

História dos Sistemas Energéticos e seus Impactos Ambientais

Exercitando Estimativas

19/novembro/2019

ATENÇÃO: Para trabalhar os problemas abaixo, você pode necessitar de dados que estão disponíveis nas tabelas colocadas ao final das questões propostas. Comente sempre as imprecisões que você pode estar cometendo em estimativas.

1. Quantos joules há em 1Wh?
2. Considere que em média um ser humano consome cerca de 2500 kcal em alimentos por dia. A população mundial hoje está na casa dos 7 bilhões de habitantes. Estime quantos MWh a vida da humanidade em si consome por ano. Compare este valor com o valor energético do petróleo consumido mundialmente e da energia elétrica consumidos mundialmente, no mesmo período de tempo. Discuta esse resultado em termos de energia solar – quanto de energia solar, em média, precisou de chegar para gerar esse alimento? Considerando as perdas estimadas no processo de produção e distribuição dos produtos, quanto isso representaria em termos de energia solar? Se da massa vegetal produzida consideramos que cerca de 20% representa alimentos e o restante massa seca vegetal acumulada, qual seria a energia solar captada por essa vegetação empregada como alimentos? Que outros pontos você poderia listar como imprecisão nesta estimativa?
3. Estime a energia total proveniente do Sol incidente sobre a superfície da Terra durante 1 ano. Compare este valor com a estimativa de reserva mundial de energia fóssil (petróleo, gás natural e carvão).
4. Estime a quantidade de energia solar anual incidente nas áreas de cultivo de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Para isso, utilize os mapas de radiação solar e de área plantada, e considere que a média anual de energia solar incidente nas áreas cultivadas seja de 16 MJ/m²/dia. Em seguida, utilize as tabelas de poder calorífico e de produção de etanol, açúcar e bagaço de cana para estimar a eficiência de conversão da energia solar incidente na área plantada..
5. Avalie a dimensão do consumo médio anual de energia por chuveiros elétricos no estado de São Paulo. Considere que cada pessoa toma um banho diário de 14 minutos. Compare este valor com a energia gerada por Itaipu.
6. Estime quantas placas de aquecedor solar, com área de 1,0 m² seriam necessárias para aquecer a água de banho de uma residência média do Estado de São Paulo. Considere os valores placas de 1 m²
7. Estime o consumo médio anual de energia por refrigeradores, no Estado de São Paulo, considerando um consumo médio mensal de 28,5 kWh.

8. Estime a energia consumida por um refrigerador de 360 L para refrigerar o ar a cada vez que sua porta é aberta (temperatura do AR a 25° C e da geladeira a 5° C). Avalie que esse seja o refrigerador médio empregado nos lares de São Paulo e que sua porta seja aberta 30 vezes ao dia. Que fração isso representa do consumo previsto para esse refrigerador?
9. A tabela do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular do INMETRO fornece o consumo energético de veículos cadastrados. Neste consumo é utilizada a unidade de medida MJ/km (megajoules por quilômetro).
- 9.1. Uma pessoa residente em uma cidade como São Paulo, a cada dia de trabalho, percorre o trajeto até o emprego, situado a 10 km de sua casa. Sem levar em conta, problemas de congestionamento, ou seja, supondo que o tráfego flua sem problemas, calcule o consumo energético mensal para este percurso para um dos modelos de veículos com melhor avaliação do INMETRO.
- 9.2. Qual o consumo de energia mensal da frota veicular circulante, supondo que todos os veículos atendam as condições descritas na parte 1?
- 9.3. Esta energia consumida pelos carros na cidade de São Paulo corresponde a que parcela da energia produzida na Usina de Itaipu?
10. Em 2012, em sua pesquisa sobre mobilidade na Região Metropolitana de São Paulo, o Metrô estimou que diariamente são feitas aproximadamente 29700000 viagens motorizadas individuais, sendo 16038000 por modal coletivo (metrô, ônibus, CPTM), e 13662000 por modal individual (carro, moto). Com base na tabela de consumo de combustível e energia de cada combustível e/ou modal para esse ano, estime a energia por viagem gasta em cada modal. Considere que o consumo de gás veicular, gasolina e etanol referem-se ao modal individual.

