras, se encheram de luz brilhante e instantânea. Apesar da iluminação a gás natural nas ruas ter sido implantada em 1816, dependia majoritariamente do gás derivado do carvão. A eletricidade veio substituir o gás no início do século XX.



*Lâmpadas a gás eram acesas individualmente todas as noites*

### NAVIO DE TRANSPORTE DE GÁS

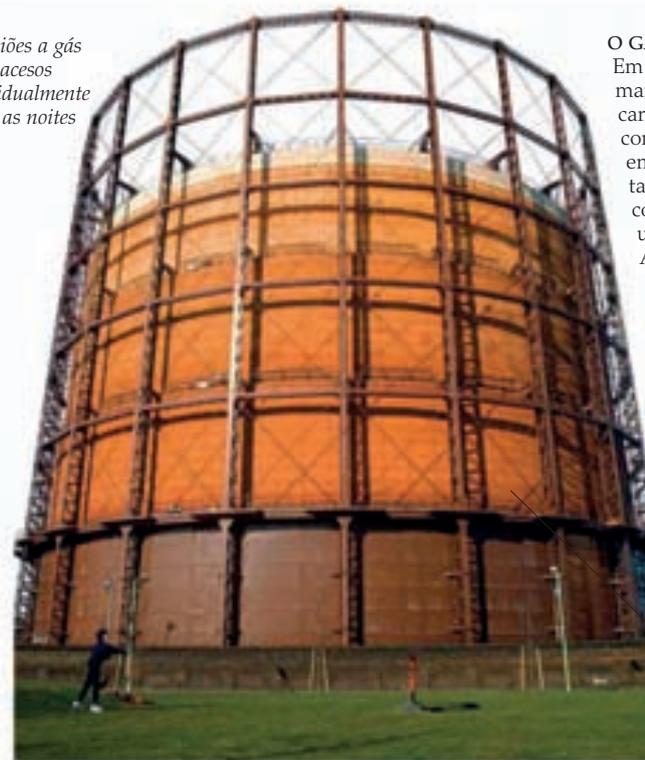
Nem todo o gás é transportado em gasodutos, principalmente quando é necessário ir para destinos longínquos. Embarcações enormes, equipadas com tanques cilíndricos, transportam gás natural através dos oceanos na forma líquida chamada de GNL. Para liquefazer o gás natural é necessário esfriá-lo a  $-160^{\circ}\text{C}$ . A essa temperatura, ele se torna líquido, ocupando um volume 600 vezes menor do que no estado gasoso.



*Os tanques reforçados preservam o gás pressurizado e na forma líquida*

*Um único tanque armazena quantidade de energia suficiente para satisfazer as necessidades de consumo elétrico dos EUA durante cinco minutos*

*O gás natural processado é bombeado por gasodutos para distribuição*



### O GÁS CIDADE

Em meados do século XVIII, a maioria das cidades usava gás de carvão (gás cidade como era conhecido). Ele era armazenado em gasômetros, grandes tanques de metal que se converteram em um elemento urbano comum nas cidades. Além de ser usado na iluminação, o "gás cidade" tinha outras aplicações, abastecendo as cozinhas e os sistemas de aquecimento. O gás cidade caiu em desuso a partir dos anos 1950, quando se descobriram grandes reservas de gás natural e, com a construção de gasodutos, tornaram-se amplamente disponíveis. O gás natural, além disso, era mais barato e seguro que o gás cidade.

*Os enormes gasômetros afundavam no solo à medida que o gás era consumido*

*O propano queima com uma chama azul*

### O GÁS DAS CAVERNAS

O gás natural é muito volumoso e inflamável, para ser armazenado em tanques. Depois de processado, ele é transportado por gasodutos e armazenado no subsolo, pronto para ser usado – em alguns casos, em velhas minas de sal, como as da fotografia (na Itália). Outros depósitos naturais são os aquíferos (rochas reservatório que contêm água) e reservatórios depletados (rocha porosa que um dia conteve gás natural).



### DERIVADOS DO GÁS

Gases como o etano, propano, butano e isobutano são extraídos do gás natural durante o processamento e são comercializados separadamente. O propano e o butano, por exemplo, são vendidos em latas, como gás para fogareiros de camping. Alguns poços de gás também contêm hélio, muito conhecido pela sua utilização nos balões, mas que também é usado como gás refrigerante em muitos equipamentos, desde reatores nucleares a scanners corporais.



*Hidratos de metano são encontrados em grandes quantidades no triângulo das Bermudas e podem ser a causa do naufrágio de várias embarcações na região. Mas é um mito que vários navios tenham afundado lá.*

#### HIDRATOS DE METANO

É uma espécie de treliça de gelo, que se forma ao redor das moléculas de metano. Surgem em baixas temperaturas e alta pressão, sendo encontradas em sedimentos do leito marinho e no subsolo permanentemente congelado do Ártico. Eles se parecem com gelo, mas formam-se no limiar do ponto de congelamento da água e entram em combustão quando há fagulha ou um fósforo é aceso. Alguns pesquisadores estimam que exista volume suficiente de hidratos de metano para suprir o mundo de energia por centenas, talvez milhares de anos. Se fosse possível, tecnologicamente, recuperar 1% desses recursos, a um custo viável, os EUA poderiam duplicar suas reservas de gás natural.

#### GASEIFICAÇÃO DO CARVÃO

Processo de purificação que transforma carvão em gases combustíveis, por meio da quebra de seus componentes químicos básicos. Os gases obtidos nesse processo – monóxido e dióxido de carbono, metano, hidrogênio e nitrogênio – podem ser usados como combustível ou como matérias-primas para a produção de energia. A gaseificação pode ser a melhor alternativa para produzir hidrogênio, que tem combustão limpa, para os veículos do futuro. E assegura outros ganhos energéticos: o calor obtido na queima do carvão pode ser utilizado para ferver água e gerar o vapor necessário para acionar o gerador de uma turbina. As primeiras plantas elétricas comerciais de gaseificação de carvão já estão em funcionamento. Especialistas acreditam que a gaseificação será a grande fonte energética para as plantas de carvão limpo do futuro.

# Gás natural não convencional

O GÁS NATURAL É UM DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS de combustão mais limpa (com menos emissões). Por isso, tornou-se uma das fontes preferenciais na geração de eletricidade. A demanda por gás natural aumentou de tal forma que os produtores encontram dificuldades para atendê-la plenamente. Acredita-se que, no futuro, um volume cada vez maior de gás natural será extraído de reservatórios não convencionais. A extração desse gás é mais complexa e mais cara do que a do gás convencional. Em contrapartida, os poços não convencionais são mais produtivos do que os poços convencionais e podem contribuir para a manutenção de abastecimento por um período mais longo. Essencialmente, trata-se do mesmo tipo de substância, extraída de forma diferente, e é usada para os mesmos fins: aquecer, cozinhar, gerar eletricidade, transportes e na produção de itens industriais e de uso doméstico. Novas tecnologias continuam a ser desenvolvidas para possibilitar cálculos mais precisos do volume de gás contido nessas reservas não convencionais e também para otimizar a produção. Com os avanços tecnológicos e os processos inovadores, o que hoje não é considerado convencional amanhã poderá sê-lo.

440 trilhões de metros cúbicos são as reservas mundiais de gás natural convencional



Fonte: US Geological Survey World Petroleum Assessment 2000

*Planta de gaseificação de carvão em Tampa, Flórida, produz gás de combustão mais limpa: a tecnologia utilizada possibilita a eliminação de 95% do enxofre presente no gás de carvão*





#### GÁS DE XISTO

É o gás natural acumulado em rochas com grande teor de xisto, uma rocha sedimentar de textura granular fina. O gás costuma ser encontrado em grandes áreas contíguas a essa rocha, nas quais existe uma fina camada de xisto preto entre dois depósitos densos. O gás fica armazenado nos poros ou fraturas naturais da rocha ou está absorvido em material orgânico. Essas rochas são pouco permeáveis, o que dificulta a liberação do gás. O primeiro poço comercial desse gás não convencional foi perfurado em Nova York, no fim da década de 1820. Em 2008 já havia mais de 28 mil poços produzindo cerca de 380 bilhões de pés cúbicos de gás por ano em cinco bacias americanas: Apalaches, Michigan, Illinois, Fort Worth e San Juan.



#### GÁS PROFUNDO

É o gás natural que se encontra em reservatórios localizados a 4.500 m ou mais de profundidade, no subsolo. Como todas as reservas praticamente estão no subsolo marinho, em águas ultraprofundas, é necessário perfurar poços de mais de 4.500 m, em lâminas de água superiores a centenas ou milhares de metros

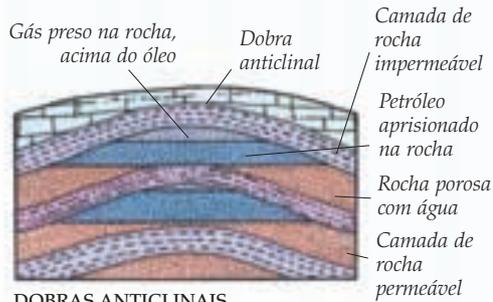
#### GÁS METANO DE CARVÃO

O gás metano (CBM) é encontrado nos estratos subterrâneos do carvão. Embora seja quase líquido, fica retido no interior dos poros do carvão pela pressão da água. Quando se bombeia a água, para aliviar a pressão o gás se desprende da rocha, podendo então ser bombeado para fora do poço separadamente da água. Embora a extração do CBM seja econômica, a água residual do processo constitui um grande problema ambiental. O metano também pode ser liberado nas atividades de extração das minas de carvão, expondo os mineiros a grandes perigos. Antigamente, esse gás era liberado na atmosfera, porém, hoje pode ser extraído e injetado nos dutos de gás natural. A reserva de 283.000 ha da tribo indígena americana do sul de Ute, na bacia de San Juan, é considerada uma das mais ricas jazidas de metano de carvão do mundo. A tribo dos utes tem o controle de 1% do fornecimento de gás natural nos EUA, sendo um modelo para outras tribos cuja subsistência está baseada na exploração de recursos minerais.



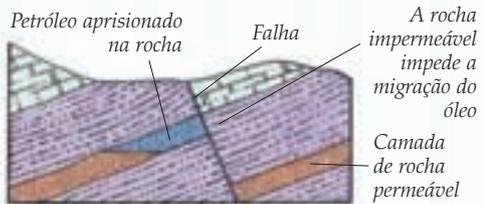
#### ÁREAS GEOPRESSURIZADAS

São as jazidas de gás natural que estão sob uma alta pressão, que é incomum para a profundidade em que se encontram. Essas áreas contêm camadas de areia ou lama, localizadas entre 4.500 e 7.600 m abaixo da superfície, tanto nas bacias terrestres como nas marítimas. Zonas geopressurizadas formam-se quando camadas de argila se depositam e se compactam rapidamente no topo de material mais poroso e absorvente, como a areia ou a lama. A rápida compressão da argila e a pressão elevada empurram a água ou o gás natural para locais mais porosos. Ainda não foram desenvolvidas técnicas comerciais para sua extração e só foram efetuadas perfurações experimentais até agora.



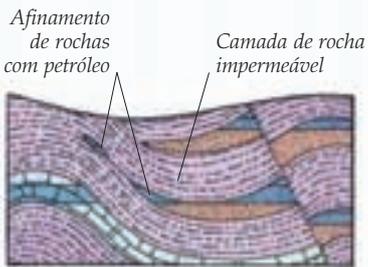
#### DOBRAS ANTICLINAIS

Muitas vezes, o petróleo fica preso sob as dobras anticlinalis, formadas pelo arqueamento das camadas de rocha (estratos) causado pelo movimento da crosta terrestre. Quando um desses estratos é impermeável, o petróleo se infiltra e se acumula sob elas, armazenando uma parte substancial das reservas petrolíferas do mundo.



#### FALHAS

Às vezes, os estratos se rompem e deslizam ou se sobrepõem, formando uma falha, onde ocorre a formação de reservatórios petrolíferos. Na maioria das vezes, as falhas põem em contato uma camada de rocha permeável, através do qual o petróleo migra da rocha impermeável.



#### ARMADILHAS ESTRATIGRÁFICAS

As dobras anticlinalis, as falhas e as cúpulas salinas são produzidas pela acomodação das camadas de rocha, e são chamadas de armadilhas surgindo com o depósito de sedimentos no fundo do mar. Estas são formadas pela variação dentro das próprias camadas, como, por exemplo, nos antigos leitos fluviais, quando uma camada de areia permeável fica fechada entre xistos e sílica, que são menos permeáveis.

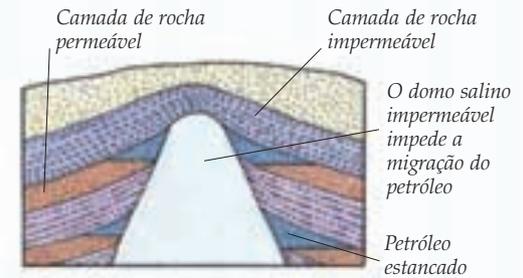
# Jazidas petrolíferas

**AO PERFURAR POÇOS, AS PETROLÍFERAS** estão em busca de reservatórios de petróleo, onde os hidrocarbonetos são retidos depois de se infiltrarem pelas rochas circundantes. Esse processo lento, denominado migração, começa logo depois da formação do petróleo na chamada rocha "mãe". Ricos em querogênio, matéria sólida de origem orgânica, os xistos são o tipo de rocha mãe mais comum. O petróleo começa a surgir quando o calor e a pressão das camadas terrestres mais profundas provocam uma transformação no querogênio. Com a deposição de novas camadas sobre a rocha mãe, em profundidades cada vez maiores, a pressão faz o petróleo e o gás migrarem através das rochas mais permeáveis, cujos poros permitem a passagem dos líquidos. Em geral, o petróleo está misturado com água e, como é mais leve, migra para a parte de cima. Algumas vezes, o petróleo encontra uma rocha impermeável, que ele não consegue atravessar, ficando aprisionado e se acumulando vagarosamente no local, formando os reservatórios.

Estratos (camadas de rocha sedimentar)

#### ARCOS NA ROCHA

É surpreendente que as camadas de rocha sólida possam "dobrar-se", porém o movimento das gigantescas placas tectônicas que formam a crosta terrestre (camada superficial) gera forças extraordinárias. As camadas de rocha sedimentar expostas na imagem ao lado, de uma rodovia, foram planas em algum momento. O espetacular arco, ou anticlinalis, se formou quando as placas de crosta terrestre comprimiram as camadas de rocha que havia entre elas. Em muitos lugares, este tipo de arcos sinaliza grandes campos petrolíferos.



#### DIÁPIROS SALINOS

Quando se forma uma grande massa de sal nas camadas profundas, o calor e a pressão provocam uma deformação no sal em forma de um domo (diápiro). O crescimento dos domos forçam as camadas de rochas ao redor. Dessa forma, eles podem atravessar camadas de rochas permeáveis, bloqueando a passagem de qualquer migração de petróleo, fazendo surgir uma armadilha ou o reservatório.





**VISTA AÉREA**  
As dobras anticlinais frequentemente formam altas cúpulas, e são visíveis, nas formas ovais ou circulares, nos mapas geológicos e nas fotografias de satélite. Nessa imagem feita por satélites vemos uma série de dobras anticlinais ovais nas montanhas de Zagros, no sudoeste do Irã. Cada uma delas se ergue como uma pequena cadeia montanhosa, que nos faz recordar uma metade gigante de melão. Essas dobras podem ser o principal objetivo quando se prospecta grandes depósitos de petróleo: as montanhas de Zagros são certamente um dos campos petrolíferos mais antigos e ricos do mundo.

Arcos anticlinais

Dobra anticlinal em forma de arco

Rocha escurecida pela matéria orgânica da qual provém o petróleo

**ROCHAS RESERVATÓRIO**  
O petróleo retido na rocha-fonte ou rocha mãe, somente se torna acessível quando migra para as rochas com mais poros (porosas) e com mais fissuras, onde acaba por se acumular. Rochas onde o óleo se acumula são chamadas rochas reservatório. A maioria das rochas reservatório, como o arenito e, em menor escala, o calcário e a dolomita, é formada por grãos mais grossos. Como os grãos não estão compactados, o óleo passa por eles, atravessando a rocha.



Arenito (Sandstone)



Dolomita



Calcário pisolítico

Grão do tamanho de uma ervilha



William Smith (1769–1839)

Detalhe do mapa geológico da Inglaterra e País de Gales, que Smith elaborou em 1815



Cada cor indica um tipo diferente de rocha

**ROCHAS IMPERMEÁVEIS**

O petróleo migra através das rochas permeáveis até seu trajeto ser bloqueado por rochas impermeáveis – rocha com poros tão pequenos ou fissuras tão estreitas ou que estão tão desconectados (separados entre si) que não favorecem a passagem de água ou petróleo. Essas rochas impermeáveis, que retêm o petróleo, são como uma armadilha (trapas). As trapas atuam como uma tampa no reservatório, impedindo a migração do óleo. A trapa mais comum é o folhelho.



Folhelho

Camada compacta de grãos ultrafinos

**AS CAMADAS DE SMITH**

O estudo das camadas de rocha, crucial para a exploração petrolífera, começou com William Smith, um engenheiro de canais inglês que elaborou os primeiros mapas geológicos. Quando inspecionava os percursos dos canais, Smith observou que cada uma das camadas da rocha tinha um tipo de fóssil diferente. E comprovou que, quando os fósseis de duas camadas separadas eram iguais, a idade delas também coincidia. Isso lhe permitiu identificar as distintas camadas de rocha e compreender como elas tinham dobrado e falhado.



# Petróleo sólido

A MAIOR PARTE DO PETRÓLEO CONSUMIDO no mundo é de óleo bruto, negro e líquido, proveniente de formações subterrâneas. No entanto, ele representa apenas uma pequena fração do volume total de hidrocarbonetos que se “esconde” no subsolo. Uma grande quantidade de óleo sólido encontra-se no subsolo, na forma de areias ou ardósias betuminosas, na qual cada grão está recoberto por um viscoso betume. Já as ardósias betuminosas são rochas ricas em querogênio, substância orgânica que pode se transformar em petróleo quando está sob altas pressões e calor. Para extrair petróleo a partir delas é necessário aquecê-las. Os especialistas acreditam que, quando as reservas de óleo bruto começarem a se esgotar, as areias ou ardósias betuminosas serão a principal fonte de petróleo.

## AREIA SUJA

As areias betuminosas, escuras e pegajosas, são semelhantes ao barro. Cada grão de areia está recoberto por uma película de água “envolta” em betume. No inverno, quando a água congela, as areias endurecem como concreto. No verão, quando o gelo derrete, a areia torna-se pegajosa de novo.



## AREIAS BETUMINOSAS DE ATHABASCA

Há muitos lugares no mundo onde existem areias betuminosas, porém as maiores jazidas estão em Alberta (Canadá) e na Venezuela, cada uma delas equivale a aproximadamente um terço das reservas de areias betuminosas do planeta. No entanto, Alberta é o único lugar onde essas areias são extraídas, pois o depósito de Athabasca é a única jazida próxima o suficiente da superfície para ser escavada economicamente.

## TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO

Se as areias betuminosas estão perto da superfície, é suficiente escavar uma mina a céu aberto. Caminhões de grandes dimensões transportam a areia até uma máquina, onde ela é peneirada e depois misturada à água quente para formar uma espécie de pasta. Essa pasta é transportada por um duto até uma planta industrial onde a areia é separada do petróleo, que então pode ser refinado. No entanto, quando essas areias estão em grandes profundidades, as empresas petrolíferas têm de injetar vapor para extrair o petróleo contido nelas. O vapor derrete o betume, separando-o da areia, para que ele possa ser bombeado para a superfície e enviado para a refinaria. Outra técnica consiste em injetar oxigênio para atear fogo nas areias betuminosas e derreter o óleo. Essas duas técnicas ainda são experimentais.



Com 200 toneladas, esses caminhões basculantes são os maiores do mundo

Cada caminhão basculante transporta 200 toneladas de areia betuminosa – o que equivale a 200 barris de óleo bruto



Fóssil de uma cabeça de Smilodon, com presas



Imagem de um Smilodon atacando um mamute preso no piche

### FIMVISCOSO

Poços de piche, ou mais precisamente poços de asfalto, são cavidades pelas quais o betume asfáltico aflora na superfície, formando poças negras e pegajosas. Em um dos mais famosos mananciais de piche, o poço de La Brea, na Califórnia (EUA), foram encontrados fósseis completos de mamutes e de Smilodon (tigre-de-dentes-de-sabre) e de suas presas. Aparentemente, os mamutes ficaram presos no pântano de piche e os felinos que os perseguiram, acabaram tendo o mesmo fim pegajoso.

*O Smilodon é conhecido como "tigre-de-dentes-de-sabre" devido aos dois grandes caninos, em forma de sabre, que deviam ser úteis para rasgar a carne de suas presas*



Lago Pitch (Trinidad)

### LAGO DE PICHE

O lago Pitch, na região de La Brea, em Trinidad Tobago, é na verdade um imenso lago de asfalto natural, com cerca de 75 m de profundidade. Acredita-se que ele esteja localizado na intersecção de duas falhas (ruptura das camadas rochosas), pela qual emerge o asfalto, formando o lago. O explorador inglês, Sir Walter Raleigh, avistou esse lago quando viajava pelo Caribe, em 1595, e usou o asfalto para impermeabilizar os barcos com os quais iria fazer a viagem de regresso.



Sir Walter Raleigh (1552–1618)

### O ASFALTO

As sociedades da antiga Babilônia usaram betume asfáltico há 2.500 anos para tornar a superfície das estradas mais lisas e mais resistentes à chuva. A forma atual de asfaltar data do início do século XIX, quando foi usado, pela primeira vez, cascalho misturado com alcatrão ou asfalto quente para pavimentar estradas.

Essa mistura foi inventada pelo escocês John Loudon McAdam (1756–1836), um engenheiro de estradas. A palavra "asfaltar" faz referência ao material usado, o betume asfáltico.



**XISTO BETUMINOSO**  
Embora suas reservas sejam muito abundantes, principalmente no

Colorado (EUA), é difícil extrair o petróleo

contido nessas rochas. É necessário derreter o querogênio e, depois, transformá-lo em óleo mediante a aplicação de calor intenso por um processo chamado "retorta". Isso pode ser feito na superfície, porém os custos são muito elevados. Os engenheiros acreditam que, no futuro, será possível extrair esse óleo utilizando aquecedores elétricos instalados no interior da própria rocha.

**REFINO SURGE NA ESCÓCIA**  
A indústria petrolífera moderna começou na Escócia, em 1848, quando James Young (1811–1883) encontrou uma forma de produzir querosene para lâmpadas a partir do óleo que aflorava naturalmente do chão.

Como eram raras na Bretanha, Young se voltou para as reservas de rochas de ardósia, encontradas nas terras baixas da Escócia, que eram as torbenitas. Em 1851, ele inaugurou a primeira refinaria do mundo em Bathgate, perto de Edimburgo, para destilar o petróleo das torbenitas extraídas nas proximidades.



*Xisto betuminoso tem cor escura devido ao querogênio retido nos seus poros*



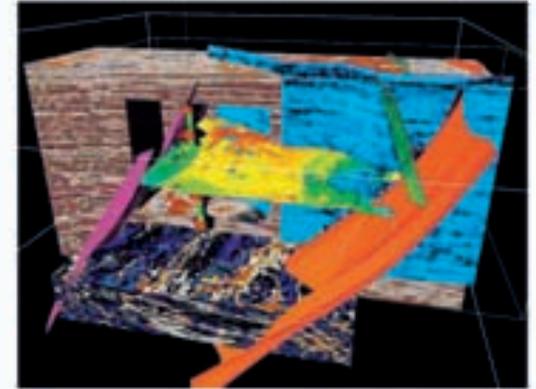
Marga, um tipo de xisto betuminoso

# À procura do petróleo

No passado, exceto quando aflorava naturalmente à superfície, encontrar petróleo era, uma questão de intuição e sorte. Hoje, os exploradores usam o conhecimento geológico sobre a formação das rochas, para identificar áreas de prováveis jazidas. Eles sabem que o petróleo será encontrado em uma das 600 bacias sedimentares espalhadas pelo mundo, nas quais a exploração tende a se concentrar. Até hoje, cerca de 160 dessas bacias produziram petróleo. A caça ao óleo se inicia pelo exame de afloramentos de rochas, para obtenção de informações, ou pela varredura de satélite ou imagens de radar. Uma vez encontrada uma área com as condições necessárias, os exploradores realizam pesquisas geofísicas com equipamentos sofisticados para detectar indícios sutis como, por exemplo, variações no campo magnético e gravitacionais terrestres criadas pelos depósitos de petróleo.

## CAÇA SUBMARINA

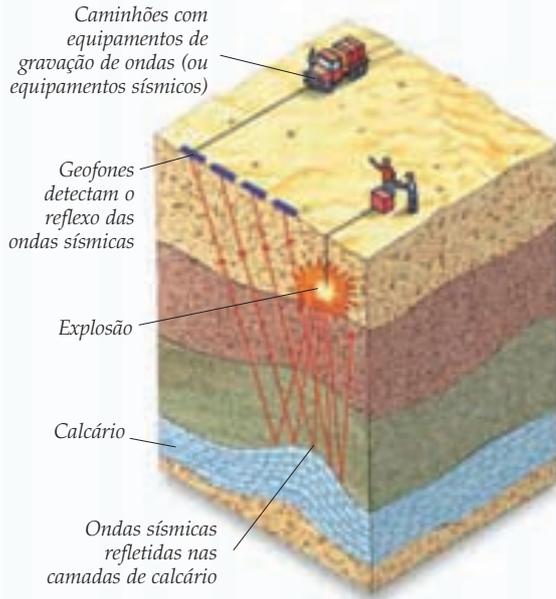
A sísmica também pode ser usada para buscar petróleo no subsolo oceânico, com barcos especiais munidos de cabos com detectores de som (hidrofones). Antigamente, as vibrações eram produzidas por explosões de dinamite, que causavam a morte de animais marinhos. Hoje, as vibrações são produzidas por equipamentos que geram bolhas de ar comprimido, que emitem ondas enquanto sobem à superfície.



Modelo computadorizado de formações de rochas

## MODELAGEM COMPUTACIONAL

A sísmica mais sofisticada utiliza diversas sondas para pesquisar as estruturas mais profundas em uma determinada área. Os resultados são então processados em um computador e utilizados para formar um modelo 3D detalhado, conhecido como volume sísmico, da formação das rochas no subsolo. Esses modelos 3D são caros para gerar, mas a perfuração de um poço em local errado pode causar o desperdício de milhões de dólares.



## “SACUDINDO” O PETRÓLEO

As pesquisas sísmicas enviam poderosas vibrações ou ondas sísmicas, geradas por explosões ou vibradores, que se propagam pelo subsolo. Os pesquisadores registram como essas ondas refletem nas rochas no subsolo, ao voltar para a superfície (as ondas). Como os distintos tipos de rochas refletem diferentes ondas sísmicas, os pesquisadores podem então ter um quadro mais detalhado da estrutura da rocha em função do padrão do reflexo dessas ondas.



Martelo hidráulico envia vibrações através do solo

Pneus macios para que o caminhão rode sem problemas sobre o terreno irregular

Pesos mantêm o caminhão equilibrado

## CAMINHÕES VIBRADORES

Na sísmica terrestre, as vibrações são produzidas por pequenas cargas explosivas no subsolo ou por caminhões especiais. Esses caminhões, que são conhecidos como vibradores, têm uma espécie de martelo hidráulico que sacode a terra com uma força tremenda, com vibrações de 5 a 80 vezes por segundo. As vibrações, que são claramente audíveis, penetram profundamente na terra. Quando retornam à superfície, são captadas por detectores denominados geofones.



