

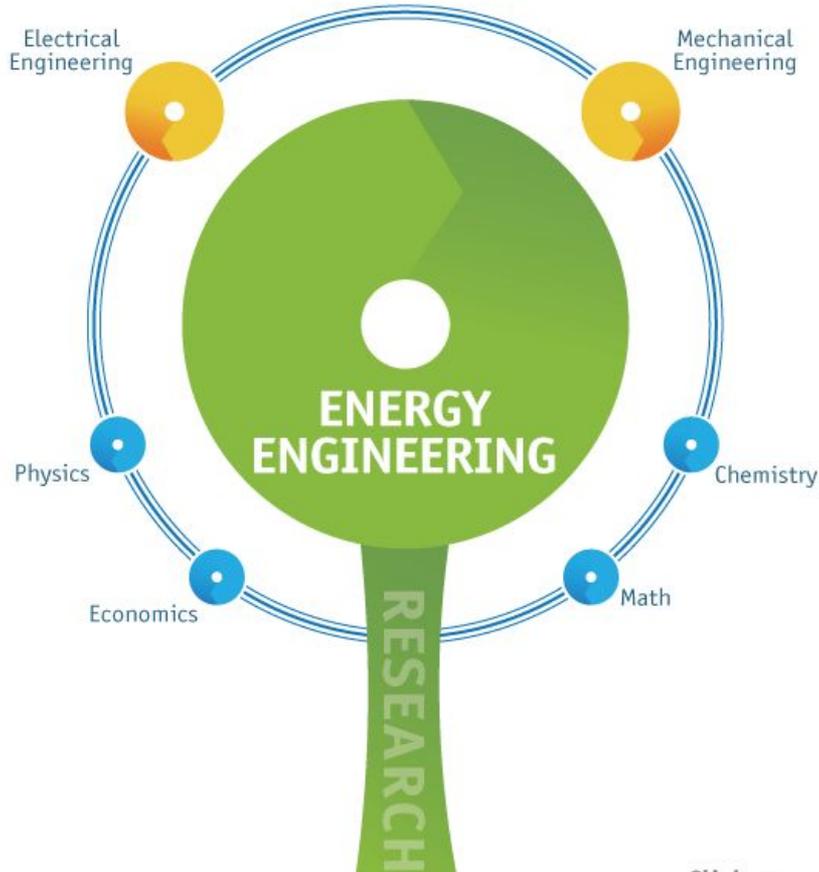


# História dos Sistemas Energéticos

Grupo 1  
Física da Poluição do Ar  
Set/2016



# Introdução



- Os sistemas energéticos englobam estudos sobre **eficiência energética**, aplicabilidade dos serviços energéticos, conformidade ambiental e tecnologias de energia sustentável.
- Engenheiros energéticos aplicam a física, matemática, química, além de economia e engenharia ambiental, a fim de desenvolver **mais fontes de energias sustentáveis**.
- **Objetivo: minimização da energia.**

# Introdução

- **Eficiência energética:** gerar mais trabalho com a mesma quantidade de energia OU gerar a mesma quantia de trabalho com uma menor quantidade de energia.
- As energias sustentáveis e a reciclagem (**Reduzir, Reusar e Reciclar**) são utilizados como métodos para aumentar a eficiência energética.
- As **crises energéticas** de 1973 e 1979 foram estopins para o início de estudos sobre eficiência energética.

# Introdução

Preocupação com os sistemas energéticos no **mundo**:

- **EUA** cria o programa LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*). Em 8 anos, a economia de energia nos EUA foi de \$281 milhões e gerou 2,4 milhões de empregos.
- **Alemanha** cria a política *Energiewende* (transição de energia, em alemão) em 2011, após o acidente de Fukushima, colocando a meta de diminuir o uso de energias não renováveis em 80% até 2050.
- Em 2013, **120 países** já apresentam algum tipo de meta para aumentar o uso de energias sustentáveis, enquanto **88** já haviam adotado incentivos.
- Esforços da **ONU** em diminuir o efeito estufa. (36% de energia renovável até 2030).

# Introdução

Preocupação com os sistemas energéticos no **Brasil**:

→ Em 2012, Brasil foi o **8º maior investidor** em energias renováveis do mundo:

- ◆ Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia, de 2002, incentiva o uso de biomassa e energia eólica e pequenas hidrelétricas;
- ◆ Programa de apoio do BNDES, facilita financiamento para investidores nas energias renováveis;
- ◆ Regime fiscal destinado a produtores e importadores de biodiesel.

