

CAPÍTULO II Considerações Gerais

Dados atuais relativos ao consumo e produção mundial de energia são analisados neste capítulo e comparados à situação brasileira, com o intuito de estabelecer alguns parâmetros básicos que serão utilizados no decorrer do trabalho.

II.1 OFERTA E DEMANDA DE ENERGIA

Segundo a última edição de 2007 do World Energy Outlook, publicado pela Agência Internacional de Energia, em 2005 a demanda mundial de energia primária foi da ordem de 11.400 Mtep (milhões toneladas equivalente de petróleo), das quais mais de 80% de origem fóssil, como pode ser observado na figura II-1.

O fator de conversão de equivalência energética entre as diversas fontes considera que uma tonelada de petróleo equivalente contenha 10.000 Mcal e para a produção direta de eletricidade, tais como a gerada por fontes nuclear e hidráulica, o fator de transformação considerado é de 1 MWh = 860 Mcal.

De qualquer forma, os dados mostram inequivocamente que são fontes fósseis – petróleo, gás natural e carvão – as que movimentam a sociedade atual.

Demanda Mundial de Energia Primária 11.429 Mtep em 2005

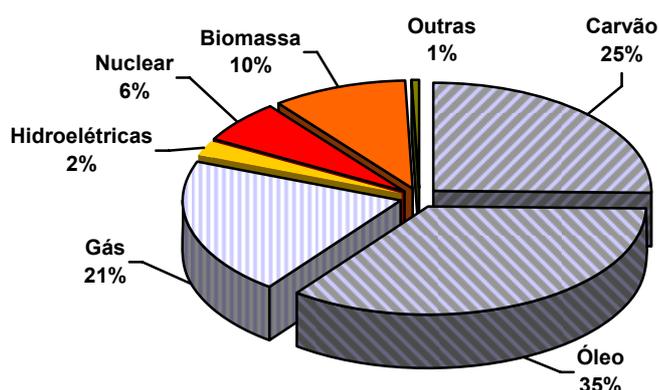


Figura II-1 - Distribuição da demanda mundial de energia primária por fonte

Em linhas gerais, a principal demanda no mundo por energia primária vem do setor de geração elétrica, responsável pelo consumo de 38% da oferta

mundial de energia (4.261 Mtep em 2005), conforme mostrado na figura II-2 [IEA, 2007].

A demanda de energia para o setor transportes foi bem menor, de 2.011 Mtep em 2005, mas ele é atendido em 94% (1.895 Mtep) pelos derivados líquidos de petróleo e foi responsável pelo consumo de 47% da oferta mundial de óleo em 2005 – 3.957 Mtep.

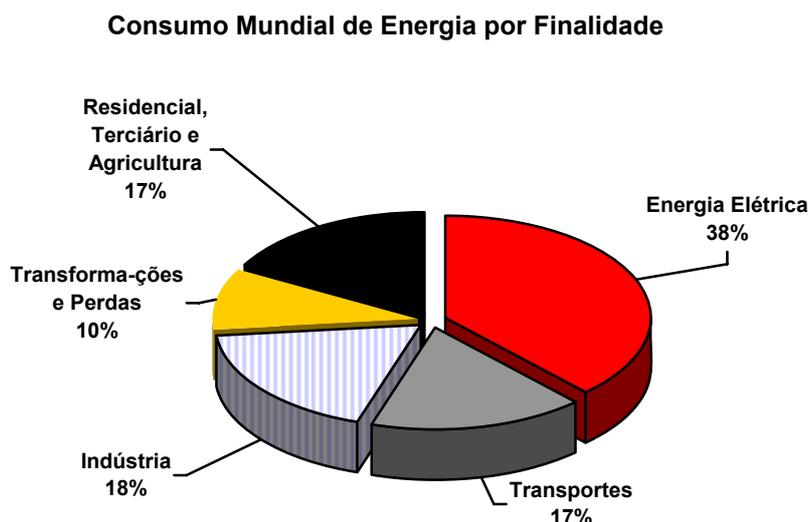


Figura II-2 - Distribuição do consumo mundial de energia por finalidade

A figura II-3 [IEA, 2007] mostra a distribuição da geração de eletricidade no mundo, produzida secundariamente na sua maior parte – 67% dos 18.197 TWh em 2005 – também por combustíveis de origem fóssil: petróleo, gás natural e carvão.

