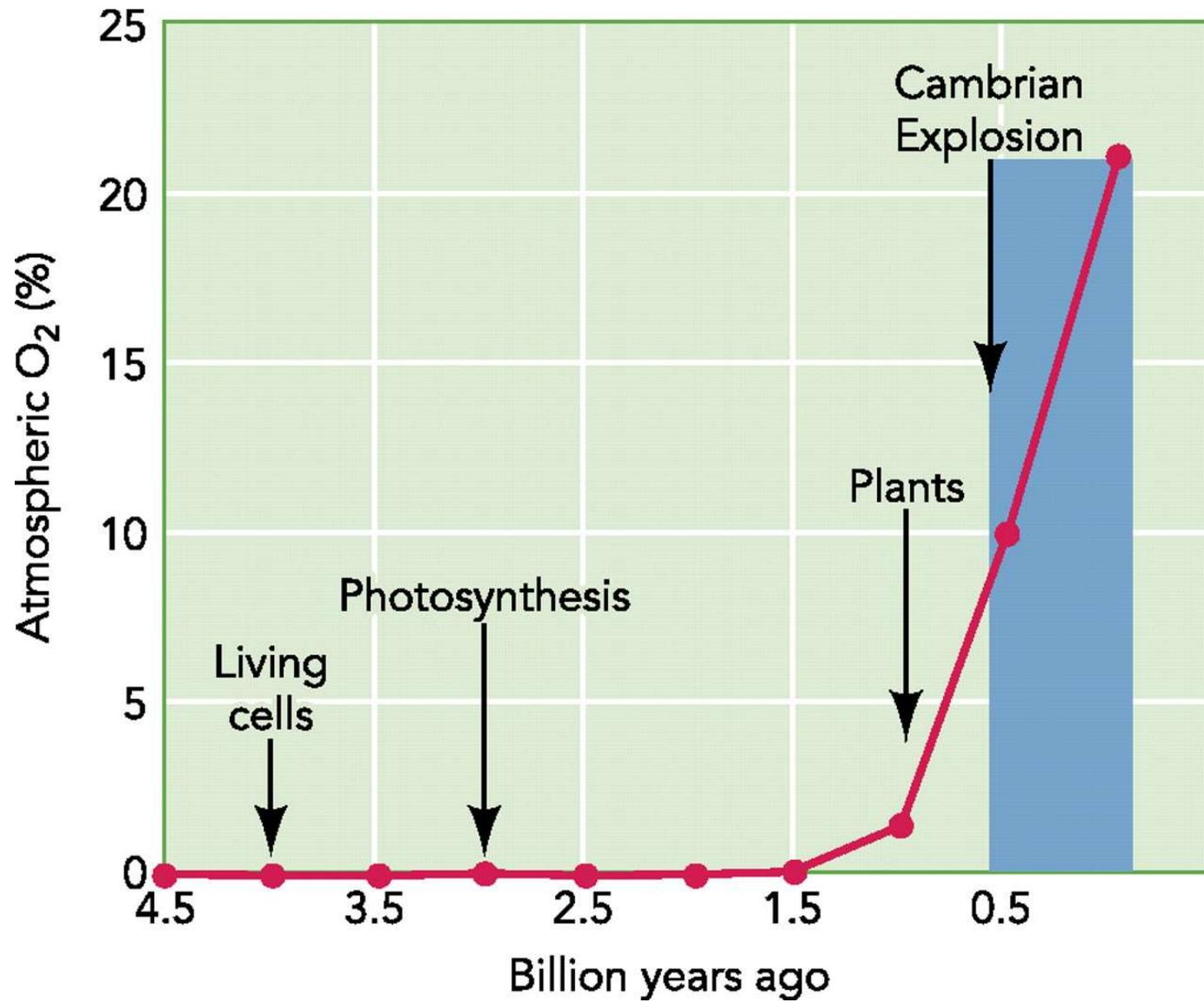
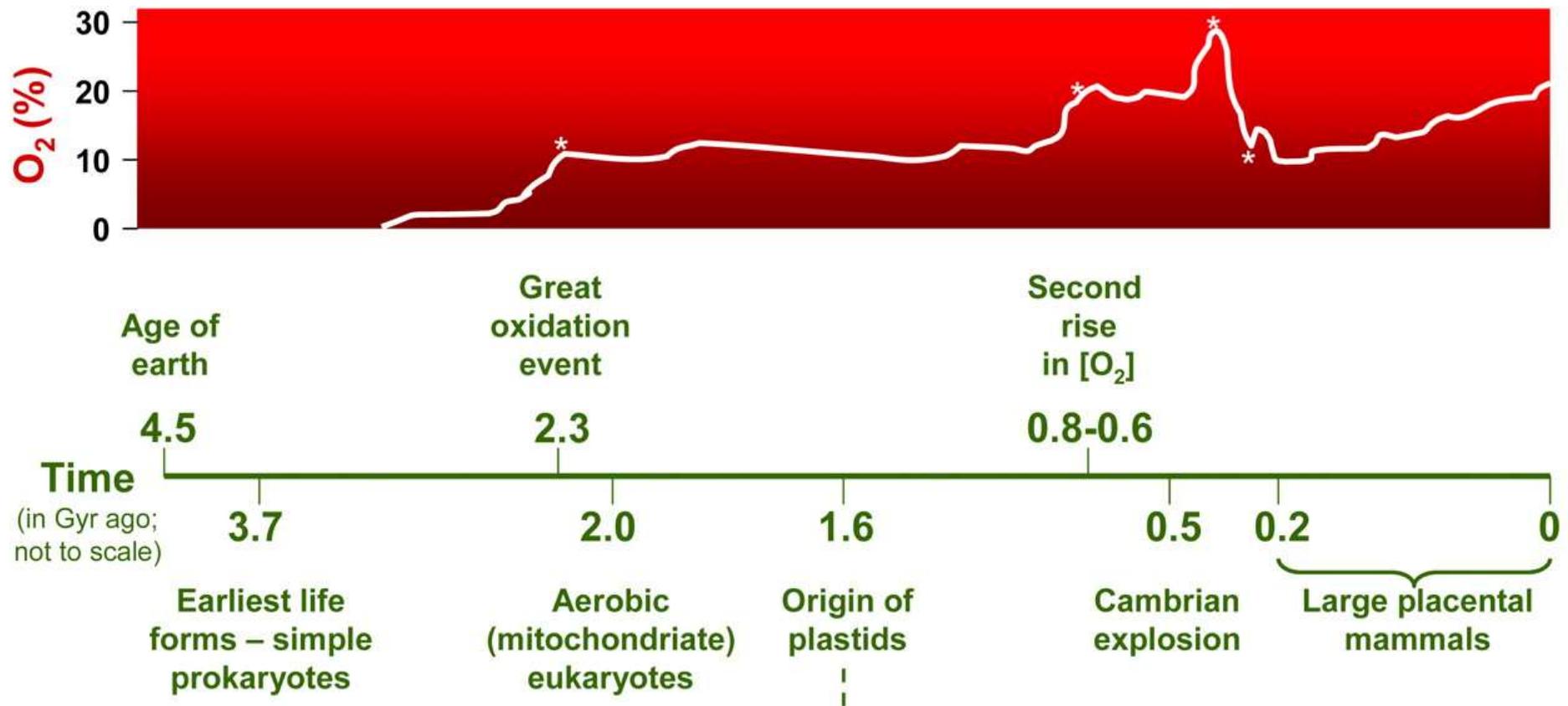


# Organismos fotossintetizantes mudaram o mundo



# Concentração de O<sub>2</sub> variou muito ao longo das eras

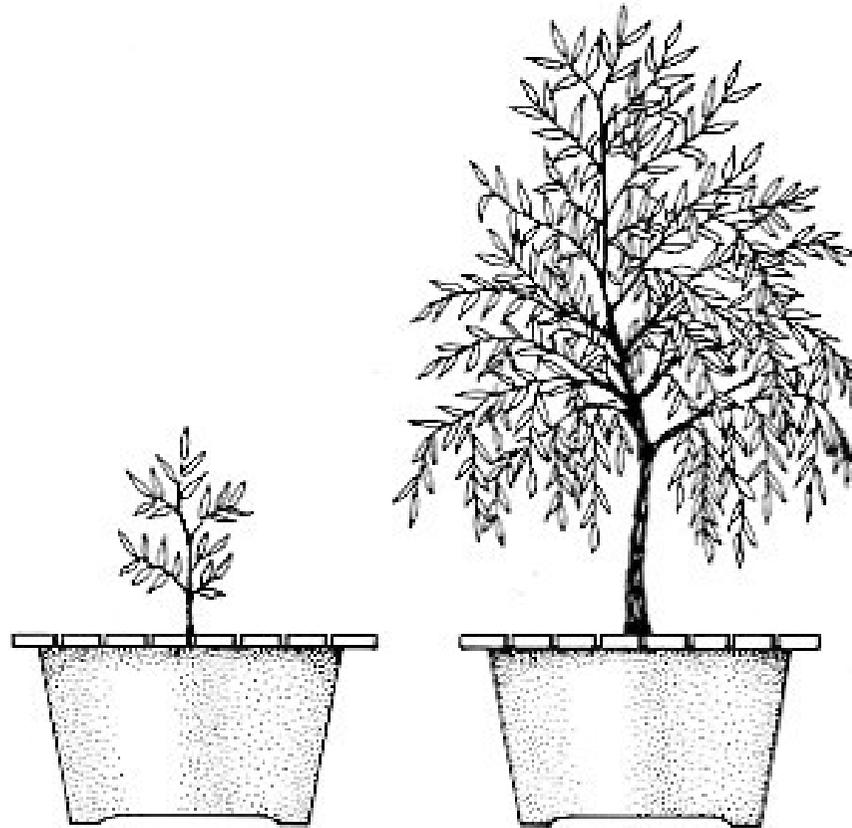


# O<sub>2</sub> atmosférico alto permite insetos grandes



# De onde vem a massa das plantas?

Experimento de Van Helmont (1643-1648)



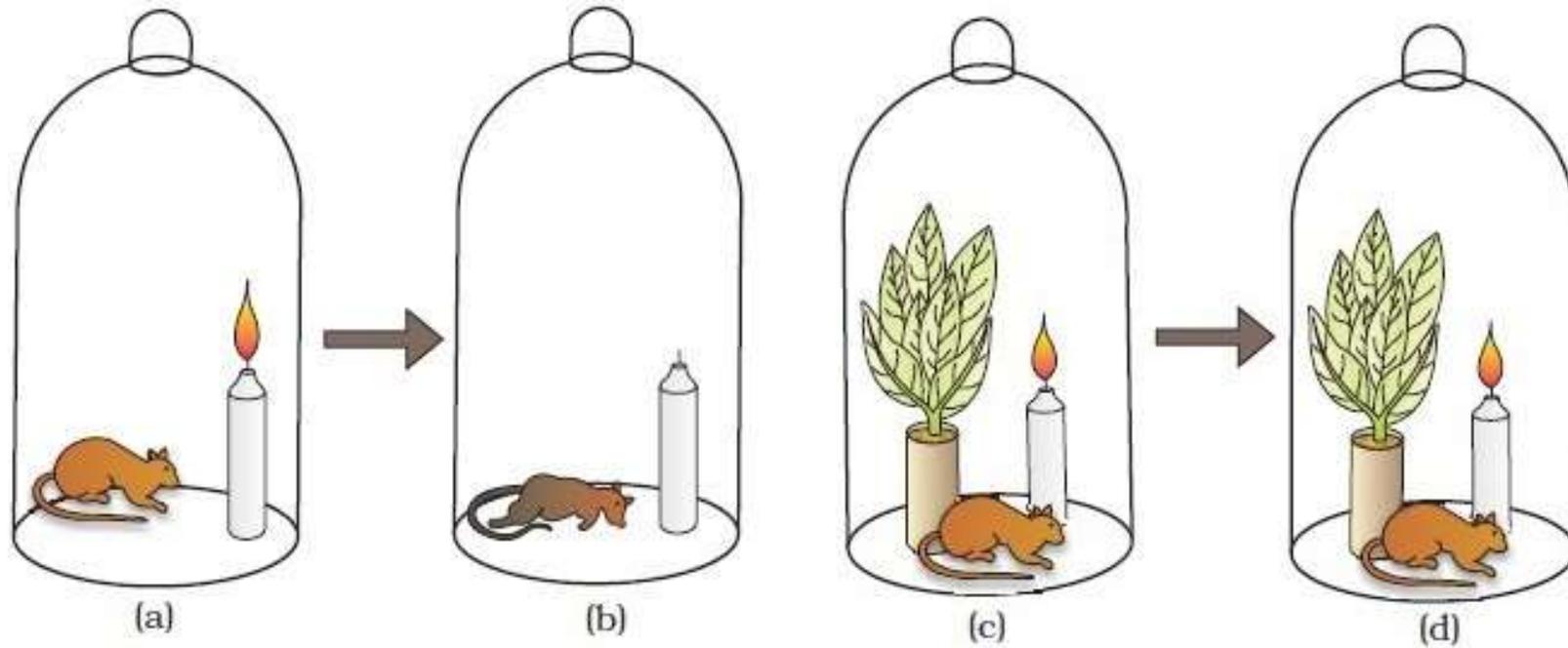
90,9 kg de solo  
2,3 kg de árvore

90,8 kg de solo  
77,0 kg de árvore

As plantas crescem a partir da água!