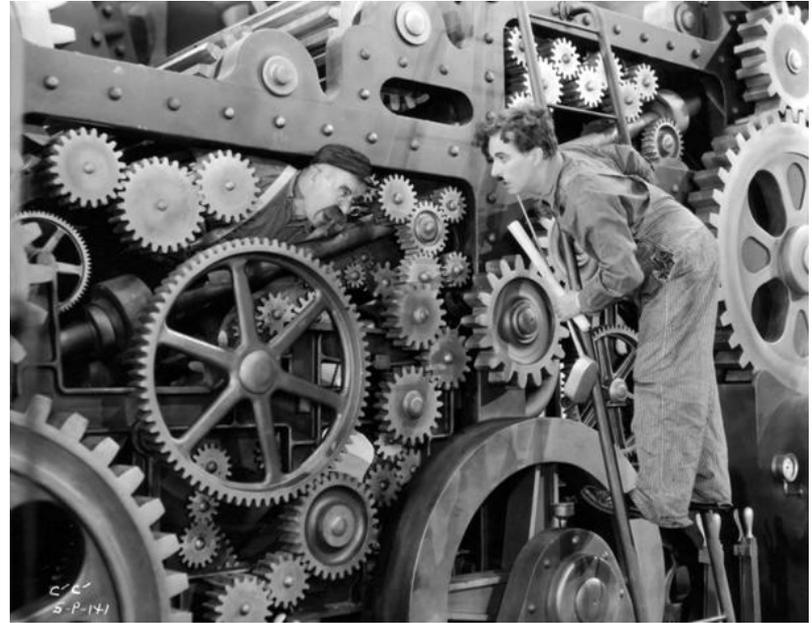
# Introdução

Preocupação com os sistemas energéticos no **Brasil**:

- Em 2013, junto com **EUA** e **China**, o **Brasil** estava no TOP 3 de países que mais cresceram no consumo de energia renovável, principalmente energias alternativas, como biomassa de cana-de-açúcar e lixo.
- Em 2015, a matriz energética brasileira foi **45%** composta apenas por energias renováveis. Considerando apenas energia elétrica, esse número sobe para 84%.
- Na COP21, a proposta brasileira foi de reduzir 37% a emissão de gases do efeito estufa até 2025.

# História

- A Revolução Industrial trouxe a inovação e decorrente transição de métodos de produção.
- O desenvolvimento de máquinas térmicas movidas a carvão e vapor além de aumentar exponencialmente a produção de mercadorias gerou um novo problema: o aumento drástico da poluição industrial.



# História

Com a evolução da demanda de energia estabeleceu-se uma proposta de desenvolvimento econômico ilimitado baseado em recursos finitos como carvão e petróleo.

Todo o perímetro urbano foi dominado por máquinas, chaminés liberavam fumaça derivada da queima de carvão e a nova era das máquinas nascia.



# História

## Máquina a Vapor

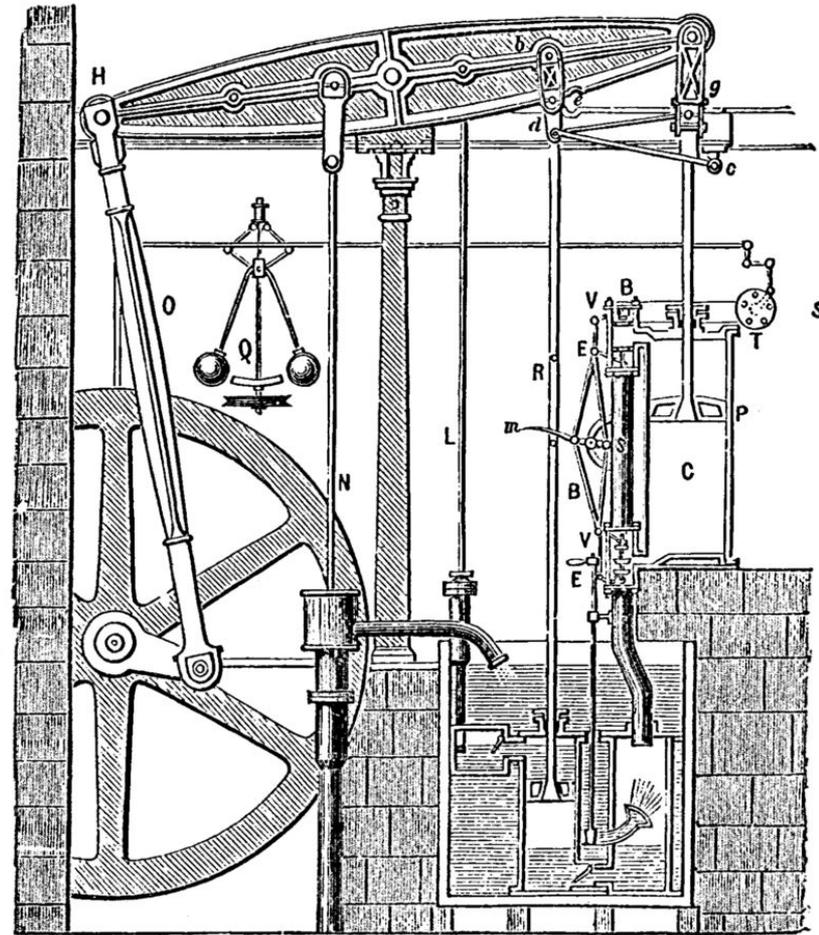
Seus princípios básicos já haviam sido explorados, em especial pelo matemático e engenheiro greco-egípcio Hierão de Alexandria, que já no século I a.C. explorava o vapor como força motriz, por meio de sua invenção, a eolípila.

