



QFL4520 – Química Ambiental II

Parte II – Recursos Naturais

Prof. Dr. Reinaldo C. Bazito

bazito@iq.usp.br



Parte II – Recursos Naturais: Energia e Água

- *Energia - produção e usos;*
- *Combustíveis fósseis;*
- *Energia nuclear;*
- *Energia de fontes renováveis;*
- *Água – produção e uso.*



Aula 7:

- *Energia de fontes renováveis;*

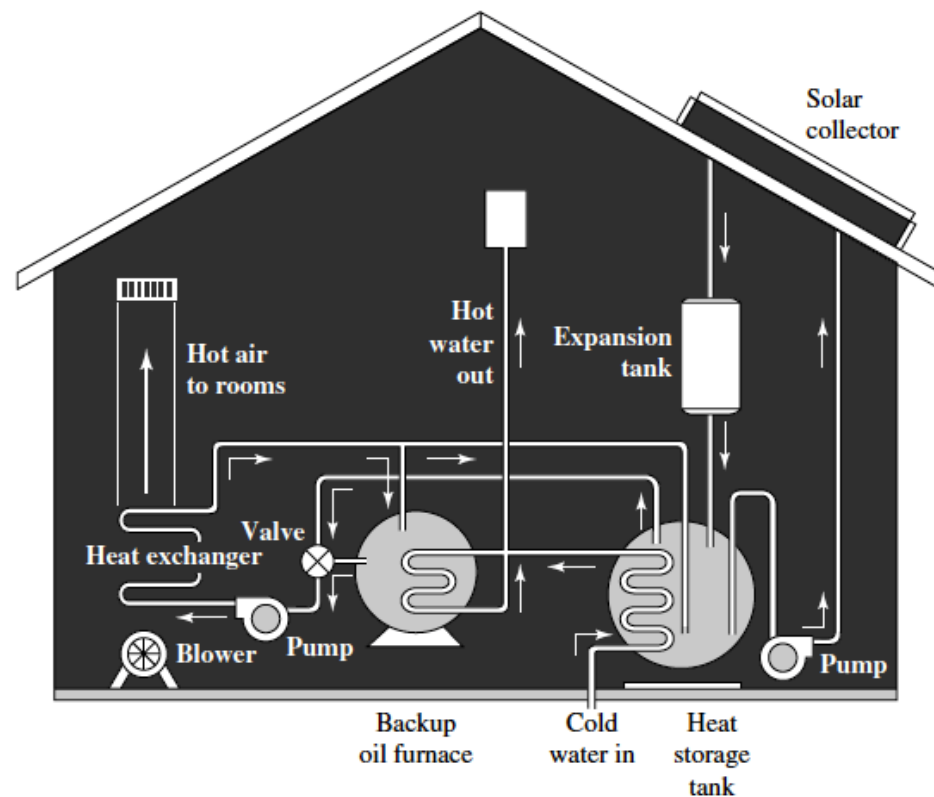
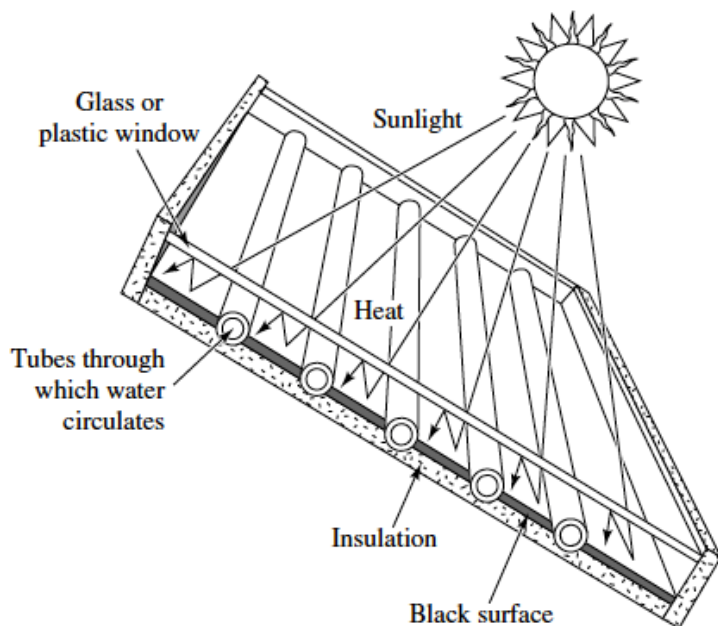