As plantas produzem gases que são essenciais para a sobrevivência de animais e de chamas

Experimento de Joseph Priestley (1772)



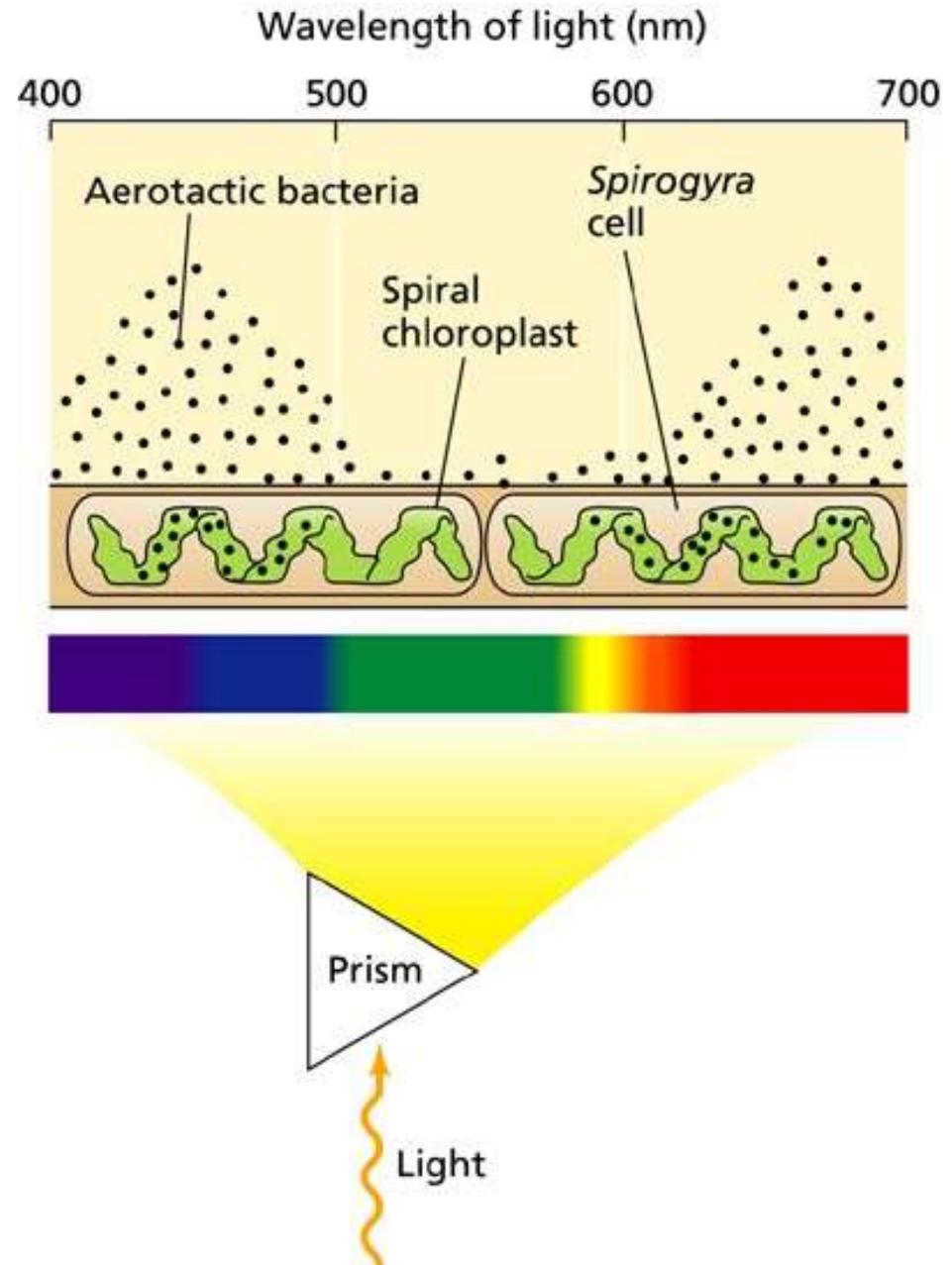
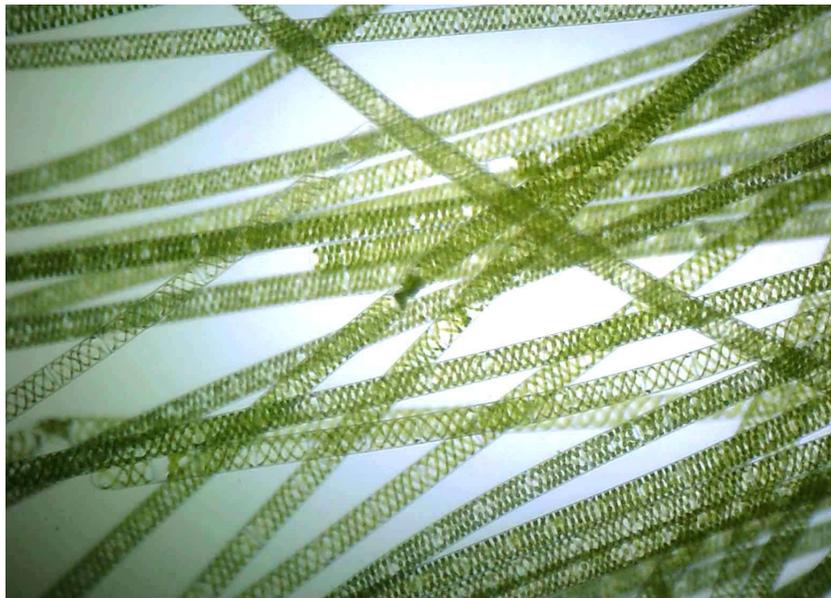
Ingen-Housz (1778) usa o mesmo experimento para mostrar que somente as partes verdes das plantas produzem oxigênio, e só quando estão iluminadas

Quem descobriu o oxigênio? Scheele, Priesley ou Lavoisier?

# Efeito de diferentes comprimentos de onda na fotossíntese

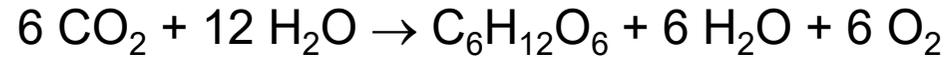
1881 – Engelmann nota que bactérias aeróbias são atraídas pela alga *Spirogyra*

1882 – Em colaboração com Carl Zeiss, eles descobrem que diferentes comprimentos de ondas tornam as algas mais atraentes.



# Equações químicas da fotossíntese

Geralmente a reação da fotossíntese é representada pela seguinte equação:



O que leva a muitos a falarem que a fotossíntese é uma glicólise ao contrário.

Uma equação mais adequada seria a seguinte:



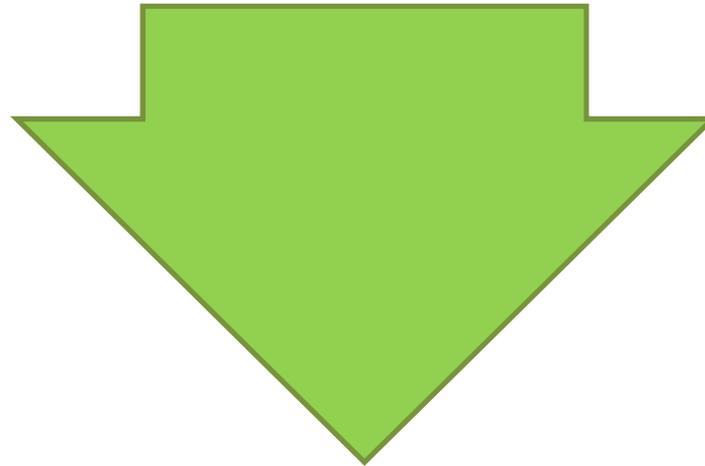
onde  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  é um carboidrato...

... mas uma melhor descrição seria:



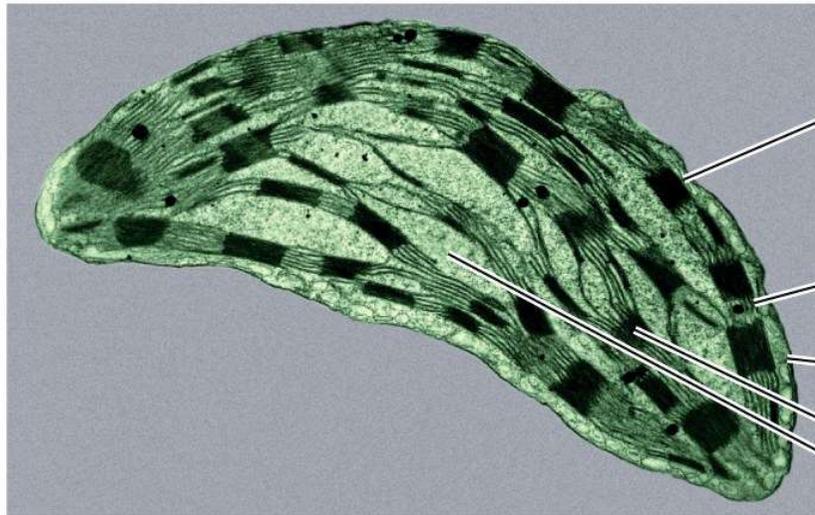
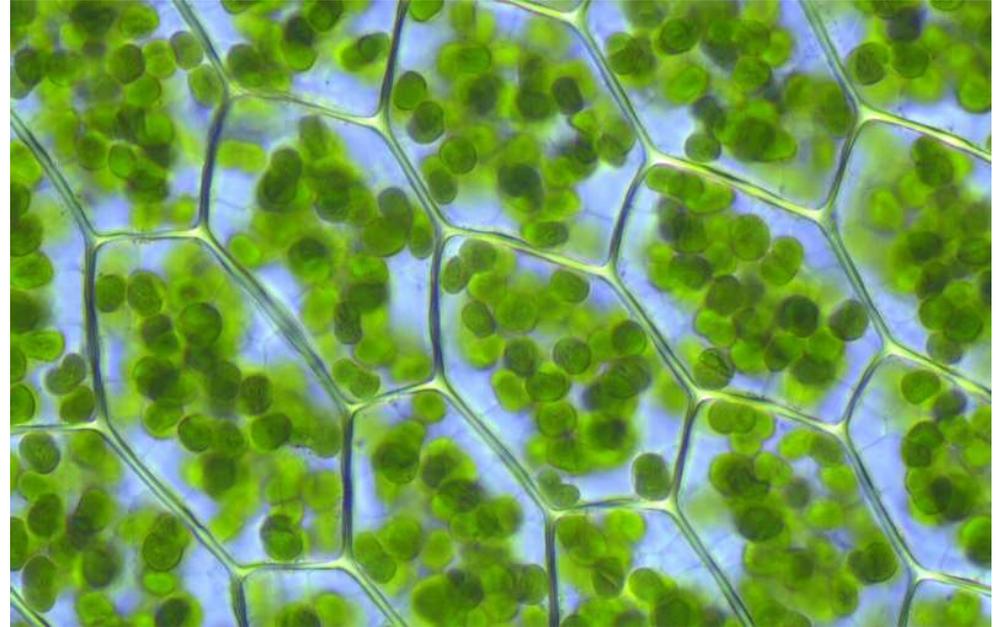
## Sintetizando a fotossíntese

Produção de ATP e NADPH usando energia luminosa  
“fase clara”

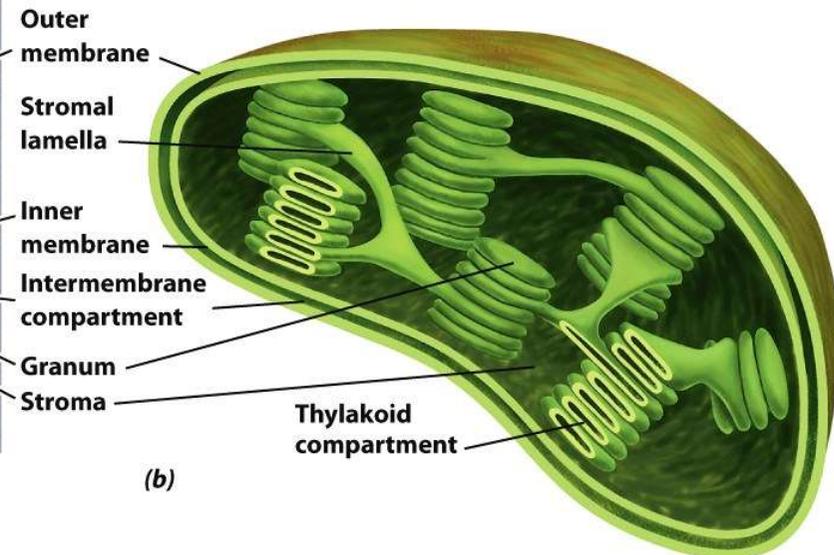


ATP e NADPH são usados para incorporar  $\text{CO}_2$  a moléculas orgânicas  
“fase escura”