No final do século XVII, Denis Papin e Thomas Savery desenvolvem os primeiros motores a vapor de uso prático e de interesse industrial, mas a verdadeira revolução na área foi a criação de Thomas Newcomen em 1712, do chamado "motor de Newcomen", que foi o primeiro tipo de motor a vapor a ser amplamente usado. O próximo grande avanço seria realizado por James Watt, em 1769, que criou uma máquina com um condensador que minimizava as perdas de calor e que possuía outras finalidades como propulsão de moinhos e tornos, com o movimento de rotação substituindo o de sobe e desce.

# História

## Máquina de Watt

- O vapor formado na caldeira à alta pressão penetra no cilindro através de uma válvula A que está aberta (neste momento uma outra válvula B está fechada).
- O pistão é empurrado pelo vapor colocando em rotação uma roda a ele acompanhada.
- Quando o pistão se aproxima da extremidade do cilindro, a válvula A é fechada e a B é aberta, permitindo o escapamento do vapor para o condensador, o qual é continuamente resfriado por um jato de água fria.
- O vapor se condensa, ocasionando uma queda de pressão no interior do cilindro, fazendo com que o pistão retorne à posição inicial.
- A válvula B é então fechada, enquanto a A é aberta, permitindo nova admissão de vapor no cilindro, repetindo-se o ciclo.



