



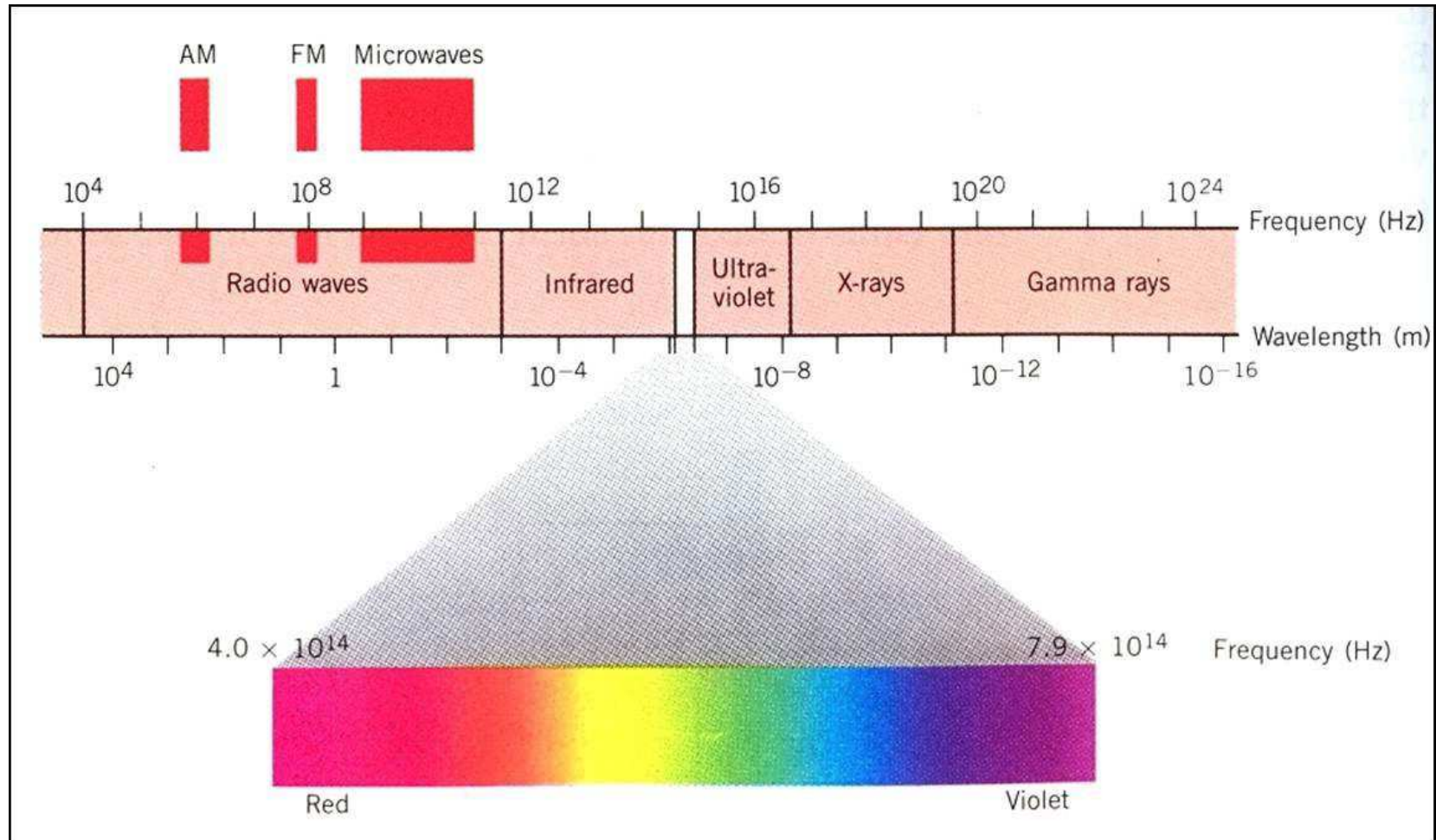
Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos - IFSC