# A captação da luz: a folha e o cloroplasto

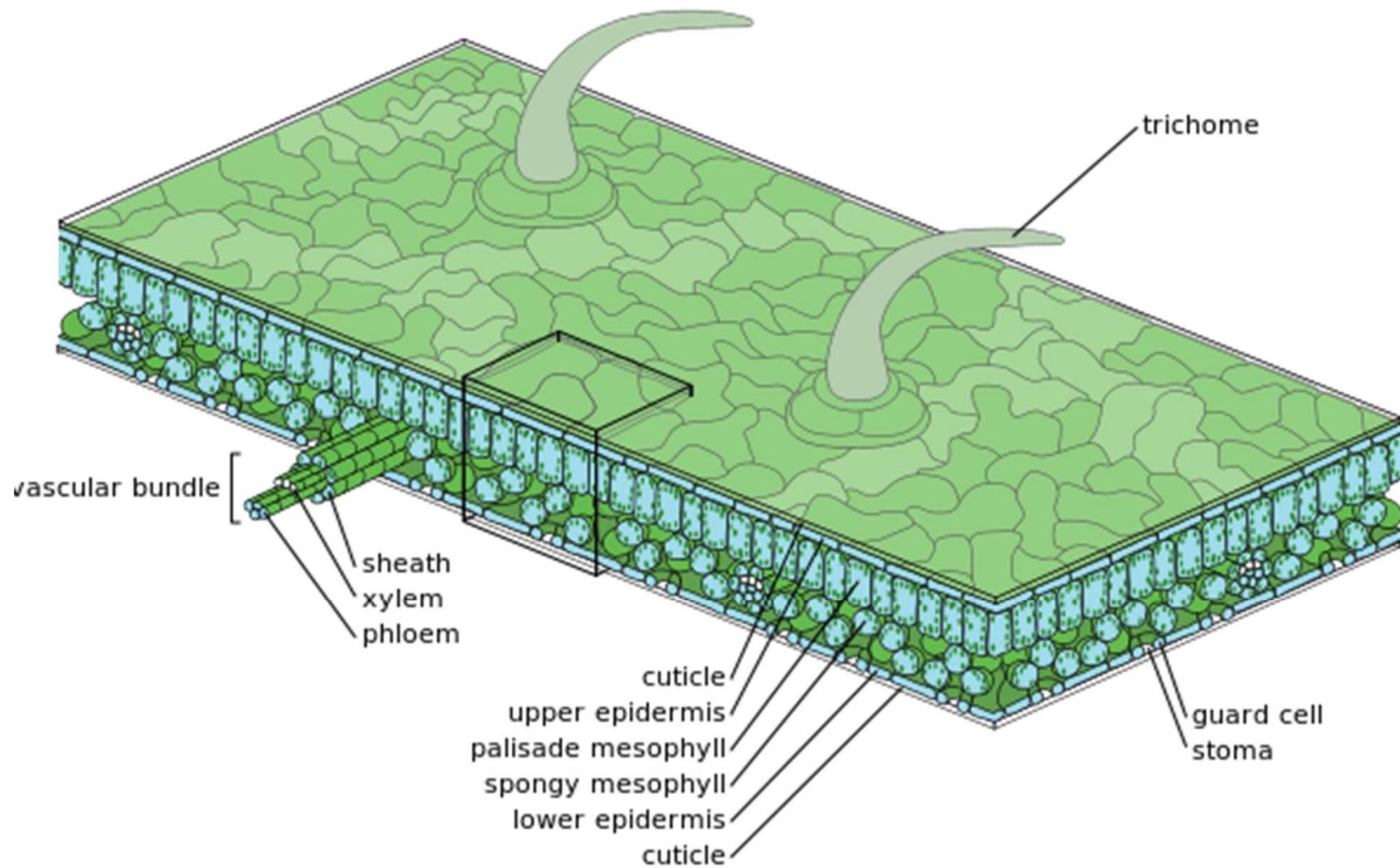


(a)



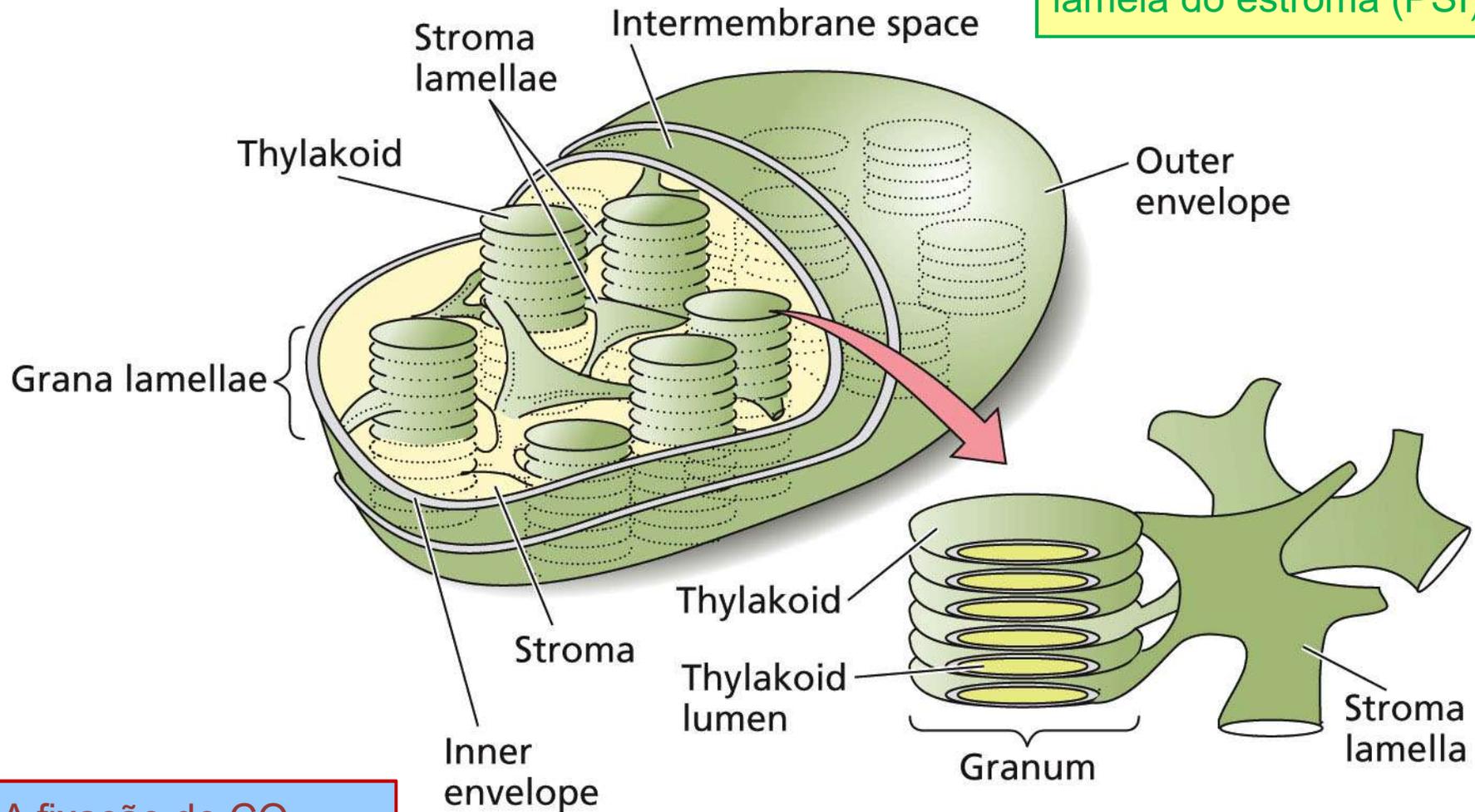
(b)

# A captação da luz: anatomia da folha



# O cloroplasto possui duas membranas

A captação de luz ocorre nos tilacóides (PSII) e na lamela do estroma (PSI)



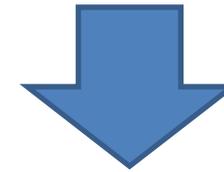
A fixação de  $\text{CO}_2$  ocorre no estroma

## Produção de ATP e NADPH usando energia luminosa

A luz é usada para oxidar compostos ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , etc.) e iniciar uma cadeia de transporte de elétrons



Um gradiente de prótons é formado e é usado para formar **ATP**



$\text{NADP}^+$  é o acceptor final de elétrons, formando **NADPH**





# Três destinos para os elétrons excitados pela luz

## FLUORESCÊNCIA

ou

## RESSONÂNCIA

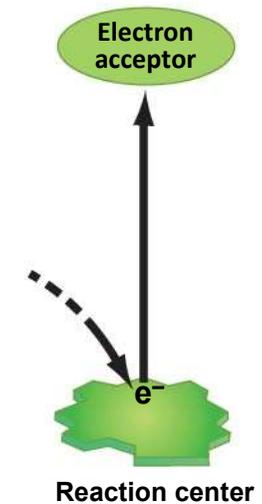
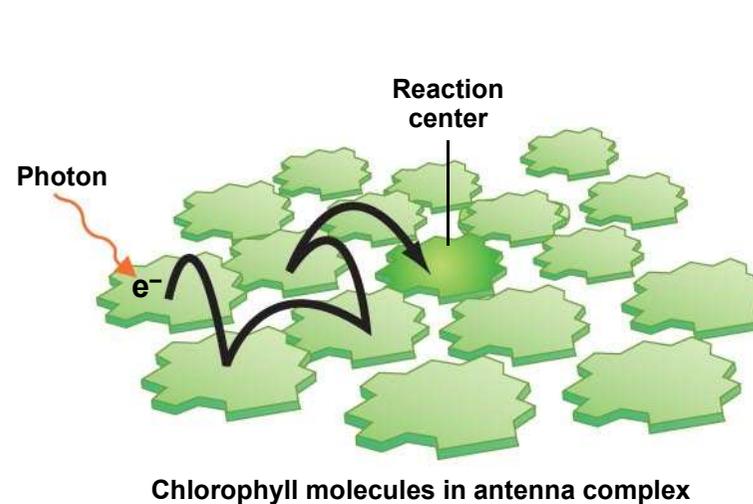
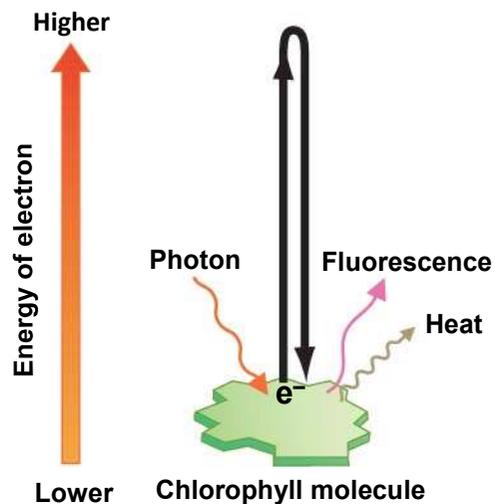
ou

## REDUÇÃO/OXIDAÇÃO

Elétron volta para um nível de energia mais baixo; **calor e fluorescência** são emitidos

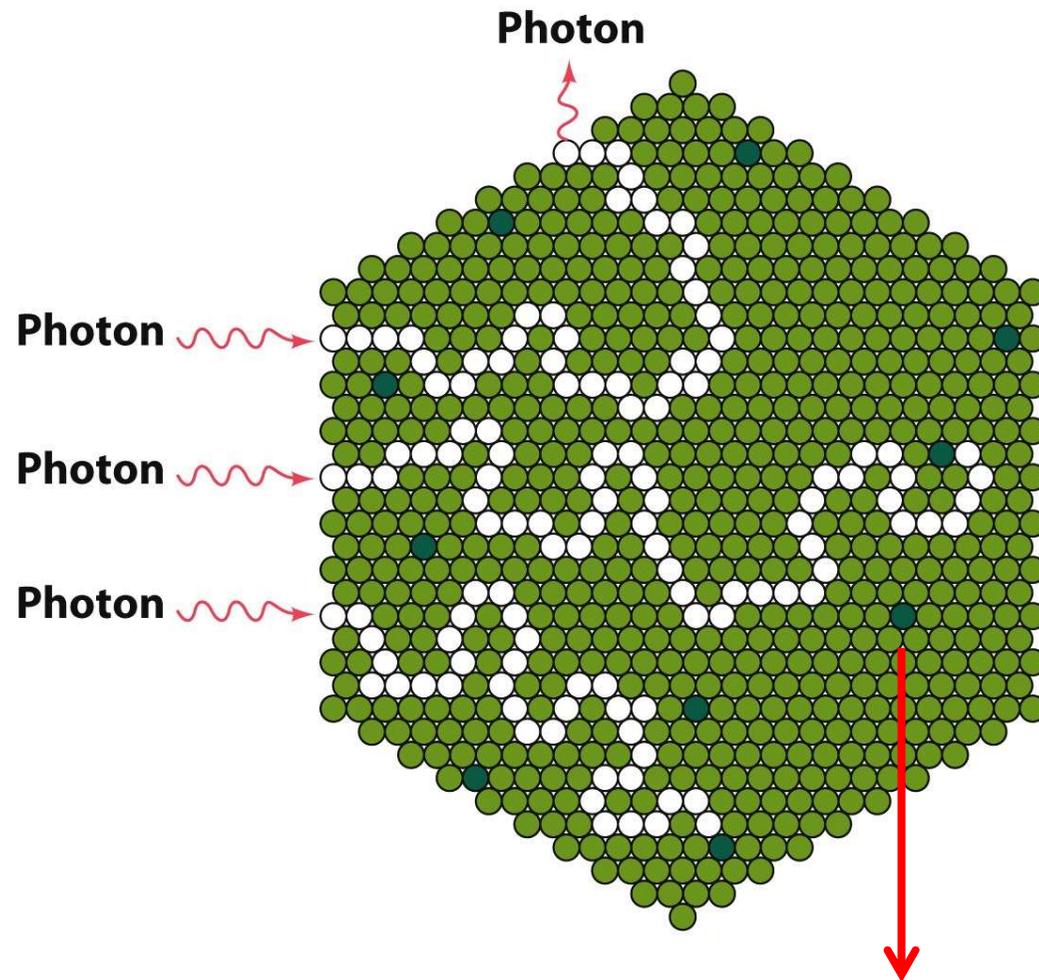
A **energia** do elétron é transferida para um outro pigmento