# História

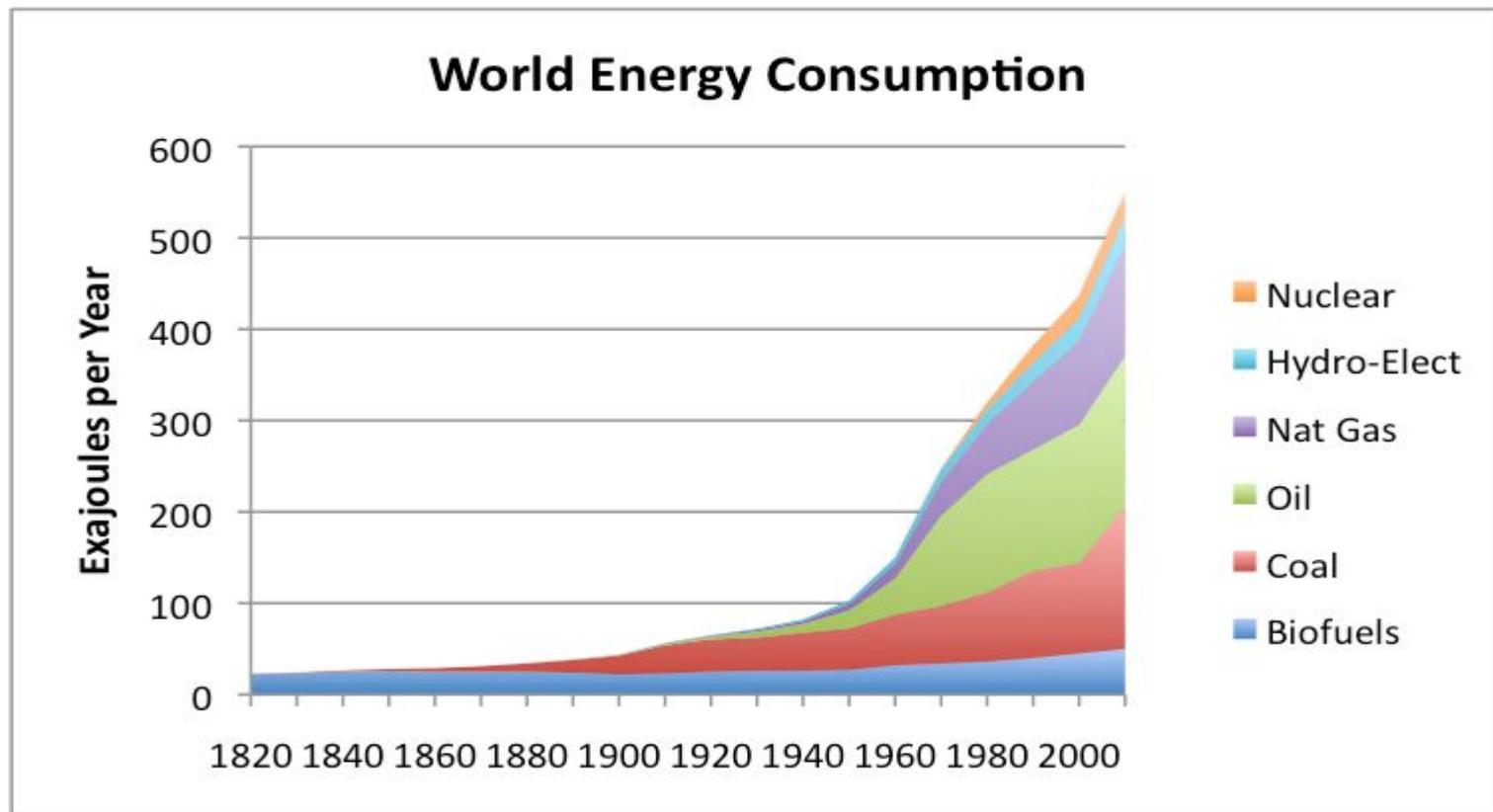
O aumento do consumo de energia derivado de máquinas térmicas e de combustão prediz que o processo econômico vai se tornar irremediavelmente insustentável, assim como a qualidade de vida.

É proposto, assim, um desenvolvimento sustentado de forma a compatibilizar o crescimento econômico com uma política de preservação ambiental, visando uma sociedade sustentável utilizando-se de recursos naturais e renováveis de energia.

# História - Crises Energéticas

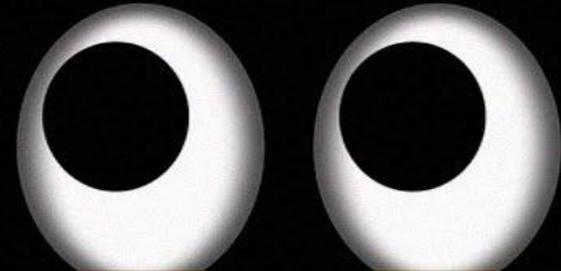
- Após a revolução industrial, a demanda de energia cresceu de forma exponencial.
- Com a crescente necessidade de obtenção e de formas de energia mais potentes, novas formas de energia fósseis como o petróleo foram logo incorporadas.
- O petróleo tornou-se a base de um modelo energético que, além de finito, é extremamente danoso ao meio ambiente. Sua exploração libera gases estufa, além de inúmeros acidentes que culminam em derramamento de óleo e destruição de diversos ecossistemas.

# História - Crises Energéticas



# História - Crises Energéticas

- Depender de combustíveis fósseis para gerar uma porcentagem tão grande do consumo de energia mundial tem levado a várias crises energéticas, principalmente no fim do século XX e século XXI.
- Aqui citaremos duas delas, uma a nível mundial e uma a nível nacional.

