

2 – Fontes de Energia

2.1 – De onde vem a energia?

No capítulo anterior discorremos em torno da questão “o que é energia?”. Outra indagação fundamental é “de onde vem a energia?”. Vejamos que tipos de compreensão e discernimento podemos obter a partir dessa questão analisando um caso específico. Considere uma bola de boliche posicionada no topo do 11º andar do Bloco B (Fig. 2.1)

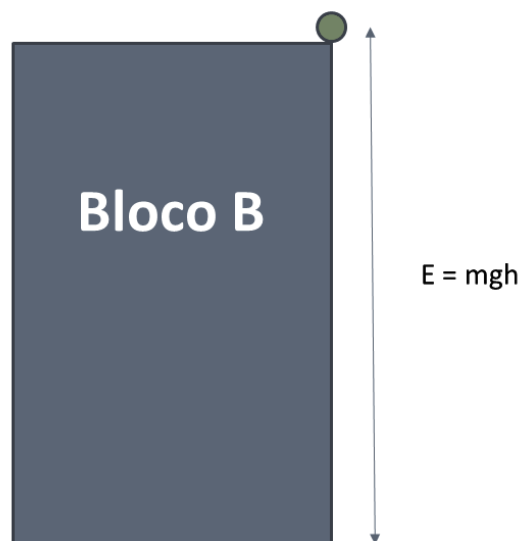


Figura 2.1: Energia de uma bola de boliche posicionada no topo do Bloco B.

Intuitivamente é fácil perceber que ela possui uma energia potencial. No caso de uma queda a partir dessa posição, os estragos provocados podem ser enormes. O processo pode até ser útil. Remetendo às formas mais primitivas de “indústria”, podemos pillar arroz a partir do processo de queda, mesmo que repetidamente, da bola de boliche. É claro que há formas mais apropriadas de se fazer isso, mas o que importa nessa discussão é o conceito.

Bem, aí perguntamos “de onde vem a energia?”. A maioria responderá que “é uma energia potencial gravitacional” ou “vem da força da gravidade”. Trata-se de uma boa resposta que nos ajuda a entender a questão. Mas como vimos no capítulo anterior, pode-se ter diferentes boas respostas a uma mesma questão. Note que a energia associada a uma bola de boliche posicionada no topo do Bloco B é dependente de uma configuração específica. Por exemplo, a bola deve estar em cima, e não embaixo. Pode-se dizer que o topo é uma posição “menos provável” do que o chão. Observe que uma vez posicionada no topo, uma brisa ou um pequeno tremor provavelmente levaria a um processo que resultaria no posicionamento da bola no chão. O contrário não é esperado, ou seja, uma pequena brisa ou tremor não cuidaria de levar a bola do chão para o topo. Note que a configuração do Bloco B em si também é especial, contendo uma parede perfeitamente vertical. Se ao invés de uma edificação de concreto, a bola fosse posicionada a uma altura h sobre uma pequena montanha com uma superfície irregular e pequeno declive, a situação prática seria bem diferente pois haveria

maior influência de agentes dissipativos no processo. A relação entre configuração e aproveitamento da energia será tema de capítulos posteriores e envolve o conceito de entropia.

Além disso, a pergunta “de onde vem?” contém um apelo temporal. Até agora analisamos a situação instantaneamente. Poderemos ter outros *insights* se olharmos o que ocorreu imediatamente antes da bola estar posicionada sobre o Bloco B. Como vimos, a energia depende da configuração. E trata-se de uma configuração “pouco provável”. Como essa configuração foi obtida? Ou, quem colocou a bola no topo do Bloco B? As câmeras do circuito interno de monitoramento mostram que João subiu as escadas e colocou a bola lá. Então podemos dizer que a energia potencial gravitacional da bola foi obtida graças ao esforço físico de João. O que torna o esforço físico de João possível? Foi o pão com manteiga que ele comeu no café da manhã. A atividade do corpo humano depende da energia química contida nos alimentos. Se João pretender fazer uso da queda da bola para pillar arroz, por exemplo, ele terá que repetir o processo várias vezes. Uma vez no solo, a bola terá que ser reposicionada no topo e mais esforço de João será requerido. Salientamos isso para deixar claro que não há, até onde sabemos, “energia de graça” e, além disso, na indústria os processos são pensados em termos de ciclos, ou seja, um processo que se repete ao longo do tempo.

Vamos considerar a hipótese de João, ao invés de pegar as escadas, usou o elevador. Nesse caso, sabemos que foi um motor elétrico que cuidou de subir a bola do térreo para o 11º andar. E de onde vem a energia elétrica? De forma simplificada, podemos dizer que a rede elétrica de Santo André está ligada a central hidrelétrica de Itaipu. E de onde vem a energia de Itaipu? A Fig. 2.2 mostra esquematicamente como funciona uma usina hidrelétrica. As possíveis configurações de uma hidrelétrica são diversas, mas o princípio é o mesmo.