7600106 Física (Arquitetura)

Energia

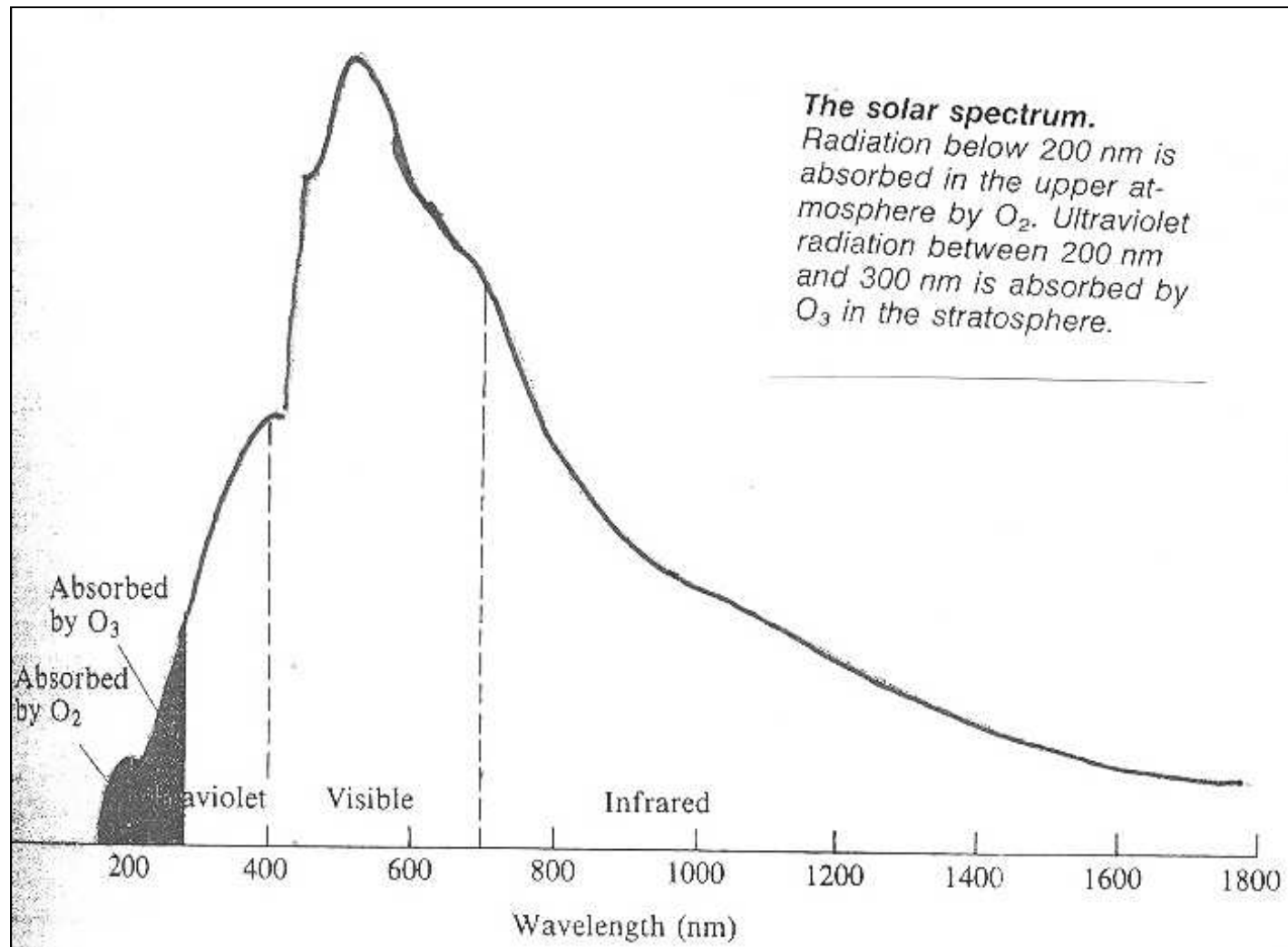
Prof. Dr. José Pedro Donoso

Espectro eletromagnético

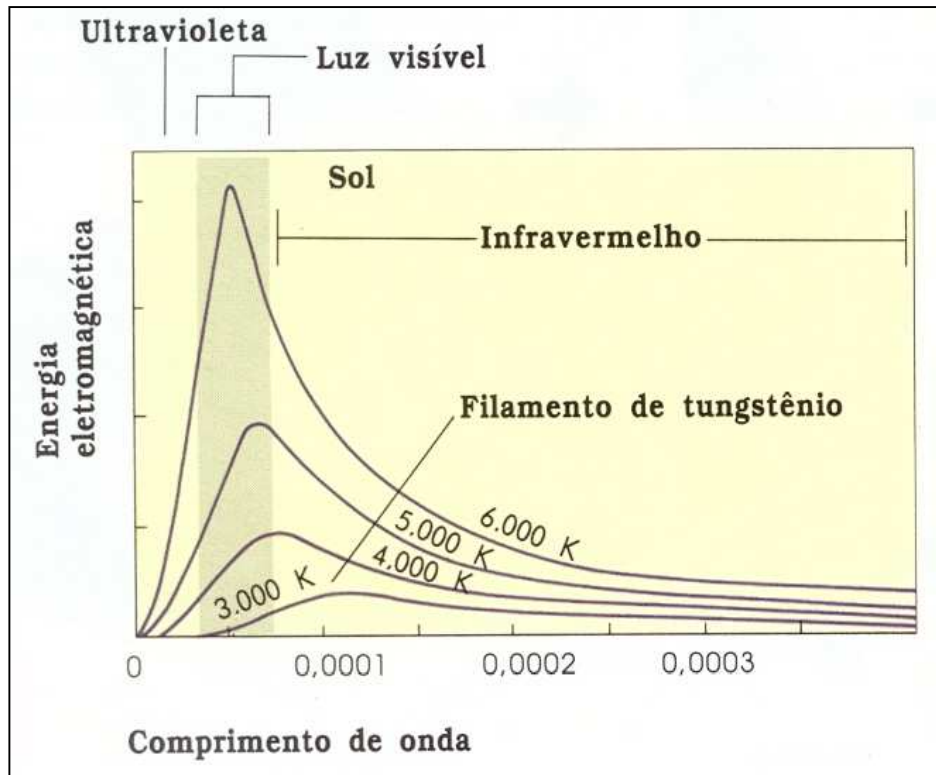


Em ordem crescente de energia: (1) ondas de rádio, (2) radiação infravermelha, (3) luz visível, (4) luz ultravioleta, (5) raios-X e (6) raios γ .