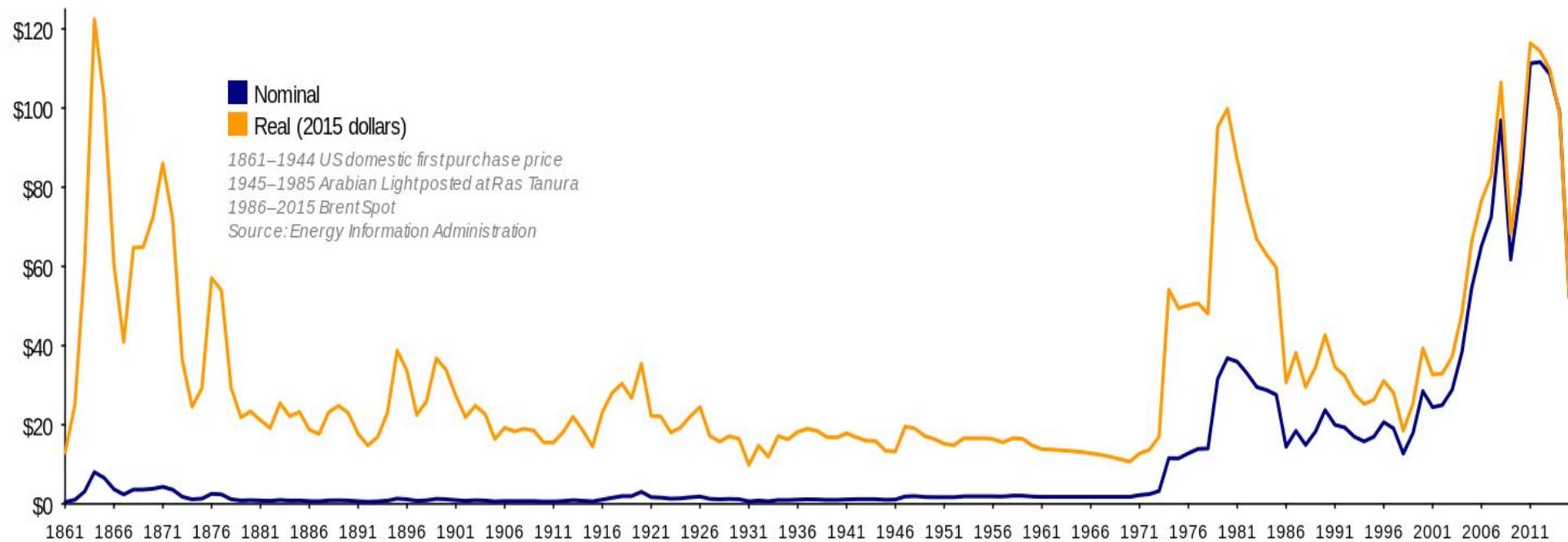


# História - Crises Energéticas

- A crise de energia dos anos 70 aconteceu quando grandes polos industriais mundiais (Estados Unidos, Canadá, Oeste Europeu, Japão, Austrália e Nova Zelândia) encararam uma escassez substancial de petróleo.
- Tal escassez ocorreu devido a conflitos no Oriente Médio (como a Guerra de Yom Kippur e a Revolução Iraniana), que fizeram com que as exportações fossem interrompidas.
- A crise levou à estagnação do crescimento econômico em muitos países devido ao aumento dos preços do petróleo.

Crise de 1973: OAPEC (Organization of Arab Petroleum Exporting Countries) suspendeu as exportações quando os Estados Unidos apoiaram Israel na Guerra de Yom Kippur.

Crise de 1979: Durante a revolução Iraniana, em meio a protestos em massa, o Xá do Irã, Mohammad Reza Pahlavi, fugiu de seu país, permitindo que Ayatollah Khomeini assumisse o poder. Os protestos quebraram o setor petrolífero iraniano. Quando o novo regime retomou as exportações de petróleo, os preços começaram a subir.





# História - Crises Energéticas

- Crise do Apagão

- A crise do apagão foi uma crise nacional que afetou o fornecimento e distribuição de energia elétrica. Ocorreu entre 1 de julho de 2001 e 19 de fevereiro de 2002, durante o segundo mandato do ex-presidente Fernando Henrique Cardoso, sendo causada por falta de planejamento e investimentos em geração de energia.
- Na época, ocorreram muitos “apagões” no país, principalmente nas grandes cidades.

# História - Sistemas atuais de energia

**Combustíveis fósseis:** formados por meio de processos naturais, como a decomposição de organismos mortos soterrados, e principalmente são finitos. Esses contêm alta quantidade de carbono, usados para alimentar a combustão. São usados como combustíveis, o carvão mineral, gás natural e o petróleo.

⇒ Petróleo: um combustível fóssil, originado provavelmente de restos de vida aquática animal acumulados no fundo de oceanos primitivos e cobertos por sedimentos. O tempo e a pressão do sedimento sobre o material depositado no fundo do mar transformaram-no em massas homogêneas viscosas de coloração negra, estas são as jazidas de petróleo.