O **elétron** é transferido para outro componente



## A captação da luz: fotossistemas

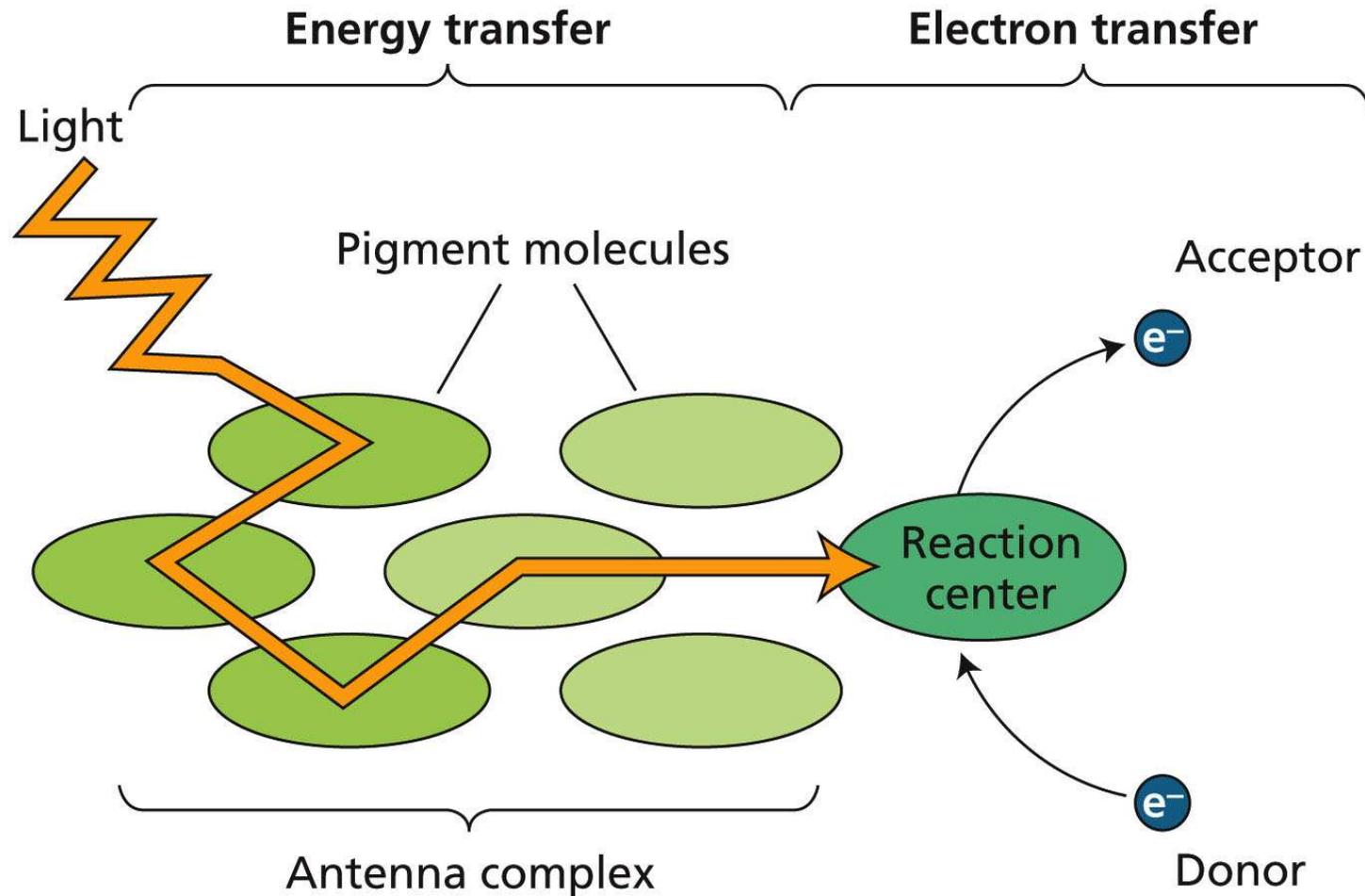
Moléculas-antena captam a luz e transferem a energia para os centros de reação



O centro de reação contém um par de moléculas de clorofila que transferem elétrons para outros compostos

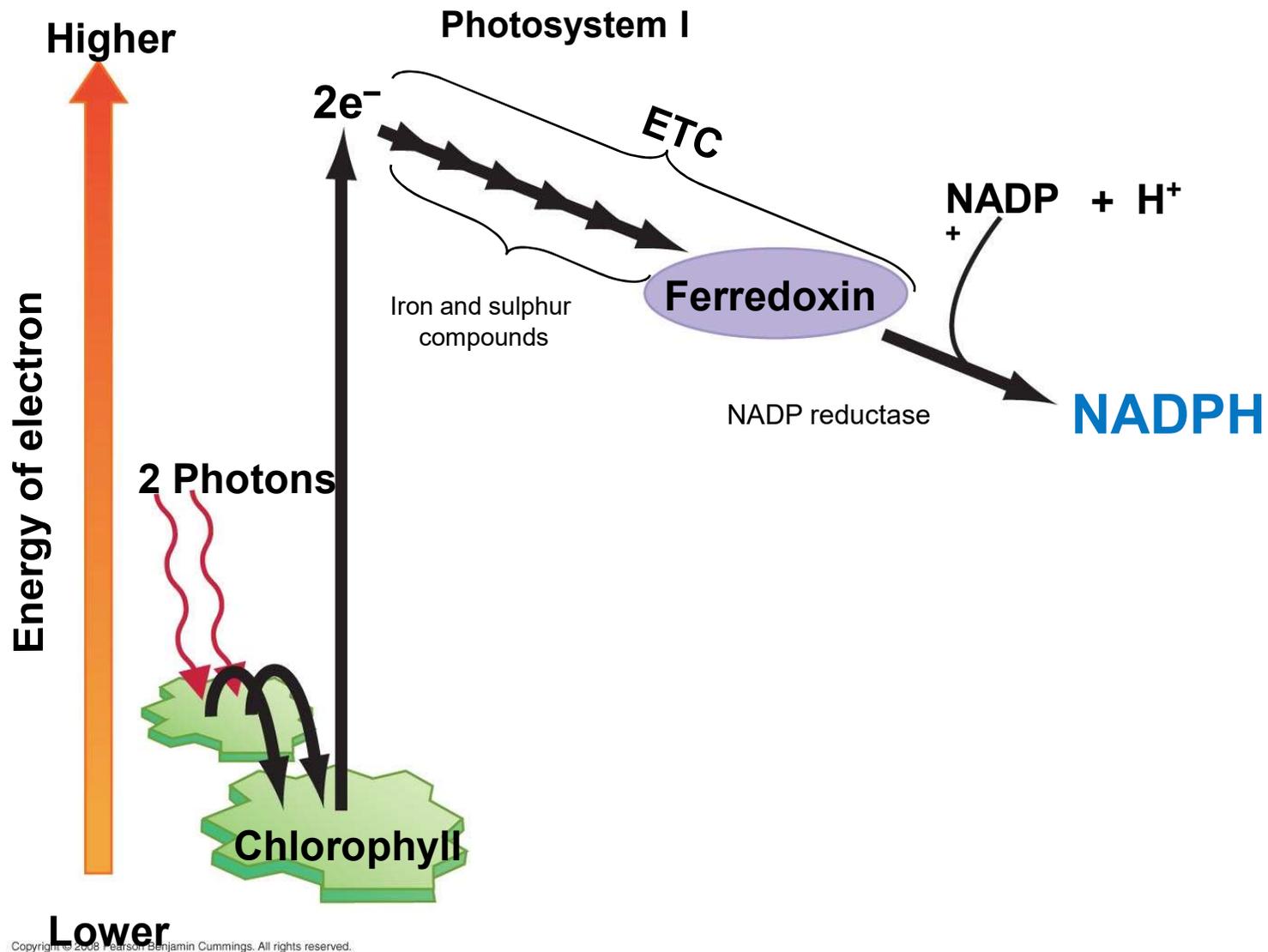
centros de reação

## Como a energia é transferida no fotossistema



A transferência de energia por ressonância é extremamente rápida. Existe *quantum entanglement* entre elas?

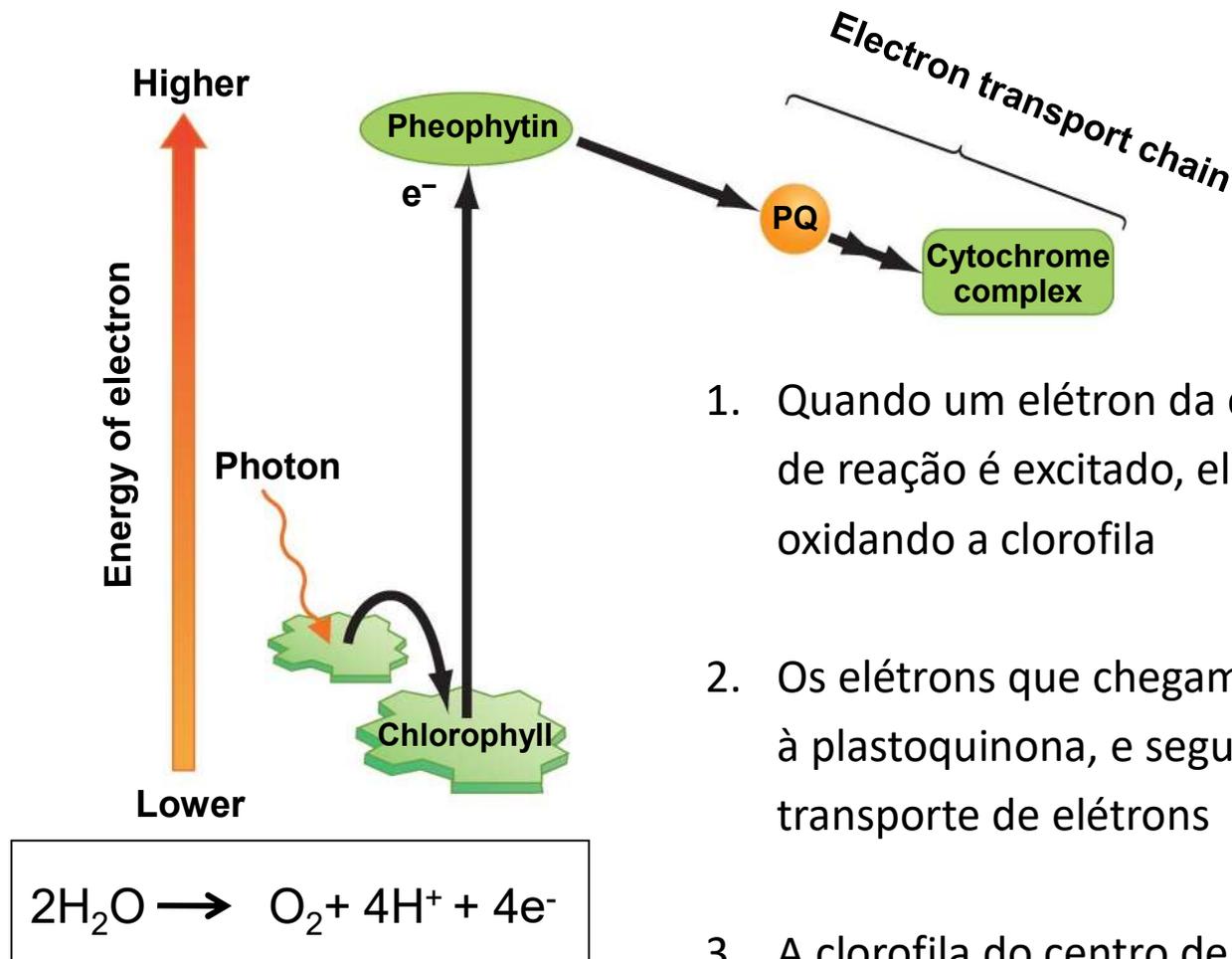
# O Fotossistema I



PSI gera NADPH

O centro de reação perde elétrons?