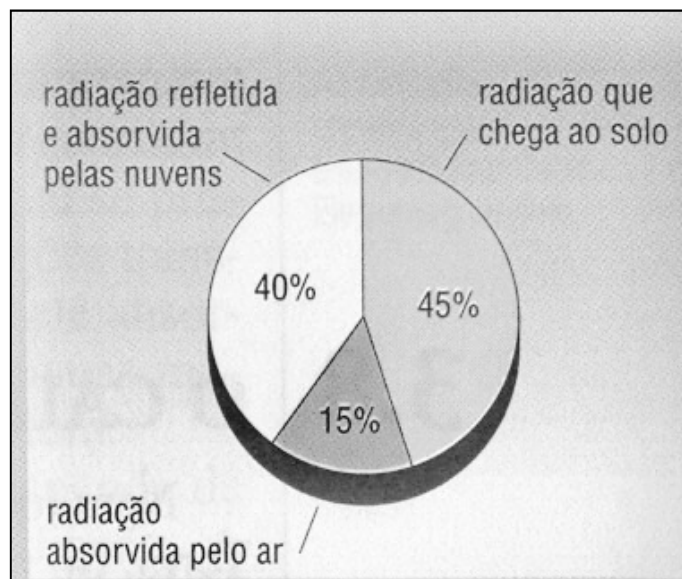
Espectro solar



Ebbing, *General Chemistry*



O **calor** que sentimos ao aproximar uma mão de uma lâmpada incandescente é essencialmente um resultado de **radiação infravermelha** emitida pelo filamento incandescente e absorvida pela mão. Todos os objetos emitem radiação eletromagnética (chamada de **radiação térmica**) por causa de sua temperatura.

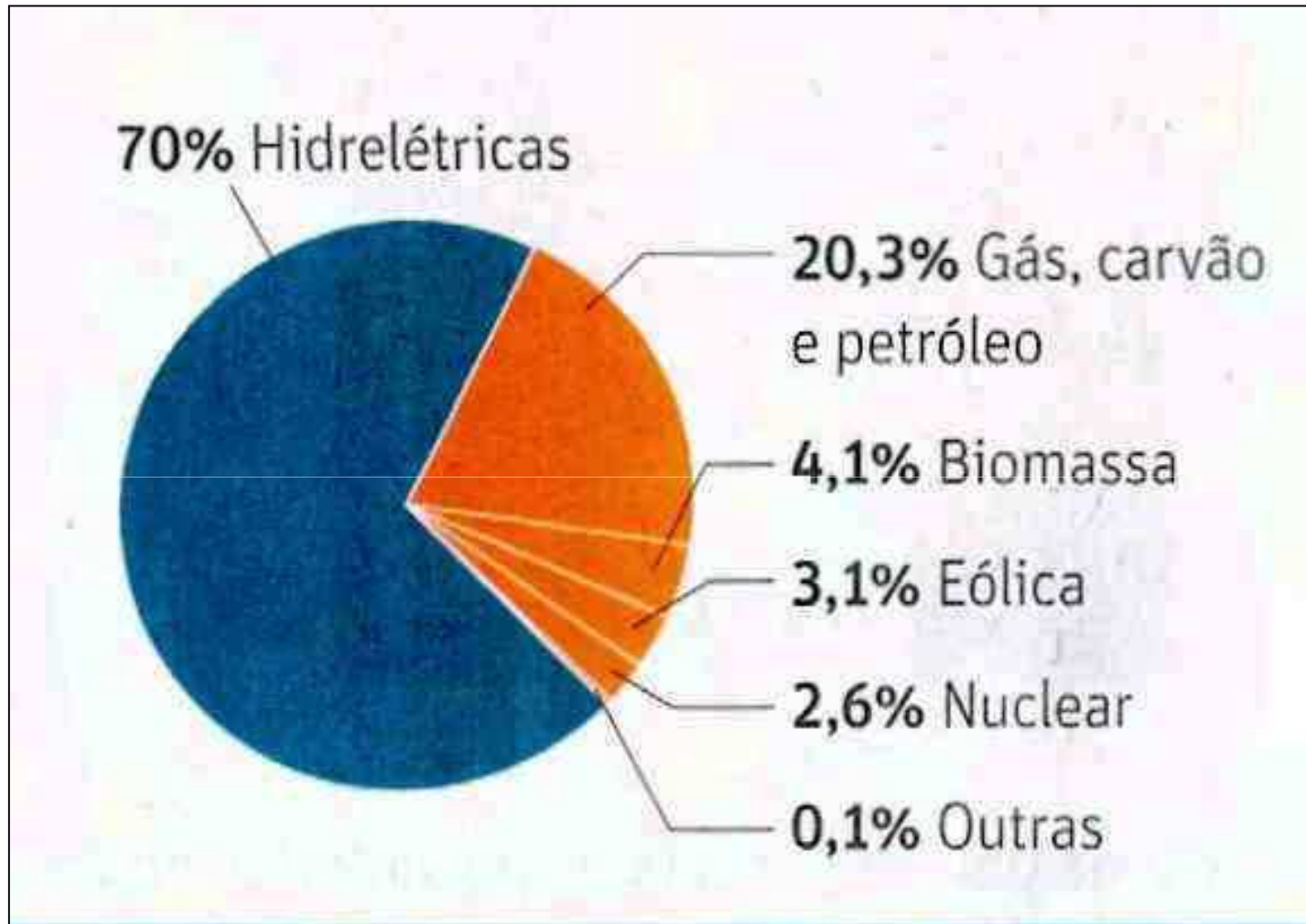


Cada segundo, a Terra recebe 1.79×10^{17} J de energia do Sol. Menos da metade chega à superfície. Quando a radiação solar encontra a atmosfera terrestre, 25% desta radiação são refletidos de volta para o espaço; 25% são absorvidos pelos gases da atmosfera e a superfície da Terra reflete 5%.