- ❑ Povos antigos já utilizavam o material (como os egípcios\*, os incas e os astecas\*\*), na sociedade moderna a partir de 1920 os transportes terrestres, marítimos e aéreos passaram a consumir quantidades cada vez maiores do combustível. Em 1930 surgiu a indústria petroquímica tendo como base o petróleo, para produzir numerosos equipamentos, objetos, produtos, etc.
- ❑ Insolúvel em água e mais leve do que ela. Sua coloração varia entre pardo - escuro e negro e é encontrado em jazidas no subsolo da crosta terrestre. As maiores jazidas petrolíferas conhecidas e exploradas localizam-se principalmente nos Estados Unidos, México, Venezuela, Rússia (Cáucaso) , Malásia (Bornéu) e particularmente no Oriente Médio (Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait).

# História - Sistemas atuais de energia

- ❑ Embora de pouca utilização em estado natural, o petróleo, quando refinado, fornece combustíveis, lubrificantes, solventes, material de pavimentação e muitos outros produtos. Os combustíveis derivados do petróleo respondem por mais da metade do suprimento total de energia do mundo. Seus subprodutos são também utilizados para a fabricação de tecidos sintéticos, borracha sintética, sabões, detergentes, tinta, plásticos, medicamentos, inseticidas, fertilizantes, etc. Por exigir vultosos investimentos iniciais e contínuos, apenas companhias de grande porte asseguram o desenvolvimento da indústria petrolífera.
- ❑ Quimicamente é formado basicamente de carbono e hidrogênio combinados em moléculas de disposição e tamanho diversos. As moléculas menores, com um a quatro átomos de carbono, formam os gases; moléculas maiores (de quatro a cerca de dez átomos de carbono) constituem a gasolina; moléculas ainda maiores, de até cinquenta átomos de carbono, são as dos combustíveis leves e óleos lubrificantes; e moléculas gigantes, de várias centenas de átomos de carbono, compõem combustíveis pesados, ceras e asfaltos. Junto aos hidrocarbonetos gasosos há quantidades de até 15% de nitrogênio, dióxido de carbono e ácido sulfídrico, além de pequena porção de hélio e outros gases. Nos hidrocarbonetos líquidos em geral se encontram traços de oxigênio, enxofre e nitrogênio, na forma elementar ou combinados com as moléculas de hidrocarbonetos.
- ❑ Fisicamente, o petróleo é uma mistura de componentes que dividem-se em grupos, ou frações, delimitados por seu ponto de ebulição.\*\*\*

# História - Sistemas atuais de energia

⇒ Carvão Mineral: formado por partes vegetais, que após morrerem, depositaram-se no fundo lodoso e ficaram encobertas. O tempo e a pressão da terra que foi se acumulando sobre o material transformaram-no em uma massa negra homogênea – as jazidas de carvão.

- ❑ A combustão direta do carvão, para produção de vapor, foi a principal alavanca para o progresso da humanidade em direção à industrialização. As máquinas a vapor, alimentadas pelo carvão, surgiram em meados de 1700 e foram aperfeiçoadas por Watt, que passou a construí-las, comercialmente, em Birmingham, na Inglaterra, de 1774 a 1800.
- ❑ Atualmente, o principal uso da combustão direta do carvão é na geração de eletricidade, por meio de usinas termelétricas. Essa tecnologia está bem desenvolvida e é economicamente competitiva.
- ❑ Os impactos ambientais das usinas a carvão são grandes, não só pelas emissões atmosféricas, mas também pelo descarte de resíduos sólidos e poluição térmica, além dos riscos inerentes à mineração.

# História - Sistemas atuais de energia

- ❑ *Big Smoke* de 1952, Londres : O fenômeno foi considerado como um dos piores impactos ambientais até então, sendo causado pelo crescimento incontrolado da queima de combustíveis fósseis na indústria e nos transportes. Acredita-se que o nevoeiro tenha causado a morte de 12.000 londrinos, e deixado outros 100.000 doentes. Em dezembro de 1952, uma frente fria chegou a Londres e fez com que as pessoas queimassem mais carvão que o usual no inverno. O aumento na poluição do ar foi agravado por uma inversão térmica, causada pela densa massa de ar frio. O acúmulo de poluentes foi crescente, especialmente de fumaça e partículas do carvão que era queimado. Devido aos problemas econômicos no pós-guerra, o carvão de melhor qualidade para o aquecimento havia sido exportado, restando aos londrinos um carvão rico em enxofre.