Parafusos para ajustar tensão da mola

Dentro do gravímetro está o peso que é suspenso sobre as molas

O visor mostra as mais leves variações do pêndulo causadas pelas diferenças gravitacionais

#### USANDO A GRAVIDADE

As rochas de diferentes densidades têm força gravitacional ligeiramente distinta. Aparelhos de alta sensibilidade, os gravímetros podem medir variações mínimas usando um pêndulo. Eles podem detectar variações de até uma parte em 10 milhões. Essas variações revelam características das camadas do subsolo, indicando, por exemplo, a existência de um diápiro de sal (domo salino) ou de uma massa de rocha densa, ajudando os geólogos a ter um quadro detalhado da estrutura da rocha no subsolo.



#### PROCURA MAGNÉTICA

As pesquisas magnéticas são normalmente realizadas por meio de um avião, que é equipado com um dispositivo chamado magnetômetro. Este equipamento detecta variações no magnetismo da terra no subsolo. As rochas sedimentares onde o óleo provavelmente será encontrado são geralmente muito menos magnéticas do que as rochas de formação vulcânica, que são ricas em metais magnéticos como ferro e níquel.

A sonda de perfuração inicia um novo poço



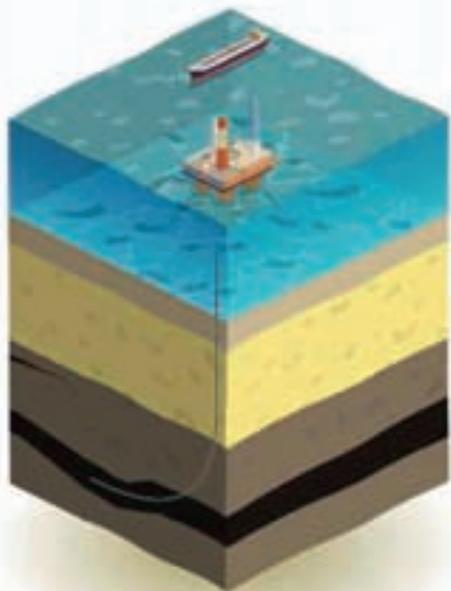
#### AMOSTRA DE ROCHAS

A perfuração é o único modo seguro para saber se existe ou não um reservatório de óleo ou de gás, e qual é exatamente o tipo de óleo presente. Uma vez perfurado o poço exploratório, os responsáveis pela prospecção de óleo usam equipamentos de perfilagem, com os quais é possível aferir a natureza física e química das rochas. Amostras de rocha são trazidas à superfície para uma análise detalhada em laboratórios.

#### TESTES DE PERFURAÇÃO

No passado, os poços experimentais ou exploratórios (pioneiros) eram perfurados em locais onde os caçadores de óleo acreditavam, com pouco mais do que um pressentimento, que o óleo poderia ser encontrado. Hoje, os poços exploratórios são feitos em locais onde as pesquisas sugerem que há uma probabilidade razoável de haver uma acumulação de óleo. Mesmo assim, as possibilidades de encontrar quantidades do óleo ou gás que podem ser extraídos comercialmente representam ainda menos de um quinto. Ou seja: um em cada cinco poços exploratórios perfurados resulta em descoberta.





#### PERFURAÇÃO HORIZONTAL

Além de poços verticais, os operadores podem perfurar diversos poços horizontalmente por quilômetros em qualquer direção, a partir de um determinado ponto. Perfurando vários poços a partir de um ponto, é possível desenvolver um campo em uma área superficial reduzida e com menor impacto ambiental. No Alasca, o mesmo número de poços que requeria 26,3 ha, em 1977, hoje pode ser perfurado em menos de 3,6 ha. No mar, vários poços podem ser perfurados a partir de uma única plataforma. Além do mais, a perfuração horizontal permite extrair petróleo de reservatórios muito delgados. Com essa técnica, o poço atravessa uma extensão maior do reservatório, aumentando os volumes recuperáveis de óleo e reduzindo ainda mais a necessidade de poços adicionais.

#### PERFURAÇÃO PRECISA

Múltiplos poços podem ser furados agora de uma plataforma única com uma exatidão assombrosa. Um engenheiro sentado em uma sala de controle em Houston – do tamanho de um quarto médio – pode comandar eletronicamente uma sonda de perfuração na costa da África. Os avanços tecnológicos aumentaram muito o grau de êxito na perfuração de poços e asseguraram menos poços a serem perfurados para produzir o mesmo ou maior volume de óleo. As economias nos custos são enormes, uma vez que um simples poço errado pode custar 100 milhões de dólares ou mais no mar.

## Tecnologia avançada

As COMPANHIAS DE ENERGIA estão entre os maiores usuários de tecnologia computacional de todas as indústrias, exceto do setor militar. Os especialistas da área de exploração usam dados para interpretar estruturas geológicas quilômetros abaixo da superfície da terra. Os engenheiros podem perfurar mais de oito quilômetros da rocha para chegar a reservatórios em profundidades extremas de altas temperaturas e pressões. Os engenheiros de produção trazem o óleo e o gás até a superfície por meio de extensos dutos de produção, em condições extremas, e transporta os hidrocarbonetos por quilômetros de dutos até as refinarias. Uma vez lá, o óleo bruto, cada vez mais “pesado” e sulfuroso, é refinado e transformado em produtos úteis. As tecnologias avançadas como satélites, sistemas de posicionamento globais, dispositivos de detecção remotos e a sísmica 3D e 4D possibilitam descobrir reservas de óleo perfurando menos poços, resultando em um rastro ambiental menor, e de forma mais econômica. A resposta à pergunta onde o óleo é encontrado: em computadores!

#### TIRANDO MAIS ÓLEO

Ironicamente, a maior parte do petróleo a ser descoberto já foi encontrada. Em geral, as companhias de petróleo só conseguem produzir um de cada três barris que encontram. Dois são deixados para trás porque ou são demasiado difíceis para bombear fora ou porque custaria muito fazê-lo. Esses recursos remanescentes representam uma oportunidade tremenda. Hoje a sísmica 4D agregou a dimensão do tempo, captando instantâneos do reservatório em um período de tempo, possibilitando que as variações de um reservatório durante a produção possam ser monitoradas. Novas tecnologias, como a sísmica 4D, ajudarão a extrair mais, incrementando não somente a produção, mas o volume das reservas de óleo.





*O sistema digital de um campo marítimo de petróleo abrange um conjunto de equipamentos submarinos, instalados no leito do mar, que inclui um sistema automatizado de controle e monitoramento de dados, que transmite informação, via satélite, do poço até a central remota de controle e operações, onde uma equipe de especialistas toma decisões em tempo real para melhorar a performance do poço.*

#### EM TEMPO REAL

Um avanço revolucionário é o monitoramento, em tempo real, do que acontece em um poço durante a perfuração e a produção. Os sistemas inteligentes de perfuração atuais dispõem de sensores e mecanismos de medição na coluna de perfuração, perto da broca, que permitem medir, em tempo real, as condições da rocha que está sendo perfurada. Os dados obtidos são transmitidos à plataforma e, daí, para qualquer parte do mundo, permitindo que ele altere o programa de perfuração a qualquer momento. Esses sensores devem ser muito resistentes para suportar as vibrações e condições extremas da perfuração. Da mesma forma, os poços inteligentes são monitorados, modelados, controlados e reconfigurados de uma locação remota.

#### NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia cria e manipula matéria em nível molecular e permite formar materiais com propriedades melhoradas – tornando-as, por exemplo, ultraleves e com uma força incomum – e capacidades potencializadas, como uma melhor condutividade térmica ou elétrica. A nanotecnologia tem múltiplas aplicações na indústria de energia. Um fluido avançado, com nanopartículas e pó superfino, está em desenvolvimento, e pode resultar na melhora significativa da velocidade da perfuração. O carbeto de silício, um pó cerâmico, poderia ser produzido por meio de nanotecnologia, para a confecção de materiais excepcionalmente duros para a fabricação de equipamentos de perfuração mais robustos, resistentes a desgastes e duradouros. No futuro, a indústria do petróleo poderá vir a usar nanossensores para monitorar o comportamento do reservatório em produção. Hoje já são usados nanocatalisadores no refino de óleo bruto e estão sendo desenvolvidas nanopartículas com propriedades catalíticas para refinar de forma eficaz areias betuminosas, para se obter petróleo altamente refinado.

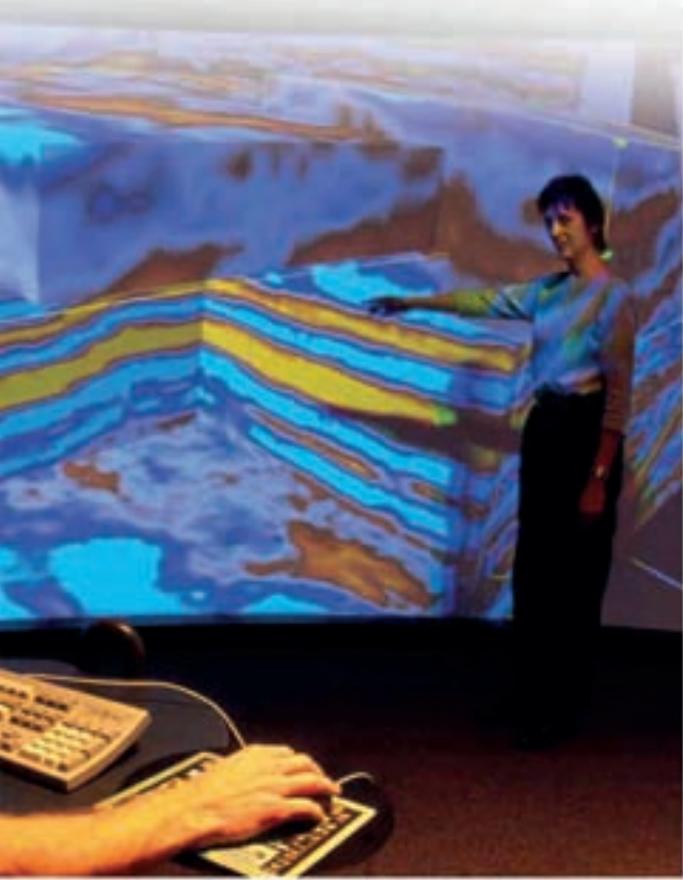
#### VISÃO EM 3D

As equipes de geólogos e geofísicos, junto com engenheiros de reservatórios, produção e perfuração, e os parceiros de negócios podem fazer uma imersão conjunta em um modelo virtual 3D. Um clique do mouse é suficiente para se explorar grandes formações geológicas, selecionar um bloco de rocha e aumentá-lo para ver o que contém. Essa viagem só é possível graças a grandes telas, inclusive curvas, conectadas a computadores de última geração com softwares gráficos. A conexão sem fio e os dados via satélite ampliam as fronteiras da colaboração global, possibilitando que as equipes compartilhem dados e interpretem a complexa informação técnica, a partir de um computador no escritório conectado a outro, na plataforma.



#### PERFURAÇÕES EM MARTE

Muitos dos avanços tecnológicos da indústria do gás e petróleo foram aplicados em outros campos de alta tecnologia, incluindo o programa espacial. A NASA usa a tecnologia de perfuração de poços petrolíferos em seu programa de exploração de Marte. A NASA tem cinco projetos em andamento que utilizam sondas de perfuração, criadas para expedições espaciais planetárias, sem tripulação. Esses equipamentos são controlados por meio de inteligência artificial e idealizados para perfurar camadas de gelo, e o permafrost, que seria semelhante à suposta superfície das regiões polares de Marte.

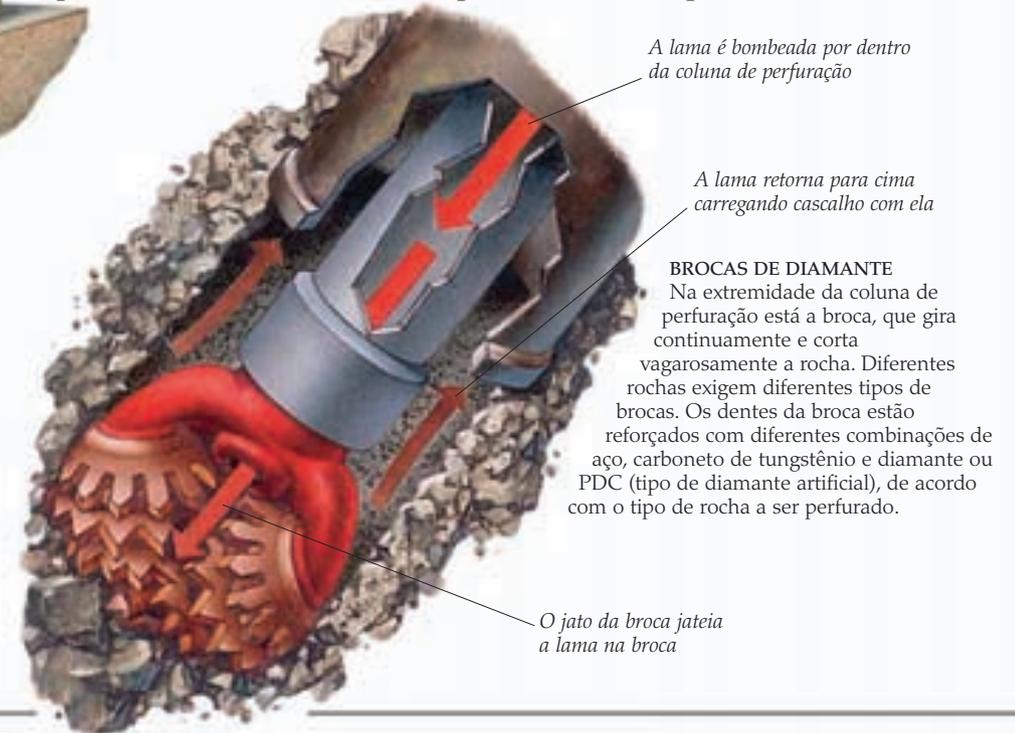
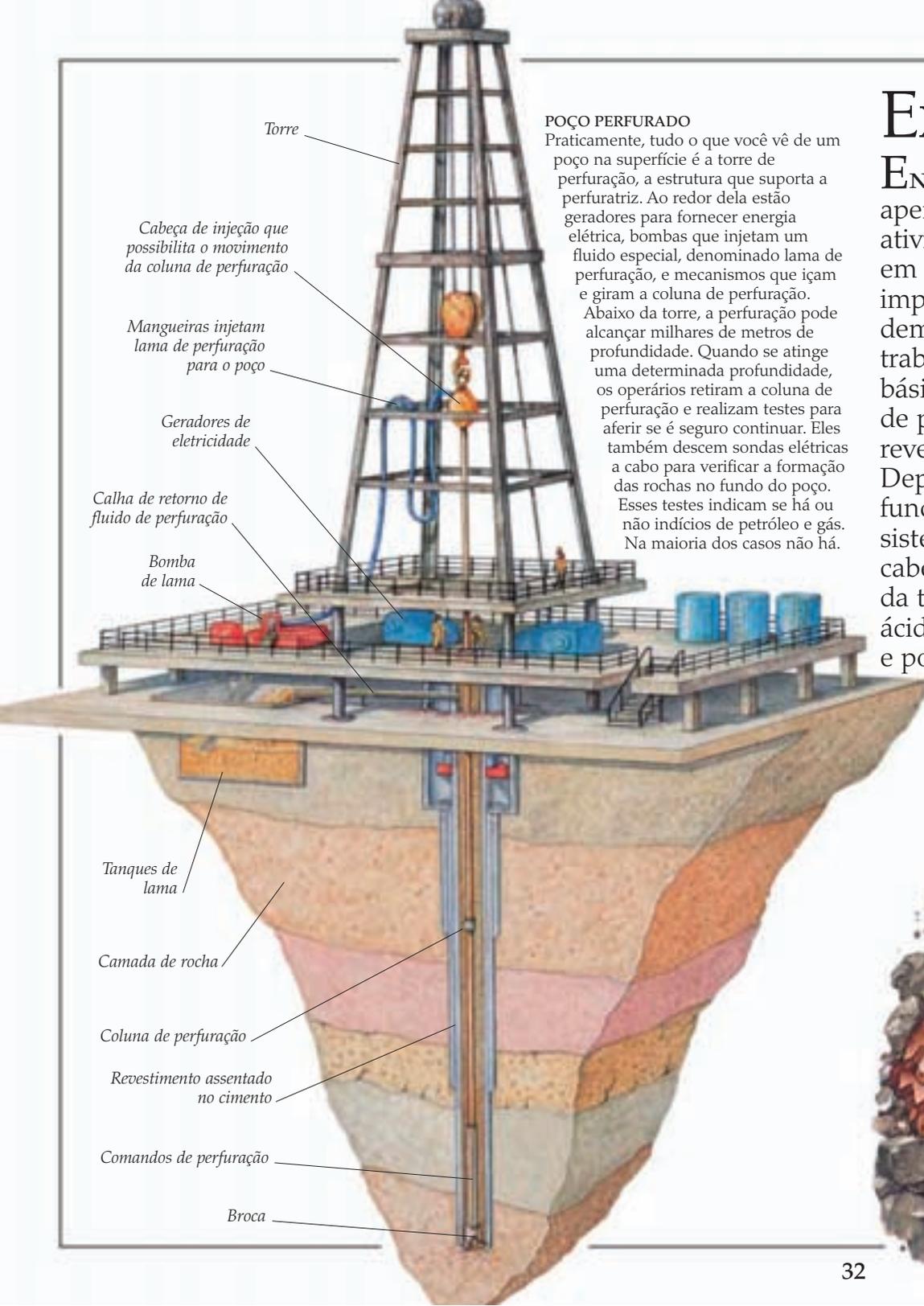


# Extraindo o petróleo

**ENCONTRAR O LOCAL ADEQUADO** para perfurar um poço é apenas o primeiro passo da exploração. Antes de começar as atividades, as empresas petrolíferas devem se informar se as leis em vigor na região permitem perfurar poços, além de avaliar o impacto ambiental de suas operações. Um processo que pode demorar anos. Uma vez obtida essa autorização, inicia-se o trabalho. Há vários procedimentos, mas, na realidade, a ideia básica é perfurar um poço até chegar bem no topo de uma jazida de petróleo. Antes de prosseguir, os poços são revestidos com revestimento de aço e cimentados para fortalecer sua estrutura. Depois, são feitos pequenos furos no revestimento perto do fundo, que permitirão a entrada de petróleo. É então instalado um sistema de válvulas de segurança denominado “árvore de natal” na cabeça do poço – ou seja, a parte do poço que chega à superfície da terra ou do leito do mar. O último passo consiste em injetar ácido ou areia pressurizada para romper a última camada de rocha e possibilitar o fluxo de óleo para dentro do poço.

## POÇO PERFURADO

Praticamente, tudo o que você vê de um poço na superfície é a torre de perfuração, a estrutura que suporta a perfuratriz. Ao redor dela estão geradores para fornecer energia elétrica, bombas que injetam um fluido especial, denominado lama de perfuração, e mecanismos que içam e giram a coluna de perfuração. Abaixo da torre, a perfuração pode alcançar milhares de metros de profundidade. Quando se atinge uma determinada profundidade, os operários retiram a coluna de perfuração e realizam testes para aferir se é seguro continuar. Eles também descem sondas elétricas a cabo para verificar a formação das rochas no fundo do poço. Esses testes indicam se há ou não indícios de petróleo e gás. Na maioria dos casos não há.





#### RED ADAIR

Paul Neal Adair (1915–2004) foi mundialmente conhecido por sua bravura no combate a incêndios em poços petrolíferos. O feito mais famoso desse texano foi o combate a um incêndio no deserto do Saara, em 1962, proeza que serviu de argumento para o filme *Heróis do inferno* (1968), protagonizado por John Wayne. Quando na Guerra do Golfo (1991) se incendiaram centenas de poços de petróleo no Kuwait, foi o veterano, então com 77 anos, quem recebeu a missão de apagá-los.

*O fogo é alimentado pelo óleo e gás pressurizados*

#### TORMENTAS DE FOGO

A potência das erupções é tão grande que, às vezes, destrói a torre de perfuração. Técnicas avançadas de perfuração têm tornado mais raras essas erupções. Se essa erupção (jorro de petróleo) se inflama, queima rapidamente, sendo difícil extinguir o fogo. Felizmente há poucas erupções desse tipo no mundo a cada ano.

#### TUBOS E LAMAS

Perfurar milhares de metros de rocha sólida é um negócio complicado. Diferente das furadeiras comuns, as sondas de perfuração não têm apenas uma broca, mas uma longa coluna formada por centenas de peças, adicionadas uma a uma conforme a broca se aprofunda. A lama de perfuração é bombeada continuamente em torno da broca para minimizar a fricção. A lama também esfria e limpa a broca, e carrega os cascalhos (fragmentos de rocha) para a superfície.



*Um escudo protege os bombeiros que estão combatendo o fogo*

# Exploração em altomar

ÀS VEZES, GRANDES reservas petrolíferas são encontradas no subsolo dos oceanos. Para extrair o óleo, são instaladas enormes plataformas em alto-mar, para servir de base dos equipamentos que perfuraram as rochas no subsolo oceânico. Depois de extrair e processar o petróleo e o gás, ele é transportado para a terra firme por dutos submarinos ou são estocados em tanques flutuantes, antes de serem carregados por grandes navios-tanques. As plataformas petrolíferas são estruturas gigantescas. Muitas têm colunas com centenas de metros de altura que podem se estender até o fundo do oceano. A plataforma petrolífera Petronius, no golfo do México, é uma das maiores estruturas do mundo, com uma altura total de 610 m a partir do leito marinho. As plataformas tem que ser imensamente resistentes, para suportar ventos violentos e ondas gigantes.



## MANUTENÇÃO RIGOROSA

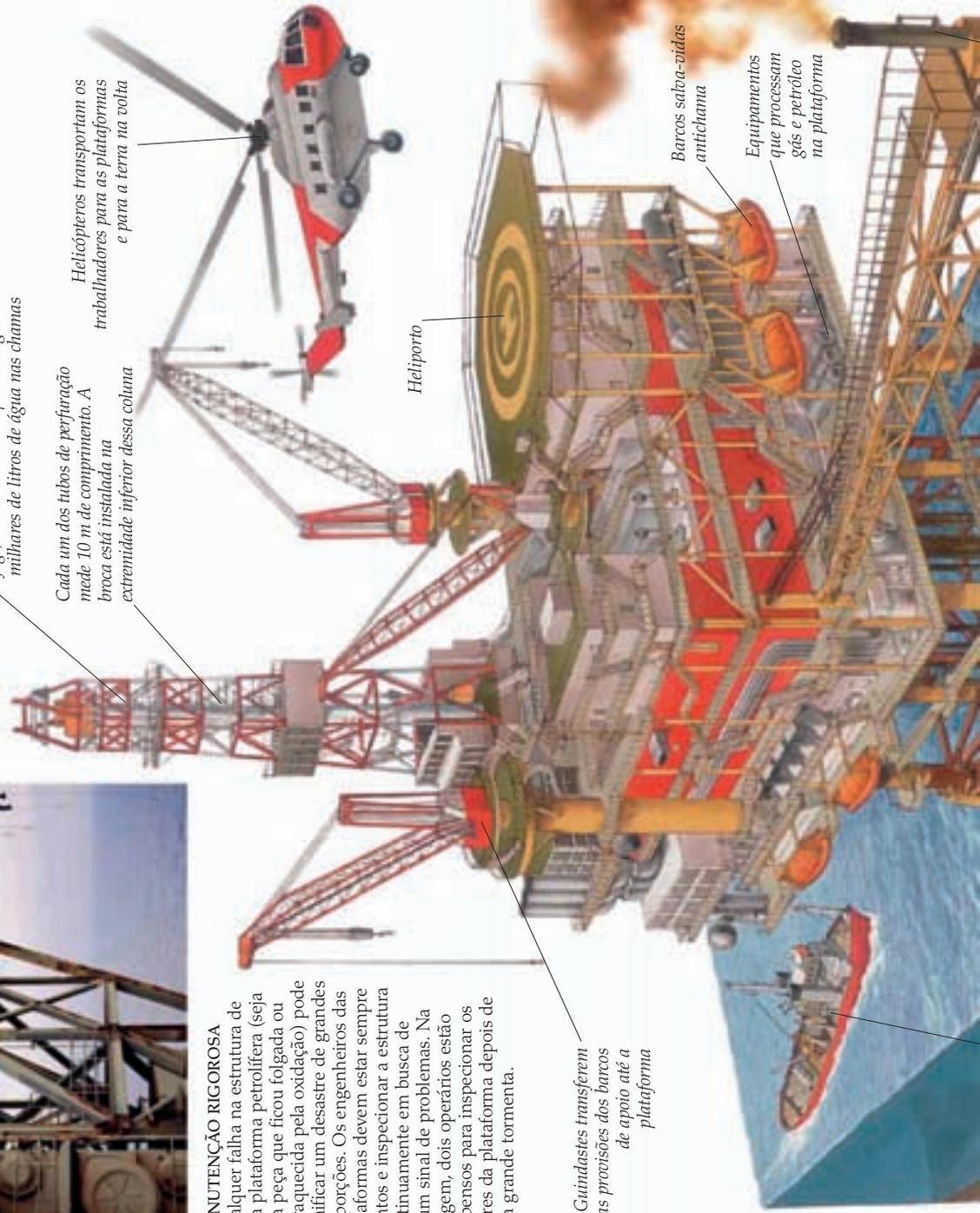
Qualquer falha na estrutura de uma plataforma petrolífera (seja uma peça que ficou folgada ou enfraquecida pela oxidação) pode significar um desastre de grandes proporções. Os engenheiros das plataformas devem estar sempre atentos e inspecionar a estrutura continuamente em busca de algum sinal de problemas. Na imagem, dois operários estão suspensos para inspecionar os pilares da plataforma depois de uma grande tormenta.