Fotografia feita com um filme ou um sensor sensível à [radiação infravermelha](#) mostrando a distribuição de temperaturas numa residência no inverno. As cores amarela, vermelha e branca indicam que está havendo grandes perdas de calor através de janelas, portas e paredes, onde o isolamento é deficiente.

Geração de Energia por fonte (Brasil)



Folha de São Paulo, 26 setembro 2016

Geração e consumo de energia no Brasil

Matriz de geração de energia no Brasil:

70% hidroelétrica
20% termoelétrica
3% eólica
~2.6% nuclear.

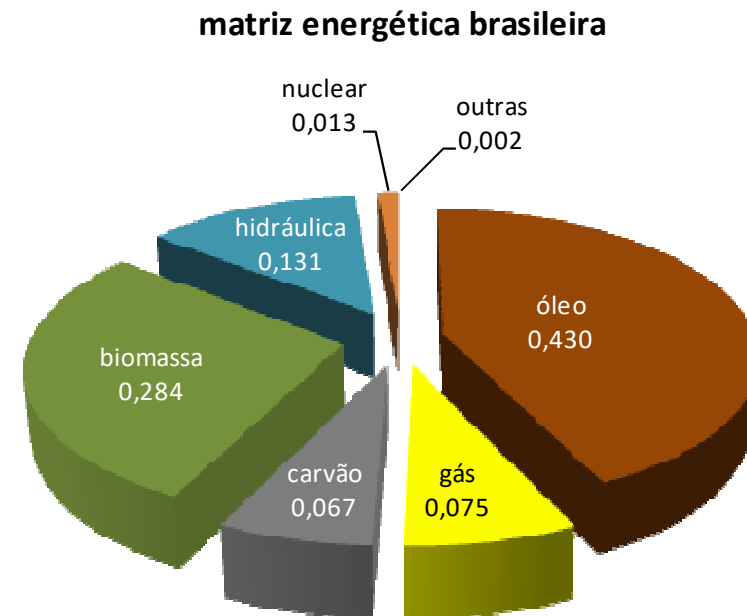
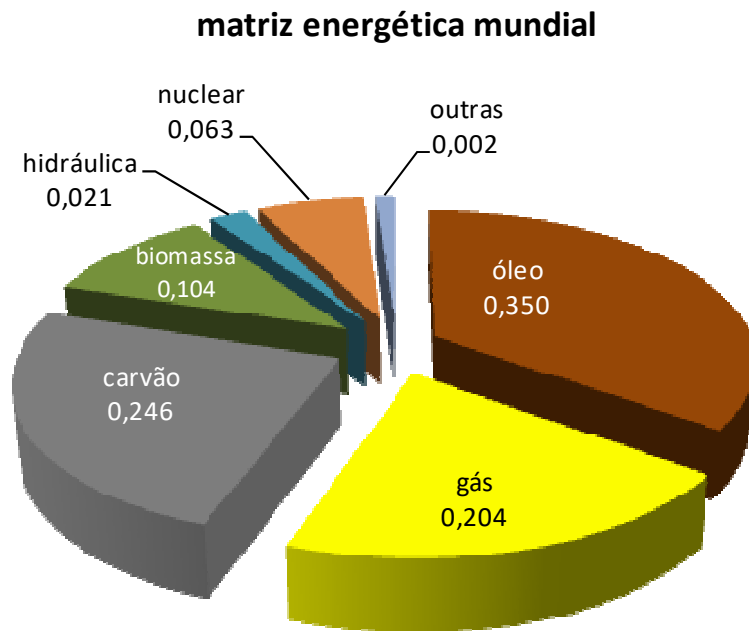
Consumo de energia:

setor industrial : 43% do consumo total,
setor residencial : 27%
comercial por 15%
outros setores por 15%.

As usinas termoelétricas e muitas plantas industriais utilizam gás natural como combustível. O Brasil importa da Bolívia aproximadamente a metade do gás que consome. São 24 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia.