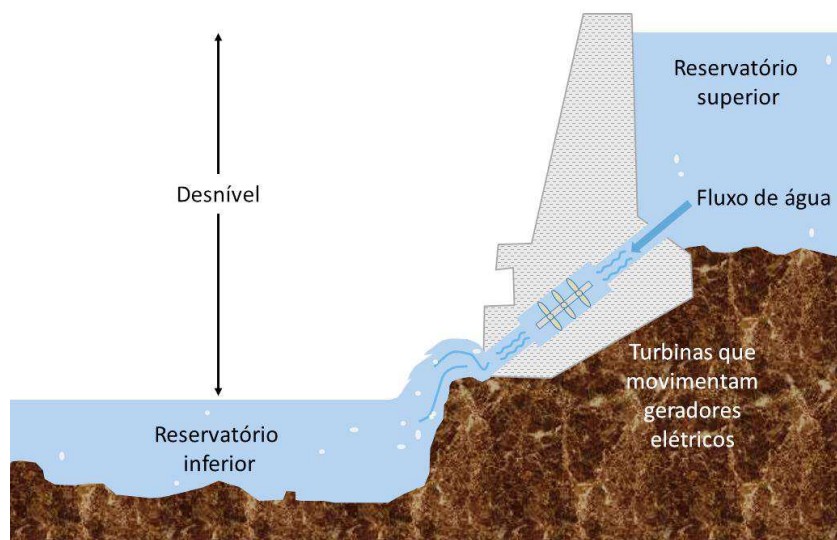


Figura 2.2: Possível configuração de uma usina hidrelétrica.

Fonte: http://www.bbc.co.uk/bitesize/standard/physics/energy_matters/generation_of_electricity/revision/3/

Uma central hidrelétrica típica possui um grande dique. O objetivo é obter uma grande massa de água represada em um patamar superior, como mostra a Fig. 2.2. Uma usina hidrelétrica aproveita a energia potencial gravitacional dessa massa de água posicionada em

um nível superior que, uma vez fluindo para o patamar inferior, adquire energia cinética que é utilizada para mover geradores elétricos¹. Para o momento, isso é o que precisamos entender sobre usinas hidrelétricas.

Observamos que há uma similaridade entre a configuração de uma hidrelétrica e a bola de boliche no topo do Bloco B. Em ambos os casos, podemos dizer que “se trata de uma energia potencial gravitacional cuja origem está na força da gravidade”. Novamente, essa é uma resposta adequada, mas não precisamos parar por aí. Note que, mais uma vez, o funcionamento de uma hidrelétrica depende de uma “configuração específica pouco provável”: deve haver um desnível de água. Costuma-se dizer que todo rio corre para o mar. Implícita nessa afirmação está o conceito de que, da mesma forma que no princípio dos vasos comunicantes, o estado mais provável é toda a água estar no mesmo nível, que é o nível do mar. Sob esse ponto de vista, haver um desnível de água é um estado especial. Para usar a bola de boliche industrialmente, João teria que reposicioná-la repetidamente no topo do Bloco B. O mesmo acontece com uma hidrelétrica. No processo de geração de energia elétrica, a água retirada do reservatório superior deve ser suprida novamente. Esse processo é normalmente garantido pelo fluxo natural de um rio. Nesse sentido, existe a visão de que a hidroeletricidade é “essencialmente de graça”, pois o rio já está lá e basta investir na construção e manutenção de uma usina, associada a uma rede de distribuição, ao longo do curso do rio. Isso faz mais sentido do ponto de vista econômico, e esse é um dos motivos pelos quais a hidroeletricidade é uma boa alternativa de produção de energia. Porém, do ponto de vista científico temos que analisar essa questão com mais cautela. A questão é: porque o rio está lá? Para responder essa pergunta temos que entender o ciclo hidrológico ilustrado na Fig. 2.3.



Figura 2.3: Diagrama ilustrativo do ciclo hidrológico.

¹ No tratamento dado aqui não é necessário entender o funcionamento dos geradores. Basta tomá-lo como um dispositivo capaz de transformar energia mecânica (qualquer movimento coerente de translação ou rotação) em energia elétrica.

A precipitação da água na forma de chuva e neve em regiões mais altas dá origem aos rios. A água precipitada tem sua origem na evaporação da água, principalmente dos oceanos. Vemos que todo esse ciclo só é possível devido à ação térmica da radiação solar.

Sendo assim, podemos concluir que a energia da bola de boliche no topo do Bloco B vem do trabalho realizado pelo elevador, que ocorre por meio de um motor elétrico, cuja energia vem de Itaipu, cuja energia vem da energia potencial gravitacional da água dos rios, que surge da evaporação da água devido à ação do Sol. Esquemáticamente

Bola no topo >> motor elétrico >> Itaipu >> rios >> evaporação da água >> Sol

Mas há o outro caso em que João subiu pelas escadas. Nesse caso, a origem da energia passa pelo alimento que ele consome, ou seja, temos que olhar a teia alimentar, esquematizada na Fig. 2.4.