# História - Sistemas atuais de energia

⇒ Gás Natural: um combustível fóssil, na forma gasosa, contendo principalmente carbono e hidrogênio, ocorrendo em jazidas ou depósitos subterrâneos.

- ❑ Entre os hidrocarbonetos gasosos, o metano ( $\text{CH}_4$ ) é o composto mais abundante, cerca de 70% do volume total.
- ❑ Esse combustível é responsável por quase 30% da energia consumida na Terra.
- ❑ Os reservatórios de gás natural são constituídos de rochas porosas capazes de reter petróleo e gás. Em função do teor de petróleo bruto e de gás livre, classifica-se o gás, quanto ao seu estado de origem, em gás associado (normalmente dissolvido em óleo, ligado diretamente a produção de petróleo) e gás não-associado (livre no reservatório ou em presença mínima de óleo, produção comercial somente do gás).
- ❑ A utilização do gás natural obedece a uma escala de prioridades fixadas pelo Conselho Nacional do Petróleo, em função das necessidades do abastecimento nacional de derivados de petróleo. O gás natural vem sendo empregado, de forma prioritária, para estimular a produção de petróleo, através da reinjeção nos poços e posterior recuperação secundária (gás lift\*, com a finalidade de aumentar a recuperação de petróleo do reservatório)

# História - Sistemas atuais de energia

**Energias renováveis:** aquela que vem de recursos naturais que são naturalmente reabastecidos, como sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica. É importante notar que nem todo recurso natural é renovável, por exemplo, o urânio, carvão e petróleo são retirados da natureza, porém existem em quantidade limitada.

⇒ Hidráulica

⇒ Eólica

⇒ Solar

⇒ Geotérmica

⇒ Maremotriz

# História - Sistemas atuais de energia

**Biocombustíveis:** de origem biológica não fóssil. Normalmente é produzido a partir de uma ou mais plantas. Todo material orgânico gera energia, mas o biocombustível é fabricado em escala comercial a partir de produtos agrícolas como a cana-de-açúcar, mamona, soja, canola, babaçu, mandioca, milho, beterraba, ou algas. Podemos citar vários exemplos de biocombustíveis, tais como o álcool etanol, a biomassa ou o biodiesel.

⇒ Etanol:

- O etanol é um álcool incolor, volátil, inflamável e totalmente solúvel em água, derivado da cana-de-açúcar, do milho, da uva, da beterraba ou de outros cereais, produzido através da fermentação da sacarose. Da celulose, é produzido o "etanol de 2ª geração" (etanol celulósico) principalmente através de processos enzimáticos. Comercialmente, é conhecido como álcool etílico e sua fórmula molecular é  $C_2H_5OH$  ou  $C_2H_6O$ .
- Largamente utilizado como combustível automotivo na forma hidratada ou misturado à gasolina. Também tem aplicações em produtos como perfumes, desodorantes, medicamentos, produtos de limpeza doméstica e bebidas alcoólicas. Merece destaque como uma das principais fontes energéticas do Brasil, além de ser renovável e pouco poluente. O Brasil é hoje o maior produtor mundial de etanol, que, quando utilizado como combustível em automóveis, representa uma alternativa à gasolina de petróleo.
- O Brasil lidera a produção mundial de cana-de-açúcar (principal matéria-prima do etanol).

# História - Sistemas atuais de energia

⇒ Biodiesel:

- O biodiesel é derivado de lipídios orgânicos renováveis, como óleos vegetais e gorduras animais, para utilização em motores de ignição por compressão (diesel). É produzido por transesterificação e é também um combustível biodegradável alternativo ao diesel de petróleo, criado a partir de fontes renováveis de energia, livre de enxofre em sua composição. É obtido a partir de óleos vegetais como o de girassol, nabo forrageiro, algodão, mamona, soja, algas e também lixo orgânico.