Transição da matriz energética

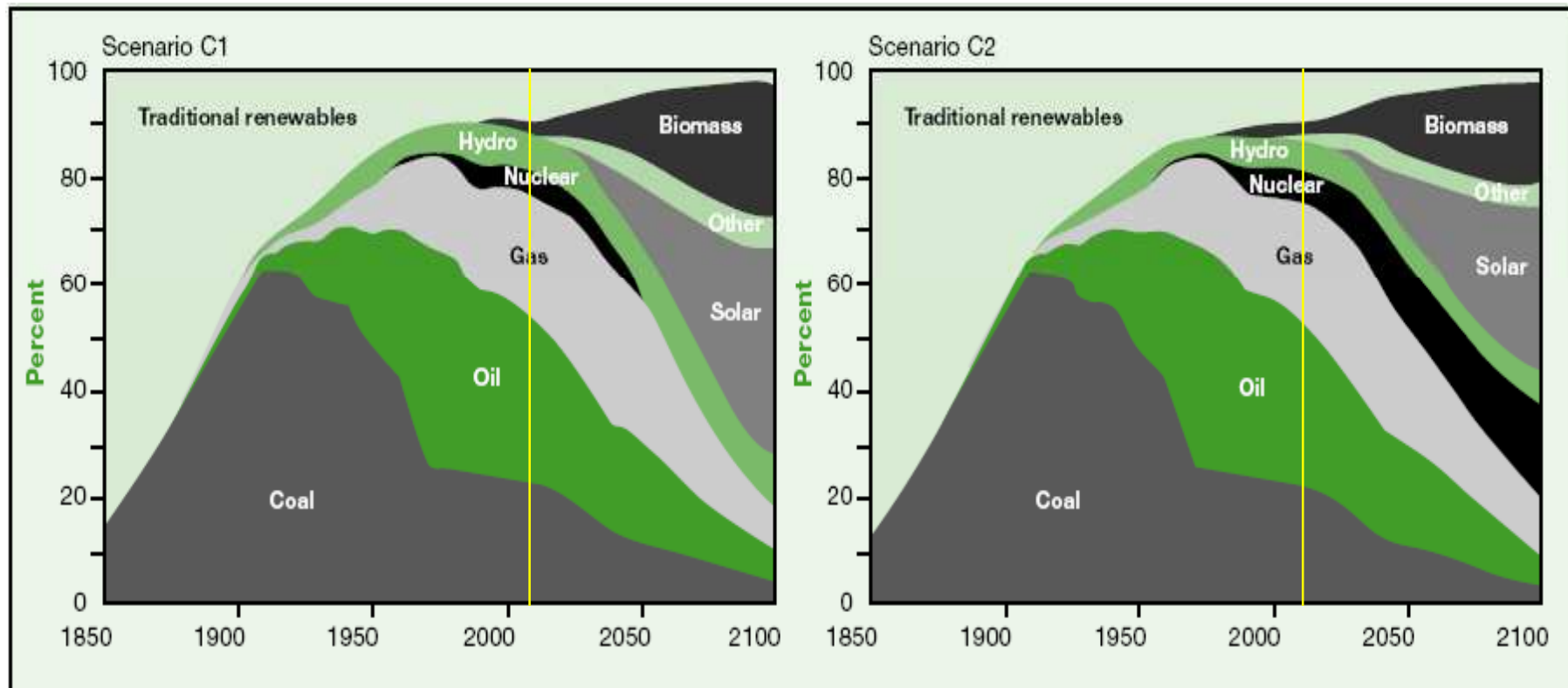
cenário atual



Slide fornecido pelo
Prof. Paulo Seleglim (EESC)

Transição da matriz energética

história e perspectivas para 2100



Slide fornecido pelo Prof. Paulo Seleglim (EESC)

Energia Solar

A radiação solar no espaço interestelar é de 1353 W/m^2 , chamada de *constante solar*. A energia que atinge o solo da Terra é menor por causa da absorção na atmosfera. A quantidade de radiação solar por unidade de área que atinge um ponto específico da Terra depende da latitude, da declinação e da estação do ano.

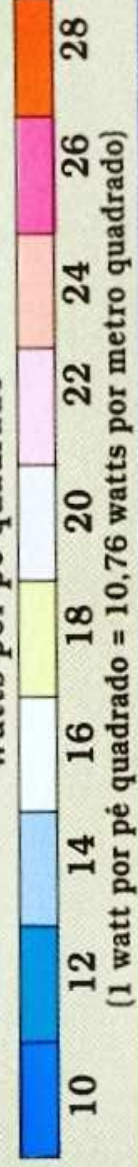
A transmissão da energia solar para a Terra se dá por meio de radiação eletromagnética, sendo que 97% da radiação solar está contida na região visível e infravermelho do espectro eletromagnético. A tabela indica a fração da radiação solar e a quantidade de radiação em cada região do espectro. A soma das energias em cada região dá os 1353 W/m^2 da constante solar.

	<i>Radiação ultravioleta</i>	<i>Visível</i>	<i>Infravermelho</i>
Comprimento de onda	$\lambda < 0.38 \text{ }\mu\text{m}$	$0.38 \leq \lambda \leq 0.78 \text{ }\mu\text{m}$	$\lambda \geq 0.78 \text{ }\mu\text{m}$
Fração	7%	47%	46%
Energia (em W/m^2)	95	640	618

Distribuição da energia solar



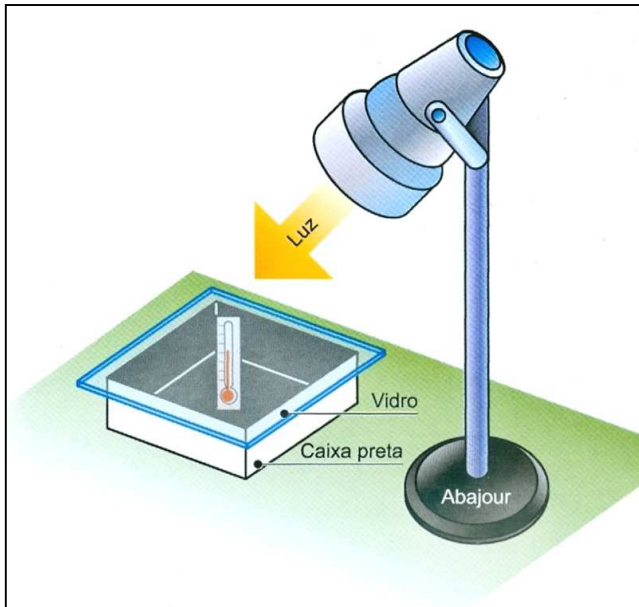
Watts por pé quadrado



O Brasil apresenta um ótimo índice de **radiação solar**, principalmente no Nordeste, onde possui valores típicos entre 1752 kW-h/m² e 2190 kW-h/m². Por este motivo a energia solar esta sendo cada vez mais empregada no país para aquecimento de água.