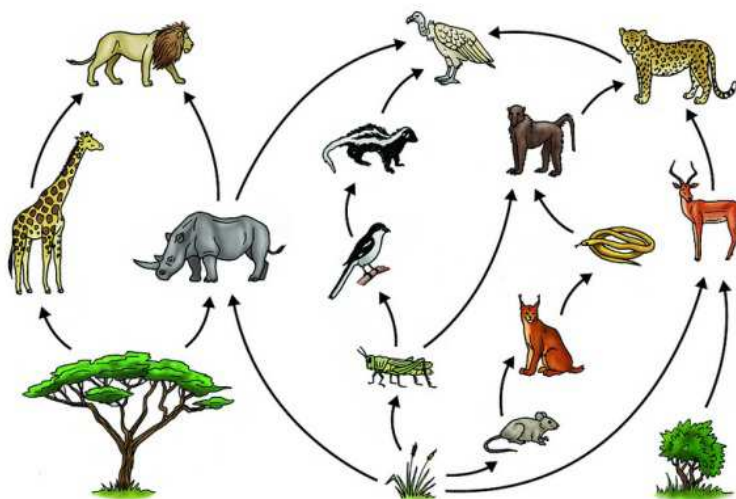
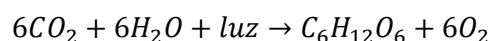


Figura 2.4: Diagrama esquemático da teia alimentar de um ecossistema de savana.

Não é necessário elaborar muito sobre a cadeia alimentar. De forma simplificada, pode-se dizer que em sua base situam-se as plantas e vegetais. Porém melhor seria dizer que na base estão os organismos que realizam fotossíntese. No Cap. 4 trataremos da fotossíntese e de sua relação com a respiração com mais detalhes. No momento trataremos de apenas alguns aspectos destes processos.

Ao subir as escadas, e em qualquer outra atividade, a energia de João está relacionada com seu metabolismo, mais especificamente com a respiração celular. No ensino médio aprendemos, naturalmente de uma forma simplificada, que se trata de um processo que consome glicose ($C_6H_{12}O_6$) e oxigênio (O_2) resultando em gás carbônico (CO_2), água (H_2O) e energia (ATP) para o organismo. A glicose, por sua vez, tem sua origem na fotossíntese, expressa de maneira geral pela fórmula:



Note que a fotossíntese depende da luz solar. Ou seja, podemos dizer também no caso do uso das escadas por João, a energia que permite que a bola de boliche seja posicionada no topo do Bloco B tem sua origem fundamental no Sol. Esquemáticamente:

Bola no topo >> João >> respiração celular >> glicose >> fotossíntese >> Sol

Nesse ponto, podemos lançar mão de uma hipótese interessante: será que toda a energia que usamos, em suas variadas formas, vem fundamentalmente do Sol? Para responder a essa pergunta, temos que discutir um pouco mais sobre a energia que usamos e sobre o que entendemos como “fontes de energia”. Trata-se de uma questão que envolve definições um tanto arbitrárias, mas que são necessárias para se pautar a discussão.

2.2 – Principais Fontes de Energia

Entendemos como fonte de energia qualquer coisa ou processo da natureza do qual podemos explorar energeticamente. A gasolina, derivada do petróleo, é utilizada nos motores dos automóveis e é considerada uma fonte de energia, assim como o petróleo também o é. O vento é usado para girar turbinas eólicas e também é considerado uma fonte de energia.

Em nossa sociedade, um cidadão típico tem sua casa abastecida de eletricidade. Possui um fogão e eventualmente um chuveiro a gás. Possui um automóvel, ou se locomove de ônibus ou trem. Possui eletrônicos que se utilizam de baterias recarregáveis. Alguns usam lenha para o fogão ou lareira. Nesse contexto, estamos falando, de uma forma mais coloquial, das seguintes fontes de energia: eletricidade, gasolina, álcool, diesel, gás, lenha, baterias.

Cidadão típico

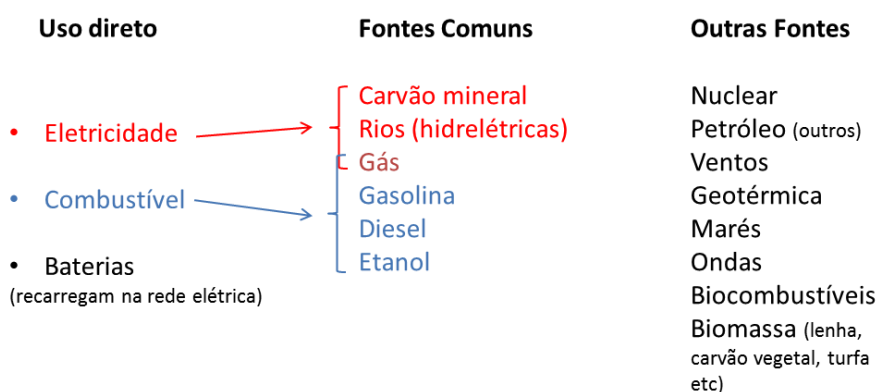


Figura 2.5: Diagrama das principais fontes de energia utilizadas por um cidadão típico.