*Guindastes transferem as provisões dos barcos de apoio até a plataforma*

*A torre de aço permite que seções da coluna de perfuração subam e desçam verticalmente do poço e possam ser estaleiradas. No caso de fogo, barcos bombeiros podem esguichar milhares de litros de água nas chamas*

*Cada um dos tubos de perfuração mede 10 m de comprimento. A broca está instalada na extremidade inferior dessa coluna*

*Helicópteros transportam os trabalhadores para as plataformas e para a terra na volta*



*Heliponto*

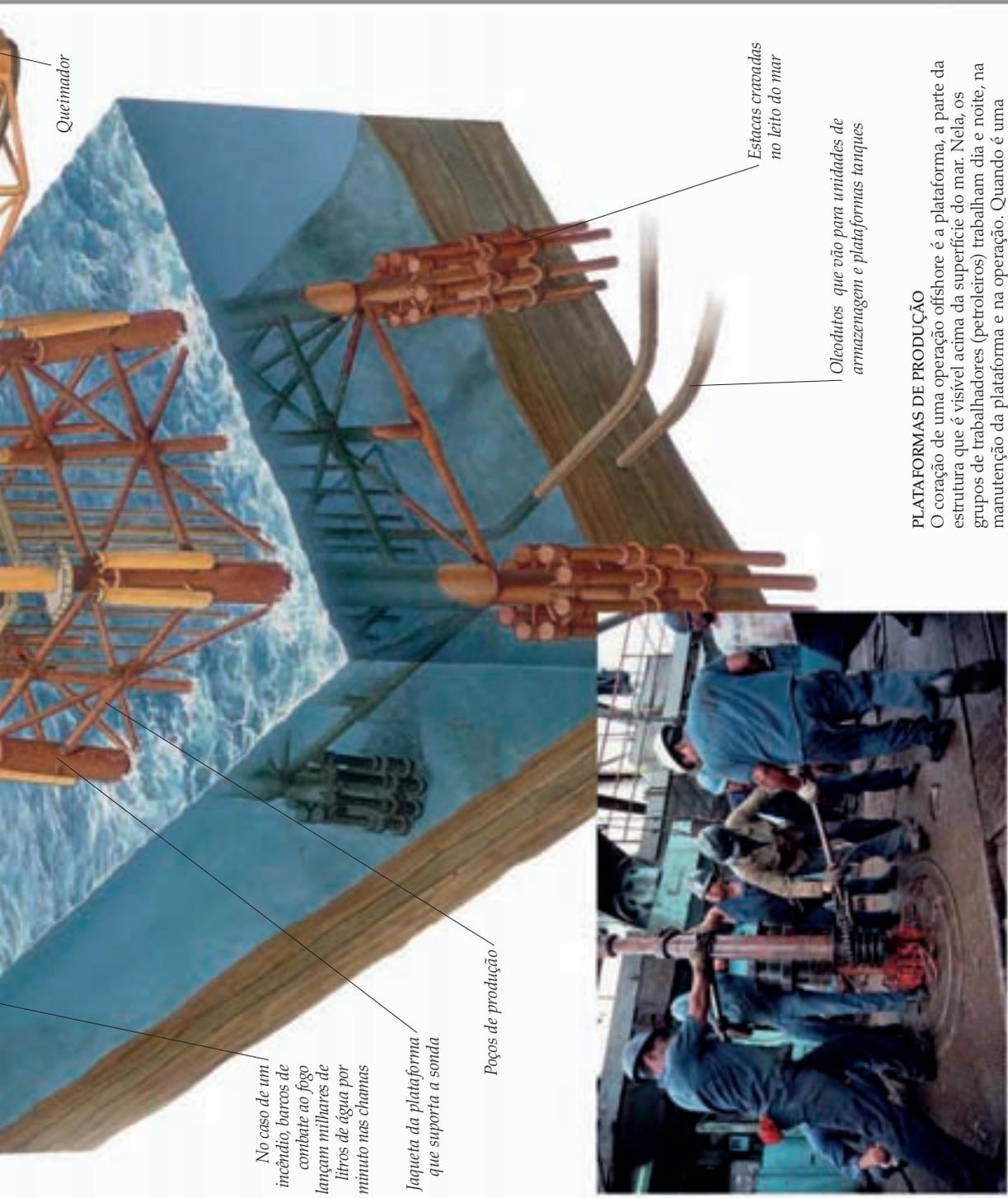
*Barcos salva-vidas antichama*

*Equipamentos que processam gás e petróleo na plataforma*



## REBOCANDO UM ICEBERG

Significativas reservas foram encontradas na região chamada de "ponta dos icebergs", na costa de Terra Nova (Canadá), onde, no inverno, as tormentas, com ventos de até 160 km/h, podem produzir ondas de 30 m, e a constante neblina pode reduzir totalmente a visibilidade. As plataformas petrolíferas não podem ser movidas ou custa muito transladá-las. Razão pela qual o impacto dos icebergs nas operações é tremendo. Quando se prevê que um iceberg pode ameaçar as operações de uma plataforma, um gigantesco rebocador é enviado para prendê-lo e desviar seu rumo para a direção desejada. Essa pequena variação assegura que o iceberg cruze, sem maiores riscos, a área da plataforma.



No caso de um incêndio, barcos de combate ao fogo lançam milhares de litros de água por minuto nas chaminas

Jaqueta da plataforma que suporta a sonda

Poços de produção



Estacas cravadas no leito do mar

Oleodutos que vão para unidades de armazenagem e plataformas tanques

#### PLATAFORMAS DE PRODUÇÃO

O coração de uma operação offshore é a plataforma, a parte da estrutura que é visível acima da superfície do mar. Nela, os grupos de trabalhadores (petroleiros) trabalham dia e noite, na manutenção da plataforma e na operação. Quando é uma plataforma de perfuração exploratória, pode ser parcialmente movida. Pode ser uma estrutura flutuante, ancorada no fundo do mar por meio de cabos, ou uma autoelevável (*jack-up*) que se apoia no fundo do mar com suas pernas extensíveis. Quando a plataforma é de produção, requer uma estrutura mais permanente. Elas são construídas por partes em terra firme, sendo transportadas flutuando, em seções, para o campo marítimo, onde são fixadas no leito marinho por colunas de aço ou concreto, antes de serem concluídas.

**TRABALHO PESADO**  
Nas plataformas petrolíferas há dois grandes grupos de trabalhadores: os que se encarregam de manter a plataforma em funcionamento, de forma segura, e os que se ocupam diretamente das operações de perfuração – realizando tarefas como adicionar os tubos de perfuração na coluna de perfuração, como mostra a fotografia, e reparar os equipamentos de perfuração.

Cones da broca penetram na rocha durante sua rotação



#### A BROCA

Para extrair o máximo possível de petróleo, muitos poços são perfurados abaixo da plataforma, com até 30 colunas derivando em diferentes direções. Algumas dessas colunas se estendem por vários quilômetros. Na extremidade de cada coluna está a broca que é chamada de tricônica porque tem três cones dentados. Quando eles giram, exercem uma pressão esmagadora na rocha.

#### REPAROS SUBMARINOS

Todas as plataformas dispõem de uma equipe de mergulhadores à disposição. Eles são fundamentais não só durante a fase de construção, mas também para monitorar a estrutura que fica abaixo da água, dutos e cabos, realizando os reparos quando necessários. Em profundidades extremas, os mergulhadores usam roupas especiais para evitar que seus corpos sejam esmagados pela imensa pressão da água.



# Tecnologia de águas profundas

O PRIMEIRO POÇO MARÍTIMO FOI perfurado em 1947, a uma profundidade de 4,5 m de água. Há 30 anos, as operações offshore implicavam profundidades máximas de 152 m. Hoje, águas profundas quer dizer poços de cerca de 1.500 m de lâmina de água, com perfuração de poços exploratórios ultraprofundos sendo feita em lâminas de água de mais de 3.000 m. Uma nova e grande plataforma flutuante de produção pode custar bilhões de dólares e leva três anos para ser construída. A maioria das operações de exploração hoje é no limiar de áreas entre águas profundas e ultraprofundas. Os desafios que são superados – e os que ainda restam – na exploração de reservas em águas profundas e ultraprofundas podem ser mais assustadores do que os desafios da exploração espacial.

## ENGENHARIA SUBMARINA

As plataformas de produção de petróleo e gás em águas profundas – na realidade, todas as plataformas marítimas – abrigam os equipamentos necessários para separar o óleo, o gás, a água e resíduos sólidos que são produzidos pelos poços. As plataformas são também o local onde óleo e gás são “limpos” de resíduos antes de serem transportados para uma refinaria ou planta de processamento de gás. Imagine-as como estruturas colossais que abrigam pequenas refinarias. Elas são caras de construir, transportar e instalar. A maior parte dos equipamentos para produzir óleo e gás é apoiada no solo oceânico. As instalações submarinas devem resistir à exposição à água salgada e pressões extremas ao longo de sua vida útil, de 20 anos ou mais – a operação segura e confiável é essencial e a manutenção é cara e difícil. Já existe tecnologia disponível para processar e separar os fluxos de óleo, gás e água no leito do oceano, dispensando a necessidade de módulos de processamento nas plataformas. Toda essa tecnologia submarina pode ser monitorada e controlada em tempo real a partir de instalações em terra. Levar os fluidos extraídos do solo marinho até a costa requer uma ampla e vasta rede de dutos e sistemas submarinos de bombeio, para bombear o óleo e o gás por muitos quilômetros.

## TODOS A BORDO

O coração da exploração offshore são os milhares de homens e mulheres que trabalham e vivem no mar. Eles costumam trabalhar jornadas de uma ou duas semanas, seguidos de uma ou duas semanas de folga. Helicópteros modernos são o principal meio de transporte dos petroleiros em alto-mar. Quando estão na plataforma, eles geralmente trabalham em turnos de 12 horas, seja na operação das sondas de perfuração, na monitoração, teste e controle dos poços de produção. Muitas plataformas marítimas dispõem de todas as comodidades de um hotel de primeira classe: bibliotecas, academias de ginástica, salas de cinema, posto médico e uma série de opções de saúde e lazer. Uma plataforma situada no mar do Norte tem uma equipe da sociedade britânica de observadores de aves que classifica e estuda as numerosas aves que usam as plataformas como escala em suas migrações. No golfo do México, alguns trabalhadores de plataformas estudam os hábitos migratórios da borboleta monarca, visitante regular durante o período de migração desses belos insetos.

## ROBÔS SUBMARINOS (ROVS)

A tecnologia submarina evoluiu muito desde os escafandros do século XVI aos atuais ROVs (Remotely Operated Vehicle = veículos operados remotamente), que instalam e reparam sistemas submarinos. Semelhantes aos robôs usados na exploração espacial, os ROVs são operados por controle remoto: um cabo transmite a energia e os sinais de comando e controle para o veículo, ao mesmo tempo em que envia dados sobre a posição e as condições do ROV ao operador. Há ROVs pequenos, com uma câmera, a unidades maiores, com braços articulados, videocâmeras e equipamentos mecânicos. Eles “navegam” livremente ou se movimentam por trilhos.



#### FPSO

Levar o petróleo do fundo do mar para o mercado é outro desafio. Por isso, além de oleodutos, os FPSOs (Floating, Production, Storage and Offloading), navios que produzem, estocam e transferem petróleo, podem ser usados em profundidades de água onde as plataformas tradicionais não são viáveis. Os FPSOs parecem com gigantes petroleiros, mas são equipados com módulos de separação de fluidos, como as plataformas convencionais. Esses FPSOs podem armazenar o óleo bruto até que os navios-petroleiros cheguem e façam a transferência do petróleo para os seus tanques.

#### DESCOBERTA DE NOVAS ESPÉCIES

Em colaboração estreita com as principais companhias da indústria de óleo e gás, o projeto SERPENT (sigla em inglês de Sociedade Científica e Ambiental de ROV utilizando tecnologia industrial existente) tem como objetivo fazer a tecnologia de ponta de ROVs e de sondas mais acessíveis para a comunidade científica mundial. Até agora, já foram identificadas mais de 20 espécies novas e observados novos comportamentos de espécies marinhas.



#### A MAIOR "ÁRVORE DE NATAL"

O campo offshore mais complexo e caro da Noruega, Ormen Lange, está sendo desenvolvido sem qualquer plataforma. Em vez disso, 24 poços submarinos bombeiam o gás natural até uma unidade de processamento, na costa oeste da Noruega, antes de ser transportado para a costa oeste da Inglaterra por meio de dutos submarinos de exportação por cerca de 1.200 km – o mais extenso do mundo. Todas as instalações estão entre 762 e 1.035 m de lâmina de água. Ormen Lange terá um total de 14 árvores de natal molhadas (ANM). Na indústria petrolífera, uma ANM, cujo nome original é cruzeta (em inglês, *cross tree*, *X-tree* ou *XT*), é um módulo instalado em cima da cabeça do poço, com válvulas para teste e serviço, válvulas de segurança para o fechamento imediato, assim como uma série de instrumentos de monitoramento. Pesando 65 toneladas, a ANM de Ormen Lange é duas vezes o tamanho de outras usadas normalmente em campos offshore. O gás de Ormen Lange será capaz de atender até 20% da demanda britânica desse insumo por até 40 anos.



#### INDO MAIS FUNDO

A exploração petrolífera em águas profundas começa na superfície do mar, com uma frota de barcos sísmicos. Os barcos são equipados com longos cabos que enviam impulsos de energia pela água até o subsolo marinho, onde vão se refletir nas camadas de rochas, em diferentes velocidades. O registro e análise dessas reflexões dão aos geofísicos uma imagem da formação das rochas sob a superfície. A sísmica apenas identifica as formações que podem conter hidrocarbonetos, mas não "encontra" o petróleo nem o gás. Depois dessa análise sísmica e da identificação de possíveis formações de hidrocarbonetos, começa a perfuração de poços exploratórios para determinar o que existe nessas formações. Os novos navios sondas e as plataformas semissubmersíveis permitem aos operários trabalhar em profundidades muito superiores às das plataformas convencionais, que se apoiam no leito marinho. Esses navios usam tecnologia de posicionamento dinâmico (que possibilita ao navio até mesmo girar sobre o próprio eixo) que têm acesso contínuo aos satélites de localização globais, para se manterem na posição correta.



# Oleodutos

NO INÍCIO, O PETRÓLEO ERA TRABALHOSAMENTE transportado, para locais distantes dos poços produtores, em tonéis de madeira. As empresas descobriram que a melhor forma de transportar o petróleo era bombeá-lo por tubulações (dutos). Hoje, há uma vasta rede de oleodutos ao redor do mundo, tanto em terra como no mar. Os EUA, sozinho, têm cerca de 305.000 km de oleodutos. Essa malha de dutos transporta diferentes tipos de derivados de petróleo, da gasolina ao querosene de aviação, às vezes pela mesma tubulação, mas em "lotes", separados por tampões especiais. Os maiores dutos, chamados "troncos" são os que transportam óleo bruto dos campos petrolíferos até as refinarias ou portos. Alguns têm até 122 cm de diâmetro e mais de 1.600 km de extensão. As linhas tronco de dutos são alimentadas por linhas secundárias menores, que transportam o óleo de cada poço produtor de um campo.



*Aerogel é um isolante tão bom, que uma fina camada é suficiente para bloquear o calor dessa chama e impedir a ignição dos fósforos.*

## MANTENDO AQUECIDO

Quando esfria muito, o petróleo fica mais viscoso, tornando-se mais difícil bombeá-lo pelos oleodutos. Por isso, os oleodutos das zonas mais frias do mundo e os dutos submarinos são revestidos por um isolante com "aerogel". O aerogel, mistura gelatinosa de sílica e carbono, é o material mais leve do mundo: é 99% feito de ar, o que o torna um excelente isolante.

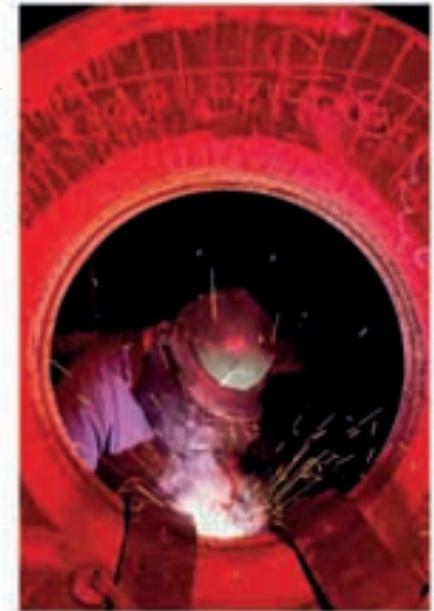


## OLEODUTOS ESTRATÉGICOS

As nações europeias queriam ter acesso aos campos petrolíferos do mar Cáspio, para aumentar suas fontes de suprimento de petróleo. Por isso, apoiaram a construção do oleoduto que une Baku, Tbilisi e Ceyhan. Com 1.776 km, o duto une o Azerbaijão, no mar Cáspio, à costa mediterrânea turca, passando pela Geórgia. Na imagem, os líderes dos três países na cerimônia de inauguração do oleoduto (2006).

## "PORCOS" INTELIGENTES

Os oleodutos têm dispositivos móveis denominados *pigs* (porco, em inglês) que "viajam" junto com o petróleo, seja para separar os lotes de diferentes tipos de óleo transportados pelo duto, ou verificar problemas. Esse equipamento recebeu o nome de *pig* porque os primeiros modelos faziam um barulho similar ao dos porcos assim que se moviam pela tubulação. Um *pig* "inteligente" é uma unidade de inspeção equipada com um sofisticado painel de sensores. Impulsionado pelo petróleo, o *pig* desliza por centenas de quilômetros, monitorando cada centímetro quadrado do oleoduto para detectar defeitos, como uma corrosão.



## CONSTRUÇÃO DE OLEODUTOS

A construção de um oleoduto requer a montagem de milhares de seções de tubos de aço, que têm de ser cuidadosamente soldadas entre si para evitar vazamento. A construção de um oleoduto é relativamente rápida, desde que as seções sejam pré-fabricadas. Em contrapartida, o planejamento do percurso do oleoduto e a obtenção das licenças de todas as comunidades afetadas por ele podem levar muitos anos.



#### PIPELINES E PESSOAS

Alguns oleodutos são construídos em regiões pobres e ambientalmente sensíveis, como a ilha de Sumatra, na Indonésia, mostrada na foto ao lado. A população pobre que vive ao longo do duto não tem acesso às riquezas transportadas por ele, mas suas vidas podem ser interrompidas pela obra – e por qualquer vazamento, uma vez que o duto está em operação. O vandalismo pode provocar situações de perigo assim como as políticas do caminho dos dutos.

*Segurança armada para proteger oleoduto na Arábia Saudita*



#### OLEODUTO NA SUPERFÍCIE

Concluído em 1977, o oleoduto Trans-Alasca (TAP) estende-se por mais de 1.280 km. Transporta óleo bruto das regiões produtoras, ao norte, até o porto de Valdez, no sul, de onde o óleo é escoado por petroleiros para o resto do mundo. O clima ártico e a necessidade de atravessar cadeias de montanhas e grandes rios impuseram enormes desafios aos engenheiros dessa obra. A maioria dos oleodutos americanos é subterrânea, mas, no Alasca, a maior parte do TAP foi instalada na superfície porque o solo de diversas regiões do Alasca está congelado durante todo o ano.

#### AMEAÇA TERRORISTA

As provisões de óleo transportadas por oleodutos são tão vitais que eles podem tornar-se alvo de terroristas, especialmente aqueles que atravessam áreas politicamente instáveis, como em partes do Oriente Médio. Para protegê-los contra essa ameaça, em alguns lugares os oleodutos são vigiados continuamente por guardas armados. Contudo, muitos oleodutos são demasiado extensos para serem patrulhados ao longo de todo o seu percurso.

#### RISCO DE TERREMOTO

Os cientistas monitoram constantemente os tremores de terra em algumas áreas ao longo do trajeto dos oleodutos, uma vez que um terremoto pode rachar ou quebrar um duto. Um duto foi curvado em um tremor em Parkfield, Califórnia (EUA), na área onde está a famosa falha de Santo André, onde duas placas tectônicas da crosta terrestre estão se movimentando em sentidos opostos.



# Petroleiros no mar

**DIA E NOITE**, cerca de 3.500 petroleiros cruzam os oceanos do mundo, transportando petróleo para onde quer que ele seja demandado. A maior parte transporta óleo bruto, mas às vezes eles carregam produtos refinados, que requerem cuidados especiais: o betume, por exemplo, deve ser transportado a uma temperatura de 120°C. A quantidade de petróleo movimentada por petroleiros é enorme. Estima-se que, a cada dia, os petroleiros transportem 30 milhões de barris. Esse volume é uma vez e meia o consumo diário de óleo nos EUA e 15 vezes o total de petróleo consumido diariamente na Inglaterra. Para se ter uma ideia do que esse volume representa, imagine duas mil piscinas olímpicas cheias até a borda de óleo negro. O design dos modernos navios-tanques, com casco duplo, e sistemas de navegação sofisticados indicam que a maioria desse óleo é transportada de forma segura pelos oceanos. Mas de vez em quando há um acidente, e o óleo é derramado no mar. Só uma fração muito pequena de todo óleo transportado é derramado, mas as consequências podem ser devastadoras.

**O PRIMEIRO A BOIAR**  
Em 1861, o navio americano *Elizabeth Watts* transportou 240 toneladas de petróleo da Filadélfia à Inglaterra. Mas o envio de uma substância tão inflamável em barris de madeira em um barco de madeira era um negócio bastante arriscado. Então, em 1884, estaleiros britânicos construíram sob encomenda o navio a vapor *Glückauf* (direita), com casco de aço, especialmente desenhado para transportar petróleo.



## SUPERPETROLEIROS

Os grandes navios-petroleiros, conhecidos como superpetroleiros, são os maiores navios do mundo. Com mais de 300.000 toneladas, quando vazios, eles podem transportar milhões de barris de óleo que valem centenas de milhões de dólares. Surpreendentemente, esses navios gigantes são tão automatizados que só precisam de uma tripulação de 30 pessoas. Devido ao seu tamanho gigantesco, os grandes navios-tanques precisam de dez quilômetros para parar e cerca de quatro para virar. Na indústria petrolífera, são conhecidos como "transportador de óleo bruto ultragrande" (ou pela sigla em inglês ULCCs). Os navios de transporte de óleo bruto muito grandes (VLCCs) não são tão grandes como os superpetroleiros, mas assim mesmo pesam mais de 220.000 toneladas.



## GIGANTES DO OCEANO

Os superpetroleiros são navios gigantes que facilmente transformam em miniaturas os maiores transatlânticos. Alguns são tão grandes que seu comprimento é superior à altura do Empire State. O maior de todos é o *Knock Nevis* (que já se chamou *Jahre Viking*), com 458,4 m de comprimento, pesa 600.500 toneladas quando vazio, atingindo 910.084 toneladas depois de carregado.

A pequena tripulação, na maior parte do tempo, mora e trabalha na casa de convés na parte traseira do navio

O interior do casco está dividido em vários tanques separados para minimizar os derramamentos de óleo se o casco for perfurado

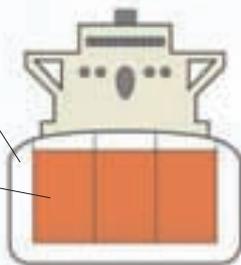
Para dar mais estabilidade ao navio, a maior parte do petróleo está abaixo da linha de estabilidade de água



### CASCO DUPLO PARA DUPLA SEGURANÇA

Todos os grandes novos navios-tanques, agora por lei, necessitam ter casco duplo, com um segundo casco dentro do casco exterior para dar segurança extra contra vazamentos de óleo se o navio for danificado. O vão de dois a três metros que separa os dois cascos também poderá ser preenchido com água para compensar a grande queda de peso (e estabilidade) quando o navio-tanque está navegando vazio de óleo.

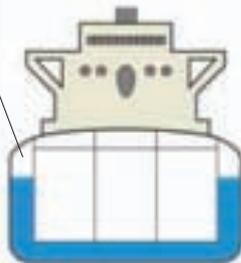
Os tanques de lastro estão vazios quando o petroleiro viaja com carga



Navegação com carga

Um petroleiro de 300.000 toneladas tem sete ou oito tanques para transportar petróleo

Quando navega sem carga, os tanques são inundados com 100.000 toneladas de água para servir de lastro



Navegação sem carga

### FUGAS NATURAIS

Embora pensemos que os navios-tanques sejam os grandes responsáveis pelos derramamentos de petróleo no mar, as fugas naturais (afloramentos naturais) são de fato a maior causa de derramamentos de óleo no ambiente marinho mundial, contribuindo para mais de 4 milhões de barris de óleo por ano, ou cerca de 47% do total do petróleo vertido no mar. O transporte marítimo é responsável por 33% dos derramamentos, dos quais apenas 3% em águas americanas. Os resíduos urbanos e industriais somam cerca de 12% do total de derramamentos, sendo 22% em águas marítimas americanas.



Tanques de petróleo em terra

### TERMINAL DE ÓLEO

Depois de uma longa viagem no mar, um navio-tanque chega a um terminal de petróleo. Os grandes petroleiros precisam pelo menos de 20 m de profundidade (calado do porto), havendo um número limitado de locais convenientes para terminais de óleo. Os cais onde os navios-tanques são atracados às vezes são construídos fora da costa, obrigando a tripulação a ir e voltar de barco. No futuro, alguns terminais podem ser construídos como "ilhas artificiais marítimas", em águas profundas, das quais saem os oleodutos até o continente.

Os braços são acoplados ao manifold de descarga do navio



Sistema de descarregamento com braços articulados

### DESCARREGANDO O PETRÓLEO

Para descarregar o óleo contido no navio-petroleiro, grandes braços articulados, controlados por computador, são posicionados diretamente no ponto de saída de óleo no convés do navio, no sistema conhecido como *manifold*. Todos os tanques de óleo dos navios são conectados ao *manifold* por meio de válvulas e tubulações. Quando os braços articulados estão conectados com segurança aos *manifold*, bombas especiais começam a bombear o petróleo para fora do navio.



### O EXXON VALDEZ

O derramamento de petróleo do navio petroleiro *Exxon Valdez*, na costa do Alasca, em 1989, foi um dos desastres ambientais mais divulgados e estudados da história. Depois de colidir com um recife, o petroleiro derramou 42 milhões de litros de petróleo, que se espalharam ao longo de 1.900 km do litoral. Duas décadas depois do derramamento, algumas espécies de animais atingidas pelo derramamento ainda não se recuperaram totalmente. Em 1991, a Exxon aceitou pagar ao estado do Alasca e aos EUA, em dez anos, 900 milhões de dólares para ajudar a recuperar o meio ambiente impactado. Muito se fez nesses anos para evitar que ocorra outro acidente desse tipo. Hoje, a capacidade de resposta da indústria e dos governos é muito superior à que existia em 1989.

# Refino do petróleo

**ANTES DE CHEGAR AO DESTINO FINAL**, o petróleo é processado em uma refinaria. Ele é decomposto em diferentes substâncias que o constituem para produzir gasolina e centenas de outros produtos, do querosene ao diesel. O processo consiste na combinação da "destilação fracionada" e "craqueamento". A destilação fracionada divide os componentes do petróleo em "frações", como o petróleo leve ou pesado, aproveitando suas diferentes densidades e pontos de ebulição. O craqueamento divide as frações em produtos como a gasolina, utilizando o calor e a pressão para desagregar as longas e pesadas sequências de moléculas de hidrocarbonetos em outras, menores e mais leves.

## CONTINUANDO

A temperatura na torre de fracionamento é cuidadosamente controlada. Ela diminui gradualmente em função da altura, de modo que cada bandeja está um pouco mais fria que a de baixo. Em cada seção da torre há tubos que escoam as diferentes frações, conforme elas condensam ou se depositam nas bandejas. Os combustíveis mais leves (propano) são removidos no topo. E a fração mais pesada, o "resíduo", é retirada na base. Tubulações transportam as frações que necessitam de novos processamentos no refino.



## DEPÓSITOS DE PETRÓLEO

Quando o óleo bruto chega dos campos petrolíferos, por meio de um oleoduto ou de um navio-petroleiro, ele é armazenado em tanques de grandes dimensões pronto para ser processado. O volume de petróleo costuma ser medido em "barris" – sendo que um barril equivale a 159 litros. Uma refinaria típica de grande porte pode armazenar cerca de 12 milhões de barris de óleo bruto em seus tanques, volume suficiente para atender à demanda dos EUA por 18 horas.