## ▲ **Vantagens:**

- Renovável.
- As terras cultiváveis podem produzir uma enorme variedade de plantas oleaginosas como fonte de matéria-prima.
- É constituído por carbono neutro, ou seja, o combustível tem origem renovável ao invés da fóssil. Sua obtenção e queima não contribuem para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera.
- Apresenta excelente lubricidade, fato que vem ganhando importância com o advento do petrodiesel de baixo teor de enxofre, cuja lubricidade é parcialmente perdida durante o processo de produção.
- Contribui para a geração de empregos no setor primário.
- Com a incidência de petróleo em poços cada vez mais profundos, muito dinheiro está sendo gasto na sua prospecção e extração, o que torna cada vez mais onerosa a exploração e refino das riquezas naturais do subsolo.
- Nenhuma modificação nos atuais motores do tipo ciclo diesel faz-se necessária para misturas de biodiesel com diesel de até 20%, sendo que percentuais acima de 20% requerem avaliações mais elaboradas do desempenho do motor.



## **Desvantagens:**

- Não se sabe ao certo como o mercado irá assimilar a grande quantidade de glicerina obtida como subproduto da produção do biodiesel. A queima parcial da glicerina gera acroleína, produto suspeito de ser cancerígeno.
- No Brasil e na Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais que são importantes bolsões de biodiversidade. Muitas espécies poderão deixar de existir em consequência do avanço das áreas agrícolas.
- A produção intensiva da matéria-prima de origem vegetal leva a um esgotamento das capacidades do solo, aumentando portanto o risco de erradicação de espécies e o possível aparecimento de novos parasitas, como o parasita causador da Malária.
- O balanço de CO<sub>2</sub> do biodiesel não é neutro, mesmo sendo inúmeras vezes menos emissor de CO<sub>2</sub> que o diesel de petróleo, é preciso ter em conta a energia necessária para a produção de adubos, para a locomoção das máquinas agrícolas, para a irrigação, para o armazenamento e transporte dos produtos.
- Cogita-se a que poderá haver uma subida nos preços dos alimentos, ocasionada pelo aumento da demanda de matéria-prima para a produção de biodiesel.

# Energia Nuclear



# De onde vem...

Mina de urânio no Brasil

Enriquecimento em centrífugas

Transporte de Yellow Cake para a Usina

Fabricação de Pastilhas de Combustível Nuclear

# Como energia é produzida...

Reator Nuclear (Barras de Combustível e Barras de Carbono)

Pastilhas são do tamanho de um giz mas podem manter grandes cidades

Caldeira dentro do reator, ou tubulação d'agua externa ao reator

Vapor d'agua gira uma turbina

# Poluição Nuclear...

Irreversível

Proveniente de acidentes ou do sistema que mantém a usina

O processo em si é 100% fechado, e logo não polui o ambiente

Mas acidentes acontecem

Fukushima/Three Miles Island/Chernobyl

# Futuro

## Energia do biogás de lixo:



# Biogás de lixo

## **Vantagens:**

- Produção de energia renovável;
- Diminui o volume de lixo;
- Impede que o mesmo vá parar em áreas urbanas e no meio ambiente;
- Destrói lixos perigosos, como lixo hospitalar.

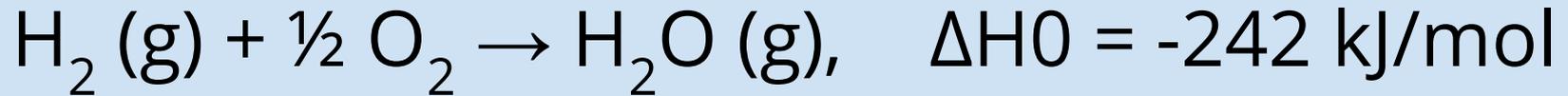
## **Desvantagens:**

- Requer pessoas treinadas para o tratamento;
- Tal tratamento do lixo é um processo muito caro;
- Equipamentos sofrem degradação muito rapidamente.

# Futuro

## Energia do Hidrogênio:

- Provém da queima do H<sub>2</sub>.



# Energia do Hidrogênio

## Vantagens:

- Queima de  $H_2$  libera muita energia (121 kJ/g);
- Os únicos subprodutos da queima são água e calor;
- Fonte de energia barata;
- Veículos movidos a hidrogênio não possuem motor a combustão.

## Desvantagens:

- Difícil obtenção, uma vez que não se pode utilizar  $H^+$ ;
- Necessária aplicação de outras fontes de energia para que o  $H_2$  seja fabricado;

# Conclusão



- A demanda de energia tem aumentado exponencialmente.
  - Boa parte da energia que consumimos de é origem fóssil, que além de ser finita, polui o ar e o meio ambiente.
  - São necessárias mudanças no sistema energético atual para que vivamos de modo sustentável, sem escassez de energia, e sem destruir a natureza para gerá-la e armazená-la.
- 