INFORMAÇÕES GERAIS PARA OS PROBLEMAS

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Calor específico do AR 25° C, 1 atm.	J/(cm ³ .K)	0.00121
--------------------------------------	------------------------	---------

Domicílios SP	
Domicílios	Hab./domic.
12,612,693	3.3

Frota de veículos que efetivamente circulam em São Paulo: 3,8 milhões de veículos.

Elemento	Calor Específico			Calor Latente de Fusão/ Congelamento		Calor Latente de Evaporação/ Condensação
	J/(g.K)	Cal/(g.K)	Cal/g	J/g	Cal/g	J/g
Água líquida	4.186	1.00	80.0	334.0	540	2260
gelo		0.50				
Al	0.897					
Cu	0.385					
Fe	0.450					
Pb	0.129			24.5		871

Participação no consumo energético global (ano de 2008) (Energy Information Administration, 2011)

Região ou País	Percentual da população mundial (%)	Energia Total (10 ⁹ MWh)	Energia per capita (MWh/capita)	Participação Relativa	
				Energia total (mundo=100%)	Energia per capita (mundo=100%)
Mundo	100	148	22.0	100	100
Estados Unidos	4.5	29.0	95.1	19.6	432
América do Norte	6.9	36.0	77.6	24.3	353
Países desenvolvidos	18.0	71.6	59.2	48.4	269
Europa Oriental e ex-União Soviética	5.1	14.8	43.5	10.0	198
Ásia em desenvolvimento	53.0	40.4	11.3	27.3	51.5
Oriente Médio	3.0	7.5	36.6	5.1	166
África	14.3	5.5	5.7	3.7	26.0
América do Sul e Central	6.7	8.1	18.0	5.5	81.7
China	19.7	25.2	19.0	17.0	86.3
Brasil	2.9	3.7	19.3	2.5	87.6

Energia total estimada disponível nos estoques mundiais de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão)

9×10^{12} MWh

Radiação solar no topo da atmosfera como 342 W m^{-2} (depois de distribuída sobre a superfície terrestre)
 Fração da radiação solar transmitida através da atmosfera e que chega ao solo: 44% (Seinfeld, 1998).

Tabela 2-III Distribuição Percentual do Consumo Energético por tipo de fonte (ano de 2008) (Energy Information Administration, 2011)

Região ou País	Fonte Energética (Participação em %)					
	Petróleo	Gás Natural	Carvão	Hidro e Renováveis ^a	Nuclear	Outras
Mundo	36,1	21,9	27,5	10,2	1,76	2,53
Estados Unidos	42,3	23,2	22,4	6,99	2,75	0,48
América do Norte	41,3	23,4	19,8	9,60	2,51	0,82
Países desenvolvidos ^b	41,6	22,3	19,2	9,05	1,86	2,36
Europa Oriental e ex-União Soviética	21,0	49,5	17,6	5,94	1,86	0,41
Ásia em desenvolvimento ^c	26,1	8,19	56,2	9,14	0,29	3,13
Oriente Médio	57,9	45,7	1,56	0,39	0,00	5,07
África	33,8	19,1	24,5	19,7	0,20	0,83
América do Sul e Central	45,9	16,6	2,89	35,4	0,26	0,00
China	19,6	3,13	70,1	7,42	0,26	0,00
Brasil	33,3	6,30	3,94	47,2 ^d	0,38	0,22

Energia Hidrelétrica (2009)	
	(MWh)
Mundo	1,73x10 ¹⁰
Brasil	4,18x10 ⁸
Itaipu (2012)	
Mensal	8,20x10 ⁶
Anual	9,84x10 ⁷

GELADEIRAS

tipo	Capacidade (L)	Consumo Mensal (kWh)
Geladeira	280	25
Geladeira	310	28.1
Geladeira	360	31.5
Geladeira+Freezer	350	53.1
Geladeira+Freezer	400	58.1
Geladeira+Freezer	440	67.4