Conforme os levantamentos de consumo de energia elétrica, o setor residencial responde por 24% do consumo total no país e dentro desse setor, o aquecimento de água tem participação de 26%. Desta forma, o **aquecimento de água** é responsável por 6% de todo o consumo nacional de energia elétrica.

A forma predominante de aquecimento de água no Brasil é o **chuveiro elétrico**, o qual possui alta eficiência e baixo desperdício. Mais, apesar do baixo custo do aparelho, o uso do chuveiro representa um elevado investimento para as concessionárias (em torno de US\$ 900 por chuveiro instalado) considerando apenas os investimentos na geração.

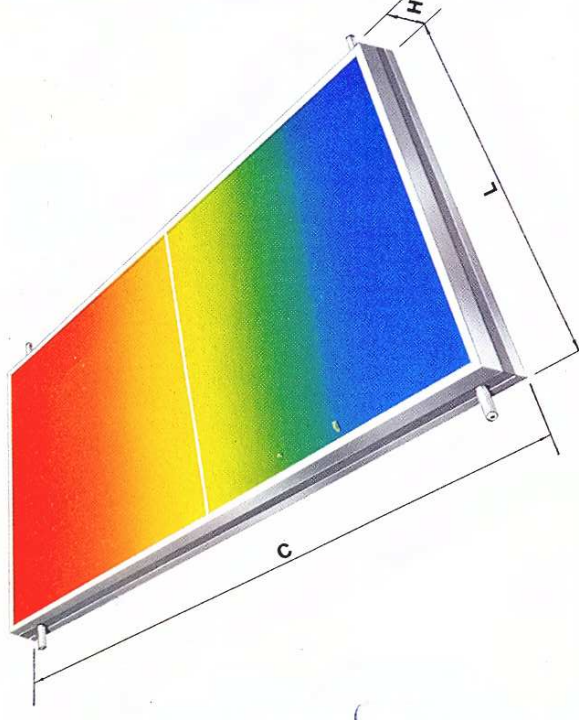


Os **coletores solares** usados em sistemas de aquecimento de água são caixas contendo uma superfície de vidro e um sistema de tubulações de cobre (bom condutor térmico).

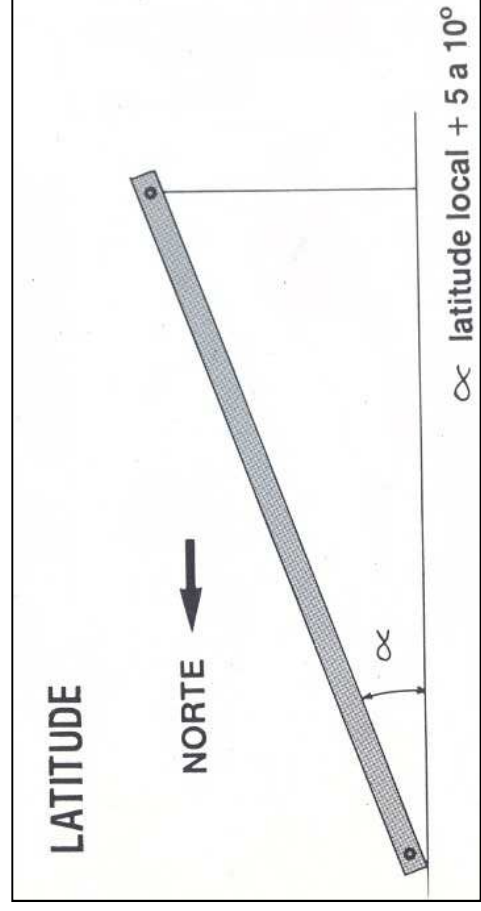
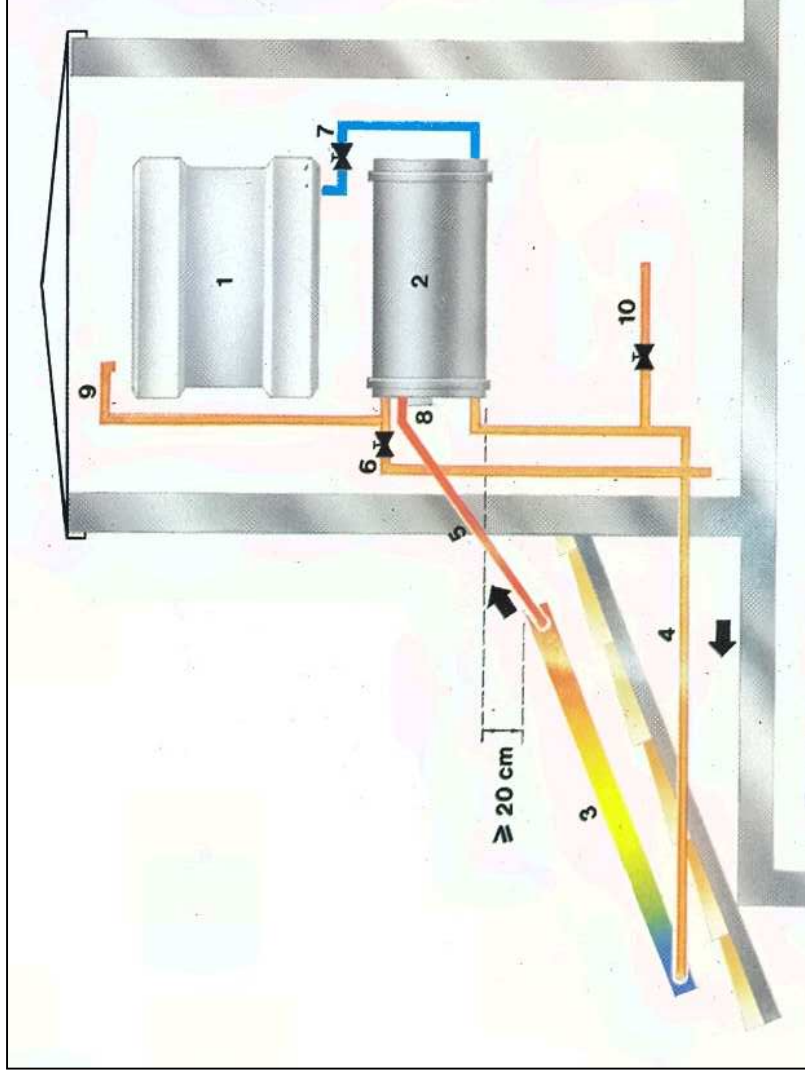