As duas outras fontes que participam de maneira significativa na geração elétrica são a nuclear e hidráulica, com aproximadamente 16% do total gerado, cada uma. No entanto, elas contribuem juntas com menos de 10% da demanda mundial de fontes primárias de energia (vide figura II-1).

Uma das maneiras de avaliar a operação de uma central geradora de energia elétrica é feita através do seu fator de capacidade, FC. O fator de capacidade também serve de parâmetro para comparar a utilização das diversas fontes primárias de energia para produção de eletricidade. O cálculo é efetuado dividindo-se a geração efetiva de eletricidade em certo período de tempo, anual, por exemplo, pela máxima geração possível, que é igual a capacidade instalada da planta multiplicada pelo número de horas do período.

Geração Mundial de Energia Elétrica - 18.197 TWh em 2005

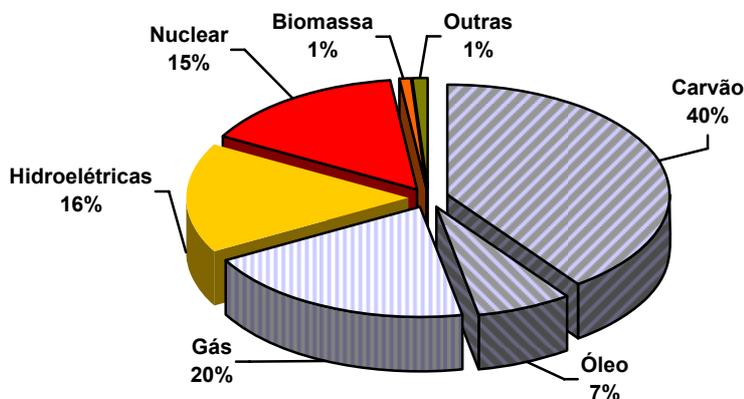


Figura II-3 – Distribuição da geração de eletricidade no mundo

Os fatores de capacidade, média no período de um ano, por tipo de fonte primária de energia, indicados na tabela II-1 [IEA, 2006], revelam quais usinas são utilizadas para geração de base. Este é o caso das térmicas a carvão (64%), a biomassa (76%) e usinas nucleares (86%).

As fontes aplicadas, geralmente, para modulação da demanda, como térmicas a óleo e a gás, apresentam índices menores, de 29% e 37%. Hidroeletricidade e outras renováveis, onde se destaca a energia eólica, estão mais sujeitas as variações sazonais, apesar de que elas são sempre despachadas, quando há disponibilidade.

Tabela II-1 – FC médios anuais no mundo por tipo de geração elétrica em 2004

	Capacidade Instalada GW	Geração anual de energia TWh	% da Geração	FC média anual
Térmicas				
Carvão	1235	6917	39,7%	64%
Óleo	453	1161	6,7%	29%
Gás	1055	3412	19,6%	37%
Hidrelétricas	851	2809	16,1%	38%
Nuclear	364	2740	15,7%	86%
Renováveis	77	370	2,1%	55%
Biomassa e rejeitos	34	227	1,3%	76%
Outras	42	143	0,8%	39%
Total	3719	17409	100,0%	53%

O Brasil desenvolveu uma longa tradição na utilização de fontes renováveis, origem de 42% da matriz energética do País, como mostra a figura II-4. Apenas a geração hidroelétrica é responsável por 15% da oferta de fontes primárias, contribuindo com aproximadamente 85% da energia elétrica gerada no país, incluindo a parcela importada da Usina de Itaipu [MME, 2007].