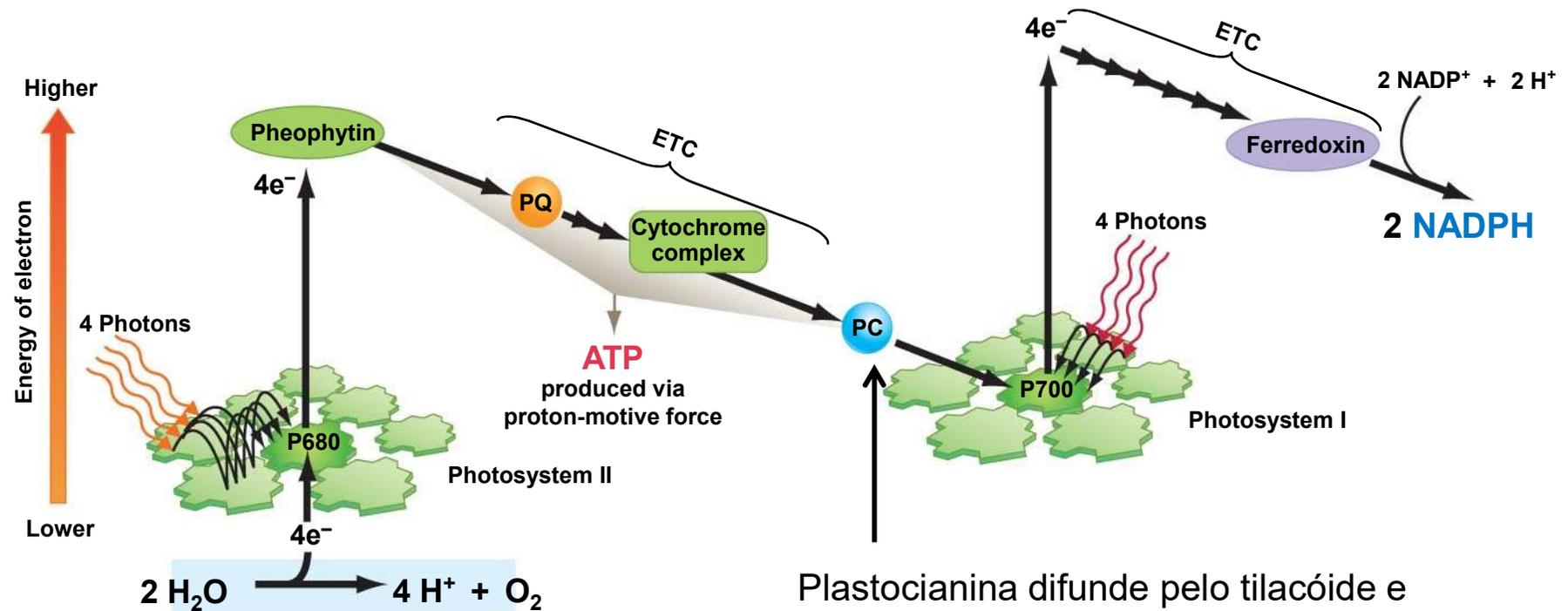
# O Fotossistema II



1. Quando um elétron da clorofila presente no centro de reação é excitado, ele se liga à feofitina, oxidando a clorofila
2. Os elétrons que chegam à feofitina são transferidos à plastoquinona, e seguem por uma cadeia de transporte de elétrons
3. A clorofila do centro de reação recupera o seu elétron oxidando a água

**PSII regenera o PSI** a partir de elétrons retirados de  $H_2O$   
Quem é o acceptor final de elétrons?

# O esquema Z liga o fotossistema I ao fotossistema II



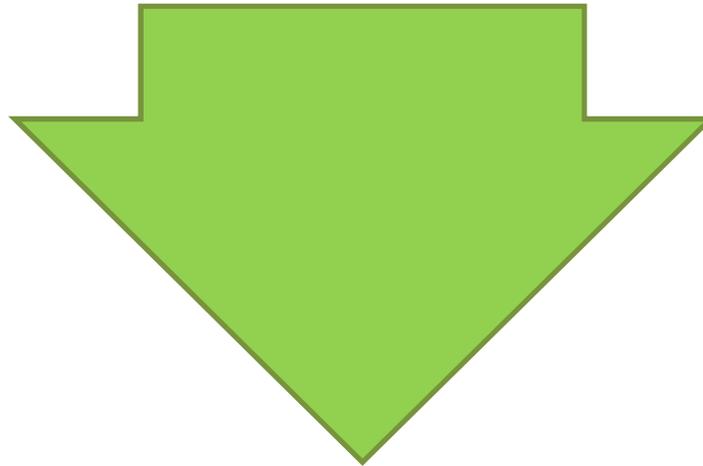
Plastocianina difunde pelo tilacóide e doa elétrons ao fotossistema I. Ela é capaz de transferir 1000 elétrons por segundo

$2x \text{H}_2\text{O}$  é **doador de elétrons (4)**, formando  $1x \text{O}_2$   
 $\text{NADP}^+$  é o **receptor de elétrons**, formando  $\text{NADPH}$



## Sintetizando a fotossíntese

Produção de ATP e NADPH usando energia luminosa  
“fase clara”



ATP e NADPH são usados para incorporar  $\text{CO}_2$  a moléculas orgânicas  
“fase escura”

# A fixação de carbono: Ribose 1,5 bisfosfato

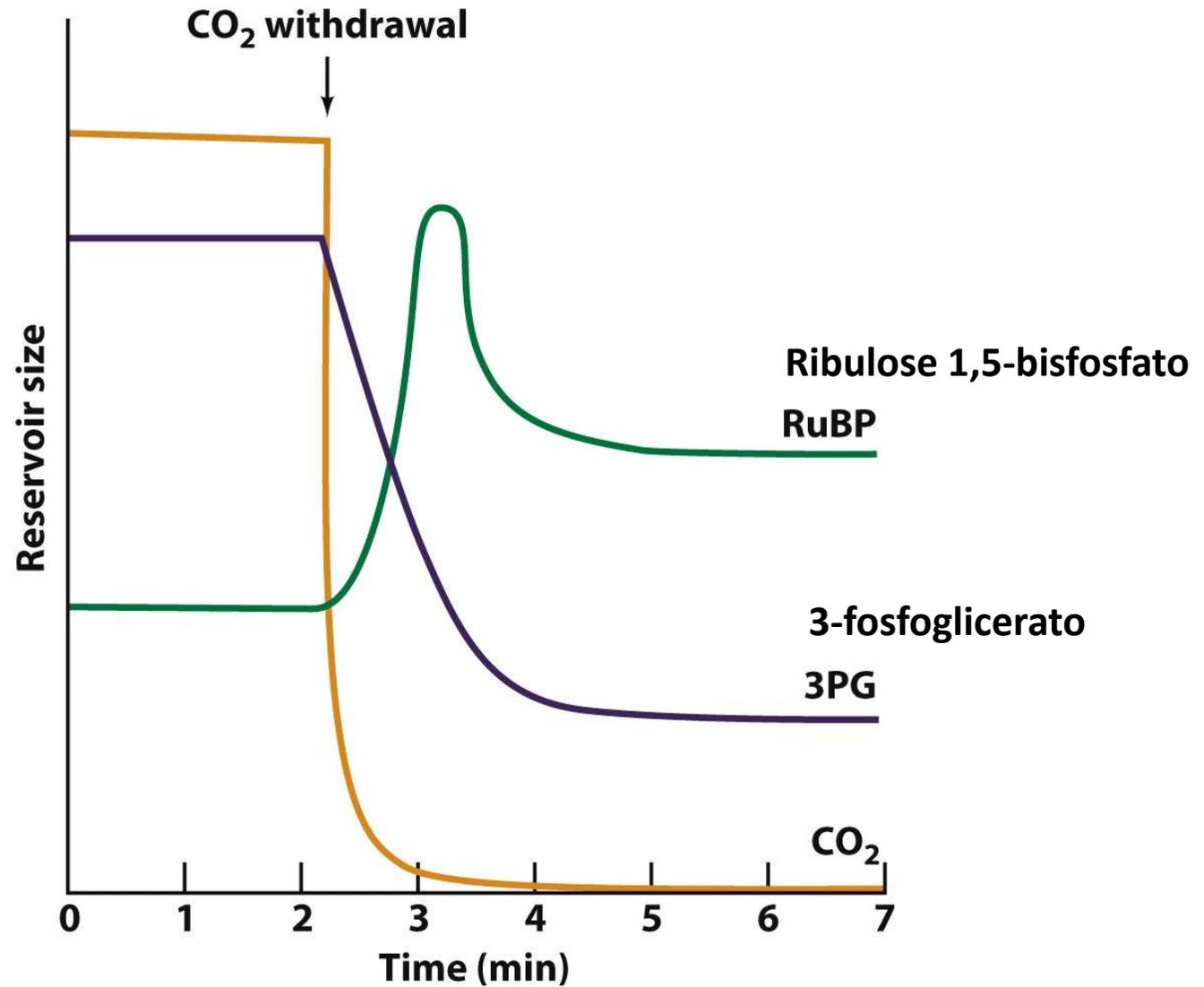
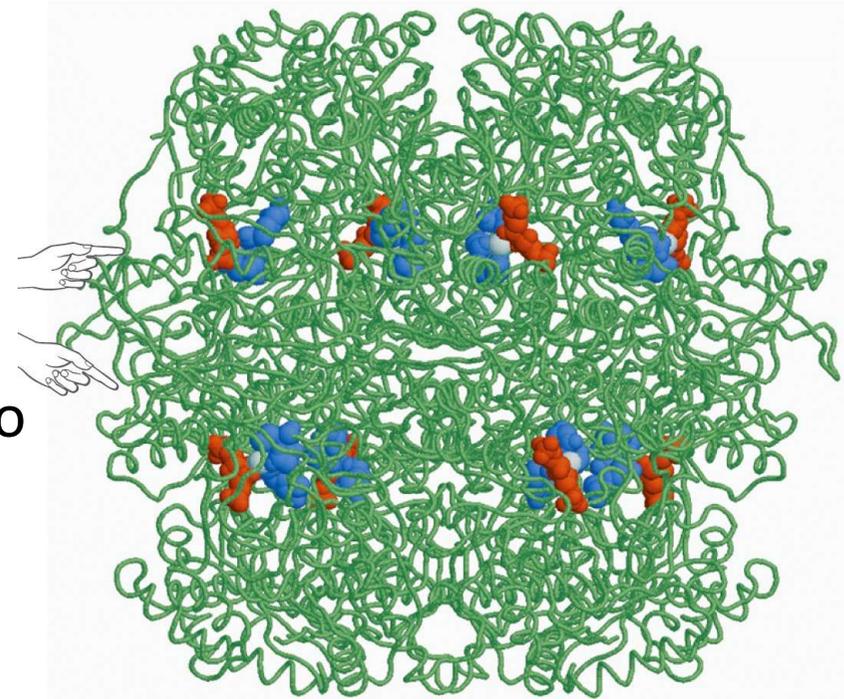


Figure 24-32  
© John Wiley & Sons, Inc. All rights reserved.

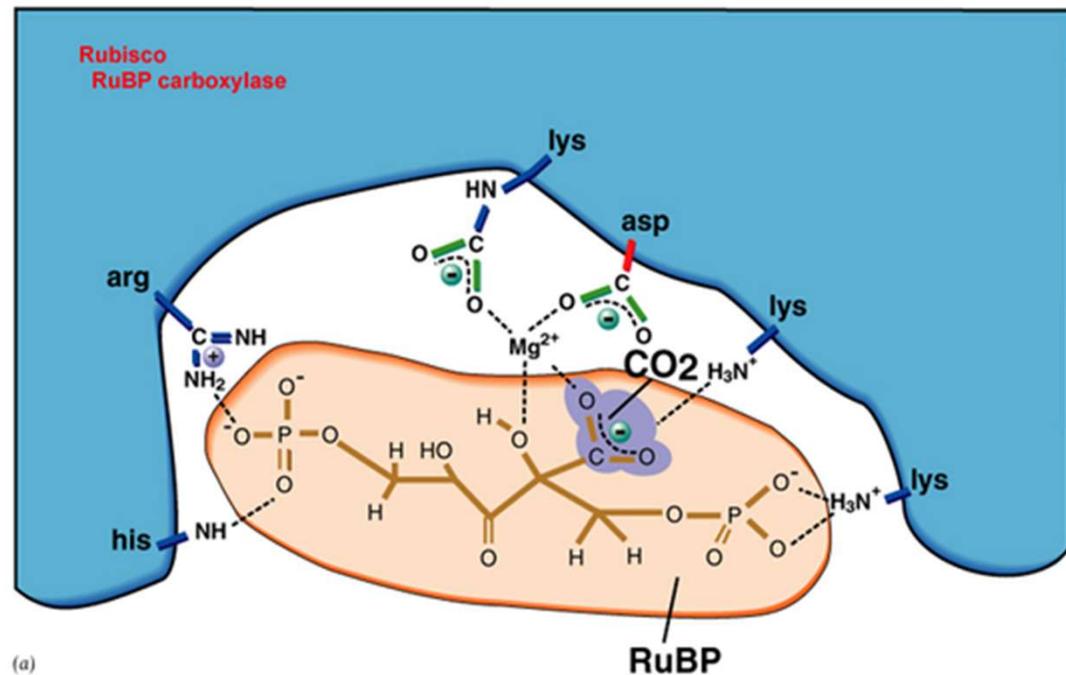
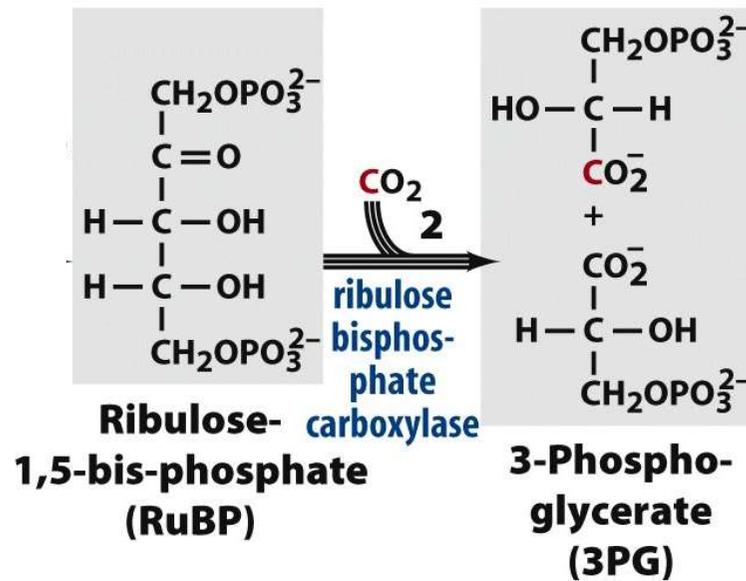
# A fixação de carbono: RuBisCO