A 20°C restam apenas quatro hidrocarbonetos. O metano e o etano são usados para fazer produtos químicos. O propano e o butano são utilizados em botijões para lâmpões e fogões portáteis



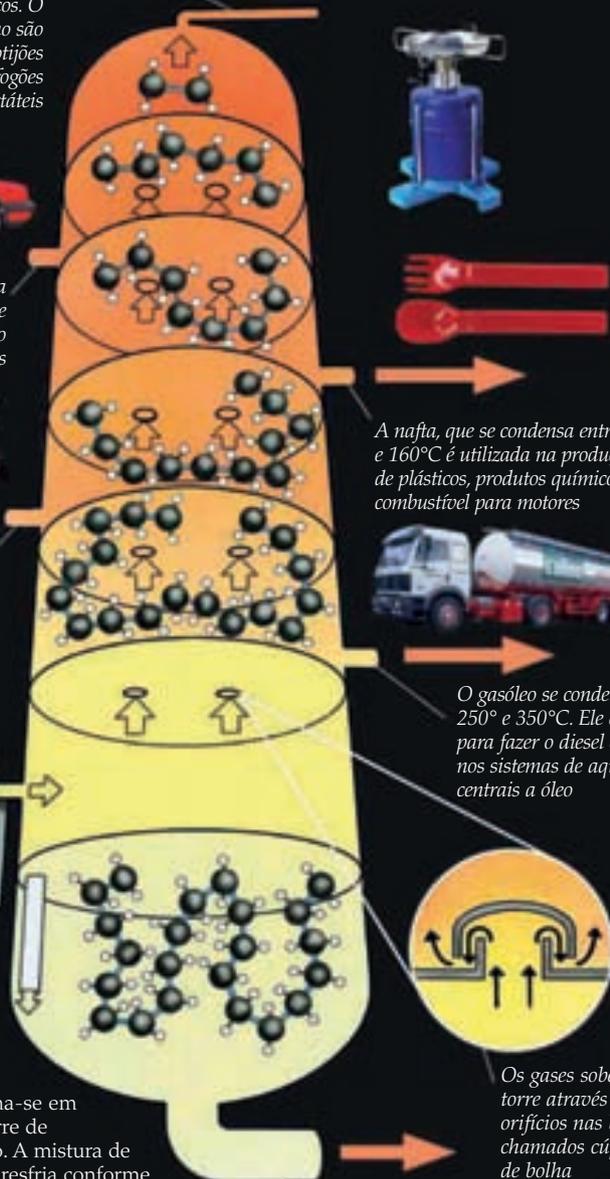
A gasolina condensa a uma temperatura entre 20° e 70°C. Ela é mais usada como combustível de carros



O querosene, o qual condensa entre 160° e 250°C, pode ser usado como combustível de aviação, aquecimento, iluminação e como solvente de tintas



A mistura de gases de óleo bruto a 400°C passa pela torre de destilação



A nafta, que se condensa entre 70° e 160°C é utilizada na produção de plásticos, produtos químicos e combustível para motores



O gásóleo se condensa entre 250° e 350°C. Ele é usado para fazer o diesel e também nos sistemas de aquecimento centrais a óleo



Os gases sobem na torre através de orifícios nas bandejas, chamados cúpulas de bolha

Os hidrocarbonetos mais pesados se condensam quando entram na torre de destilação

## DIVISÃO POR FRAÇÕES

Na destilação fracionada, o petróleo aquecido transforma-se em vapor, entrando em uma torre de destilação ou fracionamento. A mistura de hidrocarbonetos gasosos se resfria conforme se eleva na torre, dividida em bandejas. Frações mais pesadas se resfriam primeiro, condensando na forma líquida. Frações de peso médio se condensam nas bandejas intermediárias. Frações mais leves (gasolina) sobem até a parte superior, antes de se condensarem.

### COQUEAMENTO RETARDADO

As primeiras refinarias aproveitavam apenas uma pequena proporção do óleo bruto. Somente um quarto de cada barril, por exemplo, era transformado em gasolina. Hoje, mais da metade de um barril torna-se gasolina e o restante é transformado em substâncias úteis. O coqueamento flexível transforma os resíduos da primeira etapa do refino em produtos mais leves, como o diesel. No fim do processo, fica um resíduo quase puro de carbono, chamado de coque, que é vendido como combustível sólido.

### REFINARIAS COMPLEXAS

As refinarias, como esta em Jubail, na Arábia Saudita, são enormes instalações cheias de tubos e tanques, que ocupam uma área equivalente a várias centenas de campos de futebol. A torre de fracionamento é a maior torre, à esquerda na figura abaixo. As refinarias trabalham durante 24 horas todos os dias do ano, empregando um contingente de mil a dois mil trabalhadores. Os trabalhadores monitoram as atividades a partir das salas de controle. Vistas de fora, as refinarias são surpreendentemente silenciosas, ouvindo-se apenas um leve zumbido das máquinas pesadas.



### HORA DO CRAQUEAMENTO

Quando saem da torre de fracionamento, algumas frações já estão preparadas para serem comercializadas. Outras, no entanto, devem passar por uma unidade de craqueamento, como as mostradas aqui. Embora a gasolina seja produzida nas unidades de fracionamento, a maior parte desse produto provém dos craqueadores de altas frações, que utilizam o processo conhecido como "craqueamento catalítico". A combinação de calor intenso (cerca de 538°C) e a presença de um pó chamado de catalisador, acelera as reações químicas que quebram as moléculas dos hidrocarbonetos.





# Energia e transporte

O PETRÓLEO É A PRINCIPAL fonte de energia do mundo: mais de 80% de todo petróleo produzido é usado como fonte de energia para manter o mundo em movimento. Como o petróleo libera sua energia quando queimado, só pode ser usado uma vez. Queimamos uma pequena parte para aquecer nossas casas e uma grande parte para obter o vapor de água que move turbinas e gera energia elétrica. No entanto, a maior parte é queimada nos motores usados no transporte, seja em forma de gasolina, óleo combustível ou querosene de aviação. A cada dia são necessários 30 milhões de barris de petróleo para fazer funcionar todos os nossos carros, trens, navios e aviões.

## MULTIUSO

Os aquecedores a óleo revolucionaram os sistemas de aquecimentos das casas nos anos 1920. Antes, o calor era gerado por fogueiras esfumaçadas, que exigiam constante atenção e espaço para armazenamento de madeira ou carvão. Os fogões, como o da figura acima, combinavam o cozimento com o aquecimento, sendo usados ainda para prover água quente.

Carro elétrico Reva G-Wiz



O G-Wiz tem autonomia de 64 km e alcança uma velocidade máxima de aproximadamente 64 km por hora



O QUE VEM DE UM BARRIL DE PETRÓLEO

- Lubrificantes 0,9%
- Outros produtos refinados 1,5%
- Asfalto betuminoso e piche para as estradas 1,7%
- Gás liquefeito 2,8%
- Óleo combustível 3,3%
- Coque comercial 5,0%
- Gás de destilação 5,4%
- Querosene de aviação 12,3%

Diesel 15,3%

Gasolina 51,4%

Fonte: Comissão de Energia da Califórnia

## COMBUSTÃO INTERNA

A maioria dos automóveis é movida a motores de combustão interna, assim chamados pois queimam gasolina em seu interior. O vapor da gasolina é introduzido em cada um dos cilindros do motor, sendo comprimido pelos pistões. A compressão do vapor aquece-o de tal forma, que entra em combustão facilmente com uma faísca elétrica. O vapor queima rapidamente e se expande, empurrando o pistão para baixo. Ao descer, os pistões movem o virabrequim (um eixo de manivelas), que por meio de várias engrenagens e correias faz girar as rodas do carro.

2. Ao subir, o pistão comprime o combustível no cilindro

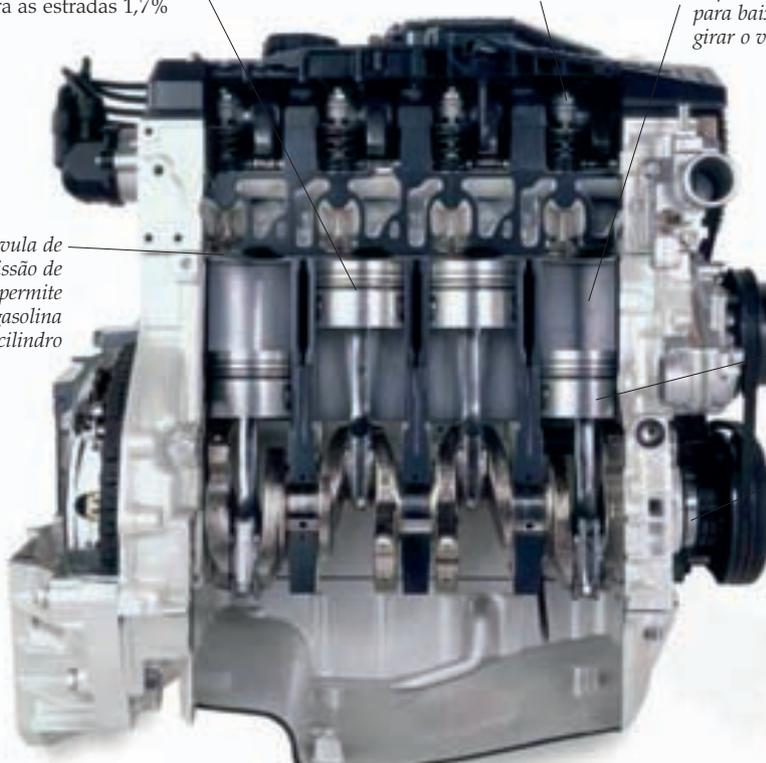
3. A faísca da vela de ignição inicia a combustão da gasolina que emite gases quentes ao queimar-se

4. Ao se expandirem, os gases quentes empurram o pistão para baixo, e este faz girar o virabrequim

1. A válvula de admissão de combustível permite que o ar e a gasolina entrem no cilindro

Os cilindros entram em funcionamento em diferentes tempos para manter o virabrequim girando

As correias impulsionam uma ventoinha e uma bomba de água para refrigerar o motor





#### A VIDA DEPOIS DO PETRÓLEO

Graças ao petróleo, o automóvel fez com que cidades se “espalhassem”, dando lugar a zonas residenciais suburbanas como a da imagem superior. As casas são espaçosas com grandes quintais, mas às vezes o comércio e os locais de trabalho estão longe, tornando-se difícil morar nos subúrbios sem ter um carro.

*O transporte público não chega a todos os bairros suburbanos*



*Os carros da Fórmula 1 consomem 0,4 litro de gasolina por cada quilômetro percorrido, de forma que devem parar para reabastecer durante a corrida*

#### COMBUSTÍVEIS DE CORRIDAS

As empresas petrolíferas variam as proporções dos diferentes hidrocarbonetos e adicionam componentes extras para produzir combustíveis adequados para os diversos tipos de motores. O regulamento da Fórmula 1 estipula que os carros de corrida utilizem um combustível similar ao dos veículos comuns, mas é a versão mais volátil que permite alto desempenho. Para uso diário, o combustível de carros de corrida é altamente antieconômico e provoca maior esforço no motor.

*Os aviões armazenam o combustível nas asas*



#### COMBUSTÍVEL PARA VOAR

Cerca de três quartos do petróleo consumido nos transportes são queimados pelos veículos terrestres, porém os aviões consomem cada vez mais. Um avião de passageiros de grande porte, que voa de Washington a São Francisco, consome cerca de 77.000 litros de querosene de aviação. O querosene de aviação se distingue da gasolina por seu ponto de fulgor (ou temperatura de ignição), que é mais elevada. Isso faz com que seu uso seja mais seguro do que a gasolina para esse fim.

#### TRANSPORTE PESADO

A maioria dos automóveis consome gasolina. Os caminhões e ônibus, no entanto, trabalham com diesel. Os motores a diesel não precisam de velas de ignição. Os pistões comprime o ar dos cilindros com tanta força que o diesel sofre ignição instantânea quando é injetado. Os motores a diesel consomem menos combustível do que os movidos a gasolina e, por isso, são mais rentáveis, mas têm que ser mais robustos e pesados para suportar as altas pressões. Isso faz com que os veículos a diesel demorem mais para atingir altas velocidades que os movidos a gasolina, tornando-os menos populares entre os carros.

# Materiais derivados do petróleo

**O PETRÓLEO NÃO É SÓ UMA FONTE DE ENERGIA:** também é uma extraordinária matéria-prima. Sua rica mistura de hidrocarbonetos pode ser processada para se obter substâncias úteis, como os petroquímicos. O processamento costuma alterar os hidrocarbonetos de tal forma que é difícil perceber que o produto se origina do petróleo. Uma infinidade de materiais e objetos pode ser feita a partir dos produtos petroquímicos, de plásticos a perfumes e lençóis para a cama. Usamos muitos derivados do petróleo como alternativas sintéticas aos materiais naturais: o detergente em vez do sabão, ou a borracha sintética em vez da natural. Além disso, o petróleo proporciona materiais inteiramente novos e únicos, como o náilon.



## LIMPANDO

A maioria dos detergentes tem por base produtos petroquímicos. A água por si só não remove a sujeira gordurosa das superfícies, pois o óleo e a gordura a repelem. Os detergentes funcionam porque contêm substâncias químicas chamadas de agentes de superfície, ou surfactantes que atraem a gordura e a água. Eles aderem à sujeira e a desprendem, de maneira que pode ser removida na lavagem.

*O óleo no batom age como lubrificante*



Batom

Lápis de olhos

## PARECENDO BONITA

Batom, delineador, rímel, creme hidratante e pintura de cabelo são alguns dos muitos produtos de beleza de origem petroquímica. A maioria das loções, por exemplo, contém, como ingrediente-chave, a vaselina, uma substância gelatinosa, que provém do petróleo. Alguns fabricantes fazem propaganda de seus produtos como "livre de petróleo" se, o que é incomum, não estiver derivado de petróleo.

*Grama cultivada com fertilizantes feitos de petroquímicos*

## CONVIVENDO COM O PETRÓLEO

Para mostrar as numerosas utilidades do petróleo, foi solicitada a esta família americana ser retratada rodeada de todos os utensílios existentes em sua casa que são derivados do petróleo. De fato, foi necessário esvaziar praticamente toda a casa, já que são notavelmente poucos os objetos cuja fabricação não envolveu o petróleo. Além dos inúmeros objetos de plástico, havia remédios no banheiro, materiais de limpeza da cozinha, roupa confeccionada com fibras sintéticas, cosméticos, colas, tinturas para roupas, calçados e muito mais.



Plásticos moldados de rádios, TVs e computadores (poliestireno)

Assento de espuma (poliuretano)

Brinquedos duráveis (PVC e HDPE)

Moldura de janela (PVC)

Recipientes para guardar comida (polietileno)

Óculos com lentes leves (policarbonato)

Recipientes inquebráveis (policarbonatos)

Bolsa para água quente (borracha sintética)

**VELAS COLORIDAS**  
As velas podem ser feitas com cera de abelha e outros tipos naturais de cera, porém, as mais baratas são feitas de parafina. Para que a cera não tenha cheiro, o petróleo é filtrado através da argila e submetido a um tratamento com ácido sulfúrico. Pode-se adicionar cor para que as velas sejam mais atrativas. A parafina é também usada em lustradores, lápis de cera e muitos outros produtos.



Vela de parafina

**PARA SENTIR-SE MELHOR**  
Há muito tempo o petróleo é conhecido por suas supostas propriedades medicinais. Na Idade Média, era utilizado para tratar doenças da pele. Hoje em dia é matéria-prima de alguns dos mais importantes medicamentos, como os esteroides e comprimidos para dor como a aspirina – ambos são feitos de hidrocarbonetos.

Aspirina



**PARA VESTIR BEM**

As moléculas dos produtos petroquímicos se unem entre si para dar lugar a uma grande variedade de fibras como náilon, poliéster ou lycra, cada uma delas com propriedades especiais próprias. Esta fotografia microscópica demonstra quão lisa é uma fibra artificial (vermelha) quando comparada com a lã da ovelha (creme). Os tecidos acrílicos secam mais rápido do que a lã porque suas fibras não têm rugosidades às quais a água possa aderir.



Fibra de lã natural

Fibra sintética acrílica



**LENDO PETRÓLEO**

Quando você lê este livro e olha as figuras, está vendo petróleo. Isso porque a tinta de impressão é feita de partículas coloridas (pigmentos) suspensas num líquido especial denominado solvente. Semelhante ao querosene, o solvente costuma ser um derivado do petróleo. As tintas e os esmaltes de unhas também contêm solventes petroquímicos que têm pigmentos.

# Plásticos e polímeros

Cada monômero de etileno na cadeia tem dois átomos de hidrogênio (brancos) e dois átomos de carbono (pretos)

## FABRICAÇÃO DOS POLÍMEROS

Os polímeros são uma cadeia de moléculas formada por moléculas menores denominadas monômeros. O polietileno, por exemplo, é um polímero plástico composto por 50.000 moléculas de um monômero simples chamado etileno. Os cientistas conseguiram que os monômeros de etileno se unissem por meio de uma reação química conhecida como polimerização. No mundo são produzidas mais de 60 milhões de toneladas de polietileno ao ano.

Polímero de polietileno

OS PLÁSTICOS TÊM UM PAPEL fundamental no nosso mundo moderno. Chegam a nossas casas de diferentes formas, de embalagem para manter alimentos frescos a controles remotos de televisão. Plásticos são, essencialmente, matérias que podem ser aquecidas e moldadas em quase qualquer forma. Eles têm essa qualidade por serem feitos de uma incrível e longa cadeia de moléculas denominada polímeros. Alguns polímeros são naturais, como a goma-laca e o âmbar. Mas quase todos os polímeros que utilizamos hoje são feitos artificialmente e a maioria é derivada do petróleo e do gás natural. Os cientistas são capazes de usar os hidrocarbonetos para criar uma grande variedade de polímeros, não somente para fabricar plástico, mas também para produzir fibras sintéticas e outros materiais.



Caixa de rapé de tartaruga do século XVII

## POLÍMEROS NATURAIS

No passado, as pessoas faziam botões, maçanetas, pentes e estojos de polímeros naturais, como a goma-laca (resina secretada pelo inseto *Kerria lacca*) e o casco da tartaruga (na maioria de tartarugas de pente). Um estojo de tartaruga como este foi feito aquecendo e derretendo o casco, deixando-o depois esfriar em um molde.



Telefone de baquelita

## OS PRIMEIROS PLÁSTICOS

O primeiro plástico semissintético, denominado Parkesine, foi criado em 1861 por Alexander Parkes (1813–1890), que o produziu modificando a celulose, um polímero natural encontrado no algodão. A era dos plásticos modernos começou em 1907, quando Leo Baekeland (1863–1944) descobriu uma forma de criar novos polímeros por meio de reações químicas. Seu revolucionário polímero, chamado baquelita, foi feito a partir de uma reação de fenol e de formaldeído, sob pressão e calor. A baquelita teve muitos usos, de hélices de aviões a joias e maçaneta de porta, mas teve maior relevância na fabricação de caixas de aparelhos elétricos, por ser um excelente isolante.



## POLIETILENO (PET)

Resistente, mas suave e flexível, o polietileno é um dos plásticos mais versáteis e mais usados. Criado pela empresa ICI em 1933, é um dos mais antigos plásticos. A maioria das garrafas de refrigerantes é feita de polietileno.



## HDPE

Há diversos tipos de polietilenos, entre os quais o HDPE (polietileno de alta densidade). O HDPE é um polietileno especial rígido e denso frequentemente usado na fabricação de brinquedos, copos, embalagens de detergentes e latas de lixo.



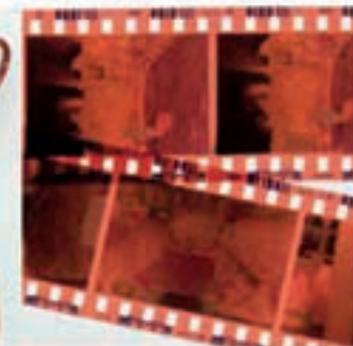
## LDPE

No LDPE (polietileno de baixa densidade) os polímeros são tramados folgadoamente, gerando um plástico muito leve e flexível. Na forma de fina película transparente é utilizado para embrulhar pães e para embalar outros alimentos.



## PVC

O PVC (cloreto de polivinil) é um plástico duro usado na fabricação de tubos de esgoto e molduras de janelas. Amolecido por plastificantes, serve para fazer calçados, embalagens, bolsas médicas para sangue etc.



## POLIPROPILENO

Um plástico rugoso e resistente a quase todos os solventes e ácidos, costuma ser usado em embalagens de produtos químicos ou farmacêuticos. O filme fotográfico também é feito de polipropileno, devido ao plástico não ser afetado pelos químicos usados na revelação.



## POLIESTIRENO

Após moldado, o poliestireno, duro e transparente, é usado em caixas de CDs. Quando lhes injetam bolhas de ar, forma uma espuma leve que é usada para empacotar ovos ou, por suas propriedades térmicas, na fabricação de copos de café descartáveis.



Fibras de aramida

Colete à prova de bala feito de Kevlar®

#### FIBRA DURA

Em 1961, a química norte-americana Stephanie Kwolek (nascida em 1923) descobriu como produzir fibras sólidas a partir de uma série de substâncias químicas líquidas, nas quais se incluem os hidrocarbonetos. As fibras fabricadas por esse procedimento, denominadas fibras de aramida, são incrivelmente resistentes. As tramas (tecidos) de fibras de aramida, como o Kevlar®, são usadas na fabricação de coletes à prova de balas, por serem leves e, ao mesmo tempo, suficientemente resistentes para deter o impacto de um projétil.

**FIBRAS VELOZES**  
Nem todos os polímeros de hidrocarbonetos são plásticos. Os polímeros também podem combinar-se entre si para formar fibras muito resistentes. As fibras de polímeros sintéticos são usadas não somente na fabricação de roupas, mas também de peças esportivas especiais. Baseado em estudos sobre a pele de tubarão, os trajes de natação Fastskin® foram desenhados para que o nadador deslize pela água sem a mínima resistência.



#### BOLHA DE FUTEBOL

Os polímeros plásticos não provêm necessariamente de hidrocarbonetos de petróleo ou gás natural. Os polímeros de fluorocarbono, como o teflon (empregado para revestir frigideiras antiaderentes), ou o tetrafluoretileno (ETFE) não são hidrogenados e sim uma combinação de flúor com carbono. O ETFE pode ser produzido na forma de lâminas resistentes, semitransparentes, como da cobertura futurista do Estádio Allianz, do Bayer Munich, na Alemanha. Quando o time de futebol Bayern de Munique joga em casa, o estádio se “veste” de vermelho vivo.



#### O PODER DO CARBONO

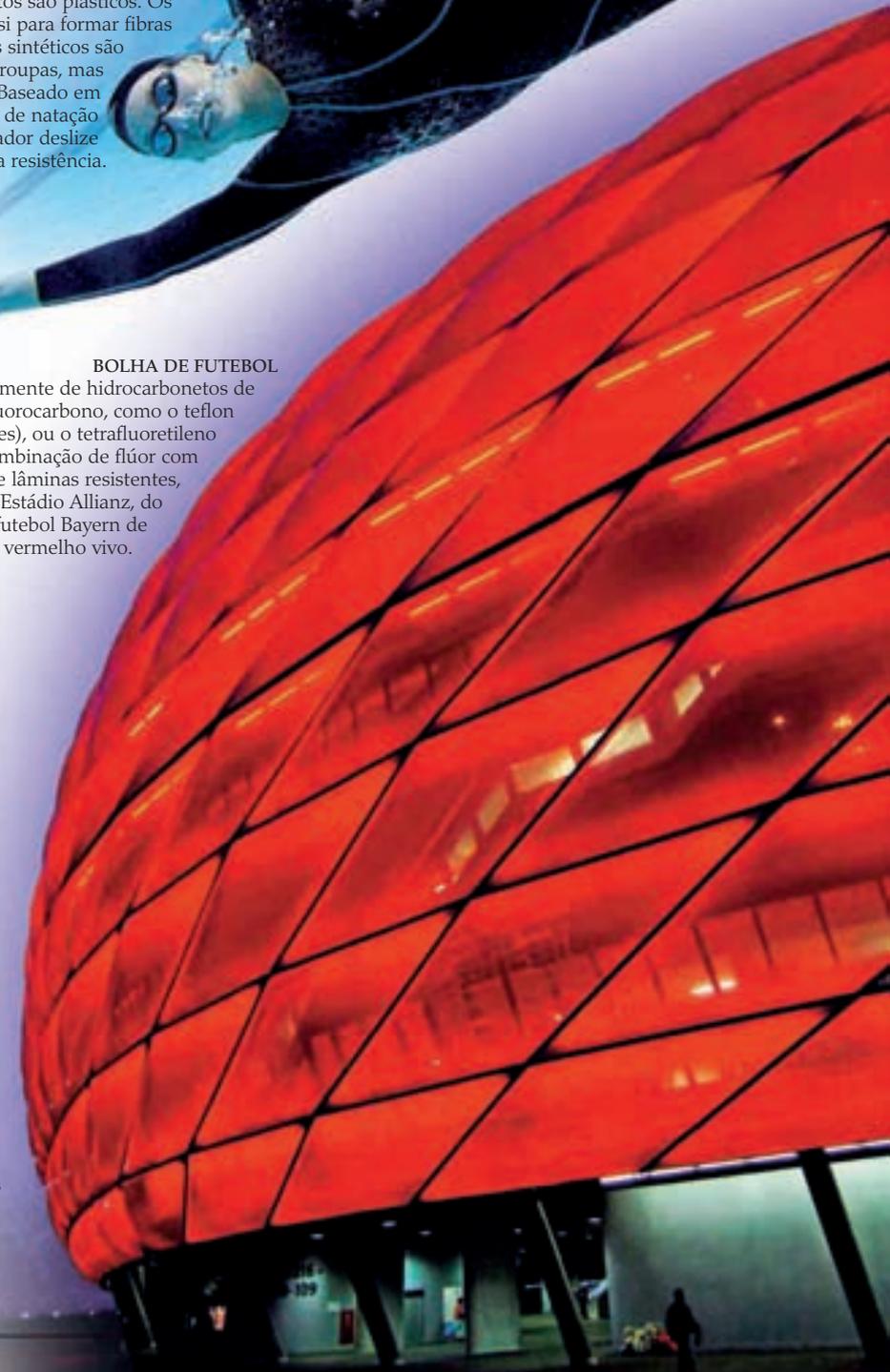
Ao serem mesclados com fibras de carbono, alguns plásticos, como o poliéster, tornam-se um material muito resistente e leve, denominado polímero carbono-fibra-reforçado ou o plástico carbono-fibra-reforçado (CFRP ou CRP). Devido ao fato de ser uma combinação de plástico com carbono, é considerado um material composto. É o material ideal quando se necessita de resistência e leveza, como na fabricação da prótese usada por esse atleta velocista.

#### PLÁSTICOS COMUNS

Os hidrocarbonetos podem se unir entre si de diferentes formas para criar centenas de tipos diferentes de polímeros plásticos, cada um com suas próprias qualidades. Quando as fibras de polímeros se unem fortemente, o plástico é rígido, como o policarbonato. Quando deslizam facilmente uma sobre a outra, o plástico é flexível como o polietileno. Assim, cada fabricante de plástico pode escolher aquele que tem as características adequadas para seu produto.

#### POLICARBONATO

Difícil de romper e resistente a temperaturas bastante elevadas, o policarbonato está se tornando incrivelmente popular na indústria. DVDs, aparelhos de MP3, bulbos de lâmpadas e lentes de óculos de sol são feitos de policarbonato.



# Petróleo global

O PETRÓLEO FEZ ALGUNS MILIONÁRIOS, proporcionou grandes ganhos para companhias e converteu alguns países pobres em ricos. Desde os primórdios dessa indústria, no século XIX, barões do petróleo fizeram fortunas quase da noite para o dia. Em Baku, no Azerbaijão, o petróleo enriqueceu Hadji Taghiyev (1823-1924). Nos EUA, o primeiro a enriquecer com o petróleo foi Jonathan Watson (1819-1894), natural de Titusville, local onde Drake perfurou o primeiro poço petrolífero americano (ver página 12).

Depois apareceram as grandes dinastias petrolíferas de John D. Rockefeller (1839-1937) e Edward Harkness (1874-1940) e, mais tarde, os magnatas do Texas, como Haroldson Hunt (1889-1974) e Jean Paul Getty (1892-1976), todos aclamados em seu tempo como as pessoas mais ricas do mundo. Os xeques árabes ganharam destaque no fim do século XX. Agora, chegou a vez da Rússia.