Vejamos o caso da energia elétrica e das baterias. Ambas não são consideradas fontes de energia. Note que a bateria de um celular ou *tablet* depende da rede elétrica para recarregar. Por isso, a bateria é considerada uma portadora de energia. Por outro lado, em uma análise criteriosa, faz mais sentido considerar a energia elétrica (a rede elétrica) também como uma portadora de energia, e não uma fonte, uma vez que a energia elétrica é gerada nas

usinas, que por sua vez dependem do uso de fontes de energia tais como o carvão mineral, material nuclear, gás, rios, ventos etc.

A Fig. 2.5 esquematiza as principais fontes de energia utilizadas por um cidadão típico. Vamos analisar o caso das fontes mais comuns: carvão, rios, gás natural, gasolina, diesel e etanol. Destes, a gasolina e o diesel são derivados do petróleo, que juntamente com o carvão e o gás tem uma origem comum dentro do contexto dos combustíveis fósseis, que representam cerca de 85% do consumo energético mundial. O petróleo origina-se de matéria orgânica (principalmente marinhos) que sofreu decomposição anaeróbica e permaneceu soterrada em condições de alta temperatura e pressão por milhões de anos. Plantas terrestres, por sua vez, tendem a se transformar em carvão mineral e metano por um processo semelhante. Sabemos que a síntese de matéria orgânica está associada à fotossíntese, que por sua vez, depende do Sol. Esquematicamente:

Combustíveis fósseis >> matéria orgânica decomposta >> fotossíntese >> Sol

Pense nisso: 85% do consumo energético mundial provem essencialmente de energia solar que ficou armazenada na forma de combustíveis fósseis por milhões de anos, ou seja, estamos usando energia solar de milhões de anos atrás. Esse é um bom exemplo do que a ciência pode fazer por nós. Dar-nos fundamentos para poder enxergar a realidade sob uma perspectiva nova.

Das fontes mais comuns elencadas na Fig. 2.5, resta analisar o caso do etanol, que não é um combustível fóssil. Nesse caso a análise é trivial. No Brasil, obtemos o etanol combustível por meio da fermentação da cana-de-açúcar. Esta, por sua vez é constituída a partir de material orgânico proveniente da fotossíntese. Esquematicamente:

Etanol >> cana-de-açúcar >> fotossíntese >> Sol

Vemos que a análise das fontes de energia mais comuns corroborou várias vezes a nossa hipótese de que todas as fontes de energia vêm fundamentalmente do Sol. Poderíamos seguir com outros exemplos como o vento e a madeira². Podemos então dizer que nossa hipótese é verdadeira? Como vimos no capítulo anterior, associar qualquer hipótese ou conceito científico ao conceito de verdade é caminhar em campo minado. Você pode até sair ileso de certas incursões. Mas um passo em falso pode ser desastroso. Nesse caso em específico é fácil mostrar que nossa hipótese não sobrevive a uma análise mais aprofundada. Seria realmente muito elegante se pudéssemos associar todas as fontes de energia que possuímos ao Sol. Mas não podemos nos apegar muito a uma ideia ou hipótese³. Vejamos o caso da energia nuclear. Veremos mais detalhes sobre a energia nuclear no próximo capítulo. Por agora, basta mencionar que a energia nuclear utilizada na Terra é proveniente de elementos pesados como o urânio e o plutônio, que são obtidos por mineração e processados para o uso específico. O mesmo princípio é usado nas bombas atômicas. Estes elementos sofrem decaimento radioativo e liberam energia nesse processo. Portanto, temos uma fonte de energia que não depende do Sol e nossa hipótese já não se sustenta mais.

² Você ode descrever o resultado para esses casos?

³ Muitos cientistas cometem essa imprudência. Até mesmo laureados com prêmio Nobel. Vela o caso de Linus Pauling e sua polêmica com Daniel Shechtman em torno dos quasicristais.

Outro caso bastante interessante nessa análise é a energia obtida a partir das marés. Mas, para que possamos apreciar essa questão melhor, seria interessante salientar um aspecto sobre o uso da energia: toda vez que usamos uma fonte de energia, nós a degradamos de uma forma⁴. Note que a queima da gasolina no motor de um automóvel provoca a quebra das ligações químicas de longas cadeias dos hidrocarbonetos, resultando em água e gás carbônico. Ao mover um gerador de uma hidrelétrica, a água que estava no nível superior sairá no nível inferior. O decaimento radioativo do urânio faz com que ele se transforme em outro elemento estável no fim do processo. Outro caso interessante é o da energia eólica. Mesmo quando usamos os ventos, nós o degradamos de alguma forma. A Fig. 2.6 ilustra bem esse processo. Note que antes de passar pela primeira fileira de turbinas eólicas, o vento se apresenta com uma característica bastante laminar, tornando-se turbulento depois disso. Na foto, as condições climáticas proporcionaram o aparecimento de neblina (condensação), tornando a turbulência visível. Ou seja, vemos que as turbinas eólicas degradam a qualidade do vento ao utilizá-lo para a geração de energia.