- RuBisCO = Ribulose 1,5 bisfosfato carboxylase/oxigenase
- $1x \text{ RuBP} + 1x \text{ CO}_2 = 2x \text{ 3-fosfoglicerato}$
- 40% das proteínas da folha são RuBisCO

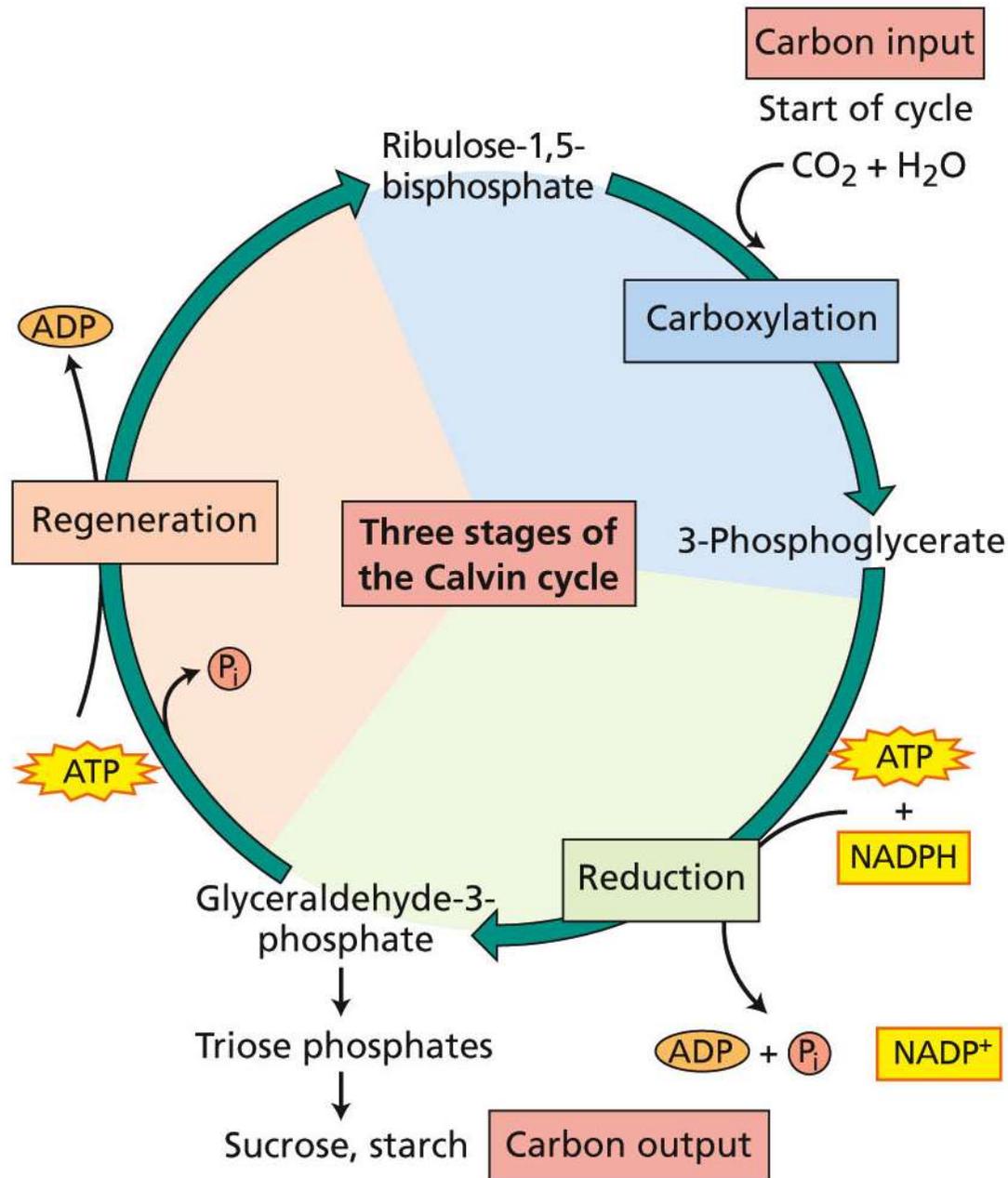


1/e

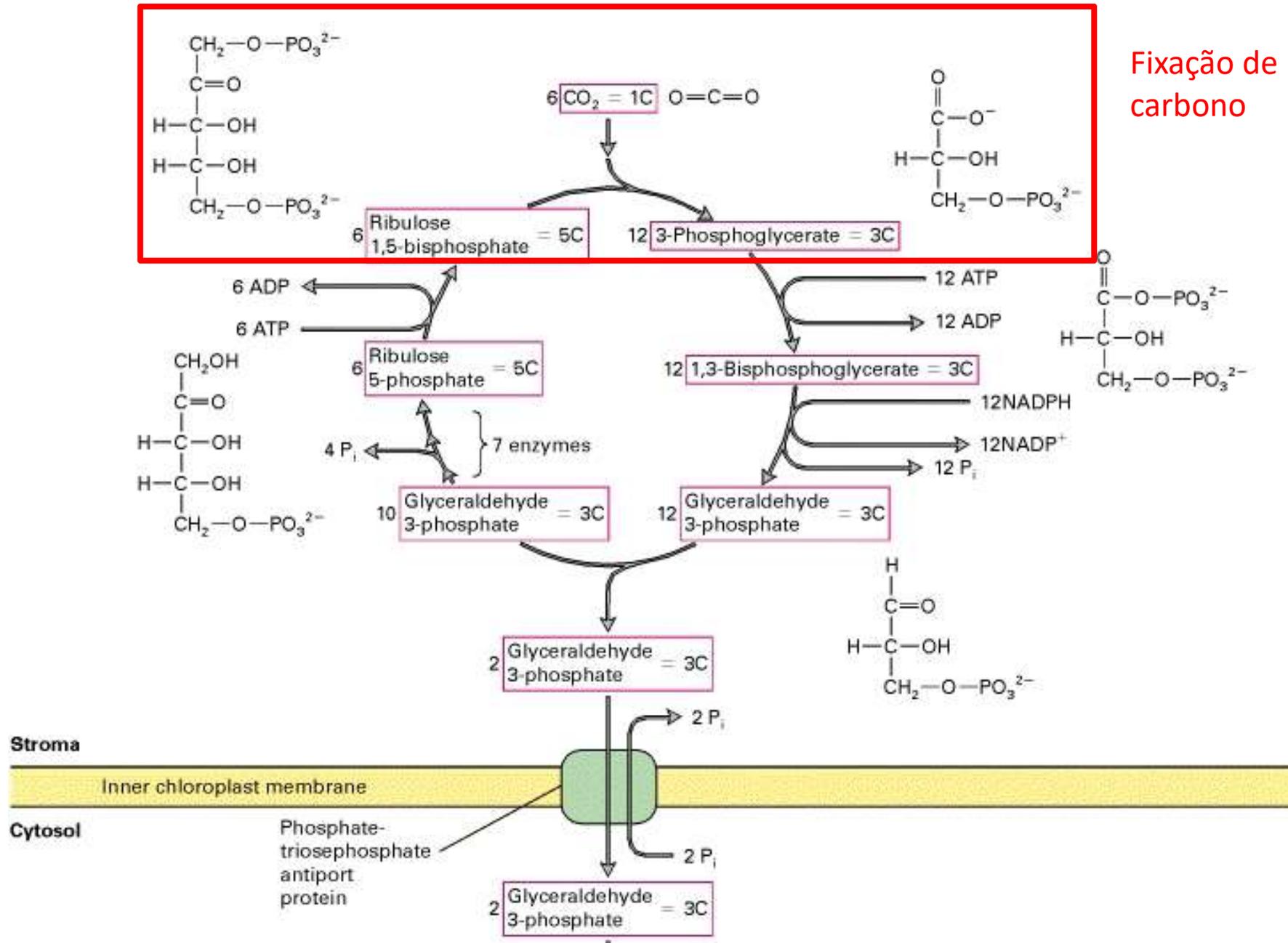
© 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



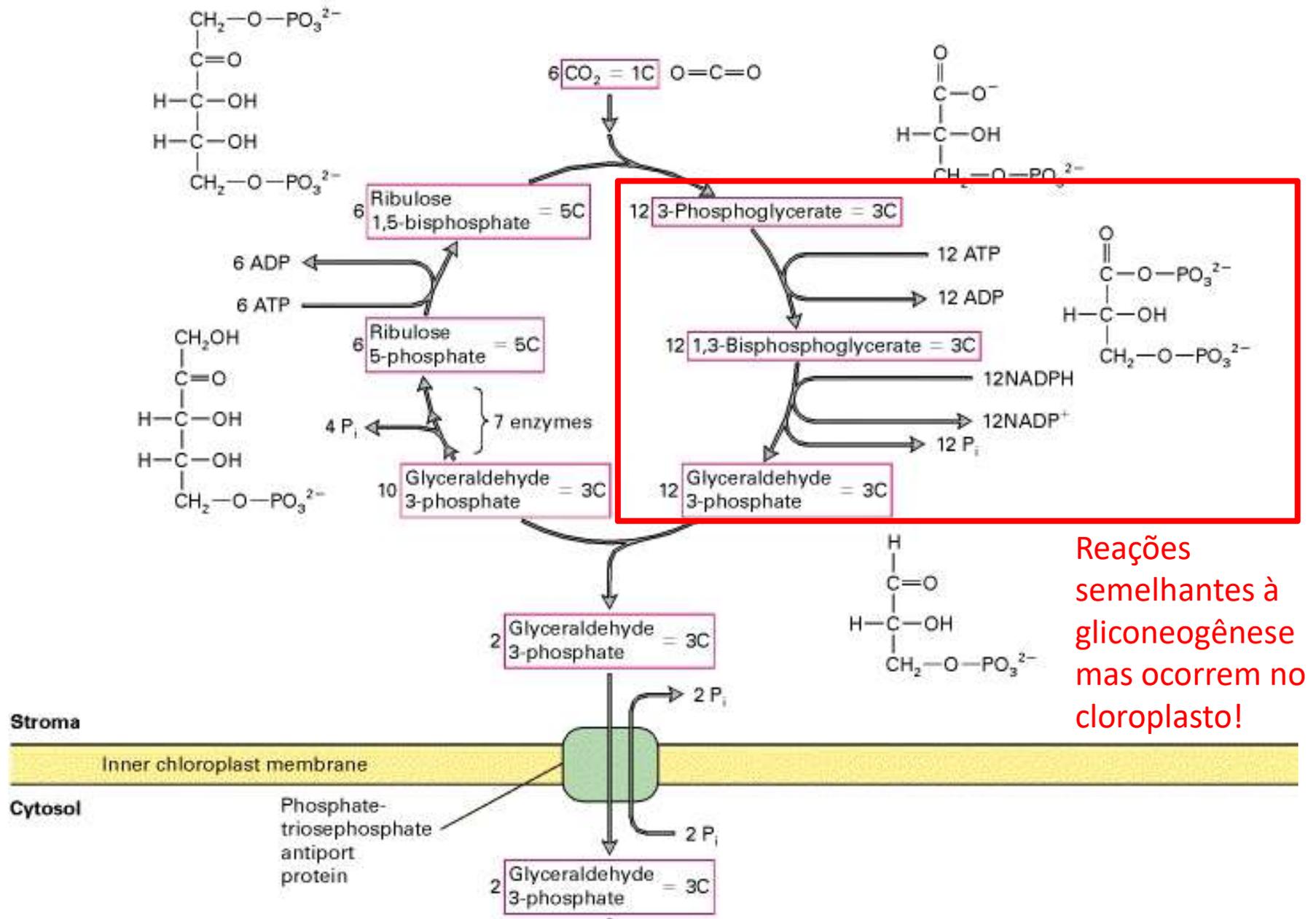
# O ciclo de Ciclo de Calvin–Benson–Bassham