Energia Solar

Aquecimento por Energia Solar

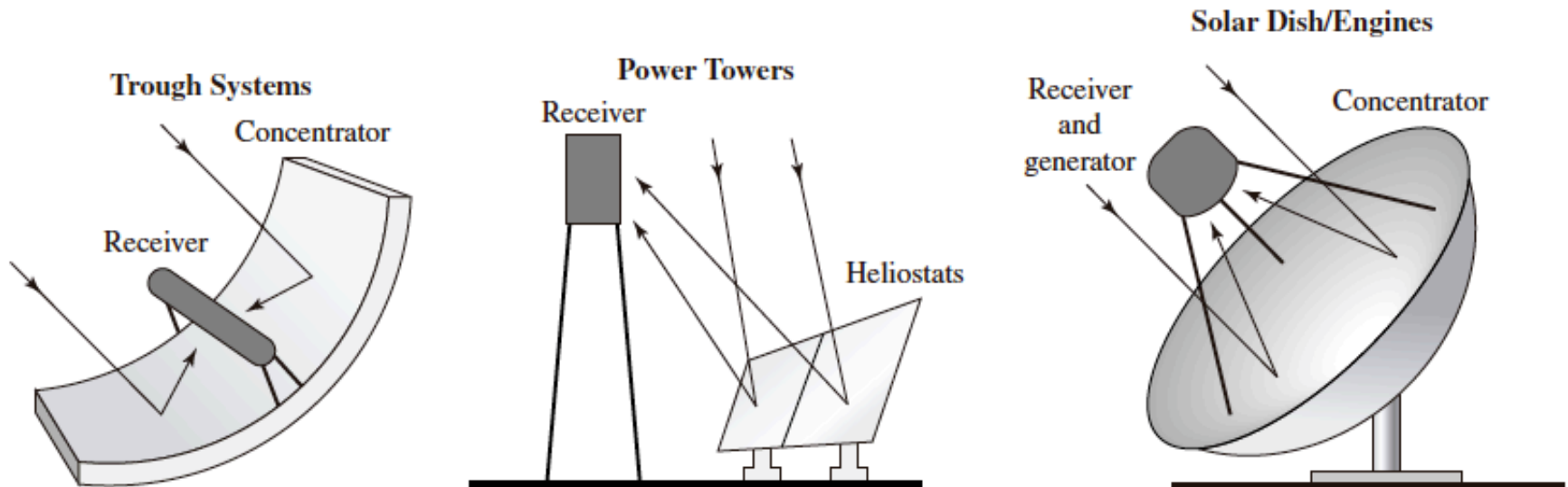
Características

- *Solução "local";*
- *Aquecimento de água ou ambientes (usando fluido térmico);*
- *Energia solar – calor transferido para água;*
- *Baixa eficiência;*
- *Baixo custo – pequenas áreas.*



Características

- *Solução "regional";*
- *Aquecimento de fluido térmico – geração de vapor – turbina gera energia elétrica;*
- *Backup por sistema convencional (normalmente termoeletricidade a partir de gás natural);*
- *Eficiência intermediária (até perto de 30%);*
- *Alto custo – áreas maiores.*



Características

- Solução "local";
- Conversão direta de energia solar em eletricidade;
- Backup por sistema convencional ou armazenamento em pequena escala por baterias;
- Alta eficiência;
- Alto custo – áreas intermediárias.

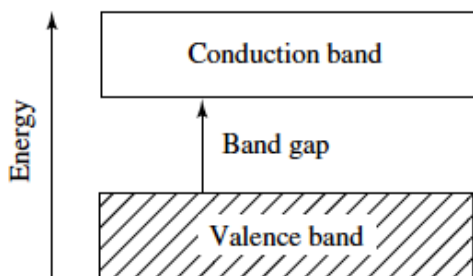


Figure 4.4 Valence and conduction bands in a semiconductor.