Oferta de Energia Primária no Brasil 226 Mtoe em 2006

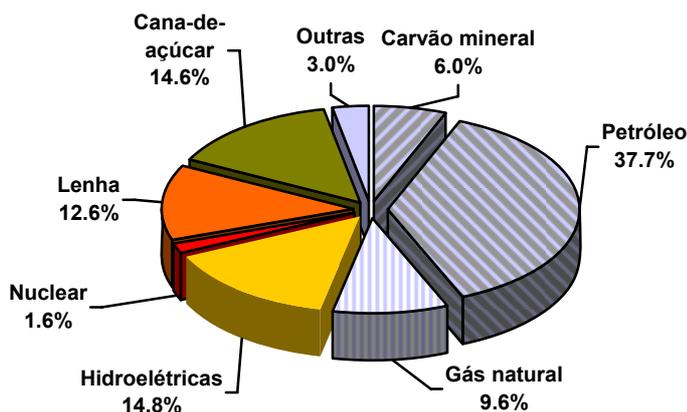


Figura II-4 - Distribuição da oferta de energia por tipo de fonte no Brasil

A biomassa, em sua forma tradicional, proveniente da queima de lenha, como a oriunda de plantações de cana-de-açúcar, responde pelo resto. Em 2006, a lenha e produtos derivados da cana contribuíram com 13% e 15%, respectivamente, da oferta total de energia primária.

A tabela II-2 mostra a capacidade instalada de geração elétrica no Brasil em conjunto com o total produzido por fonte em 2006, o que permite avaliar os fatores de capacidade médios de cada uma [MME, 2007].

Tabela II-2 – FC médios anuais no Brasil por tipo de geração elétrica

	Capacidade Instalada GW	Geração anual de energia TWh	% da Geração	FC média anual
Térmicas				
Carvão	1,4	7,4	1,6%	60%
Óleo	4,7	11,4	2,4%	27%
Gás	10,8	18,2	4,0%	19%
Hidrelétricas	80,0	390,7	84,7%	56%
Nuclear	2,0	13,8	3,0%	79%
Renováveis	4,0	19,8	4,3%	56%
Biomassa e rejeitos	3,7	19,6	4,2%	60%
Total	102,9	461,3	100.0%	51%

No entanto, da mesma forma que no resto do mundo, 52% do consumo de derivados de petróleo atende o setor de transportes no país, apesar de que, no caso brasileiro, 40% da demanda por gasolina são substituídas por álcool combustível, anidro e hidratado. Este fato pode ser explicado pela grande utilização de óleo diesel para transporte coletivo da população, bens e mercadorias.

A grande predominância de hidroelétricas na geração quase que determina o despacho obrigatório da fonte em períodos chuvosos intensos. Por outro lado, aumenta o risco de déficit, em períodos prolongados de seca, pois não existe mais uma capacidade adicional nos reservatórios e, os novos empreendimentos devem satisfazer condições mais restritas de alagamento de áreas, que não eram obedecidas no passado.

A relação média de área alagada por potência instalada na usina tem sido reduzida drasticamente, conforme pode ser observado na tabela II-3 [EPE, PDE-2006].

Tabela II-3 – Área alagada por potência instalada em UHE – Usinas Hidrelétricas – no Brasil

Usinas Hidrelétricas	Relação área alagada / potência instalada
UHE existentes	0,52 km ² /MW
UHE analisadas no PDE	0,27 km ² /MW
UHE Belo Monte (Rio Xingu)	0,04 km ² /MW
UHE Jirau (Rio Madeira)	0,08 km ² /MW
UHE Santo Antônio (Rio Madeira)	0,09 km ² /MW

II.2 SUSTENTABILIDADE DOS NÍVEIS ATUAIS E FUTUROS DE CONSUMO DE ENERGIA

A teoria de formação das fontes fósseis diz que elas são originadas de restos de organismos vivos que se acumularam dentro da terra, formando diversos tipos de materiais: desde gás incolor – gás natural – até sólidos de aspecto preto ou marrom – carvão – passando por líquidos de cores amareladas até preta – o petróleo. Segundo o dicionário Aurélio, o próprio termo fóssil significa vestígio ou resto petrificado ou endurecido de seres vivos que habitaram a Terra e que se conservaram em depósitos sedimentares da crosta terrestre.