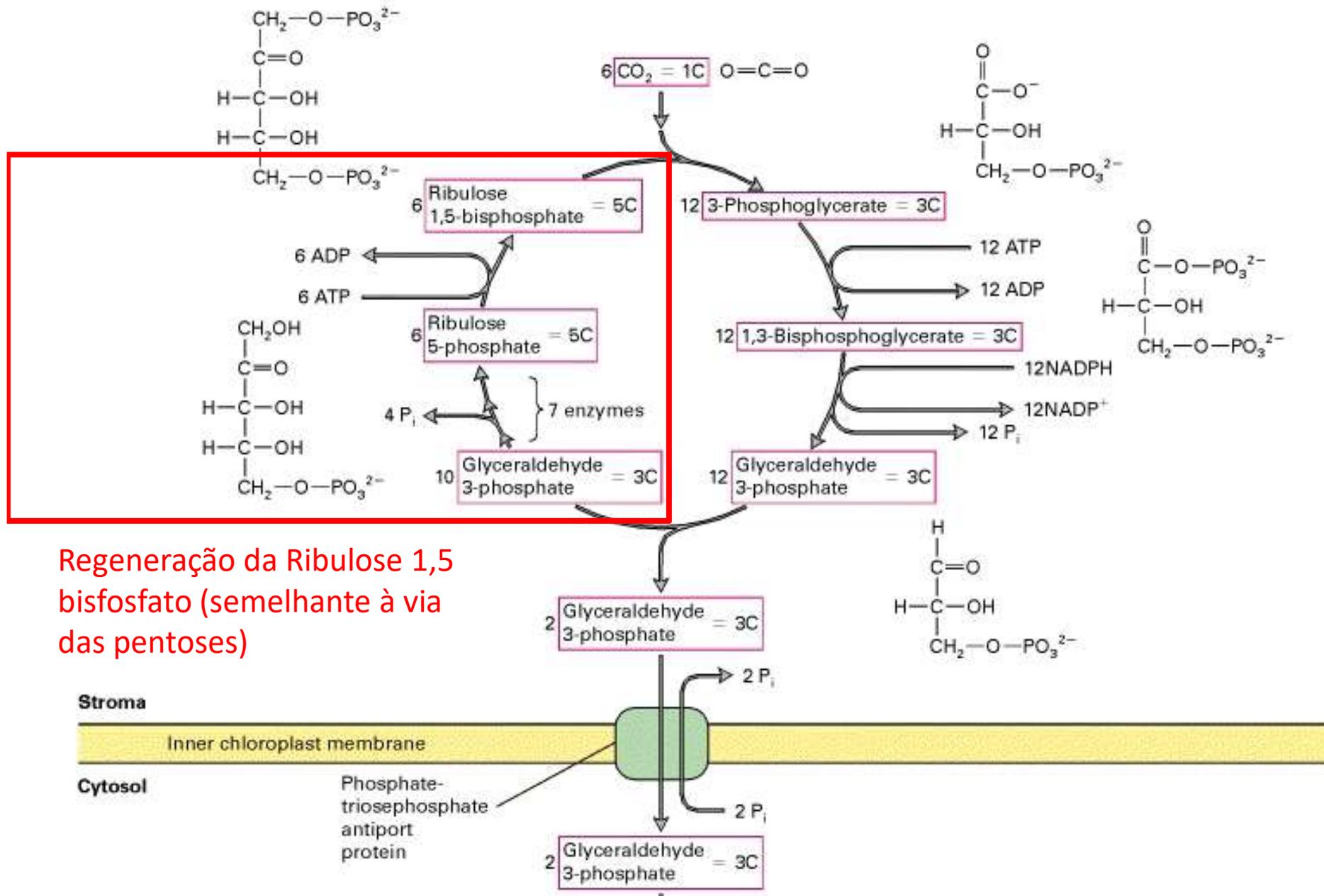
# A fixação de carbono: Ciclo de Calvin–Benson–Bassham



# A fixação de carbono: Ciclo de Calvin–Benson–Bassham



# A fixação de carbono: Ciclo de Calvin–Benson–Bassham

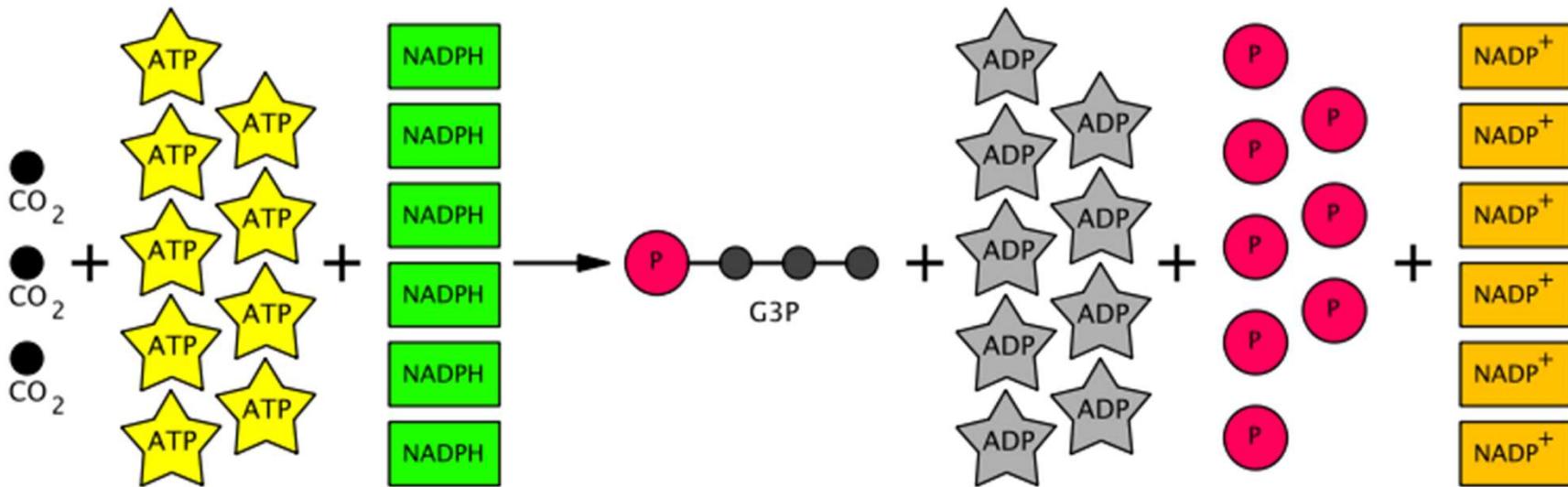


Regeneração da Ribulose 1,5 bisfosfato (semelhante à via das pentoses)

## Ciclo de Calvin: balanço

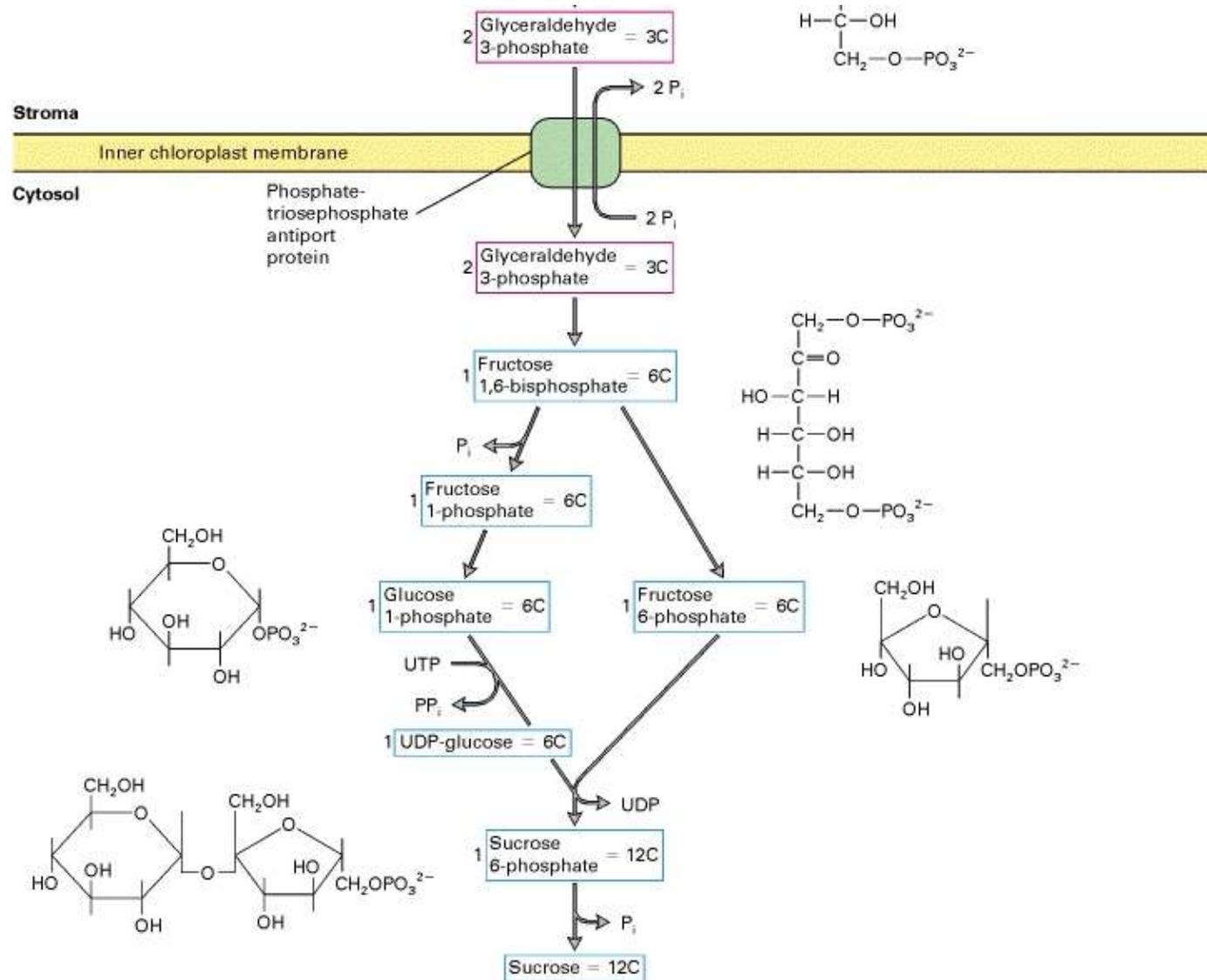
$6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ RuBP} = 2 \text{ G3P} = 1 \text{ Glicose}$