*A torre Emirates Office é um dos edifícios mais altos do mundo*



## PRIMEIRO GIGANTE DO PETRÓLEO

A Standard Oil começou como uma pequena companhia de refino, em Cleveland, Ohio, mas rapidamente se tornou a primeira grande gigante do petróleo e fez as fortunas de Rockefeller e Harkness. Nos anos de 1920 e 1930, a empresa tornou-se famosa no mundo inteiro sob a marca Esso, e os postos de gasolina, como esse de New Jersey, começaram a fazer parte do dia a dia das pessoas. Hoje denominada ExxonMobil, é a maior das grandes companhias petrolíferas privadas.

## A PROSPERIDADE PETROLÍFERA

A riqueza que proporciona o petróleo tem transformado países como Arábia Saudita, Emirados Árabes e outros Estados do golfo Pérsico. Há 50 anos eram países com poucos recursos povoados por nômades que viviam no deserto com a mesma austeridade que há dois mil anos. As economias dessa região hoje estão refletidas nas modernas cidades, como Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, hoje reconhecidos por sua calorosa hospitalidade e rica herança cultural.



### QUAL É A MAIOR?

Wal-Mart destronou a ExxonMobil do posto de maior corporação na lista mundial da Fortune 500. A ExxonMobil é a maior e mais rentável empresa petrolífera privada, porém não é a maior do mundo. Por larga margem, a maior é a Saudi Aramco, que tem 260 bilhões de reservas de petróleo e gás natural, em comparação com os 23 bilhões de ExxonMobil, o que a torna a número 12. Na realidade, as dez maiores empresas petrolíferas e de gás natural do mundo são controladas por governos e denominadas NOC (da sigla em inglês *national oil companies*, que significa companhias petrolíferas nacionais).

### As 10 maiores companhias petrolíferas do mundo

1. Saudi Aramco (Arábia Saudita)
2. National Iranian Oil Co. (Irã)
3. Gazprom (Rússia; copropriedade do Estado)
4. Qatar Petroleum (Qatar)
5. Kuwait Petroleum Co. (Kuwait)
6. Petroleos de Venezuela (Venezuela)
7. Adnoc (Emirados Árabes Unidos)
8. Nigerian Nacional Petroleum Co. (Nigéria)
9. Sonatrach (Argélia)
10. Libya NOC (Líbia)



Clube de futebol Chelsea



### O PETRÓLEO CONECTA O MUNDO

Em 2007, as companhias aéreas de todo o mundo realizaram quase 2,4 milhões de voos mensais – que são 100.000 mais que em janeiro de 2006, e 300.000 mais que em janeiro de 2002. As rotas internacionais entre o Oeste Europeu e o Oriente Médio foram as que mais aumentaram. Os construtores de aviões estão pesquisando biocombustíveis para seus aparelhos, o que é difícil, pois estes não contêm a mesma energia dos combustíveis fósseis. Além disso, um combustível para veículos aéreos deve permanecer em estado líquido nas baixas temperaturas que envolvem o avião em voo – e os biocombustíveis costumam solidificar-se mais depressa que seus equivalentes derivados do petróleo.

Os resíduos do gás na produção de petróleo são queimados pelo queimador



### A MALDIÇÃO DOS RECURSOS

Essa expressão refere-se à situação paradoxal dos países ricos em recursos naturais que costumam passar por um crescimento econômico menor que os países que carecem dos mesmos. Os governos nem sempre asseguram que a população seja beneficiada com a riqueza do petróleo. Na Nigéria, as mulheres dos povoados pobres dos urohobos, no delta do Níger, cozinham a *krokpo-garri* (tapioca) nas chamas de gases que podem ser nocivos para a saúde. A Nigéria e outros países trabalham para mitigar tal situação. Porém, a falta de acesso à energia é um problema para as populações mais pobres, que têm a saúde prejudicada por não disporem de energia limpa, como a eletricidade, ficando expostas à fumaça das fogueiras e chaminés.

Painéis solares da BP, nas Filipinas

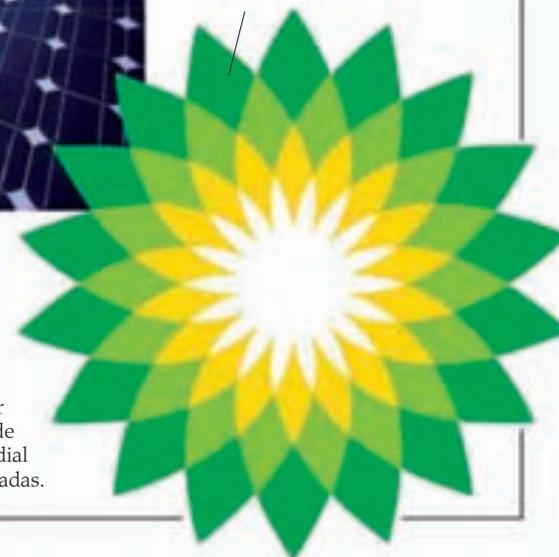


### MAGNATAS RUSSOS

Com o desmembramento da União Soviética, nos anos 1990, muitas empresas públicas de gás e petróleo foram vendidas a baixo preço. Certos investidores russos, bem relacionados, como Mikhail Khodorkovsky ou Roman Abramovich, compraram essas empresas, tornando-se multimilionários. Abramovich decidiu adquirir também o time de futebol Chelsea, de Londres, o que levou ambos a ganharem mais notoriedade.



Em 2000, a BP colocou uma flor como novo elemento de sua marca



### TORNANDO-SE “VERDE”

A preocupação com a preservação ambiental tem colocado em xeque o uso do petróleo como combustível. A indústria petrolífera vem implementando uma série de melhorias e inovações para reduzir o impacto ambiental desse recurso energético, além de fazer grandes investimentos em energia alternativa. A BP, por exemplo, detém hoje grande parte do mercado de energia solar. Ela participa do maior programa mundial de energia solar, que beneficia aldeias filipinas isoladas.



**COMBUSTÍVEL PARA A MARINHA**  
A gigante petrolífera BP, que originalmente se chamava Anglo-Persian Oil Company, foi fundada após a descoberta de petróleo no Irã, em 1908. Sua produção foi vital para a Grã-Bretanha na I Guerra Mundial (1914-1918). Churchill, na época primeiro Lorde do Almirantado, insistiu com a armada britânica para substituir o carvão pelo petróleo, marcando assim o início da era do petróleo. As Marinhas de outros países fizeram o mesmo depois da guerra, tornando-se logo grandes consumidores do combustível de petróleo.



Lata de gasolina

#### INCÊNDIOS DE GUERRA

O petróleo tem sido protagonista de guerras deflagradas na região do golfo Pérsico nos últimos 20 anos. Quando as tropas do ditador do Iraque, Saddam Hussein, invadiram o Kuwait, em 1990, ele alegou que o país vizinho estava extraindo petróleo de reservas iraquianas. Quando os EUA e seus aliados enviaram soldados para o Kuwait, uma das preocupações era proteger os campos petrolíferos e assegurar o suprimento de óleo. Enquanto se retiravam, os iraquianos incendiavam os poços (direita).

# Petróleo e poder

O PETRÓLEO É TÃO IMPORTANTE para o mundo moderno que os países vão à guerra por ele. O petróleo é crucial para a prosperidade das nações, uma vez que é a fonte de energia para tudo, dos transportes à indústria. Pode ser essencial para a soberania nacional, uma vez que a maior parte das máquinas de guerra que protegem um país são movidas a petróleo. Portanto não surpreende que o petróleo seja a razão de muitos conflitos no século XX e seja parte essencial do jogo em muitos dos atuais confrontos. As enormes reservas de óleo dos países do Oriente Médio, como as do Irã e Iraque, fazem com que esses países estejam continuamente no noticiário global, uma vez que todos têm interesse em acompanhar o que acontece na região. A exploração de reservas na Rússia, Venezuela, Nigéria e outros países torna ainda mais complexo esse cenário político internacional.



O Sheikh Yamani ficou conhecido por sua habilidade e sagacidade nas negociações de petróleo

#### LÍDER DO PETRÓLEO

Nos anos 1960, os principais produtores de petróleo fundaram a Opep (Organização de Países Exportadores de Petróleo) para representar seus interesses. O Sheikh Yamani (1930), da Arábia Saudita, foi o líder da Opep por 25 anos. Ficou conhecido por ter persuadido os membros da Opep a quadruplicar os preços do óleo bruto na crise do petróleo de 1973.



#### A CRISE DO PETRÓLEO

Em 1973, Israel entrou em guerra com as forças árabes, lideradas pela Síria e o Egito. A Opep suspendeu as exportações de petróleo para os aliados de Israel, entre eles os EUA e alguns países europeus. Essa situação provocou um grande racionamento de combustível no Ocidente, que dependia do petróleo do Oriente Médio. Nos EUA, os postos vendiam gasolina em dias alternados, de acordo com as matrículas pares ou ímpares dos carros.



#### GOLPES DE ESTADO

Mohammed Mossadegh (1882-1967) foi eleito democraticamente primeiro-ministro do Irã, para o período de 1951 a 1953. Ele foi deposto por um golpe de Estado apoiado por Estados Unidos e Grã-Bretanha, depois de nacionalizar os ativos da Anglo-Iranian Oil Company (posteriormente, Anglo-Persian Oil Company), controlada por britânicos.



*Os poços incendiados pelas tropas iraquianas no Kuwait queimaram por sete meses e consumiram um bilhão de barris de petróleo*



Arranha-céus na principal avenida de Dubai

#### OS MODERNOS EMIRADOS ÁRABES UNIDOS

Desde que foi descoberto petróleo na região, há mais de 30 anos, os Emirados Árabes Unidos (EAU) passaram de uma região de pequenos principados no deserto a um Estado moderno com um elevado nível de vida. Centro comercial e de turismo, Dubai se tornou um polo econômico proeminente – essa prosperidade é visível em seus enormes shopping centers e colossais complexos de luxo à beira do mar azul-turquesa que atraem quase sete milhões de turistas por ano. A taxa de crescimento de Dubai ultrapassa inclusive a da China, que é uma das economias que mais crescem no mundo.

#### A SEDE CHINESA POR PETRÓLEO

A energia impulsiona a economia. A sede da China por petróleo e outros recursos impacta sua política exterior e as relações com outros países. Como a necessidade de petróleo da China é muito maior que suas reservas, os chineses vêm adquirindo participação em empreendimentos de exploração e produção de petróleo no Sudão, Cazaquistão, Rússia, Venezuela, Irã, África Ocidental, Arábia Saudita e Canadá.

Atualmente a China importa 32% do petróleo que consome e a expectativa é de que essa demanda por importações dobre.

#### O PETRÓLEO E A II GUERRA MUNDIAL

Os líderes dos países que participaram da II Guerra Mundial, dos dois lados, sabiam que a “energia” de seus exércitos era o petróleo. Antes da guerra, os especialistas não deram o devido crédito às ideias de Adolf Hitler de conquistar o mundo, em grande parte porque a Alemanha quase não tinha provisões de petróleo. No entanto, Hitler tinha montado um grande complexo industrial para fabricar petróleo sintético a partir das ricas reservas de carvão do país. O petróleo tornou-se um componente bélico estratégico: as forças aliadas bombardearam a fábrica de combustíveis sintéticos, paralisando a maior parte da ofensiva alemã. A falta de petróleo também desacelerou a máquina de guerra japonesa.



Junker 52, avião alemão fabricado nos anos 1930

#### AS NOCS

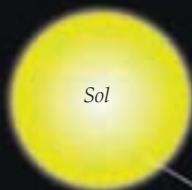
Uma companhia petrolífera nacional (NOC, sigla em inglês) é uma empresa do governo que administra os recursos de petróleo e gás do país. As maiores NOC operam na Arábia Saudita, Irã, Kuwait, Emirados Árabes Unidos e Venezuela, mas também existem na Noruega, Malásia, Índia e México. Hoje, as NOCs controlam três quartos das reservas mundiais de petróleo. Essas companhias tornaram-se altamente sofisticadas, eficazes e rentáveis, aportando poder financeiro e prestígio aos seus países. Por exemplo, o desejo da Venezuela de ter maior controle sobre seus recursos naturais levou à redução do papel das companhias internacionais petrolíferas na economia do país.



# Petróleo e meio ambiente

ENQUANTO O PETRÓLEO E O gás continuam sendo a principal fonte de energia no mundo – e provavelmente vão seguir assim por anos –, é crescente a preocupação com o aquecimento global e o impacto das emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) produzidas pela atividade humana nessas mudanças climáticas. A inquietação quanto a essa questão, principalmente em relação à redução das emissões de CO<sub>2</sub>, vai exigir mudanças não somente dos processos de geração de energia como também no modo como os indivíduos e as grandes indústrias a utilizam. As práticas da indústria de petróleo mudaram muito nos últimos 50 anos, com a incorporação de controles rigorosos e inovações tecnológicas para reforçar os cuidados com o meio ambiente.

Desde 1990, a indústria petrolífera dos Estados Unidos investiu US\$ 148 trilhões para melhorar seu desempenho ambiental — o equivalente a US\$ 504 para cada homem, mulher ou criança nos Estados Unidos. Os principais resultados estão expressos na redução das áreas afetadas, com menos geração de resíduos e operações mais limpas, seguras e de menor impacto ambiental.



Sol

A radiação solar aquece a Terra

Gases de efeito estufa em torno da Terra

Some infrared radiation reemitted by the ground escapes into space

Parte da radiação infravermelha é retida pelos gases de efeito estufa, tornando a Terra mais quente



## O EFEITO ESTUFA

A radiação solar aquece o solo, que, por sua vez, emite radiação infravermelha para a atmosfera. Grande parte dela se perde no espaço, porém uma parte é retida na atmosfera por causa de certos gases, como dióxido de carbono, vapor de água e metano, que atuam como o vidro de uma estufa. Esse “efeito estufa” mantém a Terra quente o suficiente para favorecer e manter a vida. No entanto, o aumento do dióxido de carbono na atmosfera leva a uma “captura” maior dessa radiação infravermelha, elevando o aquecimento do planeta. O dióxido de carbono é emitido por usinas de geração de energia que queimam combustíveis fósseis, principalmente carvão, mas também por veículos e edifícios. O desflorestamento é o segundo maior responsável pelo aumento do dióxido de carbono na atmosfera – 25% de todas as emissões vêm da queima e do corte anual de cerca de 13 milhões de ha de árvores. O metano, segundo gás que concorre para o efeito estufa, é produzido principalmente pela agricultura, em especial pelo cultivo de arroz e pela flatulência do gado bovino, assim como pela produção de combustível fóssil.



## REGAR AS PLANTAS

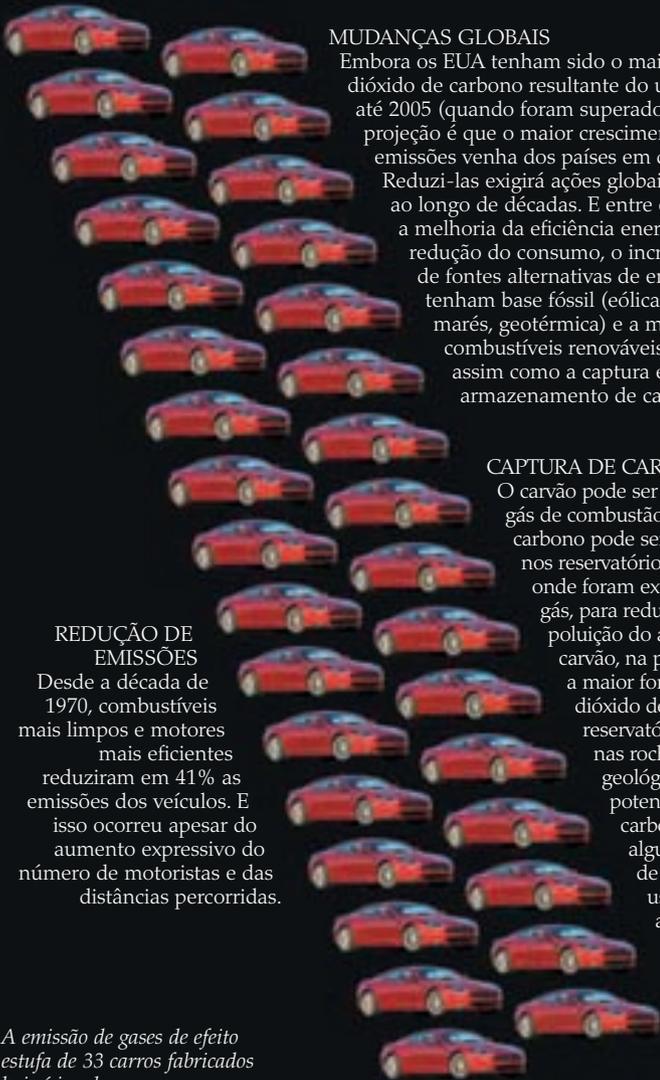
O pistache e muitas outras culturas de alimentos da Califórnia são cultivados com água levada à superfície graças à produção de gás e petróleo. A água da produção de metano de carvão de Wyoming está sendo submetida a testes para ser utilizada na irrigação de cevada e outras lavouras. As novas técnicas de descontaminação da água produzida durante a extração de petróleo e gás melhoraram de forma significativa a qualidade da água, tanto para seu descarte na superfície, como para injeção ou seu aproveitamento.

## SEGURANÇA CONTRA FURACÕES

Em 2005, pouco antes dos furacões Katrina e Rita devastarem o golfo do México, todas as plataformas marítimas foram evacuadas, para proteção dos trabalhadores, e a produção foi paralisada. Assim, não se perderam vidas e não houve derramamentos significativos de óleo bruto no mar. No golfo do México existem mais de 4.000 plataformas, das quais mais de 97% sobreviveram a essas tormentas históricas. As plataformas marítimas instaladas a partir de 1988 foram projetadas para suportar “tempestades de 100 anos”, uma expressão usada para designar tempestades e furacões de extrema intensidade, chegando à categoria 5 (a mais alta).

## REDUÇÃO DE ÁREA

Nos últimos 30 anos, as áreas ocupadas pelas unidades de produção foram reduzidas drasticamente. O tamanho das sondas de perfuração diminuiu em cerca de 80%. Se fosse utilizada a tecnologia atual no campo de petróleo da baía de Prudhoe, no Alasca, a área de impacto seria quase um terço da ocupada. Novas tecnologias sísmicas e de sensoriamento remoto, com uso de satélites e mapeamento aéreo, aumentaram a probabilidade de sucesso na exploração de hidrocarbonetos, possibilitando a redução no número de poços secos. A perfuração direcional avançada permite o acesso a um alvo subterrâneo do tamanho de um armário a mais de 8 km da sonda, possibilitando a perfuração de múltiplos poços a partir de um local.



#### MUDANÇAS GLOBAIS

Embora os EUA tenham sido o maior emissor de dióxido de carbono resultante do uso de energia até 2005 (quando foram superados pela China), a projeção é que o maior crescimento dessas emissões venha dos países em desenvolvimento. Reduzi-las exigirá ações globais e abrangentes ao longo de décadas. E entre elas devem estar a melhoria da eficiência energética e a redução do consumo, o incremento do uso de fontes alternativas de energia que não tenham base fóssil (eólica, solar, das marés, geotérmica) e a mudança para combustíveis renováveis como o etanol, assim como a captura e o armazenamento de carbono.

#### CAPTURE DE CARBONO

O carvão pode ser convertido em um gás de combustão limpa e o dióxido de carbono pode ser capturado e injetado nos reservatórios subterrâneos de onde foram extraídos o petróleo e gás, para reduzir drasticamente a poluição do ar. A queima de carvão, na produção de energia, é a maior fonte de emissões de dióxido de carbono. Os reservatórios de petróleo e gás nas rochas são as estruturas geológicas com maior potencial para confinar o carbono capturado. Em alguns casos, o dióxido de carbono pode ser usado inclusive para aumentar a extração de petróleo das reservas existentes.

#### REDUÇÃO DE EMISSÕES

Desde a década de 1970, combustíveis mais limpos e motores mais eficientes reduziram em 41% as emissões dos veículos. E isso ocorreu apesar do aumento expressivo do número de motoristas e das distâncias percorridas.

*A emissão de gases de efeito estufa de 33 carros fabricados hoje é igual a um carro construído na década de 1960*

#### DIESEL COM BAIXO TEOR DE ENXOFRE (ULSD)

O ULSD (sigla em inglês de Ultra Low Sulfur Diesel) é um combustível de combustão mais limpa, utilizado nos novos motores a diesel, incluindo os de veículos, que resulta em uma significativa melhora da qualidade do ar. Até 2030, a redução do volume anual de emissões será equivalente à remoção de mais de 90% da poluição gerada pelos ônibus e caminhões hoje em dia, quando toda a atual frota de veículos pesados tiver sido substituída.

#### DAS TORRES AOS RECIFES

Quando um poço deixa de produzir petróleo, ele é preenchido com cimento, de tal forma que praticamente não deixa marcas da sua existência. As plataformas são retiradas e podem ser recicladas, desmontadas ou deslocadas para algum local e afundadas para serem usadas para formar recifes artificiais. Entre seis meses e um ano depois, essas instalações estarão ocupadas por mariscos, corais, esponjas, moluscos e outras espécies da flora e fauna marinhas. Os recifes artificiais expandem habitats valiosos de peixes em áreas que não dispõem dessas formações naturais, como o golfo do México e a Tailândia — mais de 120 plataformas no golfo do México foram transformadas em recifes artificiais para servir de habitat de peixes e dar origem a áreas de pesca recreativa.



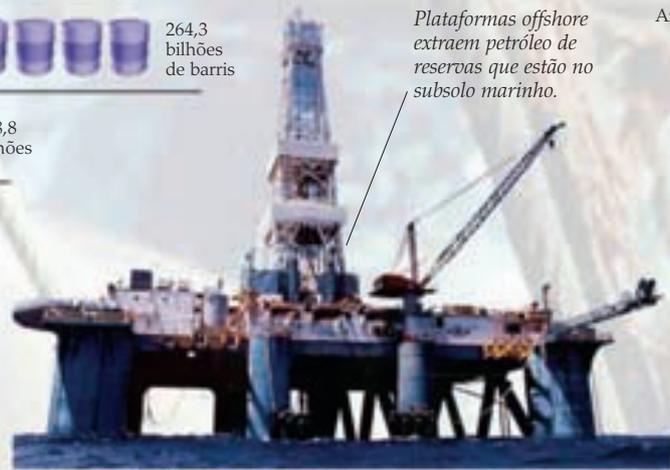
#### ESTRADAS INVISÍVEIS

No Ártico, as empresas constroem estradas e bases de sondas de perfuração de gelo para realizar suas operações. Essas estruturas se derretem na primavera e não deixam marcas de sua existência.



# Demanda e consumo

O MUNDO CONSUME CERCA DE 86 milhões de barris de petróleo por dia (158 mil litros por segundo). E a necessidade mundial de energia aumenta à medida que as economias e populações se expandem, principalmente, nos países em desenvolvimento. Estima-se que em 2030 mais de 80% da população viverá nesses países, onde, cada vez mais, se concentram as reservas de petróleo e gás. Ao mesmo tempo, a produção de gás e petróleo dos EUA e da Europa diminui. A Agência Internacional de Energia prevê que o aumento da demanda de energia exigirá um investimento de 20 trilhões de dólares nos próximos 25 anos – 3 mil dólares para cada pessoa viva hoje. Mais da metade desses investimentos será destinada à geração e distribuição de energia elétrica. O desafio está em produzir recursos energéticos mais limpos e que estejam disponíveis nos volumes necessários para manter o mundo moderno.



Plataformas offshore extraem petróleo de reservas que estão no subsolo marinho.

Arábia Saudita  
12,9%

Rússia  
12,1%

## NOVAS RESERVAS DE PETRÓLEO

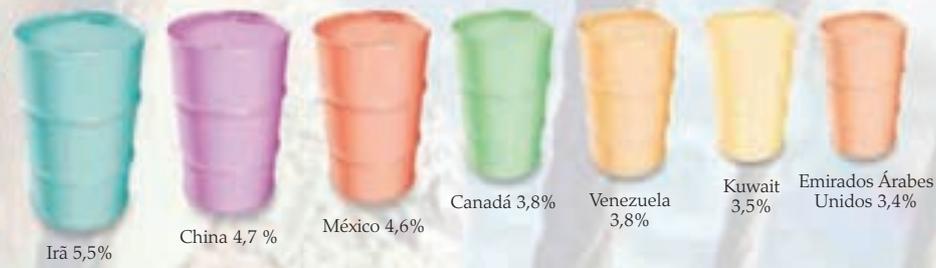
Com o aumento constante da demanda de energia em todo o planeta, o desafio é como prover um volume adequado, que seja acessível e confiável, para que a economia mundial possa crescer preservando o meio ambiente. O US Geological Survey estima que o total de reservas convencionais de petróleo recuperável, incluídos os líquidos de gás natural, seja de mais de 3,3 trilhões de barris. Destes, foram consumidos, até o momento, menos de um terço, deixando quase 2,4 trilhões de barris por produzir. Além disso, também há as vastas reservas "não convencionais" de petróleo, estimadas em 7 trilhões de barris, que vão exigir novos avanços tecnológicos para que possam ser extraídas.

**RESERVAS DE PETRÓLEO POR PAÍSES (2006)**  
As maiores reservas de petróleo do mundo estão na Arábia Saudita, sendo o campo de Ghawar o mais extenso de todos. Com 280 km de comprimento por 30 km de largura, o massivo campo de Ghawar produz 6% do petróleo mundial. A maior parte da produção mundial está no Oriente Médio. As reservas do Canadá são quase tão grandes como as da Arábia Saudita, porém, como são jazidas de areias betuminosas, o petróleo é mais difícil de extrair.

= aproximadamente 20 bilhões de barris



Estados Unidos  
20,5 milhões de barris por dia



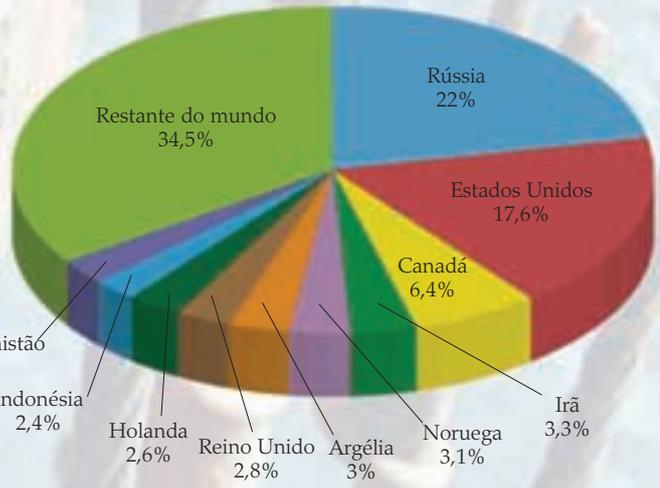
Estados Unidos  
7,9%

**PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES**

Apenas três países, Arábia Saudita, Rússia e EUA, produzem um terço de todo o petróleo mundial. Mais de 10 milhões de barris por dia são extraídos das reservas da Arábia Saudita, o maior produtor do mundo.

**MAIORES PRODUTORES DE GÁS NATURAL**

O uso de gás natural é o que teve maior crescimento entre as fontes de energia fósseis desde a II Guerra Mundial. Em 1950, o gás natural respondia por quase 10% da produção global de energia, e hoje chega a quase 23%. Rússia, EUA e Canadá juntos respondem por 46% do gás natural produzido no mundo.