Além da origem comum, esse grupo apresenta outra característica importante: ter em sua composição química o carbono. Isto nos remete ao ciclo global de carbono e a forma como ele está disperso na natureza.

A etapa fundamental para o início dessa análise é exatamente o processo de fotossíntese, o qual ocorre quando as plantas convertem água e o dióxido de carbono CO₂ da atmosfera em oxigênio e açúcares, os quais são consumidos para produzir a energia necessária ao desenvolvimento delas.

Como o processo de fotossíntese depende da luz solar, está criado o elo entre as fontes fósseis e a radiação solar. Os compostos orgânicos produzidos dos materiais inorgânicos – CO₂ e H₂O – necessários para a vida tais como, celulose, amidos, proteínas, aminoácidos, gorduras e óleos em geral, foram aqueles que, eventualmente, após milhares de anos, se transformaram, segundo aquela teoria, através de uma série de processos bio e geoquímicos, nos combustíveis fósseis [Schobert, 2002].

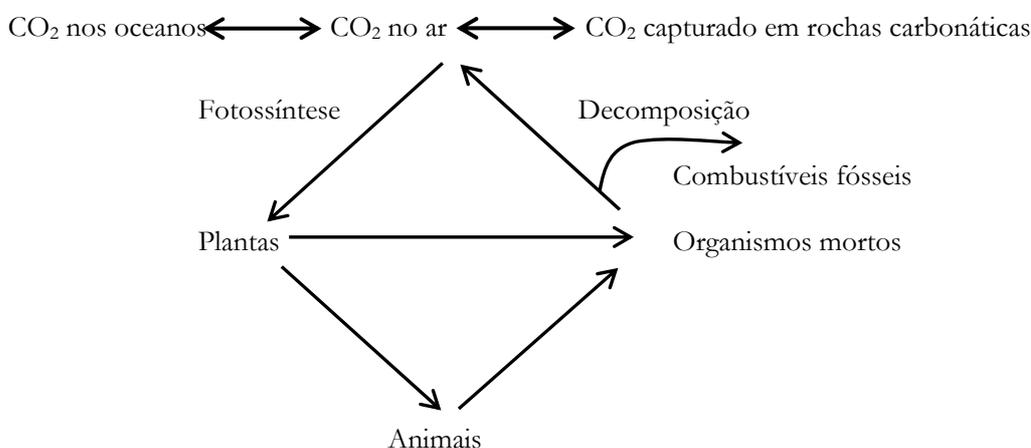


Figura II-5 – Ciclo do carbono

A questão sobre a sustentabilidade dos níveis de consumo de energia primária passa por descobrir quais opções de fornecimento mostram-se mais viáveis para que a humanidade possa manter ou, como é desejável, estender a uma parcela maior da população, a qualidade de vida já alcançada pela camada mais rica.

As principais questões relacionadas à energia colocadas atualmente pela comunidade científica mundial dizem respeito:

- Ao enorme consumo de energia gasto pela parcela mais rica da população, assim como ao próprio aumento da população mundial, principalmente nos países mais pobres, que exercem uma pressão natural no sentido de melhorarem suas condições de vida;
- À futura exaustão das reservas de óleo e gás natural e, mais recentemente, ao efeito global de se aumentar a concentração de gás carbônico na

atmosfera, devido à queima de combustíveis fósseis. Este é conhecido como efeito estufa, que causa um aquecimento da atmosfera e modificações drásticas do clima sobre a face da Terra.

As fontes renováveis de energia vêm ganhando destaque e incentivos diretos para sua utilização em diversos países, sob a aura de solucionar estes dois últimos problemas citados: independência de reservas de fontes de energia finitas e, muitas vezes, acumuladas em poucas regiões do globo terrestre, e de contribuir para um equilíbrio do balanço de CO₂ na atmosfera, na medida em que elas emitem muito menos por energia produzida, quando analisadas sob a ótica de ciclo de vida de todo o processo.