Consumo de 18 ATP e 12 NADPH



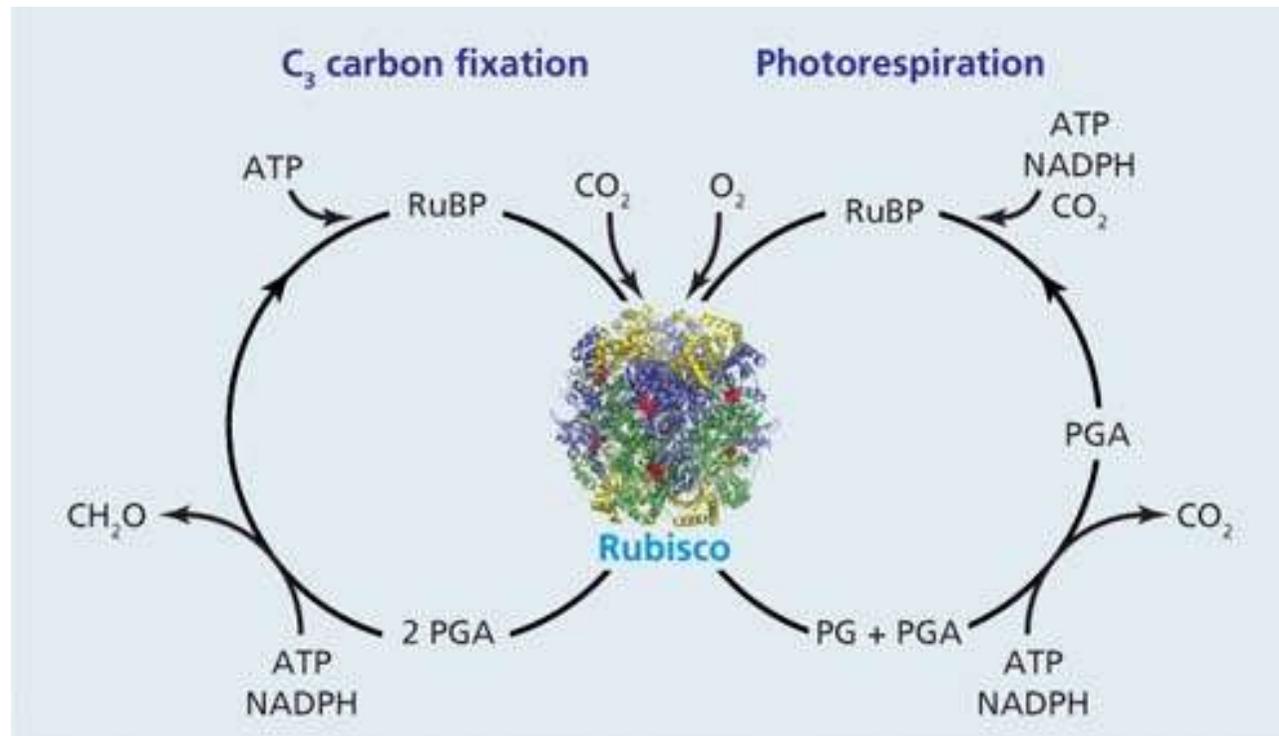
# O destino do G3P

As plantas usam a sacarose como açúcar de transporte

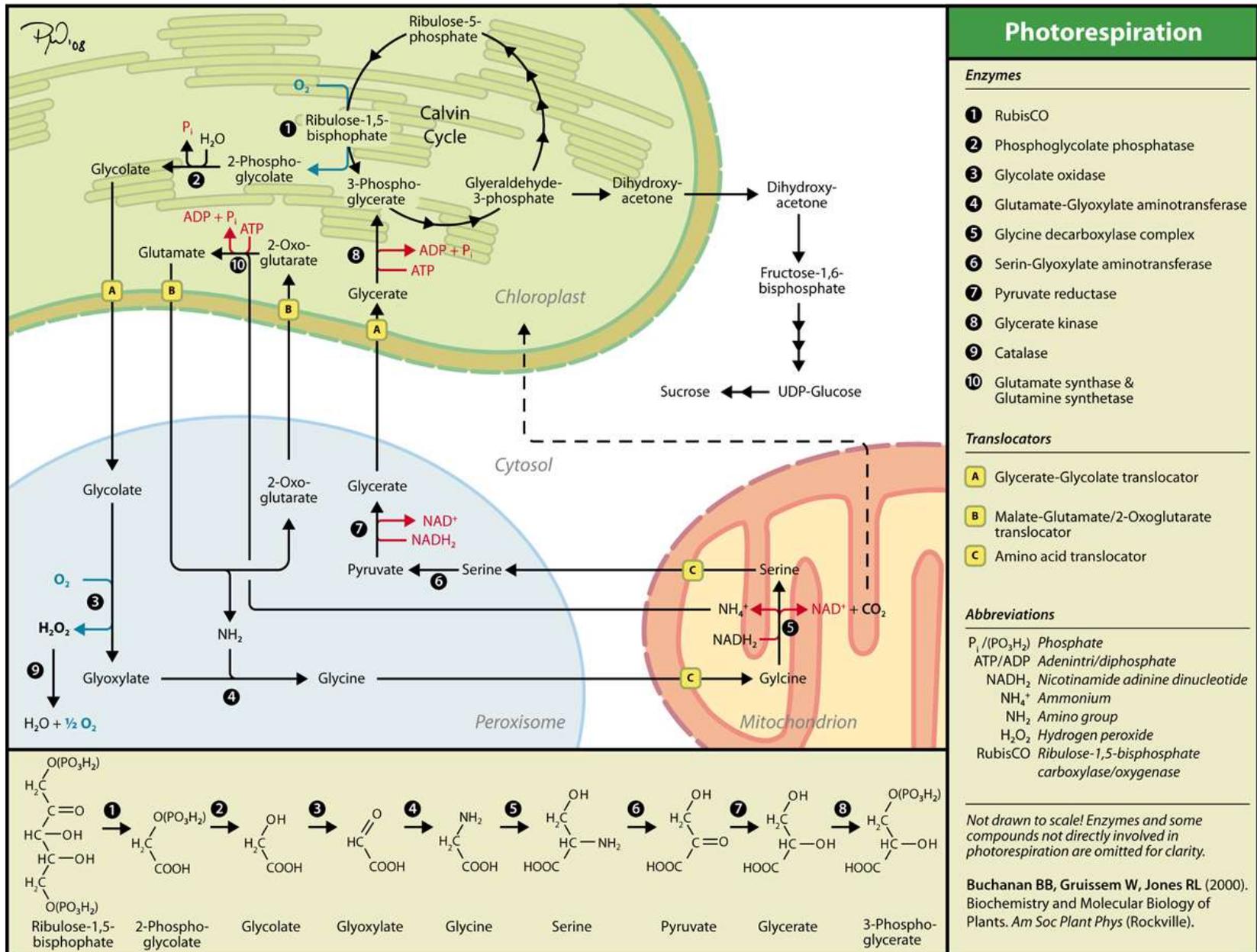


# Fotorrespiração: o design não-inteligente da RuBisCo

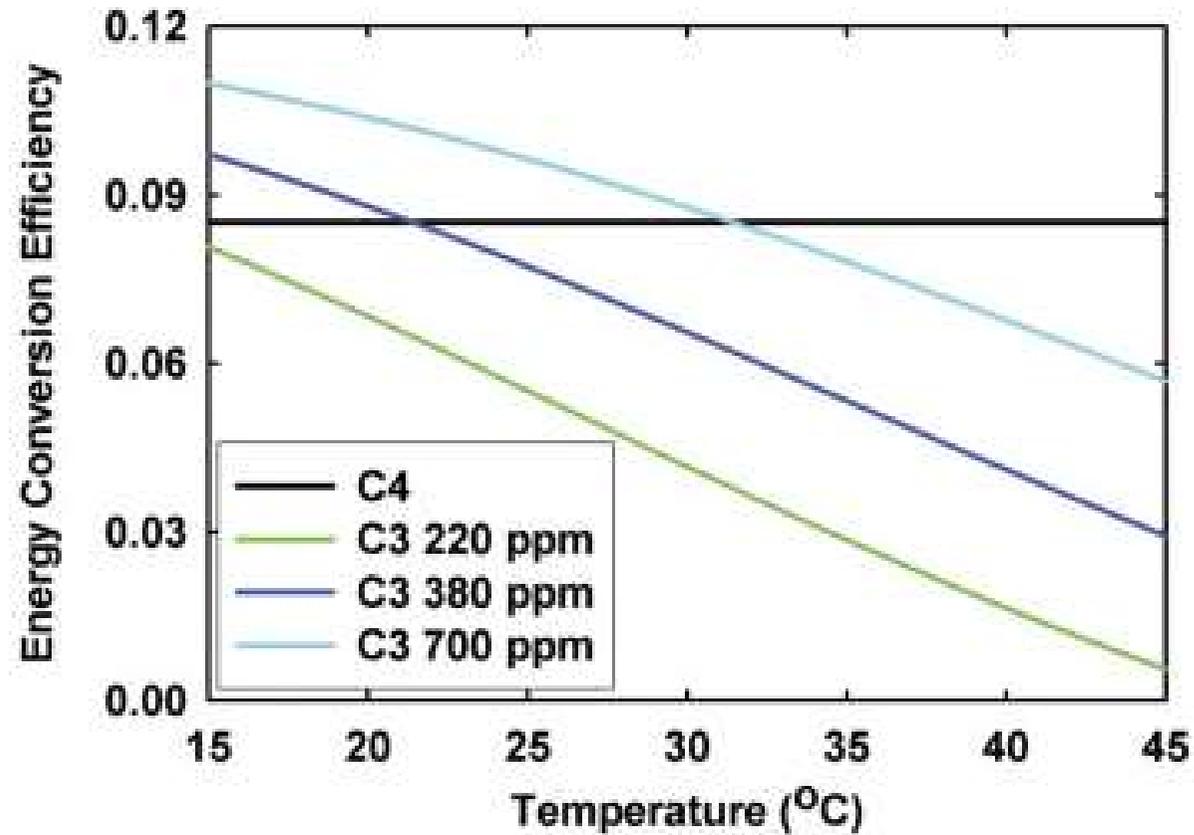
- RuBisCo tem baixa eficiência catalítica
- RuBisCo perde facilmente a carbamilação
- RuBisCo tem alta afinidade a  $O_2$  em altas temperaturas



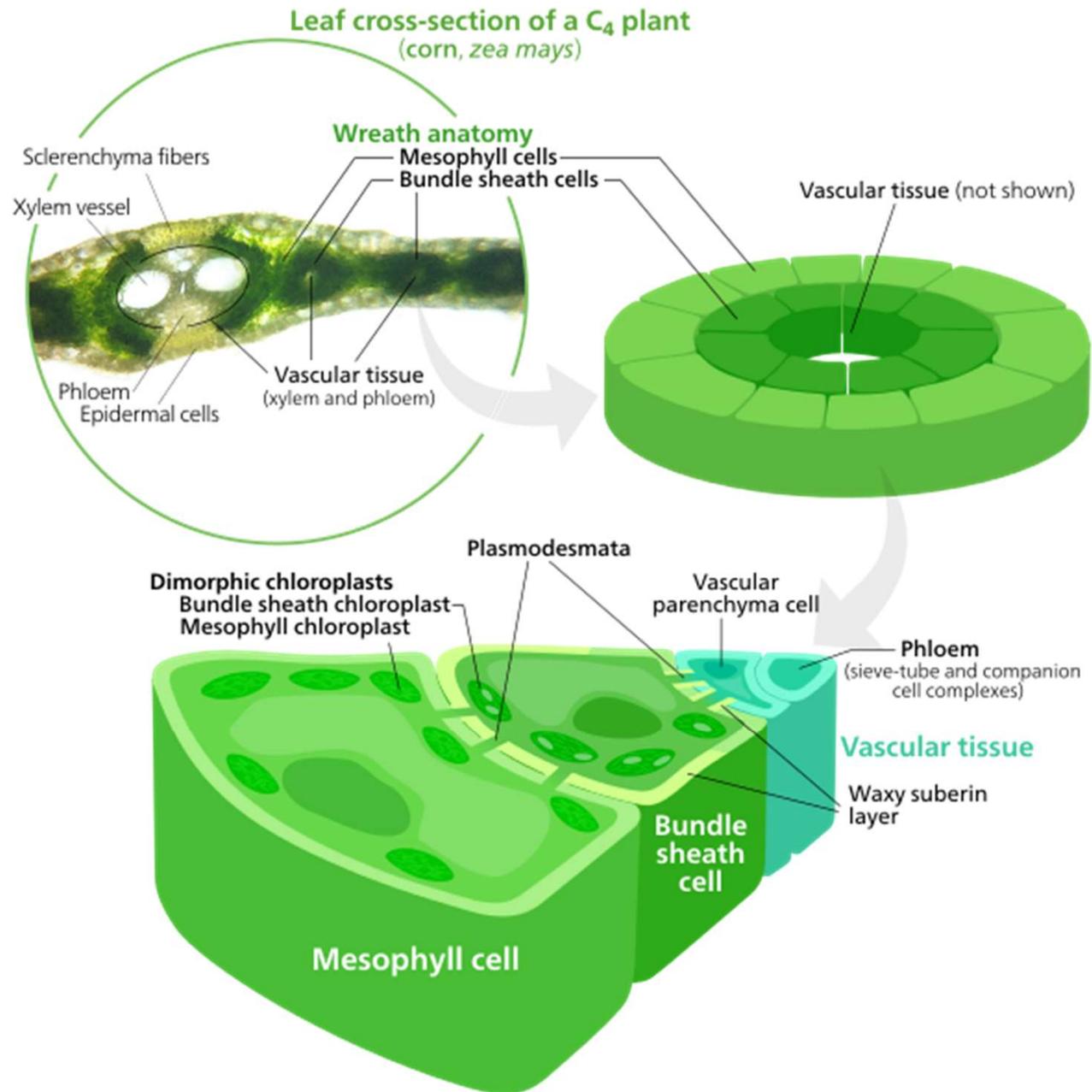
# Fotorrespiração: regenerando a RuBP custa energia



## Fotorrespiração: C4 domina em zonas tropicais e equatoriais



# Fotossíntese C4 – concentrando o CO<sub>2</sub> no espaço



# Fotossíntese C4 – concentrando o CO<sub>2</sub>

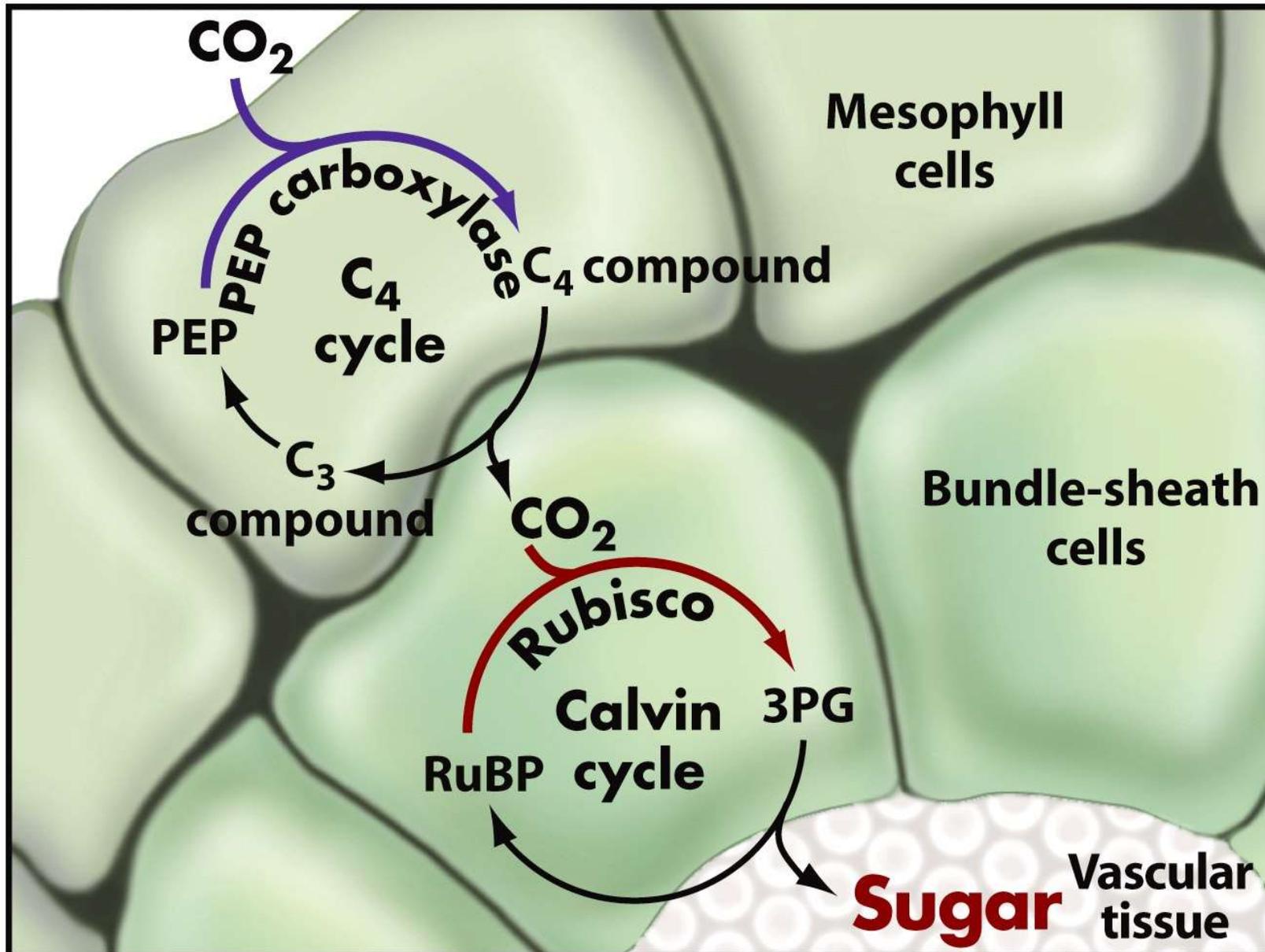


Figure 10-25b Biological Science, 2/e

# Fotossíntese CAM – concentrando o CO<sub>2</sub> no tempo