Figura 2.6: Foto de uma fazenda eólica *offshore* da Dinamarca.

Considerando esse aspecto, voltemos ao caso das marés. Sabemos que o nível do mar nas costas do mundo todo sofre uma variação em ciclos diário e mensal que estão associados à influência da força gravitacional exercida pelo Sol e pela Lua na Terra.

A Fig. 2.7 ilustra uma forma como o movimento das marés pode ser utilizado para a produção de energia. Nesse caso, o movimento da maré pode ser represado, gerando um

⁴ Expressamos aqui um significado específico de degradação que é elaborado de forma mais técnica em um ramo da termodinâmica denominada exergia.

desnível entre o mar e um reservatório. A partir daí, a geração de energia em si é análogo ao discutido sobre as hidrelétricas, ou seja, o desnível propicia que um fluxo de água pode ser formado para mover um gerador elétrico. No caso das usinas de marés, o processo pode ser revertido para aproveitar tanto o movimento de alta quanto o movimento de baixa das marés.

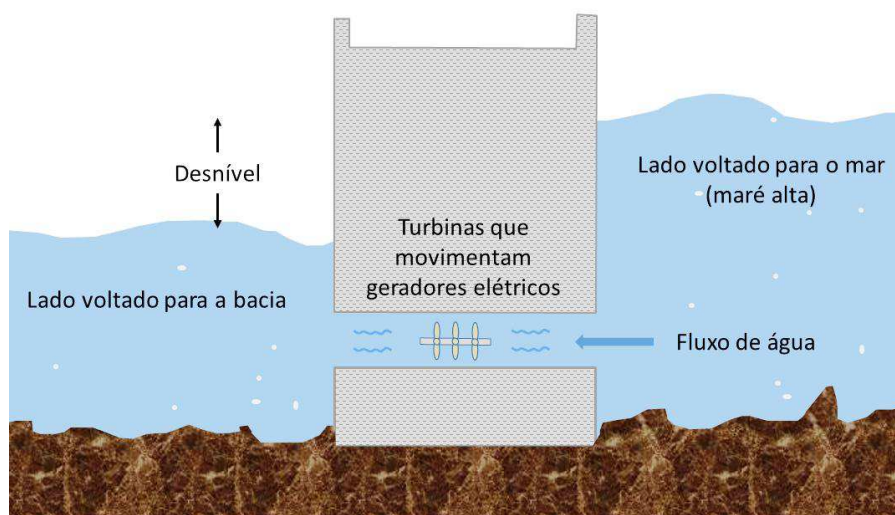


Figura 2.7: Diagrama esquemático de uma possível configuração de uma usina de marés.

Portanto, sabemos que é possível extrair energia das marés, cujo ciclo está associado à ação gravitacional do Sol e da Lua. Uma pergunta interessante: quando produzimos energia a partir das marés, o que é degradado? Será que isso significa que, se usarmos demais as marés para produção de energia, a Lua e o Sol cairão na Terra? Essa pergunta pode parecer uma tolice, mas é uma ótima pergunta. Se em outros casos a gasolina queima, o urânio decai, a água passa de um nível superior para um inferior, deve haver algo na energia das marés que é degradado. Mas o que? Existe uma sutileza no efeito das marés, que normalmente passa despercebida. Ao se descrever o fenômeno das marés, a ação gravitacional do Sol e da Lua são destacados, mas existe outro fator necessário: a rotação da Terra é o principal fator que influencia a cadência das marés. A questão é complexa, pois se trata de um problema de muitos corpos onde os principais são a Terra, Sol e Lua. Além disso, além dos oceanos, a Terra possui outros componentes fluidos, como o magma. Mas há um consenso de que as marés possuem forte influência na dissipação da energia cinética de rotação da Terra, estimada em uma taxa de 3.75 terawatts. Na atual taxa de desaceleração, o dia na Terra está ficando 0,002 s mais longo a cada século⁵. Portanto, há um grande potencial energético nas marés e essa energia já está sendo dissipada de qualquer forma. A questão é se desejamos aproveitar parte dessa energia para nossos propósitos. Esse é o grande apelo da geração maremotriz.

Por fim chegamos ao ponto da discussão onde fica bem estabelecida a centralidade da energia do Sol na maior parte das fontes de energia que usamos na Terra. Discutimos com

⁵ Novamente é importante salientar que se trata de um problema que envolve muitos elementos. Sabemos que muitos terremotos em geral produzem o efeito reverso, ou seja, deixam o dia mais curto devido à ação de compactação da Terra.

certo detalhe duas exceções, que enriqueceram bastante o debate. Há pelo menos mais uma exceção, cuja identificação e discussão ficam a cargo do leitor.