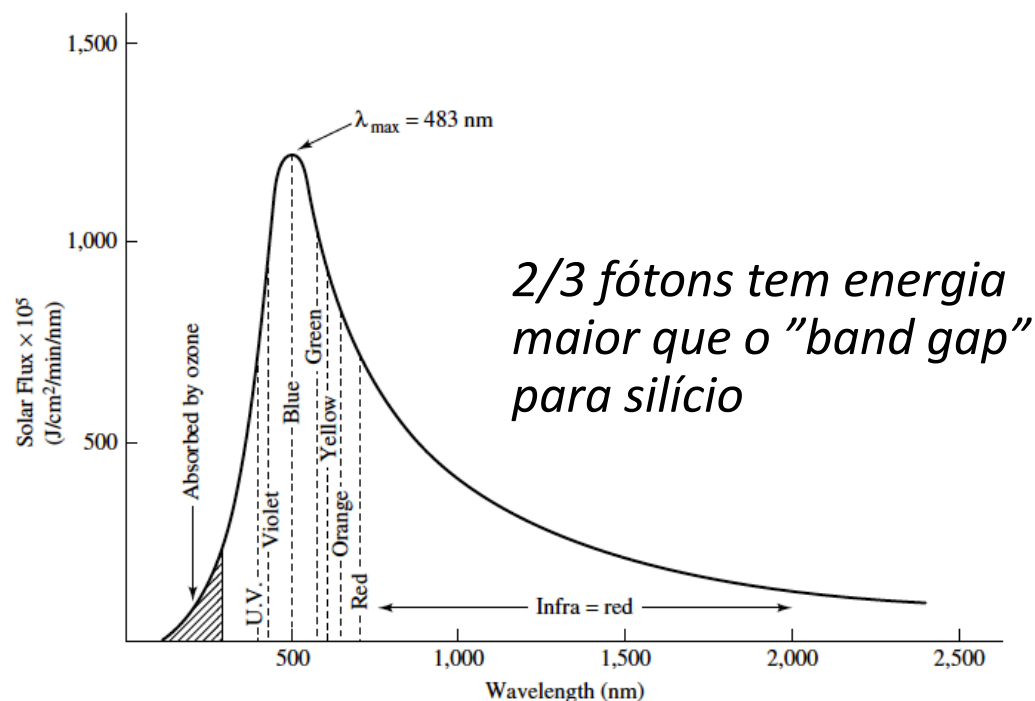


Figure 4.5 Spectrum of solar radiation on Earth's atmosphere; solar constant (area under curve) = $8.16 \text{ kJ/cm}^2/\text{min}$ (energy of radiation increases with decreasing wavelength).



Eletricidade fotovoltaica por Energia Solar

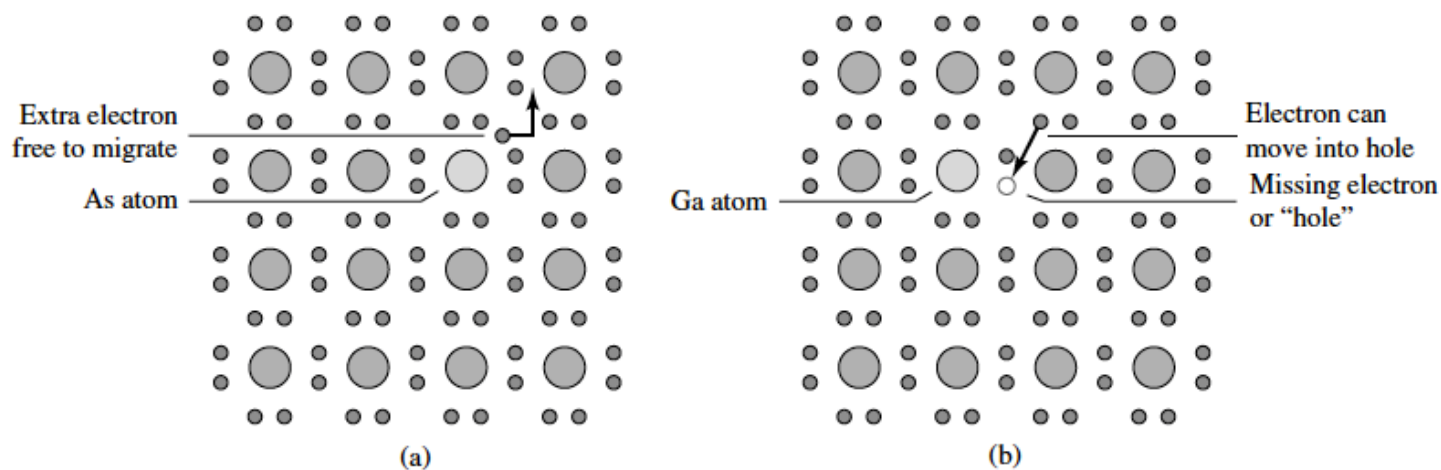


Figure 4.6 a) An arsenic-doped *n*-type silicon semiconductor; b) A gallium-doped *p*-type silicon semiconductor. *Source:* C. L. Stanitski et al. (2000) *Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society* (third edition) (New York: McGraw-Hill). Copyright © 2000 by The McGraw-Hill Companies. Reprinted with permission.