O coletor absorve a radiação solar e aquece a água que circula pela tubulação. Esta água quente (60o a 90o C) é armazenada num reservatório térmico cujas paredes estão recobertas por um material termicamente isolante.

COLETOR



- 1 - Reservatório de água fria
- 2 - Reservatório de água quente
- 3 - Coletor
- 4 - Descida de água para o coletor
- 5 - Subida de água quente do coletor para o reservatório
- 6 - Consumo
- 7 - Entrada de água fria
- 8 - Sistema auxiliar de aquecimento
- 9 - Respiro
- 10 - Dreno



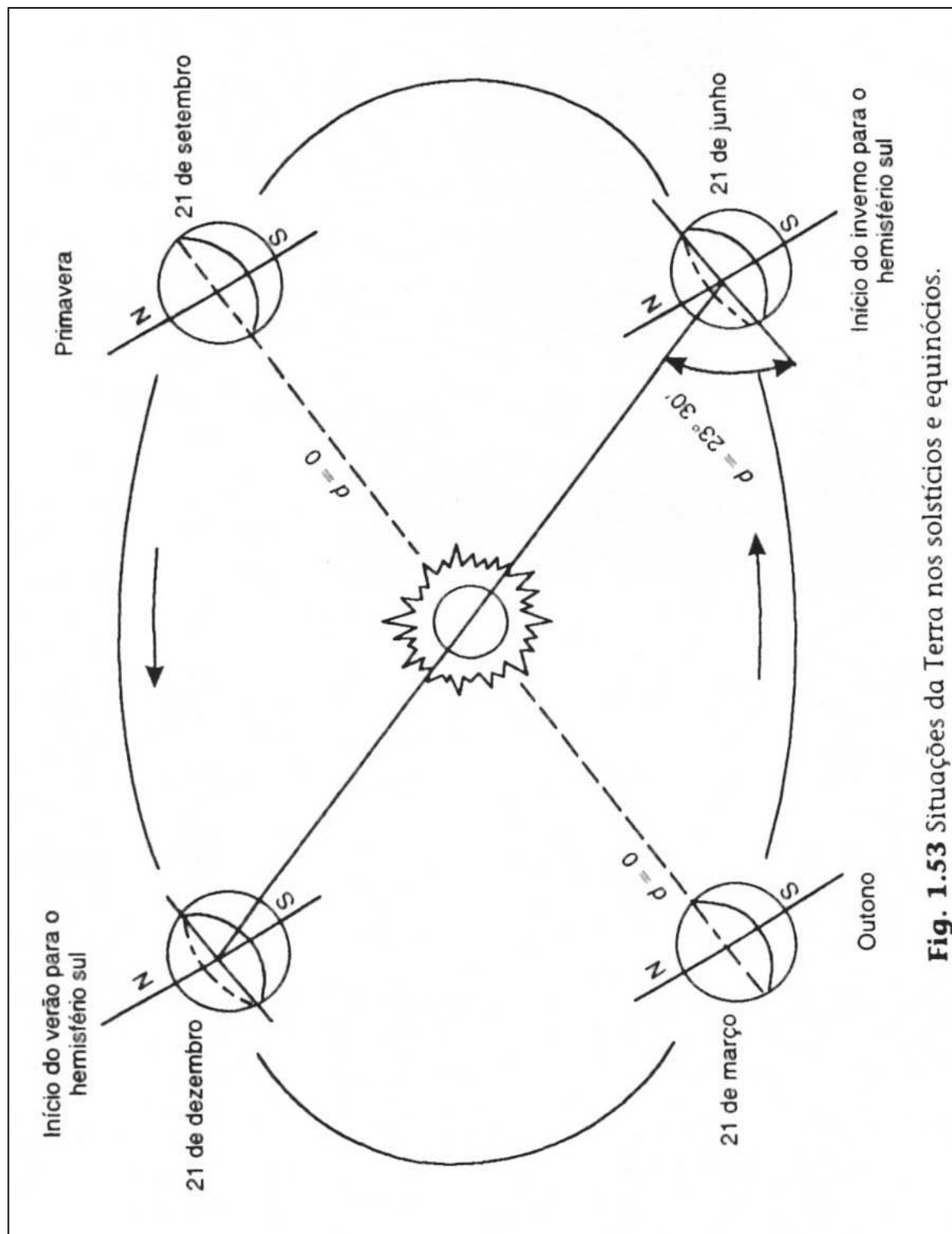
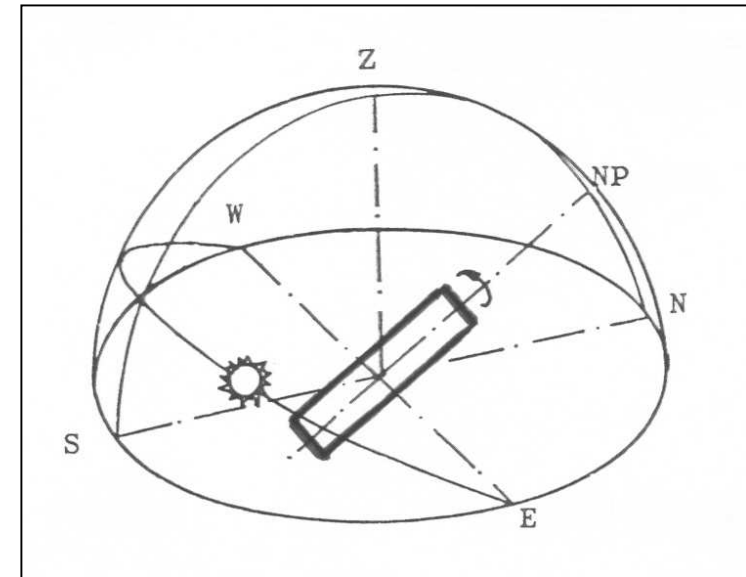
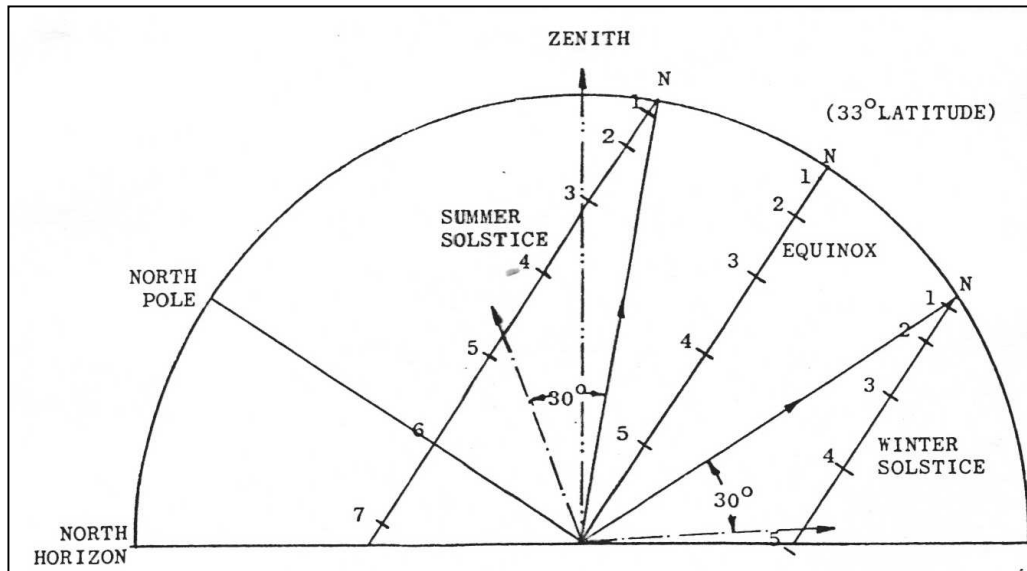