China  
6,5 milhões

Japão  
5,4 milhões

Alemanha e Rússia  
cada um  
2,6 milhões

Canadá e Índia  
cada um  
2,3 milhões

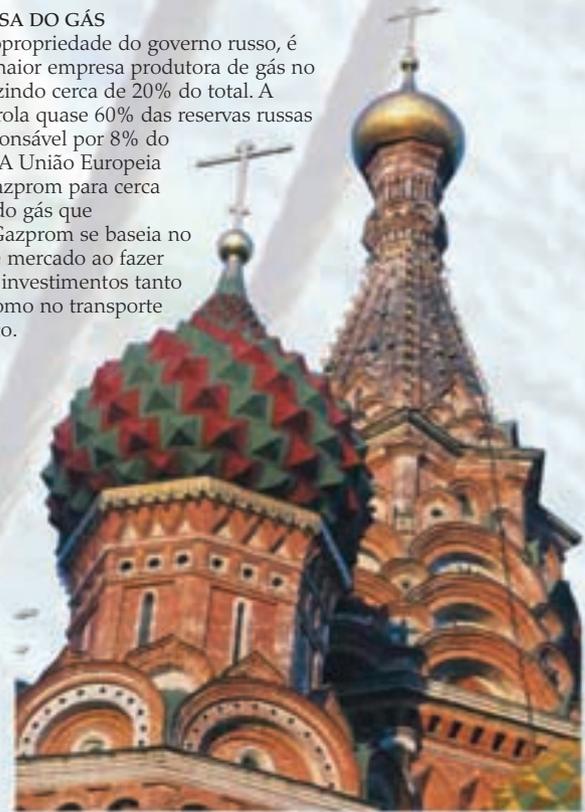
Brasil  
2,2 milhões

**MAIORES CONSUMIDORES**

No mundo consome-se, por ano, petróleo suficiente para encher uma piscina de 1,6 km de altura x 1,6 km de largura e 1,6 km de profundidade. Os EUA consomem mais de 20 milhões de barris por dia, um quarto de todo o petróleo usado no mundo, três vezes mais do que a China. A maior parte do petróleo é usada como combustível em carros e caminhões. O consumo de energia na China está acelerando. Embora o número de carros naquele país tenha duplicado entre 2000 e 2006, a média ainda é de um carro para cada 40 habitantes – nos EUA, é de um automóvel para cada duas pessoas. Mas é esperado um colossal aumento na venda de veículos na China e, por conseguinte, na demanda de combustível. A Agência Internacional de Energia prevê que 60% da energia será usada nos países em desenvolvimento em 2030.

**GIGANTE RUSSA DO GÁS**

A Gazprom, copropriedade do governo russo, é atualmente a maior empresa produtora de gás no mundo, produzindo cerca de 20% do total. A Gazprom controla quase 60% das reservas russas de gás e é responsável por 8% do PIB da Rússia. A União Europeia depende da Gazprom para cerca de um quarto do gás que consome, e a Gazprom se baseia no tamanho desse mercado ao fazer novos grandes investimentos tanto na produção como no transporte deste energético.



**O PETRÓLEO MOVIMENTA O MUNDO**

Os derivados de petróleo asseguram energia para todos os veículos a motor, aviões, embarcações e trens ao redor do planeta. No total, os derivados do petróleo, como a gasolina, o querosene, o diesel e o óleo para calefação, respondem por cerca de 40% da energia consumida nas casas, no comércio e nas fábricas em todo o mundo. Em comparação, o gás natural e o carvão respondem, cada um, por menos de 25% da demanda de energia mundial.



# A economia energética

**DURANTE MAIS DE UM SÉCULO**, o consumo de petróleo no mundo não parou de crescer e estima-se que a demanda aumentará cerca de 60% nos próximos 25 anos. O petróleo, o gás natural e o carvão continuarão sendo as principais fontes primárias de energia, ao lado de fontes renováveis e de novas tecnologias necessárias para atender à demanda energética. Além disso, há preocupações com as mudanças climáticas. O que significa que precisamos ser cuidadosos quanto ao consumo de energia, melhorando a eficiência energética que é a forma mais eficaz de se ter mais energia. Todos podem ajudar o planeta tomando decisões inteligentes de consumo de energia.

*Forma aerodinâmica reduz a energia necessária para viajar rápido*

## VIAJE DE TREM

Em vez de usar o carro, deveríamos viajar de trem, bonde ou ônibus, pois esses meios de transporte consomem duas a três vezes menos combustível por passageiro, por quilômetro, que os automóveis. Nos EUA, menos de 5% da população usa o transporte público para ir para o trabalho. Pesquisas demonstraram que se 10% dos americanos usassem o transporte público regularmente, as emissões de gases de efeito estufa no país poderiam ser reduzidas em cerca de 25%.

## EXERCITE AS PERNAS

O meio de transporte mais amigável ambientalmente é caminhar ou andar de bicicleta. Muitas cidades têm pistas exclusivas para bicicletas e trilhas, para fazer com que a bicicleta seja um meio de transporte menos arriscado e mais agradável. Quase metade da população na Grã-Bretanha admite usar um carro ou pegar uma carona para viagens curtas que poderiam ser facilmente feitas a pé ou de bicicleta.

*Uma produção local é normalmente fresca, dispensando o uso de energia para refrigeração e conservação*

*A maioria dos vegetais poderiam ser cultivados localmente*



## COMPRE PERTO

Os alimentos comprados nos supermercados viajam milhares de quilômetros para chegar até ali. Em vez de ir de carro ao supermercado para comprar alimentos que vêm de longe, é possível poupar combustível comprando produtos locais, especialmente nos mercados livres onde os alimentos procedem de plantações próximas.

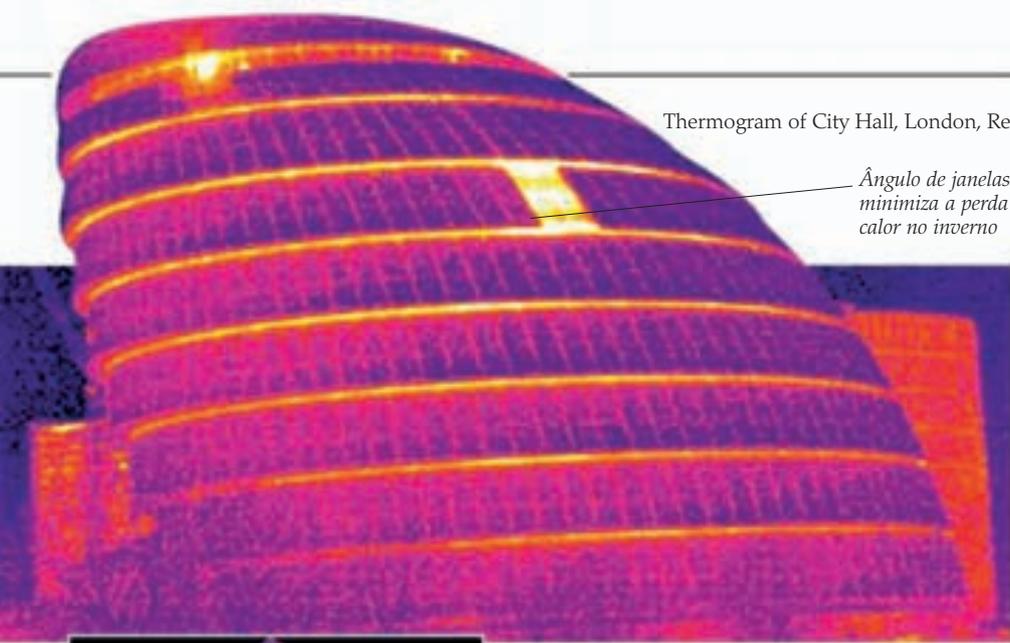
*A energia humana usado para impulsionar uma bicicleta é renovável e não poluente*



## ENERGIA VAMPIRA

A energia vampira ou fantasma é a consumida por alguns equipamentos durante todo o dia, mesmo quando não estão sendo usados e estão desligados. Entre esses equipamentos estão televisores, videocassetes, equipamentos de DVDs, computadores, impressoras, aparelhos de som e micro-ondas. Você pode reduzir o consumo energético desligando os aparelhos da tomada quando não estiverem em uso. Assegure-se também de desligar o computador quando não o estiver usando.





Thermogram of City Hall, London, Reino Unido

Ângulo de janelas minimiza a perda de calor no inverno



Janelas deixam escapar uma quantidade razoável de calor

Paredes mais espessas reduzem a perda de calor

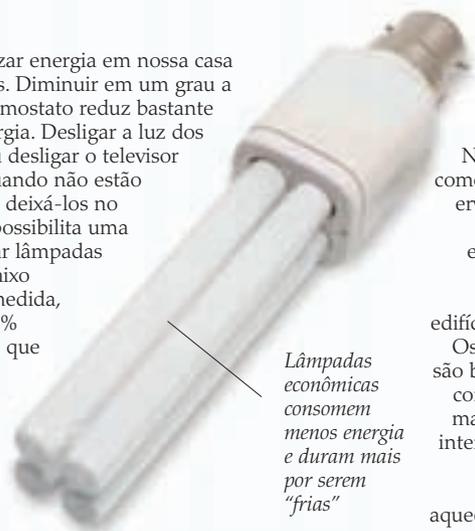
**PERDA DE CALOR**

A termografia com infravermelho pode revelar onde se perde calor em um edifício. A imagem à esquerda mostra como essa casa antiga perde a maior parte do calor pelas janelas e pelo telhado (zonas brancas e amarelas). Por isso, é importante instalar janelas duplas e isolar os telhados para bloquear os pontos de perda de calor. Muitos edifícios modernos já incorporaram recursos para a conservação de energia. Sua construção, arquitetura e forma original asseguram um ambiente fresco à sede da prefeitura de Londres (acima), que utiliza 75% menos de energia do que um edifício convencional do mesmo tamanho consumiria.

As plantas suculentas, como o Sedum, são perfeitas para os telhados verdes, pois toleram a escassez de água e precisam de pouca terra

**POUPE ENERGIA**

Podemos economizar energia em nossa casa com pequenos atos. Diminuir em um grau a temperatura do termostato reduz bastante o consumo de energia. Desligar a luz dos cômodos vazios ou desligar o televisor e o computador quando não estão sendo usados, sem deixá-los no standby, também possibilita uma boa economia. Usar lâmpadas fluorescentes de baixo consumo é outra medida, pois consomem 80% menos eletricidade que as convencionais.



Lâmpadas econômicas consomem menos energia e duram mais por serem "frias"

**TELHADOS VERDES**

No futuro haverá mais telhados como este, coberto de gramíneas e ervas, tanto no campo como nas cidades. Chicago (EUA), por exemplo, tem hoje mais de 250 edifícios de escritórios com telhados verdes, e cada novo edifício público também terá o seu. Os telhados verdes não somente são bonitos, como também servem como excelente isolante térmico, mantendo o frescor do ambiente interno no verão e retendo o calor no inverno. Isso significa que menos energia será gasta em aquecimento e no ar condicionado.



A maioria das embalagens pode ser reciclada

Cerca de 40 milhões de garrafas de plástico são jogadas fora todos os dias nos EUA

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS**

Quase sempre se gasta menos energia ao produzir objetos com materiais reciclados do que com matérias-primas novas. A produção de novas latas de bebidas a partir de resíduos de alumínio, por exemplo, demanda 95% menos energia que a fabricação tradicional, a partir de matérias-primas. Reciclar plásticos consome mais energia, porém representa uma economia no uso de petróleo, uma vez que os monômeros são feitos a partir dos hidrocarbonetos.



#### COMBUSTÍVEIS DERIVADOS DO LIXO?

Todos os dias, os aterros recebem enormes quantidades de lixo. Neles, bactérias decompõem materiais como alimentos e papel, liberando um gás que tem 60% de metano. Os cientistas buscam formas de coletar esse metano e utilizá-lo como fonte de energia.

# Substitutos do petróleo

A PREOCUPAÇÃO COM A CRESCENTE demanda mundial de energia e o efeito das emissões de dióxido de carbono no clima tem encorajado as pessoas a buscar novas formas de “impulsionar” os veículos. A gasolina tem alta densidade energética e é fácil de controlar a temperatura e pressão ambiente, por isso é competitiva, especialmente como combustível para transporte. Quase todos os grandes fabricantes de carros investem no desenvolvimento de veículos que usem energias alternativas, mas a maioria ainda está em fase experimental. Algumas alternativas apresentam poucos

benefícios ambientais e todas ainda precisam superar desafios para se tornarem economicamente viáveis. Pode demorar mais de duas décadas para que essas novas tecnologias sejam utilizadas em larga escala na frota de veículos automotivos. Dois exemplos dessas tecnologias são a tração dianteira e a injeção de combustível. Melhorar a eficiência do combustível no motor dos carros é uma solução para poupar petróleo nos transportes. E a biomassa, que converte resíduos de diversos tipos de plantas em fontes de energia, está despontando como uma opção de combustível para os transportes.

#### COMBUSTÍVEL VEGETAL

Os combustíveis derivados de vegetais são energias renováveis, pois é possível cultivar mais plantas para substituir as que são consumidas. Os biocombustíveis se produzem transformando os açúcares e o amido de cultivos como o do milho e o de cana-de-açúcar em etanol, ou transformando em biodiesel a soja, a canola, a linhaça e outras espécies. É possível obter metanol processando madeira ou resíduos agrícolas. Se todo acre de milho cultivado nos EUA fosse usado só para a produção de etanol, o combustível obtido substituiria menos de 25% da gasolina que é usada hoje. Além disso, os biocombustíveis são apenas um pouco mais limpos do que os combustíveis convencionais.



#### FAUNA EM PERIGO

Se as áreas de lavoura se expandirem para dar lugar a plantios para produção de biodiesel, a fauna corre riscos. A agricultura intensiva já afeta a vida de pássaros como a cotovia, que fazem ninhos no chão e encontram cada vez menos área para esse fim. E o uso de inseticida dificulta a caça de insetos em volume suficiente para essas aves alimentarem os filhotes.

As sementes contêm óleo com grande energia

Linhaça



Milho

O milho contém hidratos de carbono que podem ser transformados em etanol



Canola

Soja

**O HIDROGÊNIO DO METANOL**  
Um dos problemas dos automóveis que funcionam com células de hidrogênio é que poucos postos de combustíveis estão equipados para fornecer esse energético. Enquanto esses postos não se popularizam, os motores desses automóveis têm que extrair o hidrogênio de outros combustíveis. O Mercedes Nekar 5 obtém o hidrogênio a partir do metanol, que pode estar à disposição num posto convencional.



Experimental Daimler-Chrysler Nekar 5

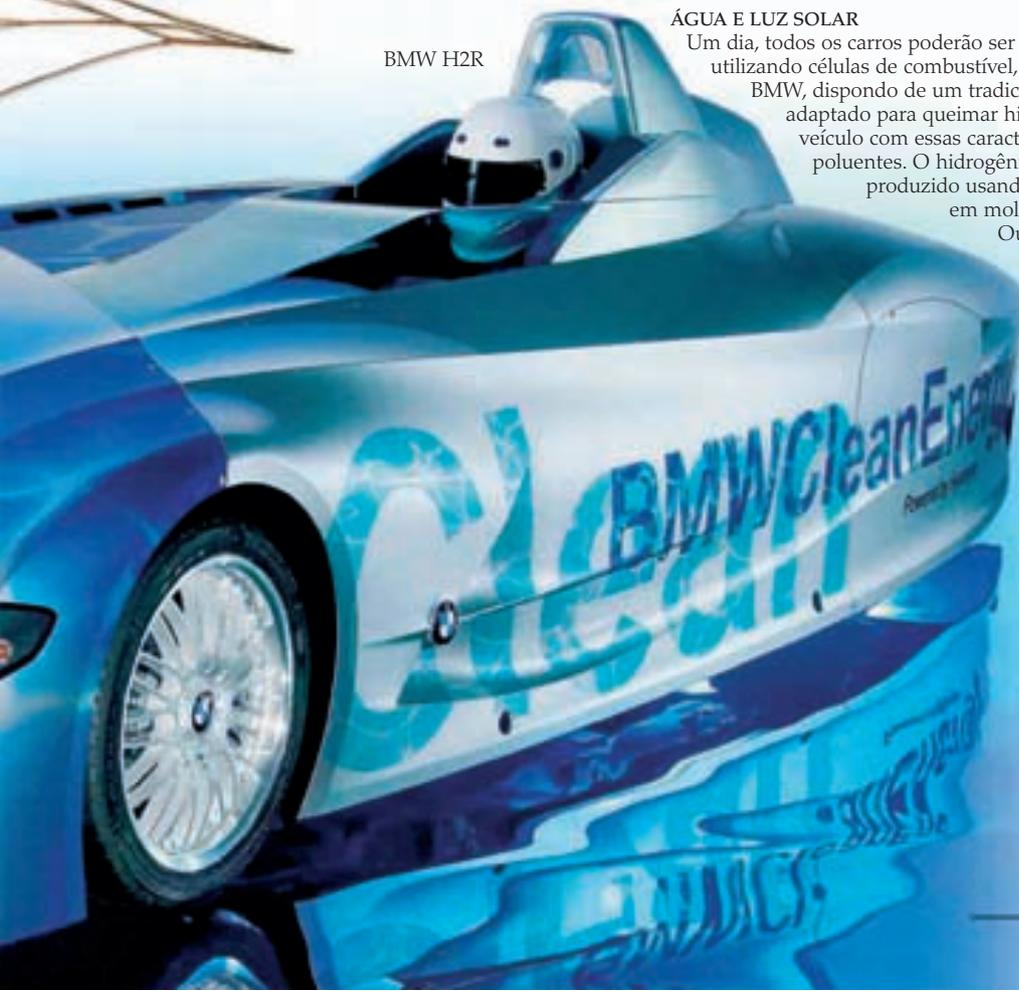


*As células da bateria do celular são recarregadas com metanol*

**CELULAR DE METANOL**

A bateria de um celular deve ser recarregada na corrente elétrica após algumas horas de uso. Os cientistas estão desenvolvendo pequenas células de combustível capazes de gerar eletricidade para carregar a bateria usando o metanol como fonte. Hoje em dia, a maior parte do metanol provém do gás natural, uma vez que é mais barato que produzi-lo a partir de matéria orgânica. Dessa forma, usar metanol não implica reduzir nossa dependência dos combustíveis fósseis.

BMW H2R



**ÁGUA E LUZ SOLAR**

Um dia, todos os carros poderão ser movidos a hidrogênio, seja utilizando células de combustível, ou, como no protótipo H2R, da BMW, dispondo de um tradicional motor de combustão interna adaptado para queimar hidrogênio em vez de gasolina. Um veículo com essas características não emite gases poluentes. O hidrogênio para abastecer esse carro seria produzido usando energia solar para dividir a água em moléculas de hidrogênio e oxigênio. Ou seja, na prática, seriam carros movidos a água e luz do sol, energias renováveis por excelência.

**REFINARIA DOMÉSTICA**

Um simples dispositivo doméstico, como o da imagem, pode transformar o óleo vegetal em biodiesel, que tem menos emissões e é mais limpo que o diesel convencional. O biodiesel, nos países mais quentes, pode ser usado nos automóveis convencionais movidos a diesel. Nos climas mais frios, seria necessário misturá-lo com o diesel convencional.

**COZINHANDO COMBUSTÍVEL**  
É possível adaptar o motor de um carro para que funcione com óleo vegetal. Esse tipo de óleo é obtido a partir da moagem de certas variedades de plantas (óleo vegetal puro) ou aproveitando o resíduo de óleo vegetal utilizado nas cozinhas. No entanto, o setor dos restaurantes e serviços de alimentação não gera óleo suficiente para ter algum efeito no consumo de gasolina. Tal como acontece com a produção de biocombustíveis, a obtenção de óleo vegetal puro requer grandes extensões de terras agrícolas para o cultivo dessas plantas.



*No interior do equipamento de conversão, o óleo vegetal é refinado misturando com soda cáustica*



*O biodiesel sai pela torneira na base do conversor*

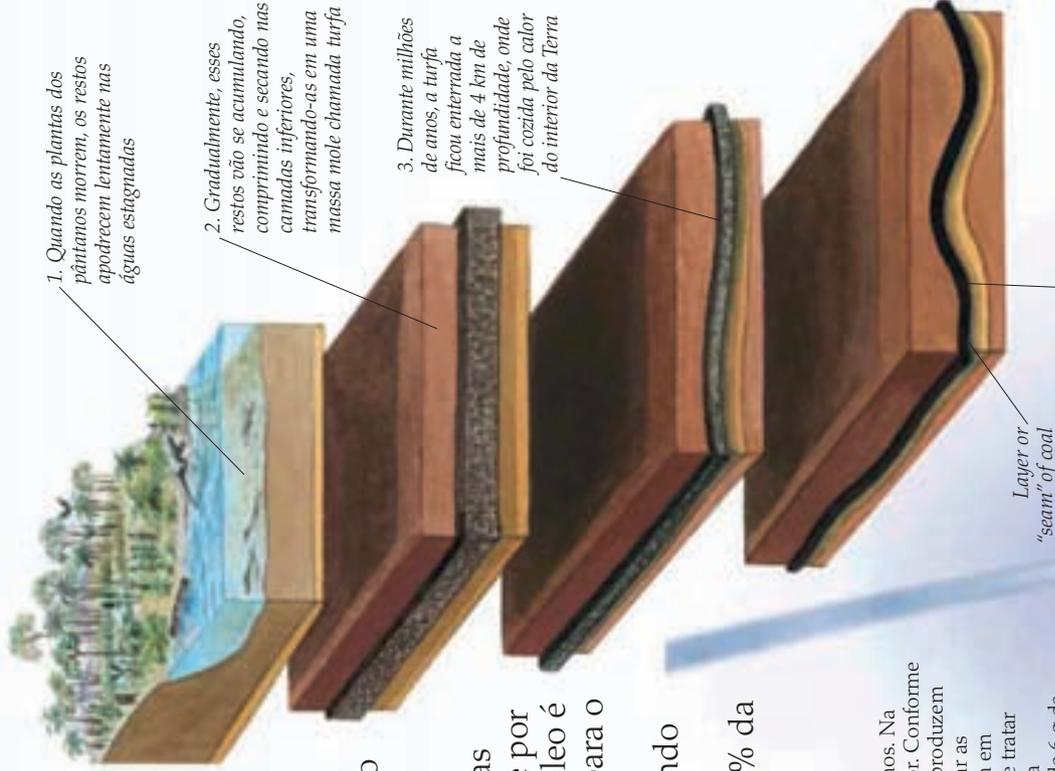
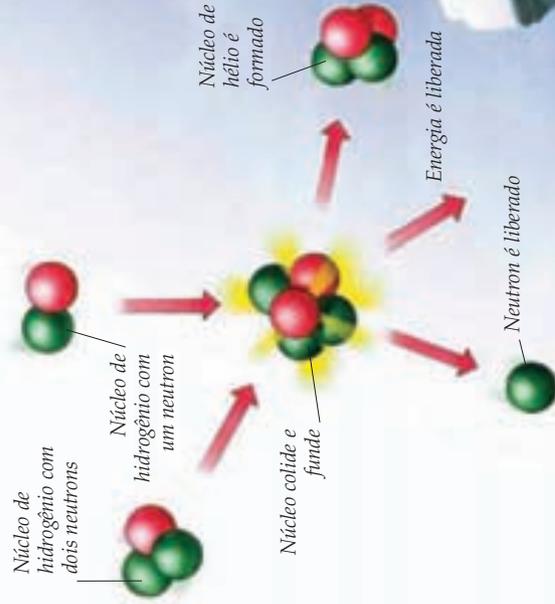
# Geração de energia

## CERCA DE 40% DO SUPRIMENTO

primário de energia mundial é usado para gerar eletricidade, cuja demanda tem aumentado de forma vertiginosa nos países em desenvolvimento. As usinas elétricas utilizam vários combustíveis. O carvão é a fonte de energia mais usada para gerar eletricidade. O gás natural vem aumentando sua participação, uma vez que tem combustão mais limpa que a do carvão e hoje gera cerca de 20% da eletricidade mundial. A energia hidráulica fornece cerca de 16% da energia das usinas elétricas, enquanto a nuclear responde por quase 15% dessa geração no mundo. O petróleo é utilizado principalmente como combustível para o transporte, e gera apenas cerca de 7% da eletricidade mundial. As outras fontes, incluindo geotérmica, solar, eólica e dos combustíveis e resíduos renováveis respondem por apenas 2% da eletricidade gerada na Terra.

## NUCLEAR

É uma fonte de energia não renovável, que se obtém do núcleo dos átomos. Na fissão nuclear, os átomos se separam e liberam energia em forma de calor. Conforme os fragmentos colidem com outros átomos, estes também se separam e produzem mais calor. Esse processo aquece a água, produzindo o vapor que faz girar as turbinas que movem os geradores encarregados de transformar a energia em eletricidade. Os materiais radioativos também servem para diagnosticar e tratar doenças (como o câncer), limpar partículas de pó de um filme ou medir a quantidade de ar a ser misturado para fazer um sorvete. Um fragmento de 6 g de combustível nuclear rende tanta energia quanto uma tonelada de carvão. A energia nuclear não produz dióxido de carbono (principal gás do efeito estufa), dióxido de enxofre ou óxidos de nitrogênio. Entretanto, gera perigosos resíduos radioativos e a água residual quente das usinas nucleares pode impactar a vida marinha.



1. Quando as plantas dos pântanos morrem, os restos apodrecem lentamente nas águas estagnadas

2. Gradualmente, esses restos vão se acumulando, comprimindo e secando nas camadas inferiores, transformando-as em uma massa mole chamada turfa

3. Durante milhões de anos, a turfa ficou enterrada a mais de 4 km de profundidade, onde foi cozida pelo calor do interior da Terra

Layer or "seam" of coal

4. O cozimento destruiu os restos de fibras vegetais e liberou gases, deixando uma camada de carvão sólido negro

## CARVÃO

É uma fonte de energia não renovável formada por camadas de água e lama que capturaram plantas mortas no fundo dos pântanos há milhões de anos. O calor e a pressão transformaram os restos dessas plantas no que denominamos carvão. Ele está presente em todos os continentes, incluindo a Antártica. As reservas mundiais de carvão somam mais de um trilhão de toneladas (o que seria suficiente para 180 anos, considerando o consumo atual). O carvão pode ser queimado diretamente para aquecer ou cozinhar, mas a maioria é usada nas usinas térmicas para gerar eletricidade. As novas tecnologias estão reduzindo de forma significativa os gases de efeito estufa gerados pela queima de carvão nas usinas termoeletricas.



**GEOTÉRMICA**  
A energia geotérmica é gerada no núcleo da Terra, a 6.400 km abaixo da superfície. O desgaste constante e lento das partículas radioativas no interior da Terra produz temperaturas mais altas que as da superfície do Sol. As rochas quentes aquecem a água subterrânea, produzindo vapor. A maioria das reservas geotérmicas é encontrada perfurando-se poços de vapor, que não deixam marcas visíveis na superfície. No entanto, às vezes, elas brotam em forma de vulcões, fontes termais ou gêiseres. Quase toda a atividade geotérmica do planeta ocorre em uma zona que circunda o oceano Pacífico, denominada Anel de Fogo. A energia geotérmica pode aquecer casas e produzir eletricidade a partir do bombeio de vapor ou de águas subterrâneas aquecidas para a superfície, com baixos níveis de emissão. Essa energia produz cerca de 1/6 do dióxido de carbono emitido por uma usina de gás natural e é uma fonte renovável de energia, pois a chuva repõe a água, e há produção contínua de calor no interior da Terra.

**VENTO**  
É uma fonte renovável de energia e uma forma de energia solar. Quando o ar aquecido pela radiação solar sobe, a pressão atmosférica na superfície terrestre diminui, e o ar frio substitui o quente, gerando vento. As turbinas eólicas transformam a energia cinética do vento em energia mecânica ou eletricidade. Mas não podem ser instaladas em qualquer local, devido ao espaço que ocupam e ao ruído que produzem. Contudo, os parques eólicos (conjuntos de turbinas eólicas) estão deixando sua marca em países como a Dinamarca e a Alemanha. Não é possível prever quando ou com que força soprará o vento, porém, é uma fonte limpa e inesgotável. E, uma vez construídas, as turbinas são muito econômicas.