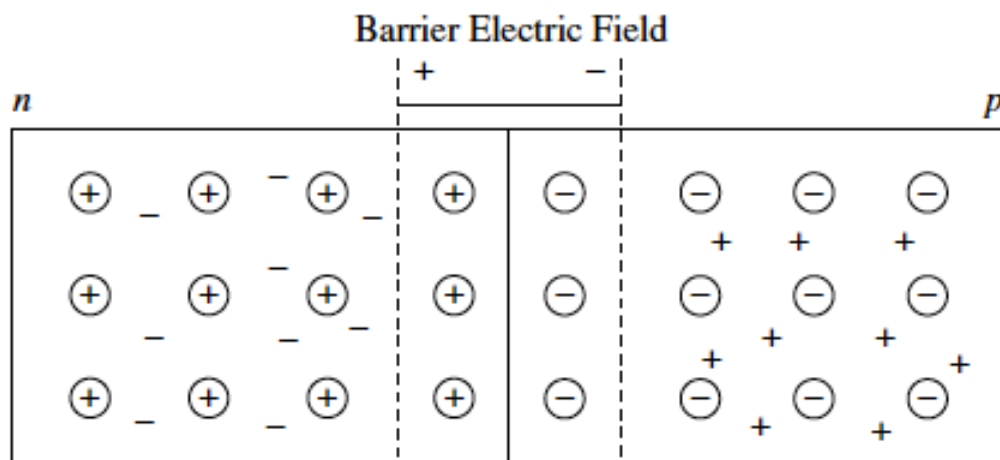


Figure 4.7 The *p-n* junction in a photovoltaic cell.