CHUVEIRO

kW	max	min	med
inverno	6	4.5	5.25
verão	3.5	2.1	2.8
Med.	4.75	3.3	4.025

Combustíveis			
Densidade Gasolina		kg/L	
	max	min	
	0.77	0.71	0.74
Energia			
	de	a	med
kJ/Kg	46509	46928	46718.5
kJ/L			34571.69

--	--	--	--

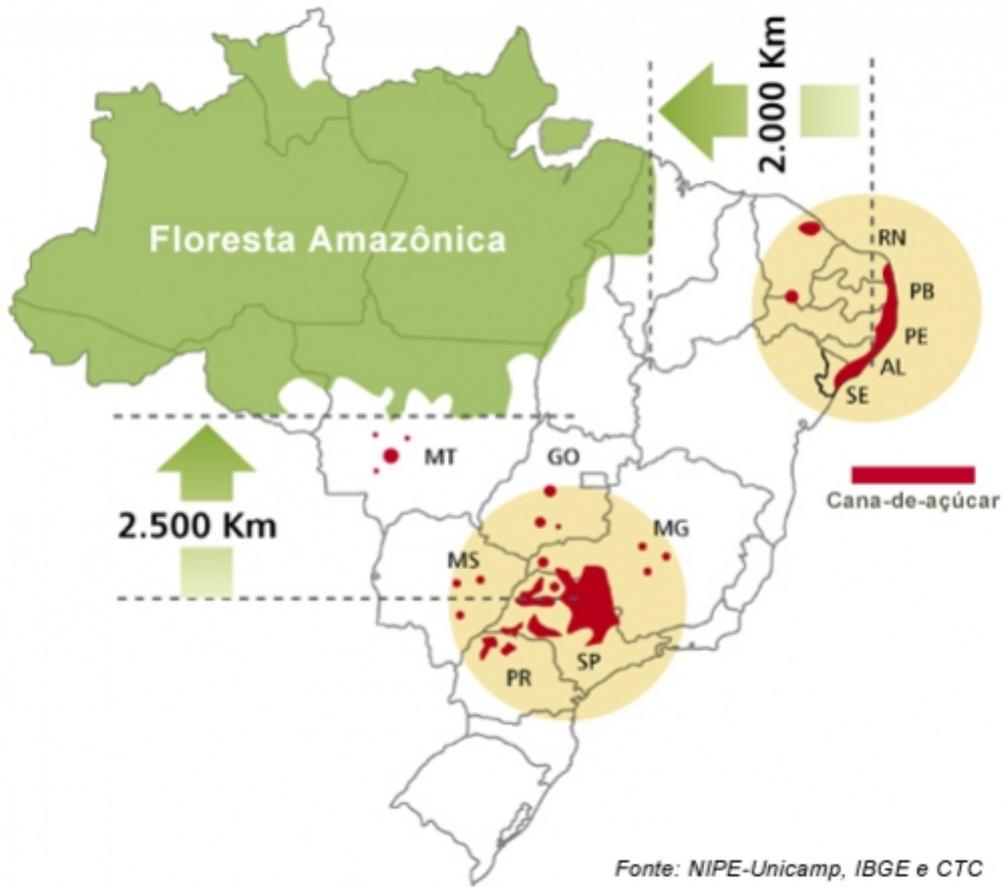
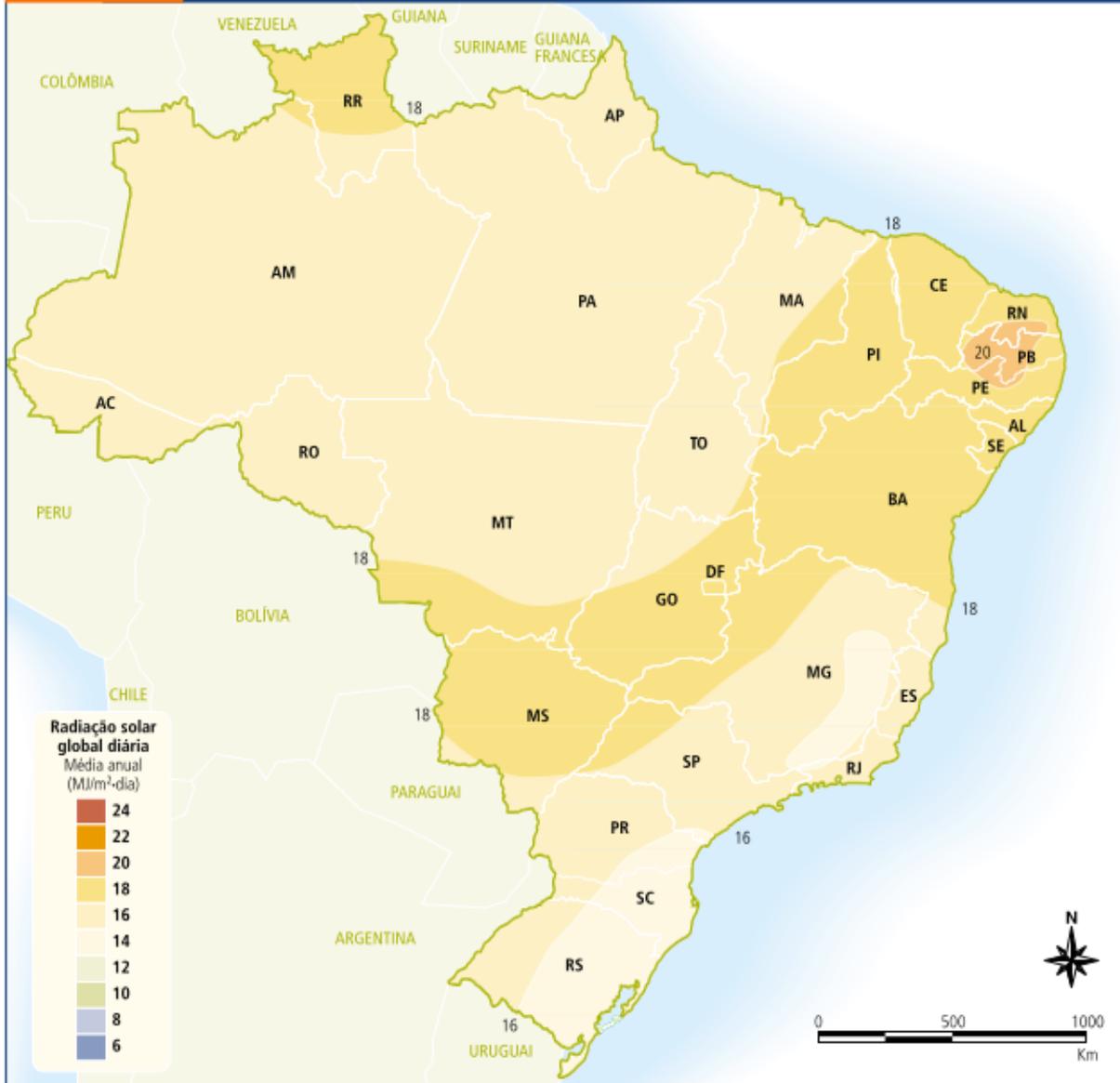


Ilustração 1: áreas produtoras de cana de açúcar
Ilustração 2: Radiação solar

Fonte: NIPE-Unicamp, IBGE e CTC

FIGURA 3.4

Radiação solar global diária - média anual típica (MJ/m².dia)



Fonte: ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000 (adaptado).

Área plantada (m ²)	Açúcar (toneladas)	Etanol (litros)	Bagaço de Cana (Giga Joule)
50458850000	21877000	13723000000	500280732000

Substância	Poder Calorífico (kJ / kg)
Açúcar	16538
Gasolina	44167
Diesel	42594
Gás (em m ³)	35791
Etanol	24937

Substância	Densidade (kg / litro)
Gasolina	0.745
Diesel	0.832
Etanol	0.794

Substância	Consumo (litros/ano) - 2012	Consumo (Gwh/ano)
Gasolina	4.81×10^9	
Etanol	2.19×10^9	
Gás Automotivo (em m ³)	2.02×10^{11}	
Ônibus	5.62×10^8	
Metrô		5.65×10^2 (2012)
CPTM		4.92×10^2 (2014)