Além disso, é importante salientar que enquadrar a questão sob o ponto de vista da centralidade da energia solar é apenas uma abordagem possível. No Cap. 1 vimos que as reações nucleares envolvem a transformação de massa em energia, o que faz das reações nucleares as mais energéticas conhecidas. Poderíamos então fazer a mesma análise realizada até agora, mas ao invés da centralidade solar, verificar se todas as fontes de energia se originam fundamentalmente de reações nucleares. A centralidade da energia solar seria embarcada pelo argumento de que energia irradiada pelo Sol se origina das reações de fusão nuclear do hidrogênio que ocorre em seu núcleo. De quebra, essa abordagem também englobaria as usinas que usam da fissão nuclear do urânio e plutônio e boa parte (80%) da energia geotérmica. Mas ainda resta a outra parte, além das marés. Novamente, vemos que a natureza insiste em ser ela mesma, não se importando com os nossos pontos de vista. Outra abordagem interessante nesse contexto seria a entrópica, mas não temos condições de incluir essa discussão nesse sentido nesse momento.

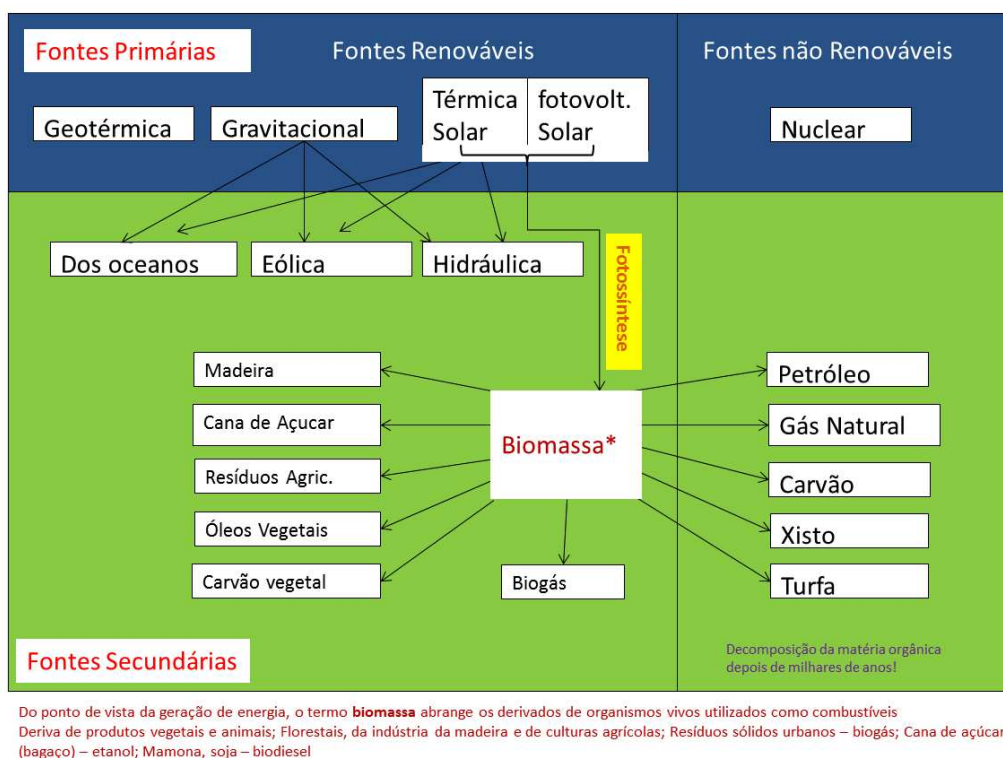


Figura 2.8: Quadro das fontes de energia.

Para facilitar as discussões, os cientistas e engenheiros classificam as fontes de energia em diferentes categorias. Uma forma de classificar as fontes é apresentada na Fig. 2.8. Os combustíveis fósseis são considerados não renováveis pois são resultado de um processo que leva milhões de anos, ou seja, suas reservas são exploradas, mas não há reposição. O etanol ao contrário, é considerado uma fonte renovável, pois os estoques podem ser repostos com a fermentação de cana-de-açúcar, por exemplo. Outra distinção possível é divisão entre fontes primárias e as secundárias, sendo as primeiras consideradas fontes mais fundamentais. A Fig.

2.8 contextualiza a discussão deste capítulo. Nela, fica reforçada a importância do Sol e da fotossíntese se desejamos compreender nossas principais fontes de energia. Por isso, o capítulo 3 é dedicado ao Sol e o capítulo 4 é dedicado à fotossíntese.