Eletricidade fotovoltaica por Energia Solar

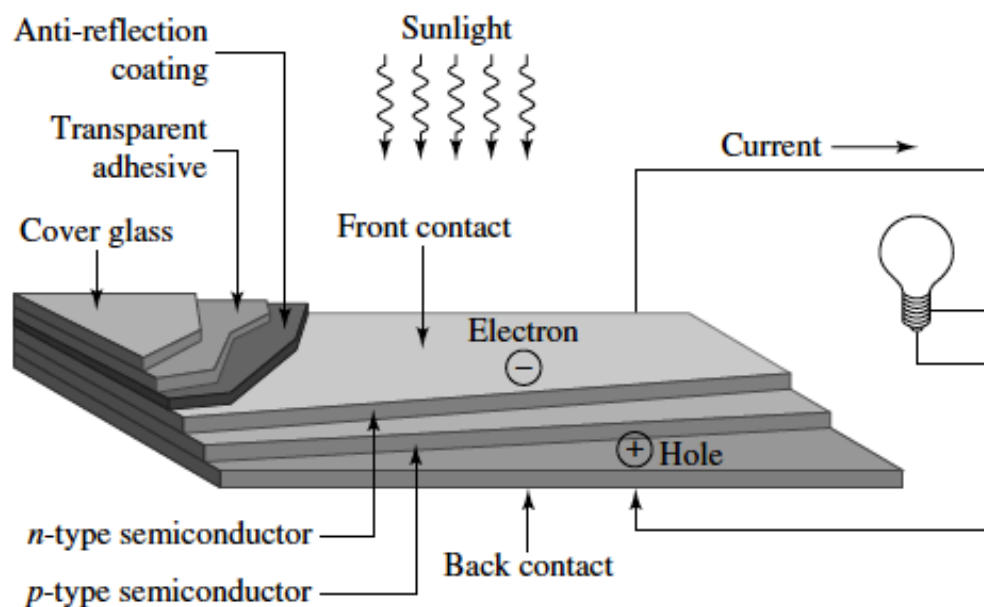


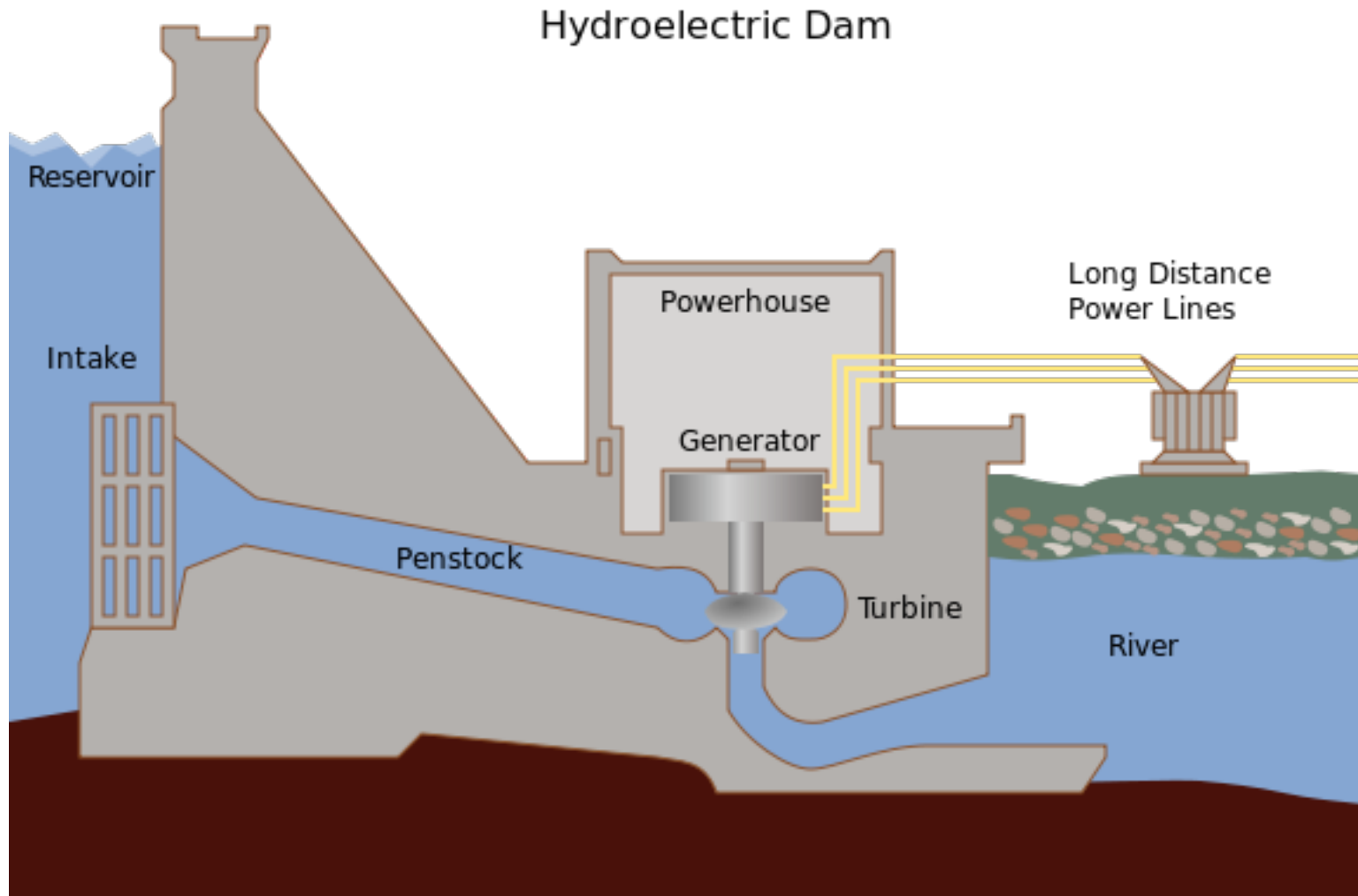
Figure 4.8 Schematic diagram of a photovoltaic cell. *Source: C. L. Stanitski et al. (2000) Chemistry in Context, Applying Chemistry to Society (third edition) (New York: McGraw-Hill). Copyright © 2000 by The McGraw-Hill Companies. Reprinted with permission.*



Hidroeletricidade



Hidroeletricidade





Hidroeletricidade

- *Grandes áreas alagadas;*
- *Grande "consumo" de água;*
- *Emissão de metano em reservatórios mais jovens;*
- *Necessidade de recursos disponíveis.*



Energía Eólica

Energia eólica – “mecânica”



<https://i0.wp.com/spainatm.com/wp-content/uploads/2014/02/Don-Quijote-de-La-Mancha.jpg>