Por outro lado, os equipamentos para o aproveitamento final da energia, como motores de combustão, motores elétricos, queimadores de combustíveis em geral, etc., têm evoluído de forma considerável e ainda existe espaço para que os consumos específicos de energia sejam reduzidos.

A população mundial atual anda na casa dos seis bilhões de habitantes. A expectativa é a de que ela continue crescendo até estabilizar-se na faixa dos nove bilhões. A maior parte dessa gente vive nos países mais pobres do planeta, o que os países ricos costumam denominar de em fase de desenvolvimento e de transição (antigo bloco comunista) [WEO, 2006].

População Mundial - 6,4 bilhões em 2004

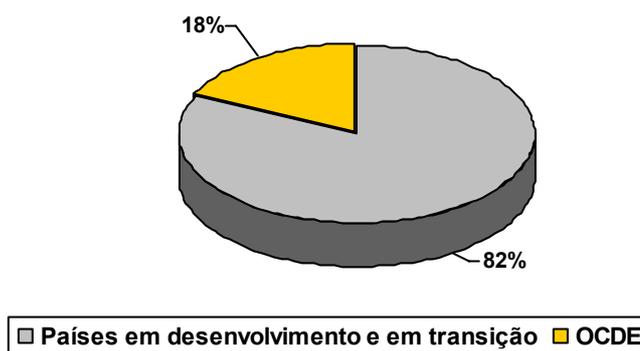


Figura II-6 – Divisão da população mundial em 2004

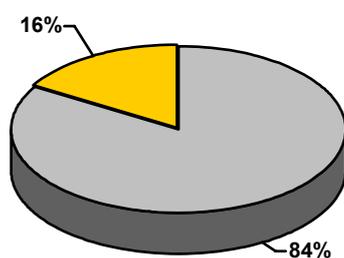
Essa parcela rica da população mundial forma uma organização conhecida como OCDE¹ – Organização para Cooperação e Desenvolvimento

¹ OCDE Europa: União Européia + Suíça + Turquia + Repúblicas Tcheca e Eslováquia
 OCDE América do Norte: EUA, Canadá e México; OCDE Pacífico: Japão, Coreia, Austrália e Nova Zelândia

Econômico, formada em contra partida à OPEP² – Organização dos Países Exportadores de Petróleo, após o primeiro choque do petróleo, em 1973. Nessa época a OPEP, constituída em sua maioria por países de origem árabe, estabeleceu um embargo no fornecimento de óleo aos EUA, numa forma de pressão contra o apoio dado por este a Israel, nas questões relativas à ocupação de terras no Oriente Médio.

Essa divisão tenderá a acentuar-se já que as taxas de crescimento populacionais são maiores nos países mais pobres [WEO, 2006].

População Mundial - 8.1 bilhões em 2030

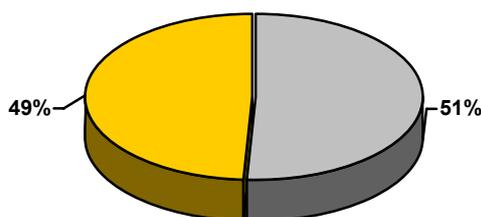


■ Países em desenvolvimento e em transição ■ OCDE

Figura II-7 – Previsão da divisão da população mundial em 2030

Por outro lado, a demanda por energia primária também não é equilibrada, os países da OCDE exercem uma pressão muito maior do que os outros sobre as fontes disponíveis.

Demanda Mundial de Energia - 11.2 bilhões tep em 2004



■ Países em desenvolvimento e em transição ■ OCDE

Figura II-8 - Divisão da demanda mundial de energia em 2004

Nesse caso, as previsões são de que haverá uma inversão da participação dos países mais ricos. Em 2030, os países em desenvolvimento estariam consumindo mais energia do que eles [WEO, 2006].

² OPEP: Argélia, Indonésia, Irã, Iraque, Kuwait, Líbia, Nigéria, Qatar, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e Venezuela

Demanda Mundial de Energia - 17 bilhões tep
em 2030

Figura II-9 – Previsão da divisão da demanda mundial de energia em 2030

O pomo da discórdia é evidente e fica explicitado em todos os congressos onde se discute energia ou qualquer outro assunto sócio econômico mundial. A pressão sobre a oferta de fontes de energia e de matérias primas em geral tem piorado, aumentando substancialmente os preços, o de petróleo, em especial.