2.3 – Para Saber Mais

Carvão e Petróleo

Primeiramente, é interessante esclarecer que quando se fala em carvão, nos referimos ao carvão mineral, mais comumente usado nas usinas termelétricas e siderúrgicas. Muitas pessoas associam o termo “carvão” ao carvão vegetal, muito comum nos churrascos de fim de semana, que são obtidos a partir da queima incompleta da madeira.

Qual é a diferença entre carvão e petróleo? Quando se lê a respeito, ambos são descritos como resultado de material orgânico submetido a um processo de decomposição envolvendo alta pressão e temperatura por milhões de anos. De forma simplificada, pode-se dizer que o primeiro é sólido e o segundo é líquido. Mas essa diferenciação não nos leva muito longe. A resposta para essa questão é complexa e multifacetada

Comumente se diferencia o carvão do petróleo associando o primeiro à vegetação terrestre e o segundo a micro-organismos marinhos como o zooplâncton e algas. Porém existem jazidas de carvão associadas a algas marinhas, algumas datadas do período pré-cambriano, ou seja, anterior à vegetação terrestre.

Uma interessante questão é: se o petróleo é normalmente associado a decomposição de organismos marinhos, porque há jazidas nos continentes, como no Texas? Deve-se levar em conta que o processo de formação do petróleo leva milhões de anos. Pesquise como era a Terra há 200 ou 300 milhões de anos atrás. A geologia terrestre evoluiu muito de lá para cá e novos oceanos foram formados ao mesmo tempo em que regiões alagadas secaram. Além disso, a crosta terrestre tem uma estrutura complexa, apresentando regiões porosas permitindo o deslocamento das jazidas ao longo das eras geológicas.

Assim como o carvão, o petróleo pode se apresentar em composições e consistências diferentes. O petróleo em si é uma mistura de várias substâncias, a maior parte delas hidrocarbonetos (mais detalhes sobre os compostos orgânicos veremos no capítulo 4) que podem variar desde substâncias parafínicas, naftênicas e aromáticas, bem como elementos gasosos (muitas vezes jazidas de petróleo são acompanhadas por reservas de gás natural) cujas composições podem variar de acordo com a jazida considerada. Para a classificação do petróleo, os aspectos mais importantes são a densidade (leve ou pesado) e o conteúdo de enxofre (doce ou azedo). O petróleo leve e doce é mais desejado, pois rende maior quantidade de gasolina no refino e atende com facilidade as regulamentações com relação a quantidade de enxofre.

Já a classificação do carvão está relacionada com a quantidade de carbono em sua composição. Esse parâmetro é importante, pois quanto mais rico em carbono, maior é o poder calorífico do carvão. As denominações são linhito (30% de carbono), sub-betuminoso (40%),

betuminoso (50 a 70%) e antracito (90%). Acima destes ainda há o grafite (100%), cuja aplicação é diferenciada, pois seu poder calorífico é inferior ao antracito, sendo usado para fabricação de lápis e lubrificantes sólidos, dentre outras coisas. O tipo de carvão mais comum é o betuminoso (também chamado de hulha). O termo “betuminoso” vem de betume, que designa uma mistura líquida inflamável de alta viscosidade e cor escura presente no carvão. O betume também pode ser obtido do petróleo e é popularmente conhecido como piche, sendo o principal componente do asfalto. Vemos aí uma evidência de que a distinção entre petróleo e carvão não é definitiva.

Com o avanço da geologia, foi possível identificar as eras geológicas que mais contribuíram para as reservas atuais de carvão. Dentre elas, se destaca o período carbonífero, que estendeu de 360 a 300 milhões de anos atrás. Nesse período, a concentração de oxigênio na atmosfera era de 35%, bem mais alta que a concentração atual que é de 21%. Isso permitiu formas de vida distintas das quais conhecemos hoje. Promoveu o gigantismo de insetos e anfíbios, por exemplo, onde uma libélula poderia ter até 70 cm de comprimento. As plantas, por sua vez, fizeram vasto uso de lignina, uma macromolécula associada à celulose, cuja função é dar rigidez estrutural, impermeabilidade e resistência a ataques de micro-organismos. A relação entre casca e madeira nas árvores da época chegou a 8:1 (ou seja, a seção transversal do tronco de uma árvore era quase toda tomada pela casca), comparado a proporção típica atual que é de 1:4. Isso fez com que estas ficassem praticamente imunes a ação de micro-organismos responsáveis pela decomposição e ficassem conservadas até serem soterradas e entrassem em processo de fossilização.

Baterias (em construção)

Hidrogênio (em construção)

Materiais termoelétricos (em construção)

Questionário

1 – No texto, discutimos dois exemplos de fontes de energia que não se adequam à hipótese de que tenham origem fundamental no Sol, e indicamos que há, pelo menos, mais uma fonte bastante conhecida que não se enquadra nessa visão. Qual é essa fonte? Justifique.

2 – O que é freio regenerativo? Qual é a motivação do freio regenerativo? Quais são os veículos que usam?