Energia eólica - eletricidade

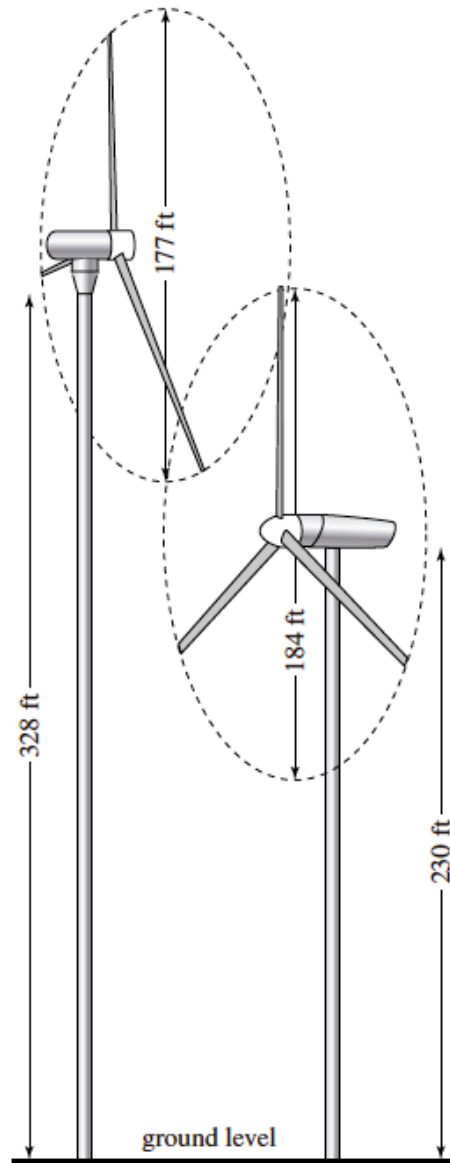


Figure 4.14 State-of-the-art wind turbines with high hub heights and large rotor diameters. *Source:* U.S. Department of Energy, Wind Energy Program. (<http://www.eren.doe.gov/wind/large.html>)



Energia eólica

- *Grandes áreas;*
- *Sistema de backup;*
- *Disponibilidade de recursos;*
- *Impacto nos ecossistemas locais;*
- *Eficiente.*