Fig. 1.53 Situações da Terra nos solstícios e equinócios.



Aplicação:

Considere um coletor solar de placas planas no Estado de S. Paulo, que recebe uma radiação solar média por unidade de área de 630 W/m^2 durante 8 horas por dia

a) Determine a energia disponível, por unidade de área, por dia.

b) Considerando que a eficiência do coletor é de 30%, qual a energia efetivamente disponível?

c) Determine a energia necessária ($Q = mC\Delta T$) para aquecer 100 litros de água do reservatório, de 25° a 75° C . A capacidade calorífica da água $C = 4190 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

d) Qual a área do coletor solar a ser instalado para aquecer os 100 litros de água?

Referências bibliográficas

- *Física*. Resnick, Halliday, Krane (Editora LTC, 1996)
- *Física Básica para Arquitetura*. José de Lima Acioli (Editora UnB, 1994)
- *Fundamentos da transferência de calor e de massa*. Incropera & de Witt
- *Transferência de calor*. M.N. Ozisic
- *Física*. P. Tipler (Editora LTC 2000)
- *Física*. R.A Serway (Editora LTC, 1996)
- *Transferência de Calor*. J.P. Holmen (McGraw-Hill, 1983)
- *Chemistry*. Brown – LeMay – Burnsten, Chap. 18, 7a edição (1997)
- *Environmental Physics*. E. Boeker, R. Van Grondelle (Wiley 1995)
- *Energy and environment*. EH Thorndike (1978)
- *Solar Engineering of thermal processes*. J.A. Duffie e W. Beckman (Wiley, 1980)
- *Levantamento dos Recursos de Energia Solar no Brasil*. FR Martins, EB Pereira, MP Souza Echer. Revista Brasileira Ensino de Física 26, 145 (2004)
- *Energia Solar*. Ricardo Aldabó (Editora Artliber, São Paulo, 2002)
- *Física*. Ferraro, Penteado, Soares, Torres (Ed. Moderna 2005)