## SOLAR

É uma energia renovável (luz ou calor) que se obtém do Sol. Pode ser transformada direta ou indiretamente em outras formas de energia, como calor ou eletricidade, sem contaminar o meio ambiente. Mas são necessárias grandes áreas para instalar os painéis solares e o investimento inicial é alto. Os painéis solares de aço, vidro ou plástico são usados para captar o calor do Sol, e aquecer canos que transportam água ou ar. As células fotovoltaicas transformam diretamente o calor solar em eletricidade. Estas podem ser usadas de diferentes formas, do fornecimento de energia para pequenos dispositivos, como calculadoras, até a geração de eletricidade para uma cidade inteira.

## ÁGUA (ENERGIA HIDRÁULICA E ONDAS)

A energia hidráulica foi usada durante milhares de anos nos moinhos e para mover equipamentos rudimentares. Atualmente esse recurso renovável fornece apenas uma quinta parte da energia elétrica gerada no mundo. A água em movimento faz girar as turbinas, que por sua vez movimentam geradores que transformam a energia em eletricidade. A água é limpa, confiável e poderosa, e pode ser regulada de acordo com a demanda. No entanto, corre o risco de escassear em épocas de seca. Por isso, as usinas hidrelétricas utilizam combustíveis fósseis com frequência para obter energia adicional. As barragens ou alterações na qualidade da água também podem ter um impacto negativo nos habitats e ecossistemas aquáticos e terrestres. As ondas causadas pelos ventos que varrem a superfície do oceano são outra potente fonte de energia. As ondas podem ser conduzidas por um canal estreito, aumentando seu poder e tamanho, para então serem levadas para uma bacia coletora ou usadas para fazer girar as turbinas. A operação dos sistemas hidráulicos é mais cara que a dos combustíveis fósseis.

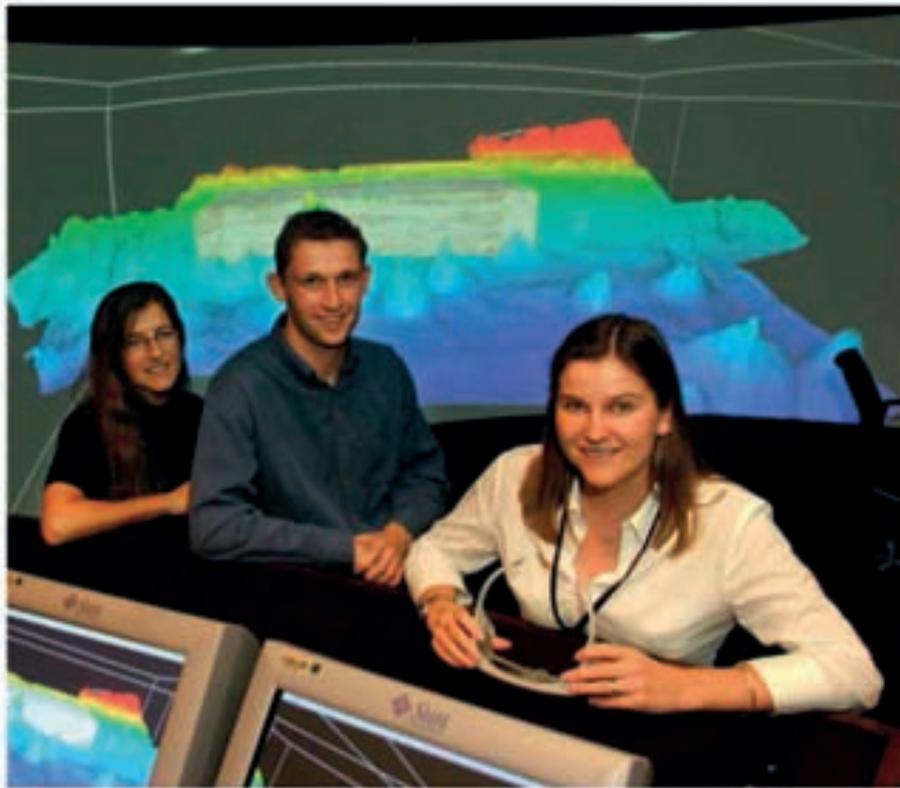
## EMPRESAS DE ENERGIA, NÃO DE PETRÓLEO

As atuais empresas de petróleo e gás também são produtoras de energia e grandes investidoras em desenvolvimento de fontes energéticas alternativas. Por exemplo, a BP é uma das maiores fabricantes mundiais de células solares fotovoltaicas. A Chevron é a maior fabricante de energia geotérmica. A indústria do gás e petróleo é a maior produtora e usuária de hidrogênio. ExxonMobil, BP, Chevron, ConocoPhillips e Shell desempenham um papel fundamental em parcerias entre o governo e a indústria nas áreas de veículos e combustível à base de hidrogênio, como FreedomCar e Fuel Partnership, do Departamento de Energia dos Estados Unidos, e California Fuel Cell Partnership. E a Shell é uma das principais empresas da indústria eólica do mundo.



# Um mundo de oportunidades

A INDÚSTRIA PETROLÍFERA EMPREGA MAIS de um milhão de pessoas no mundo, proporcionando excelentes oportunidades de trabalho. As carreiras abrangem desde os trabalhadores de campo a operadores experimentados, de técnicos de manutenção a profissionais de engenharia, ciência e administração. Além disso, oferece um trabalho estimulante e desafiante. As equipes de campo que atuam na exploração e perfuração de poços movimentam-se frequentemente de um lugar para outro. Os que atuam na operação de poços e na produção ficam no mesmo local durante períodos extensos. Executivos e pessoal da administração geralmente trabalham nos escritórios. Geólogos, engenheiros e gerentes dividem o tempo entre o escritório e locais de trabalho, principalmente na etapa de exploração.



## PROFISSIONAIS

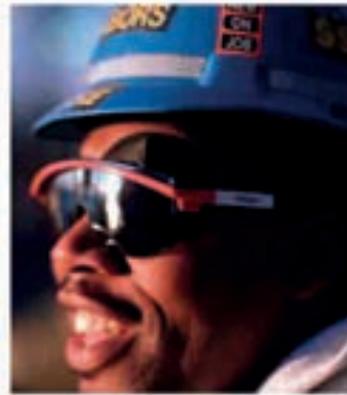
**Geólogos** – Estudam a composição, os processos e a história da evolução da Terra para encontrar reservatórios de petróleo. Eles podem passar dias e semanas preparando gráficos e mapas, fazendo medições, escavando e recolhendo amostras de rocha. Depois, no laboratório, fazem testes para analisar a composição e evolução dessas amostras. Geólogos utilizam potentes computadores e softwares complexos para criar e analisar modelos bi e tridimensionais do subsolo, para definir o melhor local para perfurar poços. Um geólogo aplica em suas atividades conhecimentos de química, física, biologia e matemática. Para desempenhar alguns cargos básicos é necessário ter um bacharelado em geologia, porém um mestrado ou doutorado proporcionam mais oportunidades de emprego e ascensão profissional.

**“Petroleum landman”** – Função típica dos EUA, o *petroleum landman* é uma espécie de representante das empresas petrolíferas, encarregado de obter autorização dos proprietários de terras e licenças necessárias junto às agências governamentais para perfurar um poço. É responsável pela comercialização do petróleo e do gás natural, assim como pela negociação, elaboração e gerenciamento de acordos, e supervisão das atividades administrativas. A posição de *petroleum landman*, na maioria dos casos, requer formação em Petroleum Land Management (gerenciamento de áreas petrolíferas), porém costuma-se dar preferência aos advogados.

**Geofísicos** – Usam a gravidade, o magnetismo, a eletricidade e a sísmica para estudar a terra. Alguns trabalham ao ar livre para estudar acidentes geográficos e outros, no escritório, fazendo cálculos para criar modelos virtuais nos computadores. Os geofísicos têm forte formação em geociências, com ênfase em geologia, matemática e física. Para exercer, na maioria dos cargos, é necessário ter um curso de pós-graduação.

**Engenheiros do petróleo** – Participando de todas as fases da exploração e produção, engenheiros do petróleo procuram reservas de gás e petróleo, desenvolvem métodos mais eficazes e seguros para trazer os hidrocarbonetos até a superfície e supervisionam a operação no local, além atuar na desativação dos equipamentos e dos poços após o término da exploração. Muitos desses profissionais viajam ou moram em outros países: seu trabalho os leva a desertos, alto-mar, montanhas e regiões geladas. Outros engenheiros do petróleo, no entanto, trabalham no escritório, analisando os relatórios e recomendações dos engenheiros de campo, aconselhando os diretores das companhias sobre o melhor procedimento. O requerimento mínimo é a formação em engenharia ou geociências, mas a maioria busca a pós-graduação.





#### “GRANDE MUDANÇA DE EQUIPE”

A procura por profissionais qualificados na indústria petrolífera é grande e deverá aumentar nos próximos anos com o crescimento da demanda mundial de óleo e gás. A crise do petróleo na década de 1980, que reduziu a oferta de trabalho, levou à queda acentuada na busca de cursos de geociências. O atual boom da indústria, associado à migração de profissionais para outros setores, saída do mercado de trabalho e aposentadoria de quadros qualificados, deve abrir novas frentes. Como a média de idade no setor é de 49 anos, em 10 anos eles terão de ser substituídos. O que significa grandes oportunidades para os profissionais da área.



#### SALÁRIOS

A indústria petrolífera oferece os mais altos salários, em todos os níveis, comparada aos demais setores. O salário de funções de nível iniciante, que exigem muito esforço físico, é bom. Trabalhadores com formação técnica e superior, em funções ou cargos técnicos ou específicos, costumam ganhar mais. Os salários dos profissionais da área de perfuração variam de acordo com a experiência e qualificação, e são calculados por meio de tabelas de custos diários (homem/hora), além do salário-base. Trabalhadores das plataformas marítimas costumam receber mais que os petroleiros em terra, pois atuam em condições mais extremas.



#### ESPECIALISTAS EM MEIO AMBIENTE E SEGURANÇA

##### **Especialistas em meio ambiente e segurança**

Estes técnicos realizam testes de laboratório e de campo para monitorar o meio ambiente e investigar as causas da poluição. Coletam amostras de gases, solo, água e outros materiais para fazer testes e, então, aplicar as medidas corretivas necessárias.



##### **Engenheiros de saúde e segurança**

Aplicar seus conhecimentos de processos industriais, mecânica, química, psicologia e da legislação laboral na área de saúde e segurança para promover a segurança no ambiente de trabalho ou no produto é a responsabilidade de um engenheiro da área de saúde e segurança.

#### REQUISITOS PROFISSIONAIS

Os profissionais mais bem-sucedidos na indústria do petróleo são os que têm inclinação para as atividades na área de mecânica, são conscientes quanto às questões de segurança no trabalho, estão acostumados a cumprir ordens e a trabalhar em equipe. É possível ingressar nesse mercado de trabalho com diferentes formações acadêmicas. Os postos básicos, de operários ou diaristas, requerem pouca ou nenhuma formação ou experiência prévia. As qualificações básicas requeridas para a função são obtidas em treinamentos, no próprio emprego. As oportunidades de ascensão para os profissionais de campo são maiores para os que têm qualificação e experiência. As equipes offshore, incluindo os que têm cargos básicos, costumam ter mais experiência que as de terra, por trabalharem em condições mais críticas. Cargos específicos, como geólogos, geofísicos e engenheiros do petróleo, requerem no mínimo um bacharelado, porém muitas empresas preferem profissionais com mestrado e até mesmo doutorado em petróleo.

#### REDUZINDO A QUEIMA DE GÁS

O petróleo bruto e o gás natural coexistem debaixo da terra e a perfuração de poços conduz os dois recursos à superfície. Mas, como obter gás natural é mais caro e requer infraestruturas de processamento e transporte por gasodutos, muitas empresas acabam por queimar esse valioso insumo. Só na África, a queima consome 40 bilhões de metros cúbicos de gás por ano, volume suficiente para fornecer 50% da eletricidade necessária ao continente. Com o intuito de mitigar esse problema, companhias petrolíferas e países produtores de gás criaram a Gas Flaring Reduction Partnership (entidade que busca reduzir a queima de gás), que tem o apoio do Banco Mundial. O grupo criou parâmetros de queima voluntária e liberação do gás para a atmosfera para ajudar os países a atingir mais rapidamente suas metas de redução. E trabalha para estimular o uso de gás natural e gás liquefeito de petróleo nas comunidades ao redor dos locais em que ocorre a queima.



#### PROMOVENDO O DESENVOLVIMENTO LOCAL

Quando a ConocoPhillips descobriu petróleo no golfo de Paria, uma zona ambientalmente muito sensível na costa da Venezuela, a comunidade local expressou sua preocupação com o impacto que a produção de petróleo teria na indústria pesqueira, na vida das aves migratórias e na economia. A ConocoPhillips comprometeu-se a proteger o meio ambiente e apoiar a comunidade local. A companhia tem educado os pescadores quanto à conservação da pesca, treinado as mulheres em atividades econômicas lucrativas e promovido cursos na área de saúde e bem-estar, além de facilitar o acesso à água potável. O programa de desenvolvimento local inclui ainda a contratação de trabalhadores da região, contribuindo para o crescimento contínuo da economia, e trabalha com grupos de conservação para preservar a biodiversidade.

## A serviço da sociedade

A ENERGIA É VITAL PARA CADA UMA de nossas atividades. Fornece o calor necessário para a nossa saúde e conforto, a eletricidade para iluminar e pôr em funcionamento eletrodomésticos e outras máquinas, e a força para mover os veículos. Energia sustentável significa produzir energia de forma segura e econômica, com responsabilidade social e ambiental para garantir o bem-estar das futuras gerações. As companhias de petróleo e gás costumam atuar em regiões pouco desenvolvidas e em áreas sensíveis ambientalmente, e suas atividades podem ter um grande impacto econômico nos países onde atuam. Elas têm introduzido a questão da responsabilidade social nas comunidades onde desenvolvem suas operações, pois trabalham com os empregados, suas famílias e a sociedade local para melhorar a qualidade de vida de todos, de forma a beneficiar tanto os negócios quanto o desenvolvimento local. Os exemplos de parcerias e projetos destacados aqui representam apenas uma pequena parte do que essa indústria está fazendo para construir e manter relacionamentos que sejam mutuamente proveitosos e estejam a serviço da sociedade.



#### ELIMINANDO O CHUMBO

A qualidade do ar piorou drasticamente em muitos países em desenvolvimento devido à urbanização acelerada e ao aumento da frota de veículos motorizados. Muitos carros continuam usando gasolina com chumbo, apesar de ser uma substância tóxica e aumentar as emissões que impactam a qualidade do ar. Mais de 80 organizações internacionais, incluindo a Petroleum Industry of East Africa, se uniram para erradicar a gasolina com chumbo e adotar tecnologias automotivas mais limpas. Depois de fundar a Sociedade de Combustíveis e Veículos mais Limpos (PCFV, sigla em inglês), lançaram uma campanha educativa e aplicaram diversas normas que erradicaram com sucesso a gasolina com chumbo na África Subsaariana. No início de 2006, foi paralisada a produção e a importação de gasolina com chumbo, e 100% da população passou a ter acesso aos combustíveis sem chumbo. A PCFV continua a expandir suas atividades para outros países em desenvolvimento, como Gâmbia e Tailândia.



#### REDUZIR O CONTÁGIO DE AIDS ENTRE MÃES E FILHOS

Estima-se que um milhão de pessoas tenham Aids na República do Congo, das quais mais da metade são mulheres. Sendo uma empresa que opera no Congo, a Eni quer evitar a propagação da doença e proteger tanto seus funcionários como as comunidades das zonas afetadas. Com o foco na prevenção da transmissão entre mães e filhos, a ENI tem financiado e equipado os hospitais locais com recursos para diagnosticar a Aids em mulheres grávidas, oferece aconselhamento às famílias e trata dos recém-nascidos que sofrem da doença. Como resultado dessa iniciativa, a taxa de mortalidade diminuiu de forma radical no Congo e o programa serve de modelo para outros países.

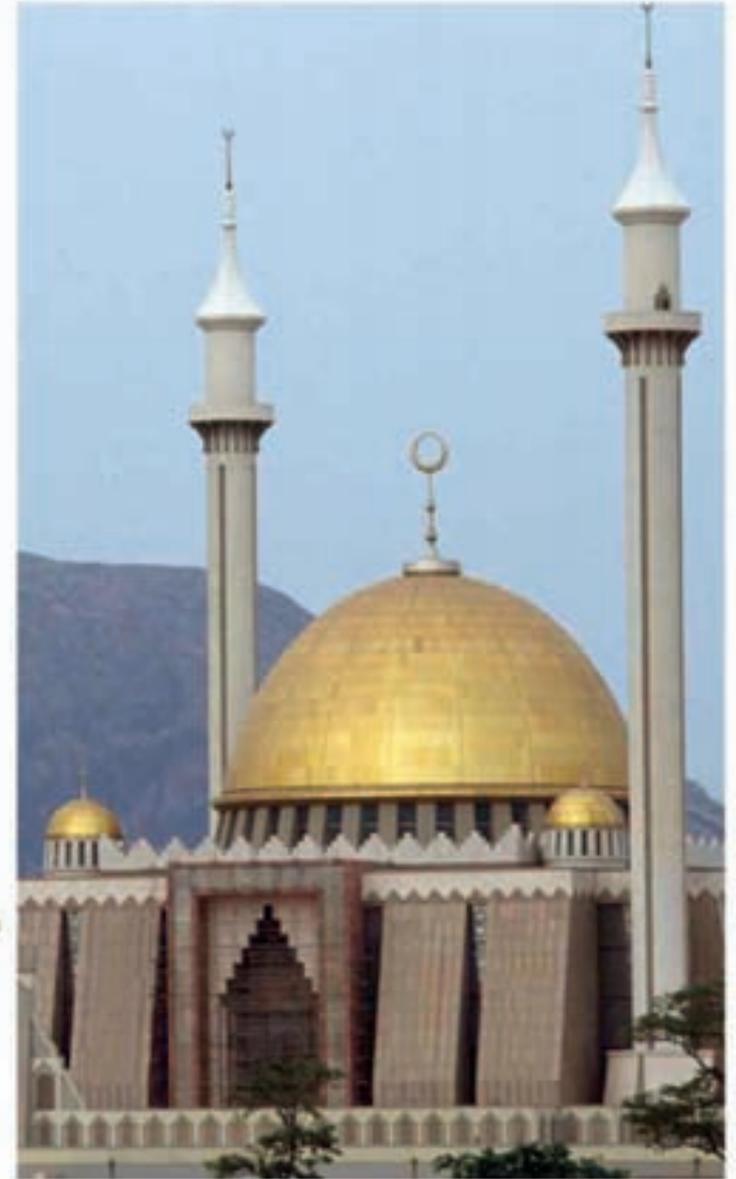
#### SALVEM O TIGRE

Em menos de cem anos, passou de 100 mil para menos de 5 mil o número de tigres que vagam pela Ásia, da Sibéria à Sumatra. Em 1987, foi proibido o tráfico de todas as espécies, mas a destruição de seus habitats, a caça clandestina e o comércio ilegal de peles continuam sendo graves ameaças para a sobrevivência desses animais. A ExxonMobil foi a primeira a usar a imagem do tigre como símbolo da empresa, no início do século XX. Em 1995, a petroleira criou o Fundo para a Salvação do Tigre, que busca a conservação de áreas remanescentes de tigres em estado selvagem. Com ações legais e de educação ambiental, programas de combate à caça clandestina e de conservação e proteção dos habitats e buscando solucionar conflitos entre homens e a vida selvagem, a ExxonMobil trabalha com as comunidades locais para restabelecer a população de tigres.



#### FORMAÇÃO PARA MULHERES PAQUISTANESAS

Nas regiões não industrializadas do sul do Paquistão, o sustento de muitas famílias depende da agricultura, uma fonte de recursos pouco confiável, dada a instabilidade do clima e os inadequados sistemas de irrigação. Para manter suas famílias, os homens buscam trabalho nas cidades próximas e as mulheres fazem artesanato para vender nos mercados. Estas, no entanto, não têm treinamento adequado para desenvolver satisfatoriamente o seu negócio. O Sartiyoon Silai Karhai Masrkaz Vocational Training Center da BHP Billiton fomenta a independência econômica ensinando as mulheres a bordar, costurar e confeccionar roupas. Centenas de mulheres já fizeram cursos no centro e muitas delas já abriram lojas de roupas e cosméticos em suas vilas.



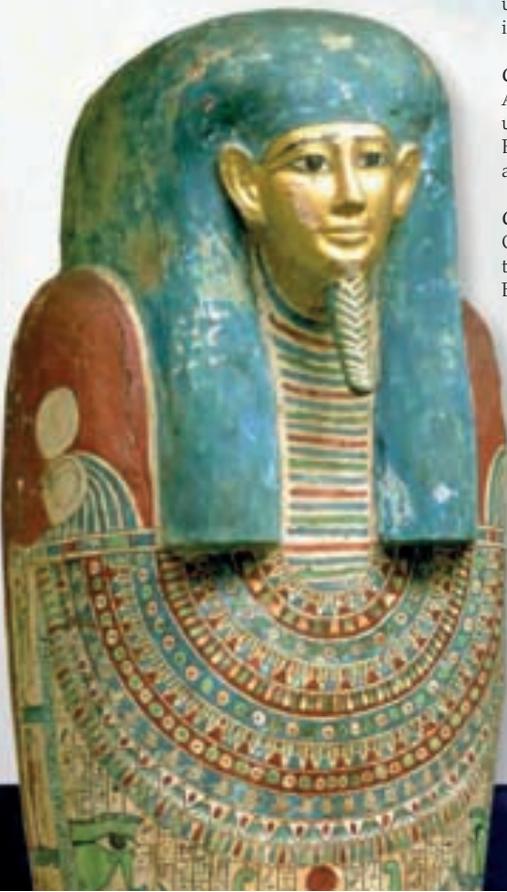
#### FORMANDO JUÍZES DA SHARIA NA NIGÉRIA

Os esforços para reformar o sistema político nigeriano levaram muitos estados do norte a aplicar a lei islâmica, denominada Sharia, designando líderes religiosos como juizes. Embora fossem doutos nos ensinamentos islâmicos e no Alcorão, muitos juizes nunca haviam recebido uma educação formal legal e careciam de conhecimentos para aplicar resoluções baseadas nos direitos humanos. A companhia petrolífera norueguesa Statoil patrocinou o Projeto de Assistência e Defesa Legal (LEDAP, sigla em inglês) da Nigéria, para realização de seminários sobre direitos humanos para treinar 20% dos juizes no país.

# Cronologia

**DURANTE MILHARES DE ANOS**, especialmente no Oriente Médio, o petróleo serviu para uma grande variedade de propósitos, da iluminação por lamparinas à impermeabilização de telhados e barcos. No entanto, a verdadeira era do petróleo começou há apenas 150 anos. O ponto de partida foi dado pela introdução das primeiras lâmpadas de querosene, em 1857, e, principalmente, pela invenção do motor de combustão interna, em 1862, que levou ao desenvolvimento do automóvel. Hoje, o petróleo além de sustentar a economia mundial também condiciona a política internacional.

Sarcófago de múmia egípcia



**C. 4500 A.C.**

A população, do que é hoje o atual Iraque, usava o betume proveniente das plantas para impermeabilizar o telhado de suas casas.

**C. 4000 A.C.**

As comunidades, do atual Oriente Médio, utilizavam betume para impermeabilizar barcos. Esse processo, chamado calafetagem, continuou até os anos 1900.

**C. 600 A.C.**

O rei Nabucodonosor usou betume para unir os tijolos na construção dos Jardins Suspensos da Babilônia e para impermeabilizar os canos dos sistemas de irrigação.

**500 A.C. EM DIANTE**

Os arqueiros persas molhavam a ponta de suas flechas em betume para transformá-las em flechas flamejantes.

**450 A.C.**

Heródoto, historiador grego, descreveu os mananciais de betume perto da Babilônia, e destacou que os babilônios lhe davam muito valor.

**C. 300 A.C.**

Os seguidores de Zoroastro construíram templos de fogo em locais como o Azerbaijão e utilizaram o gás natural do subsolo para manter viva a chama do interior do templo.



Os templos de fogo de Zoroastro

**C. 200 A.C.**

Os egípcios antigos usavam o betume quando mumificavam seus mortos.

**C. 1 A.C.**

Os chineses extraíam petróleo e gás quando perfuravam o solo à procura de sal. Queimavam o gás para secar o sal.

**67**

Os judeus defenderam a cidade de Jotapata usando azeite fervendo contra os ataques romanos.

**100**

O historiador romano Plutarco descreveu ter visto petróleo jorrando do solo em um lugar perto de Kirkuk (atual Iraque). É o primeiro registro histórico de óleo bruto líquido.

**500 EM ADIANTE**

Os barcos bizantinos utilizavam bombas incendiárias ou "fogo grego" feitas de betume, enxofre e cal viva.

**1264**

O mercador e aventureiro veneziano Marco Polo relatou ter visto perto de Baku (atual Azerbaijão) mananciais de petróleo, que era coletado pelos moradores para ser usado na medicina e na iluminação.

**1500 EM ADIANTE**

Em Krosno, Polônia, o petróleo que aflorava no solo nos Cárpatos era usado para iluminar as ruas.

**DÉCADA DE 1780**

A lâmpada de óleo de baleia do físico suíço Aimé Argand substituiu todos os outros tipos de lâmpada.

**C. 1800**

O asfalto, uma mistura de cascalho e alcatrão, foi usado pela primeira vez para tornar mais lisa a superfície de uma estrada.

**1807**

O gás derivado do carvão serviu de combustível do primeiro sistema de iluminação urbano em Londres (Inglaterra).

**1816**

A indústria do gás derivado do carvão deu seus primeiros passos nos EUA, em Baltimore.

**1821**

Vendeu-se gás natural pela primeira vez em Fredonia (Nova York, EUA), com o gás sendo transportado por troncos ocios até as casas.

**1846**

O canadense Abraham Gesner obteve querosene a partir do carvão.

**1847**

O primeiro poço petrolífero do mundo foi perfurado em Baku (Azerbaijão).

**1849**

Abraham Gesner descobriu como produzir querosene com óleo bruto.

**1851**

No Canadá, Charles Nelson Tripp e outros fundaram a primeira companhia petrolífera norte-americana, a International Mining and Manufacturing Company, que começou a produzir asfalto betuminoso em Ontário.

**1851**

O químico escocês James Young fundou a primeira refinaria de petróleo do mundo em Bathgate, perto



Lâmpada de querosene

de Edimburgo, para destilar o petróleo da torbenita, um tipo de xisto betuminoso que se extraía nas proximidades.

**1853**

O químico polonês Ignacy Lukaszewicz descobriu a forma de produzir querosene com petróleo bruto em escala industrial; isso facilitou a criação das lâmpadas de querosene, que revolucionaram a iluminação doméstica nos anos seguintes.

**1856**

Ignacy Lukaszewicz inaugurou a primeira refinaria de petróleo bruto em Ulaszowice (Polónia).

**1857**

O americano Michael Dietz patenteou uma lâmpada para queimar querosene em vez de óleo de baleia, que era mais caro. Em poucos anos, as lâmpadas de querosene substituíram as de óleo de baleia no mercado.