Biomassa



Fotossíntese

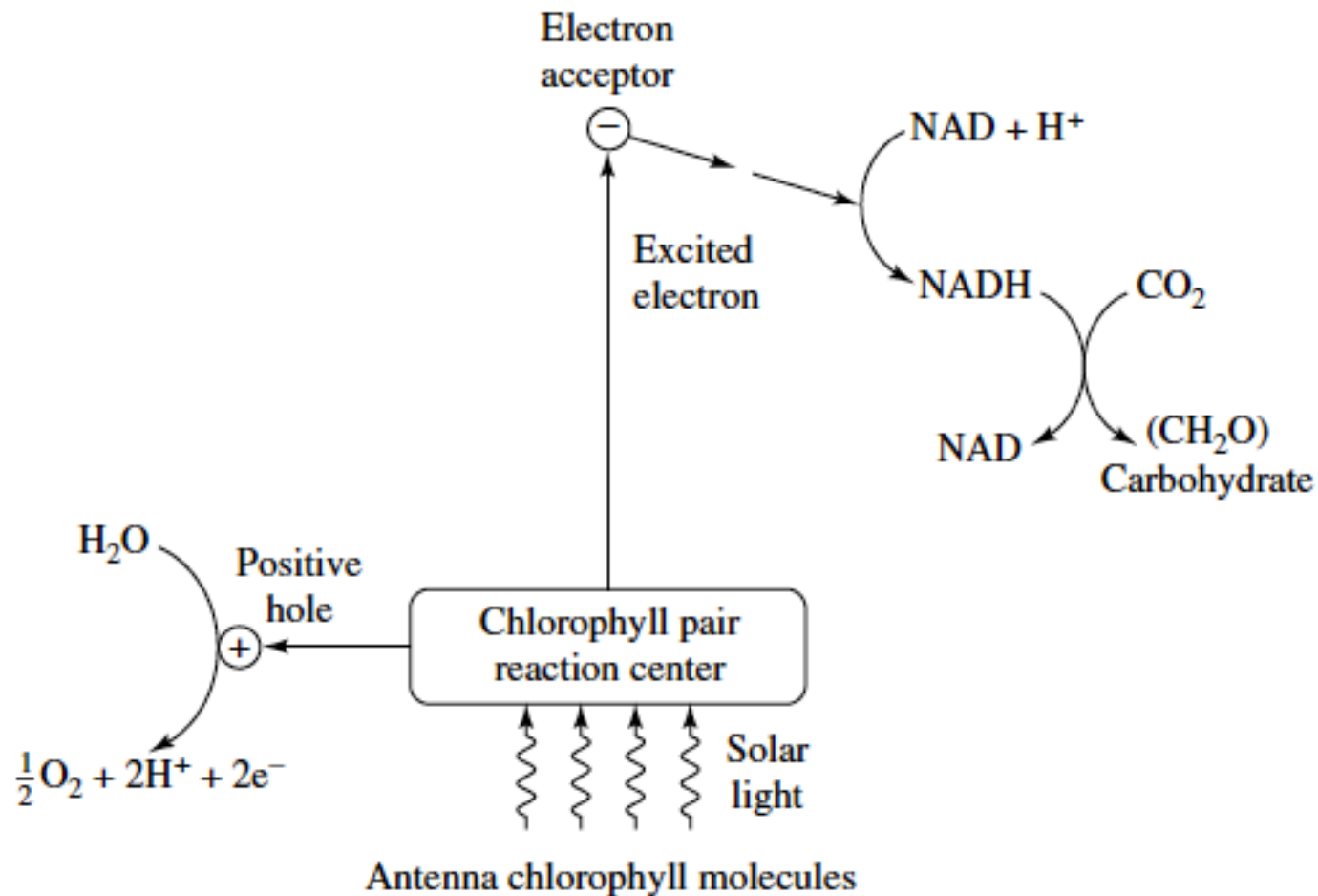


Figure 4.9 The photo-reaction center and energy storage in photosynthesis.



Fotossíntese

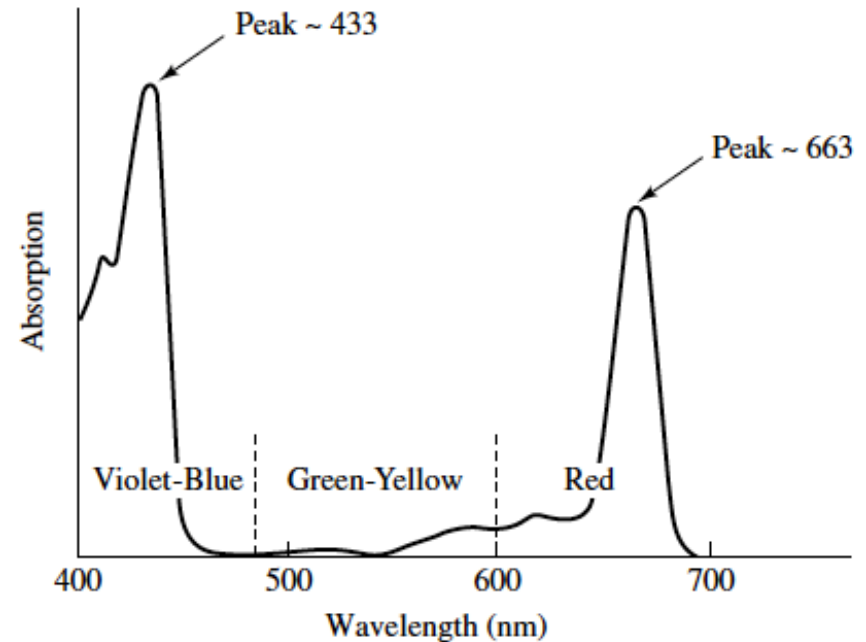
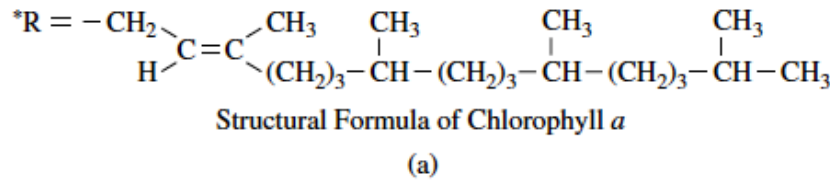
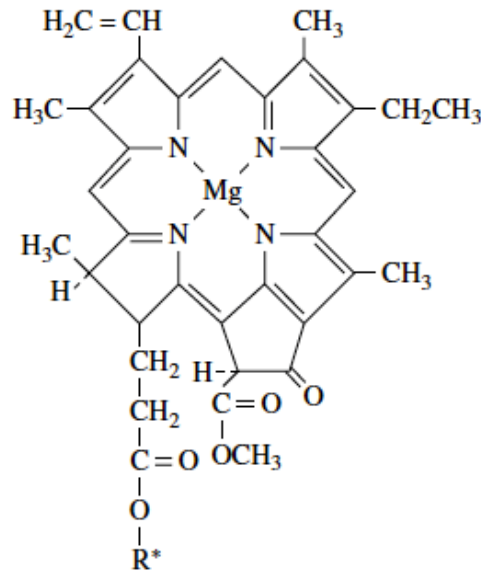


Figure 4.10 a) The chemical structure of chlorophyll a; b) absorption spectrum of chlorophyll a.

- Absorve de 400 a 700nm (80% fótons nessa região – que representam 50% fótons da energia solar – só 28% termina em carboidratos – planta usa 40% da energia para seu metabolismo);
- Eficiência total é de 6,7% (para plantas C4 – cana, milho) ou 3% (para C3 – arroz, soja).
- Só 0,3% da energia do sol que chega à Terra é usada na fotossíntese.