3 – De onde vem a energia do rifle de Gauss? (<http://www.discovery.com/tv-shows/other-shows/videos/time-warp-gauss-gun.htm>). Responda a pergunta da mesma forma que analisamos a questão da origem da energia da bola de boliche no topo do Bloco B.

4 - O paraquedas é um dispositivo desenvolvido para gerar arraste. Ou seja, não permitir que a energia potencial gravitacional do paraquedista seja toda transformada em cinética. O modelo à esquerda é não manobrável, muito comum no exército. Nesse modelo, a velocidade terminal (velocidade de queda quando aberto) é segura. Já o modelo da direita é o menor paraquedas já utilizado até a aterrissagem. Sua velocidade terminal é bem maior.



Vejam os vídeos:

https://www.youtube.com/watch?v=svER7U_aBkQ

<https://www.youtube.com/watch?v=BWo68UzY8fl>

Observe os vídeos nos links acima que mostram a aterrissagem com o paraquedas pequeno. Note que é necessária uma técnica mais elaborada para uma aterrissagem sem ferimentos. Qual é a técnica usada pelo paraquedista para aterrissar sem ferimentos? Discuta em termos de conversão de energia.

5 – Qual é a diferença entre o carvão vegetal e o mineral?

6 – Porque há regulamentação sobre a quantidade de enxofre nos combustíveis?

7 – Identifique o poder calorífico dos diferentes tipos de carvão. O que determina essa diferenciação entre o poder calorífico de cada tipo? Por quê?

8 – Como você explica o fato de que o betume pode ser extraído tanto do petróleo quanto do carvão?

Exercícios de revisão – Energia se conserva e se transforma

9 – Uma panela com 2 litros de água é colocada no fogão a uma temperatura inicial de 25 °C. A chama do fogão é acesa para o aquecimento da água. Calcule a temperatura da água após a queima de 10g de gás de cozinha. Considere que o gás de cozinha é composto de butano. Considere que apenas 40% da energia liberada na combustão é efetivamente transferida para

a água, sendo o resto absorvida pela panela e pelo ambiente. Procure os parâmetros necessários na internet.

10 – Um forno de micro-ondas tem 3000 W de potência. Calcule quanto tempo ele leva para ferver 300 ml de água inicialmente a uma temperatura de 23 °C. Considere que apenas 60% da energia elétrica usada pelo micro-ondas é transferida para a água.

11 – Em um recipiente são misturados (ou colocados em contato, pois não se misturam) 200 ml de óleo vegetal a uma temperatura de 130 °C com 300 ml de água a uma temperatura de 19 °C. Calcule a temperatura após o equilíbrio térmico. Despreze as perdas para o ambiente. Considere a densidade do óleo 0,92 g/ml com calor específico de 1,67 J/g.K, e o calor específico da água é 4,19 J/g.K.

12 - Questão sobre eficiência dos motores: Você pega seu carro pela manhã e vai ao trabalho. Ao fim do dia você retorna à sua casa e estaciona seu carro novamente na garagem. Pergunta: Qual é a porcentagem da energia presente na gasolina utilizada no trajeto que foi transformada em calor? (dica: pode parecer uma questão sobre engenharia, mas é, na realidade, uma questão sobre física. A parte de engenharia se relaciona com a questão 2).

13 – Um carro de 450 kg, movido a gasolina encontra-se parado em um semáforo em uma grande avenida. Assim que o sinal verde acende, o motorista pisa no acelerador, atingindo uma velocidade de 60 km/h após 12 segundos. Considerando uma eficiência de 25 % do motor, calcule o volume (em ml) de gasolina usado pelo motor nesse processo. Procure as informações necessárias na internet.

14 – Considere a situação da Fig. 2.1. A bola de boliche cai. Calcule a velocidade da bola ao atingir o solo considerando que o Bloco B tem 44 m de altura.

15 – (Desafio: problema em aberto) Estime o consumo energético em termos de potência, do campus de sua universidade ou escola. Estime a área coberta por placas solares para abastecer energeticamente sua escola ou universidade. Considere uma eficiência de 40 % e que o sol esteja no zênite. Procure os dados necessários na internet.

16 – O que tem mais energia, uma banana de dinamite ou uma barra de chocolate de 100g? OBS: Uma banana de dinamite, dessas imortalizadas em filmes de faroeste possui cerca de 1 MJ (mega Joule) de energia. Pesquise sobre o conteúdo energético do chocolate e tire suas conclusões.

Direitos das figuras:

Fig. 2.3: Por John M. Evans/USGS-USA Gov - <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>, Domínio público, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=853359>

Fig. 2.4: Por Megan Beckett - disponível via Creative Commons 2.0 – <https://www.flickr.com/photos/121935927@N06/13578885414>

Fig. 2.6: Photograph by CHRISTIAN STEINESS - <http://twistedstifter.com/2011/10/picture-of-the-day-amazing-turbine-clouds-in-the-north-sea/>