**1858**

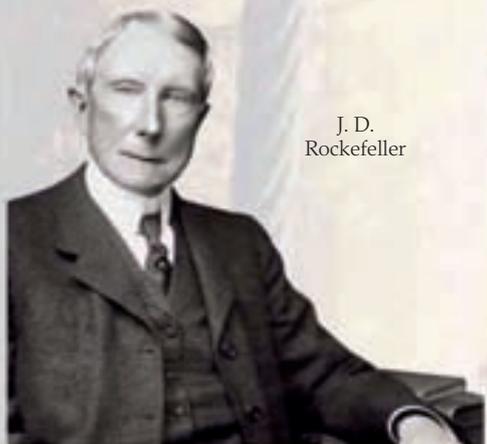
O primeiro poço petrolífero norte-americano foi escavado em Oil Springs (Ontário, Canadá).

**1859**

Edwin L. Drake perfurou o primeiro poço petrolífero dos EUA em Titusville (Pensilvânia).

**1860**

A Canadian Oil Company tornou-se a primeira empresa petrolífera integrada do mundo, controlando a produção, refino e comercialização.



J. D.  
Rockefeller

**1861**

O óleo carregado pelo navio Elizabeth Watts da Pensilvânia até Londres foi o primeiro registro de transporte marítimo de petróleo.

**1862**

O francês Alphonse Beay de Rochas patenteou o motor de combustão interna a quatro tempos. Esse motor, que usa gasolina, foi usado pela maioria dos automóveis do século XX.

**1863**

O empresário americano J. D. Rockefeller abriu uma empresa para refinar petróleo em Cleveland (Ohio).

**1870**

Rockefeller criou a Standard Oil, mais tarde conhecida como Esso, que hoje é a ExxonMobil.

**1872**

J. D. Rockefeller dominou 25% do mercado de petróleo dos EUA. Até 1877 ele controlou 90% do petróleo refinado do país.

**1878**

Surgiu o primeiro poço petrolífero da Venezuela, próximo ao lago Maracaibo.

**1879**

O norte-americano Thomas Edison inventou a lâmpada elétrica.

**1885**

Gottlieb Daimler, engenheiro e industrial alemão, inventou o primeiro motor a gasolina moderno, com um cilindro vertical e um carburador para introduzir o combustível no motor.

**1885**

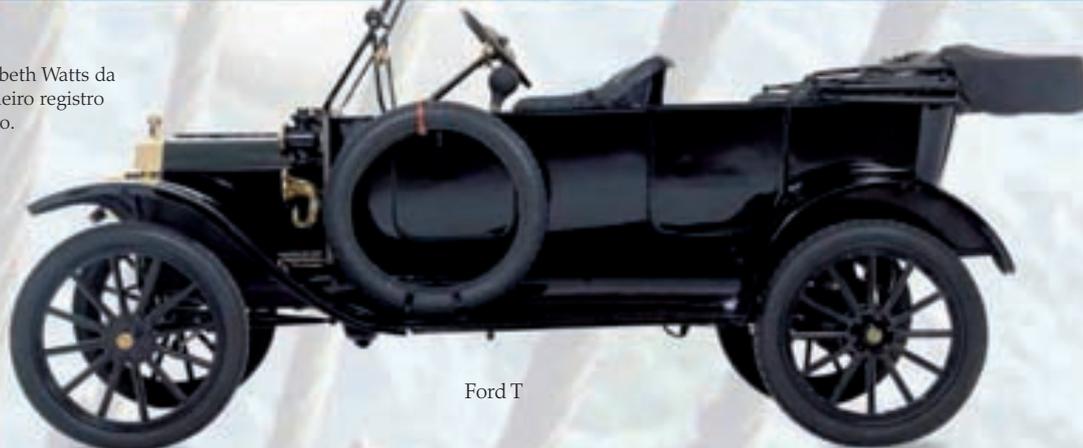
O engenheiro alemão Karl Benz criou o primeiro automóvel com motor de gasolina de uso prático.

**1885**

A empresa petrolífera Royal Dutch descobriu petróleo em Sumatra.

**1891**

A empresa Daimler Motor fabricou motores de gasolina nos EUA para equipar bondes, carruagens, embarcações e outros veículos.



Ford T

**1901**

Nos EUA, o primeiro poço que jorrou petróleo em Spindletop (Texas), marca o início do boom petrolífero texano.

**1905**

O campo petrolífero de Baku incendeou-se durante uma série de distúrbios que aconteceram no Império Russo, contra o czar Nicolas II.

**1907**

A empresa petrolífera britânica Shell se uniu com a Royal Dutch formando a Royal Dutch Shell.

**1908**

O Ford T, primeiro carro fabricado em uma linha de montagem, foi posto à venda. A produção em série permite que as classes médias possam comprar um automóvel, o que aumenta o número de carros e a demanda por gasolina.

**1908**

O petróleo encontrado na Pérsia (atual Irã) levou à criação da empresa Anglo-Persian Oil em 1909 – o precursor da gigante BP.

**1910**

Primeira descoberta de petróleo no México, em Tampico na costa do golfo.

**1914–1918**

Na I Guerra Mundial, o controle britânico sobre o abastecimento de petróleo persa para os aviões e navios foi crucial para a derrota da Alemanha.

**1932**

Descoberto petróleo em Bahrein.

**1935**

Invenção do náilon, uma das primeiras fibras sintéticas derivadas do petróleo.

**1935**

O craqueamento foi utilizado pela primeira vez no refino de petróleo. Utilizavam-se temperaturas elevadas e uma substância denominada catalisador para dividir os pesados hidrocarbonetos.

**1938**

Grandes reservas de petróleo foram descobertas no Kuwait e Arábia Saudita.

**1939–1945**

Petróleo de Baku e do Oriente Médio contribuiu para a vitória dos aliados na II Guerra Mundial.

**1948**

Descoberto campo gigante de óleo leve em Ghawar, Arábia Saudita (80 bilhões de barris).

*A cronologia continua na página 70*

Roupas de náilon



Oleoduto Trans-Alaska



**1951**  
Após nacionalização da Anglo-Persian Oil Company, EUA e Grã-Bretanha se unem para reconduzir ao poder o xá do Irã.

**1960**  
Arábia Saudita, Venezuela, Iraque e Irã fundaram a Organização dos Países Exportadores de Petróleo (Opep).

**1967**  
Começou a extração de petróleo comercial nas areias betuminosas de Alberta (Canadá)

**1968**  
Descoberta de petróleo na baía de Prudhoe (Alasca) tornou-se principal reserva dos EUA.

**1969**  
Derramamento de óleo após a explosão de plataforma na costa da Califórnia (EUA).

**1969**  
Descoberta de petróleo e gás no mar do Norte asseguraram suprimento energético para a região.



Limpeza do derramamento do Exxon Valdez

**1971**  
Membros da Opep no Oriente Médio começaram a nacionalizar a indústria petrolífera.

**1973**  
Opep quadruplicou o preço do petróleo e cortou o abastecimento aos aliados de Israel na guerra contra as tropas árabes – primeira crise do petróleo.

**1975**  
Começou a produção de petróleo no mar do Norte.

**1975**  
EUA criaram uma Reserva Estratégica de Petróleo, armazenando óleo em diápiros salinos.

**1977**  
Concluído o oleoduto Trans-Alaska.

**1979**  
Vazamento de material radiativo após acidente na usina nuclear Three-Mile Island, na Pensilvânia.

**1979–1981**  
O preço do petróleo subiu de 13 para 34 dólares por barril.

**1989**  
Vazamento de óleo do Petroleiro Exxon Valdez na baía de Prince William causou catástrofe ambiental.

**1991**  
Campos petrolíferos do Kuwait foram incendiados durante a Guerra do Golfo.

**1995**  
ONU permitiu a retomada parcial da exploração de petróleo no Iraque.

**1996**  
Qatar abriu a primeira usina de gás natural liquefeito do mundo para exportação.

**2002**  
Iniciou a construção do oleoduto Baku-Tbilisi-Ceyhan.

**2003**  
Senado americano não permite a exploração petrolífera em Refúgio Nacional no norte do Alasca.

**2003**  
Primeira remessa de gás natural liquefeito dos EUA, desde 1980, a partir de usina reativada de regaseificação de Cove Point, em Maryland, a maior do país.

Instalação petrolífera inundada nos EUA depois da passagem do furacão Katrina, em 2005



**2004**  
Importações dos EUA atingiram um recorde histórico de 11,3 milhões de barris por dia.

**2004**  
Queda na produção de petróleo e gás no mar do Norte.

**2005**  
O furacão Katrina causou um caos na indústria petrolífera dos EUA.

**2006**  
Rússia cortou o fornecimento de gás para forçar a Ucrânia a aceitar os aumentos dos preços.

**2006**  
Corrosão em oleoduto leva BP a fechar parte da produção petrolífera da baía de Prudhoe.

**2006**  
Descoberta de petróleo no campo Jack 2 pela Chevron (Golfo do México) é considerada a mais importante dos EUA, depois de Prudhoe.

**2007**  
Agência Internacional de Energia prevê que a China será o maior emissor de dióxido de carbono em 2007.

**2008**  
O preço do barril de petróleo alcançou 147 dólares.

## PASSEIO PELO MUSEU

Muitos museus de ciências e história natural têm seções dedicadas aos recursos energéticos. Se você mora perto de instituições como os museus de Ciência e Tecnologia de Salvador (BA), Brasília (DF) e Londrina (PR), não deixe de visitá-los. Nos EUA há o Drake Well Museum em Titusville, Pensilvânia e o California Oil Museum, em Santa Paula. Na Inglaterra, o National Gás Museum em Leicester. você poderá visitar o National Gás Museum em Leicester.



Maquete de plataforma marítima

# Para saber mais

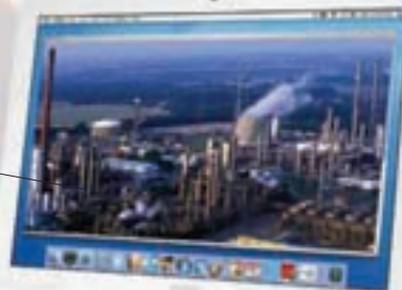
**ESTE LIVRO PROPORCIONA** uma breve história da indústria de maior dimensão e complexidade do mundo. Mas sua viagem exploratória não termina aqui: aprenda mais sobre a geologia de petróleo estudando as rochas da região onde vive. Saiba mais sobre a história, ciência e tecnologia do petróleo visitando museus ou as páginas sobre energia na web.

## EXCURSÕES E VISITAS VIRTUAIS

Talvez seu colégio queira organizar uma visita a uma instalação relacionada com a energia. Você também pode visitar virtualmente algum museu, como por exemplo: Museu Virtual: <http://www.museuvirtual.unb.br/index.htm> ou Museu de Ciência e Tecnologia: <http://www.uneb.br/mct>.

*Os panoramas gerais e as vistas detalhadas ajudam a compreender como o petróleo é refinado*

Visita virtual de uma refinaria



Resíduos para reciclar

*Reciclar reduz o gasto de energia*



## PÁGINAS NA WEB DE INTERESSE

- Página da Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Petróleo e Gás: [www.abpip.com.br](http://www.abpip.com.br)
- Portal dedicado à reciclagem e ao meio ambiente: <http://www.compam.com.br/oque reciclagem.htm>
- Informação sobre as centrais elétricas no Brasil: [www.eletronbras.com](http://www.eletronbras.com)
- Portal brasileiro sobre o meio ambiente: <http://portaldomeioambiente.org.br/>
- Portal sobre as energias renováveis e a poupança energética: [www.energiarenovavel.org](http://www.energiarenovavel.org)
- Página na web do Museu da Energia: [www.museumlight.com.br](http://www.museumlight.com.br)
- Página na web sobre energia solar: [www.blue-sol.com/energia-solar](http://www.blue-sol.com/energia-solar)

O conteúdo das páginas na web pode mudar a qualquer momento. Nem a editora nem os autores podem responsabilizar-se pela informação contida nessas páginas.

# Índice

## AB

Abramovich, Roman, 51  
Adair, Paul Neal, 33  
aerogel, 38  
agricultura, 7, 60  
alambique, 12  
Alasca, 39  
amostras, 29  
Anglo-Persian Oil Company, 52  
anticlinal, 24–25  
aquecimento global, 54  
ardósia betuminosa, 26  
areias betuminosas, 26  
Argand, Aimé, 10–11  
árvore de natal, 32, 37  
asfalto, 16, 27, 70  
automóvel, 14–15, 44–45, 51, 55, 61, 66  
a vapor, 14  
baquelite, 48  
barris, 42  
benzeno, 19  
betume, 8, 16, 19  
babilônio, 9  
biocombustíveis, 60–61, 70  
biogás, 20, 70  
Bissell, George, 12  
Bordino, Virginio, 14  
BP, 51  
breu, 8, 16

bruto, 6, 12, 16, 42–43  
ácido 16  
doce 16  
butano, 21, 70

## CDE

calafetação, 8  
campos petrolíferos, 13  
carbono, 54–55  
Carothers, Wallace, 15  
carros híbridos, 44  
Cartago, 9  
carvão betuminoso, 22  
carvão, 22–23, 63  
cascalho, 27  
células de combustível, 61  
células fotovoltaicas, 63  
Chéret, Jules, 10–11  
China, 8, 53  
colesterol, 17  
combustíveis fósseis, 22, 54  
combustível para carros condensado, 16  
construções que economizam energia, 59  
consumo de petróleo, 6, 52–53, 56–57  
coque, 44  
corpo humano, 17  
corridas, 64–65  
craqueamento, 42–43, 70  
cronologia, 68–69

derivados do petróleo, 46–49  
destilação fracionada, 42  
detergente, 46  
detonações, 33  
diesel, 45, 55, 61  
Drake, Edwin L., 12  
efeito estufa, 54  
eletricidade, 59  
Emirados Árabes Unidos, 50  
energia, 18, 44–45, 58–59, 60–63  
eólica, 63  
hidráulica, 63  
nuclear, 62  
solar, 51, 62  
esteroides, 17  
estradas, 27  
etileno, 48–49  
exploradores de petróleo, 29

Exxon Valdez, 41  
ExxonMobil, 50–51

## FG

falhas, 24  
fibra  
de aramida, 49  
de carbono, 49  
fitoplâncton, 18  
foqueamento, 43  
coques-fátuos, 20  
Ford, Henry, 14

formação de petróleo, 18–19  
fotossíntese, 18  
gás, 16–17, 20–21  
ácido, 20  
cidade, 21  
natural, 16, 20–23, 57  
natural liquefeito, 20–21, 70  
gasóleo, 42, 44  
gasolina, 6, 14–15, 42, 45, 51, 55, 66, 70  
postos de, 14–15  
gasômetro, 21  
Gesner, Abraham, 12  
Getty, Jean Paul, 50  
gravímetro, 29

## HIJK

Harkness, Edward, 50  
HDPE, 48  
hélio, 21  
hidratos de carbono, 17  
hidrocarbonetos, 16–17  
aromáticos, 16  
não saturados, 16, 42  
saturados, 16, 17  
hidrogênio, carros que funcionam a, 61  
Hunt, Haroldson, 50  
incêndio de poços petrolíferos, 13, 33  
jazidas, 18, 24–25  
Kuwait, 52

## LMN

Lukasiewicz, Ignacy, 12  
luz, 7, 10–11, 21  
maldição dos recursos, 51  
Marte, perfurações em, 31  
McAdam, John Loudon, 27  
medicamentos, 47  
mergulhador de plataforma, 35  
metano, 17, 22–23, 60–61, 70  
metilpropano, 21  
Mossadegh, Mohammed, 52  
motores, 44–45  
múmias egípcias, 9  
museus, 69  
nanotecnologia, 31  
Nigéria, 67  
cavalos de pau, 13  
nylon, meias de, 15

## OP

óleo/azeite  
de baleia, 11  
vegetal, 61  
oleoduto, 20, 38–39, 70  
Baku-Tbilisi-Ceilão (BTC), 38  
pig, 38  
óleos/azeites essenciais, 17  
OPEC, 52

parafina, vela de, 47  
Parkes, Alexander, 48  
Parkesine, 48  
peixe, 16  
perfuração, 8, 12, 30–33, 36–37  
petroleiro, 40–41  
petróleo, 16, 46–47, 64  
crise (1973), 52  
derramamentos 41  
extração de, 32–37, 54–55  
manancial de, 27  
petroquímicos, 46–47  
Pitch, lago (Trinidad), 27  
plâncton, 18  
plantas de energia, 62–63  
plantas, 17, 54, 60  
plástico, 15, 48–49  
poços petrolíferos, 12–13, 29, 32–33  
policarbonato, 49  
poliestireno, 48  
polietileno, 48  
de baixa densidade, 48  
polímeros, 48–49, 71  
polipropileno, 48  
política petroleira, 52–53  
portos para petroleiros, 41  
postes de luz, 21  
poupança energética, 58–59  
preocupações ambientais, 51, 54–55  
produção, 56–57  
em série, 14  
produtos de beleza, 46

propano, 21  
prospecções magnéticas, 29  
sísmicas, 28, 37  
publicidade, 15  
PVC, 48

## QRS

queima de gás, 66  
querogênio, 19  
querosene, 12, 10–11, 14, 27, 42, 45  
Raleigh, Sir Walter, 27  
reciclagem de lixo, 59  
rede de oleodutos de Alasca, 39  
refinarias, 12–13, 42–43, 61, 69–71  
reservas de petróleo, 56–58  
responsabilidade social, 66–67  
riqueza, 50–51  
rochas, 19, 21, 24–25, 29, 32  
Rockefeller, John D., 50  
Rússia, 51–53  
Smith, William, 25  
camadas de, 25  
substitutos do petróleo, 60–63  
supermercados, 6, 58  
superpetroleiros, 40

## TUV

Taghiyev, Hadji, 50  
tecnologia, 28–31  
terpenos, 17  
terremoto, 39  
terrorismo, 39  
tochas, 10–11  
torre, 32, 34  
de fracionamento, 42  
transporte, 7, 44–45, 58  
turba, 62  
turbinas, 63  
Ucrânia, 53  
velas, 47

## WXYZ

Watson, Jonathan, 50  
webs de informação, 69  
caçadores de petróleo, 14  
Williams, James, 12  
xeques árabes, 50–51  
Yamani, Sheikh, 52  
Young, James, 27  
Zayed, Sheikh, 50

# Agradecimentos

Dorling Kindersley deseja expressar seu agradecimento a Hilary Bird pela elaboração do índice analítico, a Dawn Bates pela revisão e a Claire Bowers, David Ekholm-Album, Clarie Ellerton, Sunita Gahir, Joanne Little, Susan St Louis, Steve Setford e Bulent Yusef pela ajuda com as infográfias; a David Ball, Kathy Fahey, Neville Graham, Rose Horridge, Joanne Little e Sue Nicholson pelo pôster e a Margaret Parrish pela americanização; Dorling Kindersley agradece a Margaret Watson (SPE) e Kelly D. Maish por redesenhar a obra, a Heather MacNeil pelo índice, a Katherine Linder pelo tratamento das imagens e a Karen Whitehouse pelo trabalho de adaptação editorial.

Os editores também agradecem às seguintes empresas e instituições a autorização para usar suas imagens: a-acima; b-abaxio; c-centro; e-extremo; i-esquerda; d-direita; s-superior

The Advertising Archives: 15sd, 15bc; akg-imagens: 12ci; Alamy Images: AGStockUSA, Inc. 39sc; Bryan & Cherry Alexander Photography 20–21b, 35b; allOver Photography 53bd; Roger Bamber 37cda; G.P. Bowater 34si, 39sd; Nick Cobbing 50si; Richard Cooke 52i; John Crall / Transtock Inc. 15i; Cubolimages sdi 21cd; Patrick Eden 60–61c; Paul Felix Photography 23bd; The Flight Collection 49sd; David R. Frazier Photolibrary, Inc. 54si; Paul Glendell 56sd; Robert Harding Picture Library Ltd 51s; imagebroker / Stefan Obermeier 45bd; ImageState 50ca; Andre Jenny 52bd; kolvenbach 41ci; Lebrecht Music and Arts Photo Library

11bi; Kari Marttila 45eci; Gunter Marx 70bd; North Wind Picture Archive 11bd; Phototake Inc. 19cda; Popperfoto 9c; Patrick Steel 48bc; Stock Connection Blue 36–37c; Angel Svo 21sc; Visual Arts Library (Londres) 8b; mark wagner aviation-images 41ci; Worldspec / NASA 7sd; Cortesia da Apple. Apple e o logo de Apple são marcas registradas de Apple Computer Inc., registradas nos EUA e outros países: 6c, 69bd (laptop); The Art Archive: 8sd; Bibliothèque des Arts Décoratifs Paris / Dagli Orti 61cda; Biody Engineering: 55sd; Cortesia de BMW: 55b; Oferecido por BP p.l.c.: 47cd, 47bd, 64–65 (fundo), 66–67 (fundo), 68si, 68–69 (fundo), 69bd (tela), 70–71 (fundo); The Bridgeman Art Library: Coleção privada, Archives Charmet 9si; Corbis: 27sd; Bettmann 12sc, 12sd, 14ci, 48c, 67bi; Jamil Bittar / Reuters 51bi; Lloyd Cluff 35sd; Corbis Sygma 49cda; Eye Ubiquitous / Mike Southern 59sd; Natalie Fobes 68c; Lowell Georgia 31sd; Martin Harvey / Gallo Images 37bc; Hulton-Deutsch Collection 21si; Hulton-Deutsch Collection 14bd, 15cd; Langevin Jacques / Corbis Sygma 35cda; Ed Kashi 47bi; Karen Kasmauski 37bd; Matthias Kulk 65s; Lake County Museum 40si; Jacques Langevin / Corbis Sygma 46c; Lester Lefkowitz 6–7bc; Stephanie Maze 33ci; Francesc Muntada 62–63b; Kazuyoshi Nomachi 39b; Stefanie Pillick / dpa 23s; Jose Fuste Raga 46b; Roger Ressemeyer 38si, 40ci, 63si; Reuters 32sc; Otto Rogge 58b; Bob Rowan / Progressive Image 29c; Grafton Marshall Smith 58cd; Lara Solt / Dallas Morning News 26si; Paul A. Souders 61sd; Stocktrek 63sd; Ted Streshinsky 35si; Derek Trask 6bi; Peter Turnley 48–49c; Underwood & Underwood 13bd; Tim Wright 29s; DaimlerChrysler AG: 55sc; DK

Images: The British Museum 9ci, 66bi; Simon Clay / Cortesia do National Motor Museum, Beaulieu 14si; Tim Draper / Rough Guides 19si; Neil Fletcher / Oxford University Museum of Natural History 2bi, 23bi; Peter Hayman / The British Museum 9sd; Chas Howson / The British Museum 9cdd; Jon Hughes / Bedrock Studios 22sc; Judith Miller / Ancient Art 2cda, 11si; Colin Keates / Cortesia do Natural History Museum, Londres 3si, 16ci, 25sd (Sandstone), 27si, 33bi, 70si; Dave King / Cortesia do National Motor Museum, Beaulieu 14c; Dave King / Cortesia do Science Museum, Londres 10ci, 11sd; Judith Miller / Cooper Owen 9ci; Judith Miller / Luna 44c; Judith Miller / Toy Road Antiques 23cd; Judith Miller / Wallis & Wallis 44si; NASA 50bi; James Stevenson & Tina Chambers / National Maritime Museum, Londres 4sc, 21ci; Clive Streeter / Cortesia do Science Museum, Londres 4ci, 10–11c, 56sd; Linda Whitwam / Cortesia do Yufuin Folk Art Museum, Japão 60ci; Fotografia por cortesia de EFDA-JET: 63cd; Empics Ltd: EPA 45si; Getty Images: AFP 61cd; Alexander Drozdov / AFP 20ci; The Bridgeman Art Library / Jules Cheret 10sd / Epigic 68 bi; Jerry Grayson / Helifilms Australia PTY Ltd. 68bd; Paul S. Howell / Liaison 31si; Hulton Archive 27cdd, 48si; Image Bank / Cousteau Society 33bd; Alex Livesey 47sc; Lonely Planet Images / Jim Wark 41si; Jamie McDonald 47sd; Carl Mydans / Time Life Pictures 48ci; National Geographic / Justin Guariglia 32ci; National Geographic / Sarah Leen 16si; Mustafa Ozer / AFP 34bd; Photographer's Choice / David Seed Photography 57sd; Photographer's Choice / Joe McBride 7si; Photographer's Choice / Rich LaSalle 71si;

Stone / David Frazier 56–57c; Stone / David Hiser 23ci; Stone / Keith Wood 37sc; Stone / Tom Bean 50cdd; Stone + / Tim Macpherson 6sd; Sergei Supinsky / AFP 49c; Texas Energy Museum / Newsmakers 13sd; Three Lions 13si; Yoshikazu Tsuno / AFP 55ci; Greg Wood / AFP 45sd; Imagem de satélite Landsat 7 cortesia da NASA Landsat Project Science Office e do USGS National Center for Earth Resources Observation Science: 25si; Library Of Congress, Washington, D.C.: 13c; F.J. Frost, Port Arthur, Texas 30si; Warren K. Leffler 48bi; Magenn Power Inc. (www.magenn.com): Chris Radisch 57bd; Mary Evans Picture Library: 20si, 46si; Micro-g Lacoste: 29cd; NASA: 59bi; Dryden Flight Research Center Photo Collection 59c; JPL 34bi; Jeff Schmalz, MODIS Rapid Response Team, GSFC 18cd; Susan R. Trammell (UNC Charlotte) et al., ESAIC, HST, ESA 19bc; National Geographic Image Collection: 42–43b; The Natural History Museum, Londres: 25bc, 25bd; Michael Long 27cia; Oil Museum of Canada, Oil Springs, Ontário: 12bi; Rex Features: Norm Betts 26ci, 26–27b; SIPA Press 61bc; ROSEN Swiss AG: 34c; Science & Society Picture Library: 27c, 45ci; Science Photo Library: Eye of Science 43sc; Ken M. Johns 25c; Laguna Design 16–17c; Lawrence Livermore Laboratory 63ca; Tony McConnell 53ci; Carlos Muñoz-Yagüe / Eurleros 51bd; Alfred Pasiaka 53cd; Paul Rapson 6si, 17bd, 39si; Chris Sattlberger 28ci; Still Pictures: Joerg Boethling 54bi; Mark Edwards 12–13bc; Russell Gordon 30cd; Walter H. Hodge 24–25b; Knut Mueller 66sd; Daryne A. Murawski 18bi; S. Compont / UNEP 31b; TopFoto.co.uk: HIP / The British Library 9bd; Dr. Richard Tyson, School of Geoscience and

Civil Engineering, Newcastle University: 19cib; © TOTAL UK Limited 2005: 64cd; Vattenfall Group: 56cd; Auke Visser, Holanda: 36cb; Wikipedia, The Free Encyclopedia: 2ci, 44sd; Woodside Energy Ltd. (www.woodside.com.au): 5sd, 28cd, 28bi, 29b.

NOVAS IMAGENS PARA A EDIÇÃO ESPECIAL DE SPE-EDITION: Petrobras: 28; US National Energy Technology Laboratory: 22; Anadarko Petroleum Corporation: 23; Canadian Society for Unconventional Gas: 23; PetroCanada: 30; Saudi Aramco: 36; BP: 36; © Norsk Hydro: 37; Shell: 64; Woodside: 64; Transocean: 65; © Norsk Hydro: 65; BP: 65.

Imagem da capa: Capa: Jacket images: Corbis: Roger Ressemeyer tl; Getty Images: Stone/Keith Wood fr; ROSEN Swiss AG: ft; Science Photo Library: Eye of Science tr, Chris Sattlberger tc; Still Pictures: Mark Edwards c.

Demaís imagens © Dorling Kindersley Para mais informação, consulte a página web: www.dkimages.com