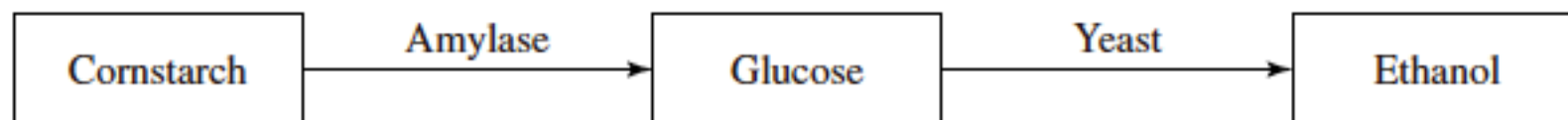
Biocombustíveis

- *Densidade de energia menor que os fósseis;*
- *Demandam água e insumos, além de terra agriculturável;*
- *CO₂ emitido volta ao ciclo;*
- *Diversas fontes: etanol, biodiesel, biogás, bagaço de cana;*
- *Desnitrificação pode ser um enorme problema;*
- *Eutrofização, contaminação por defensivos, etc.*



Biocombustíveis: Etanol

From corn:



From biomass:

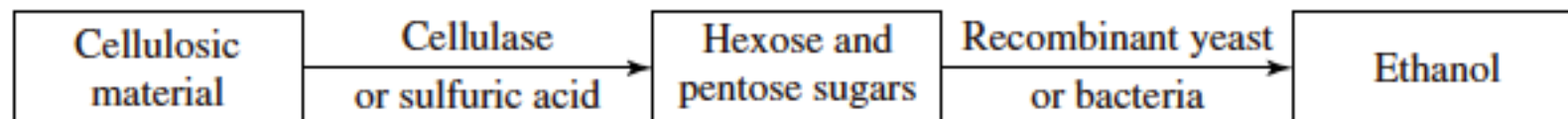
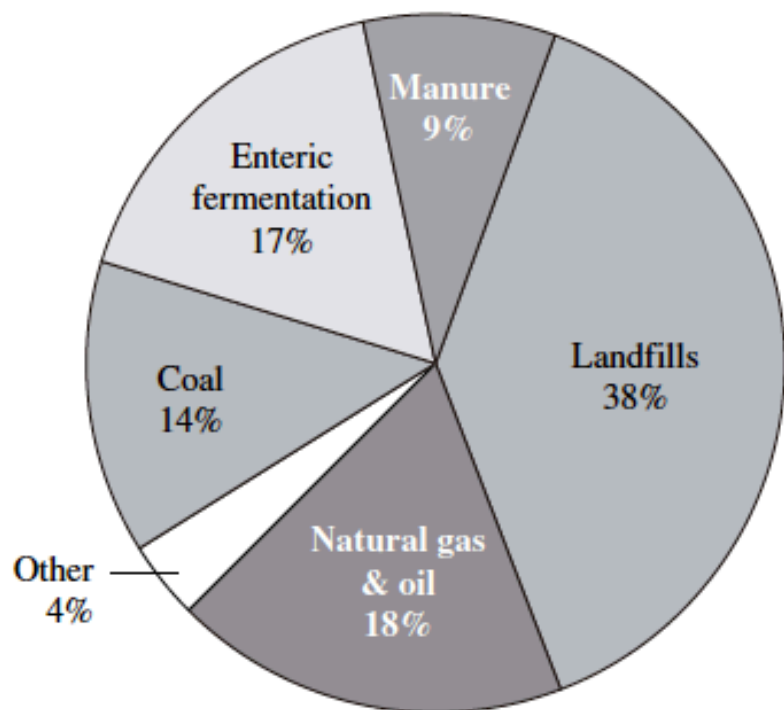


Figure 4.12 Two biocatalytic routes lead to ethanol. *Source:* M. McCoy (1998). Biomass ethanol inches forward. *Chemical & Engineering News* 76(49):29–32. Reprinted with permission from C&EN. Copyright (1998) American Chemical Society.



Biocombustíveis: Etanol



Total = 36.4 million metric tons CH₄
[includes emissions (30.3 tons) and recovery (6.1 tons)]

Figure 4.13 Baseline anthropogenic sources of methane generation in the U.S. (2000). *Source:* U.S. Environmental Protection Agency (1999). *U.S. Methane Emissions 1990–2020: Inventories, Projections, and Opportunities for Reductions.* EPA 430-R-99-013 (Sept. 1999).