Sobre como se atingirá um novo equilíbrio é o que ainda não existe consenso, mas de uma coisa podemos ter certeza, não há a menor probabilidade de toda essa sociedade emergente copiar os padrões de vida em que se basearam os modelos adotados pelos países mais ricos. Os limites do planeta em prover os meios de sobrevivência da humanidade seriam rapidamente atingidos e um colapso de todo o sistema certamente afetaria a todos.

Os padrões de consumo norte-americano não poderão ser replicados nos países em desenvolvimento, pois a maior parte da população mundial estará vivendo exatamente nesta parte do globo terrestre. Para que não ocorra uma explosão de demanda, os consumos per capita médios deverão se estabilizar em valores próximos aos atuais. Ou seja, as nações mais ricas deverão diminuir seu consumo per capita de energia e as mais pobres não poderão estabelecer como meta os níveis atuais de consumo dos mais ricos (vide figura II-10) [autor, a partir das Figuras II-6 a II-9].

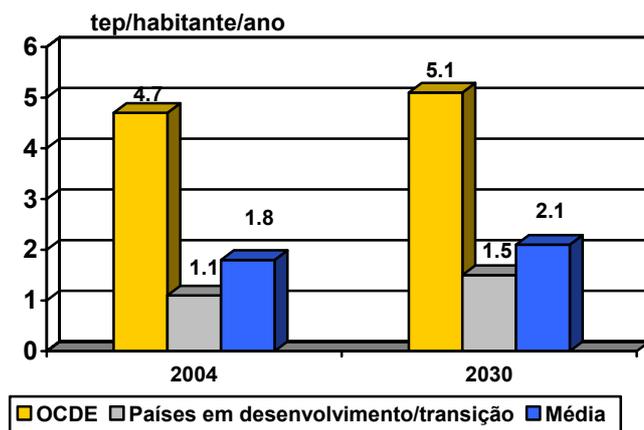


Figura II-10 – Consumo per capita OCDE x países em desenvolvimento/ transição

Provavelmente o processo de redistribuição mundial da riqueza será intensificado, associado a uma nova divisão internacional do trabalho, onde as atividades econômicas energeticamente intensivas, como fabricação de aço e não ferrosos, alumínio em especial, continuarão a serem desenvolvidas nos países com maior disponibilidade de fontes primárias de energia.

No entanto, todos agregarão valor a sua produção de bens e serviços, diminuindo a intensidade energética de seu produto interno bruto, os países menos desenvolvidos sendo ainda beneficiados pela aplicação de tecnologias mais eficientes (vide figura II-11³).

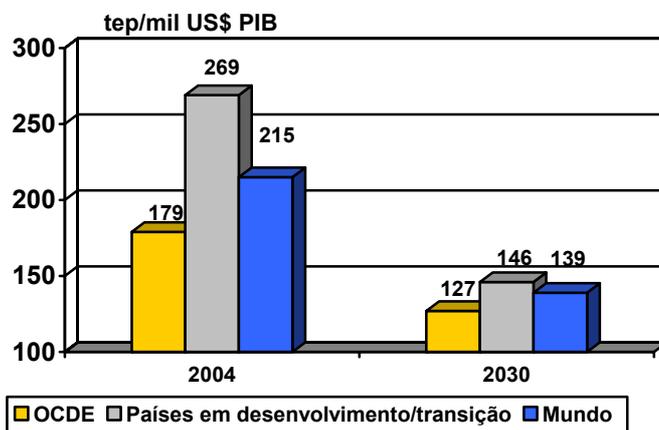


Figura II-11 – Consumo de Energia/PIB OCDE x países em desenvolvimento/ transição

³ Baseada em dados do [WEO, 2006] para demanda de energia e crescimento do PIB e no [IMF, 2008] para PIB de 2004 baseado no poder paritário de compra