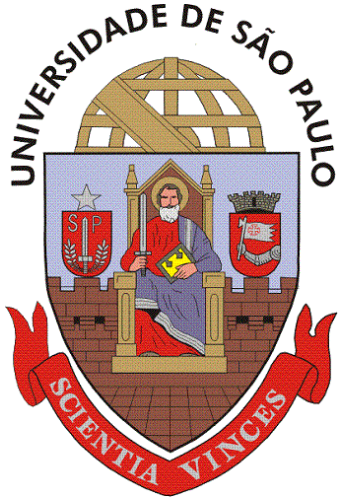




Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de Lorena
Departamento de Biotecnologia



Curso Engenharia Química
Disciplina Bioquímica

Metabolismo de Glicídeos – Primeira parte

Prof: Tatiane da Franca Silva
tatianedafanca@usp.br

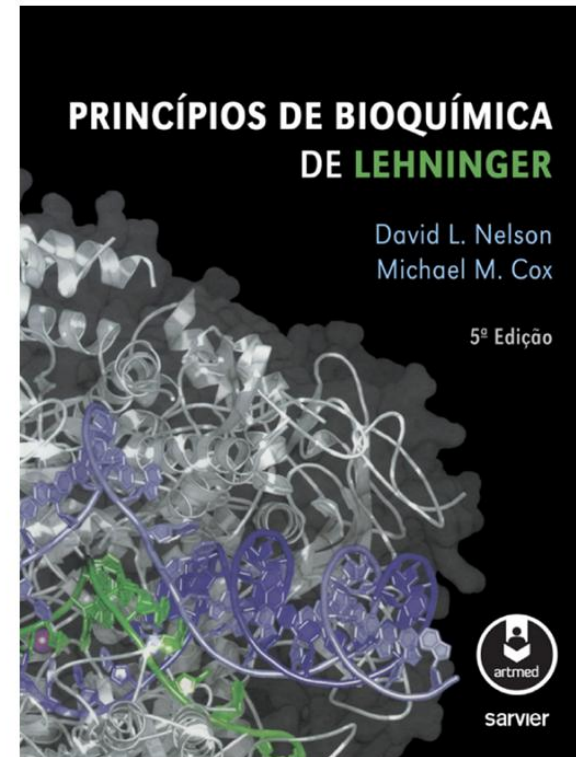
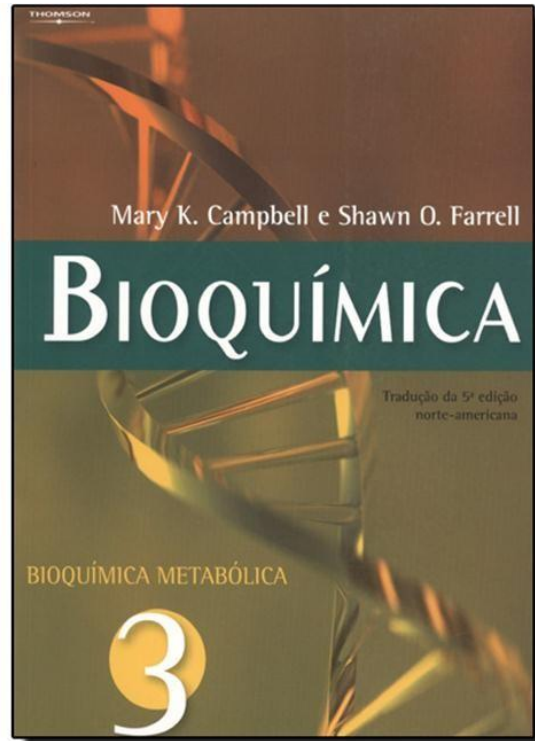
LOT2004 – Bioquímica

2º parte – Metabolismo e Vias da Informação

Cronograma

Data	Atividade
16 de Maio	Profa. Tatiane (Glicólise e Fermentação)
23 de Maio	Profa. Tatiane (Ciclo do Ácido Cítrico e Fosforilação Oxidativa)
30 de Maio	Profa. Tatiane (Fotossíntese)
06 de Junho	Profa. Tatiane (Metabolismo de Lipídeos)
13 de Junho	Vista P1
20 de Junho	Profa. Tatiane (Vias de Informação)
27 de Junho	P2
04 de Julho	Vista da P2
10 de Julho	RECUPERAÇÃO

Bibliografia recomendada





Queijos, Pães, Vinhos, Iogurtes



Refrigerante



Antibióticos



Metabolismo Celular



Etanol

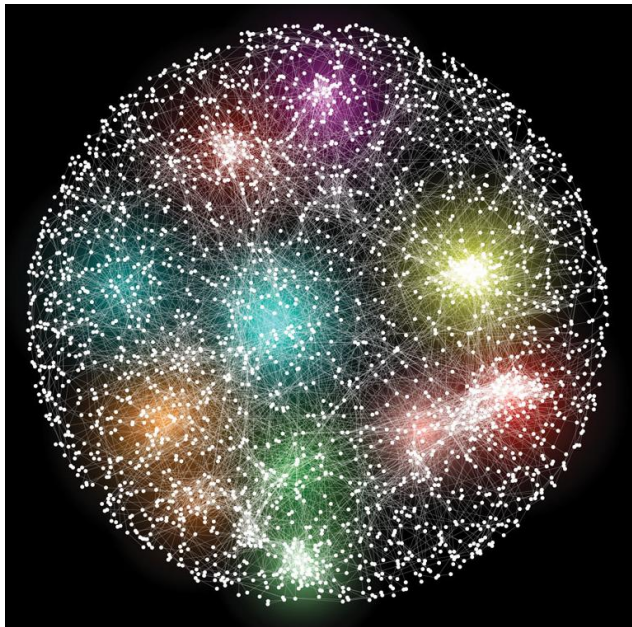


Adstringentes, Fixador de cabelo

❖ Rotas Metabólicas

kegg pathway

❖ Interação entre proteínas



[Costanzo, Baryshnikova, et al., Science, 2010](#)

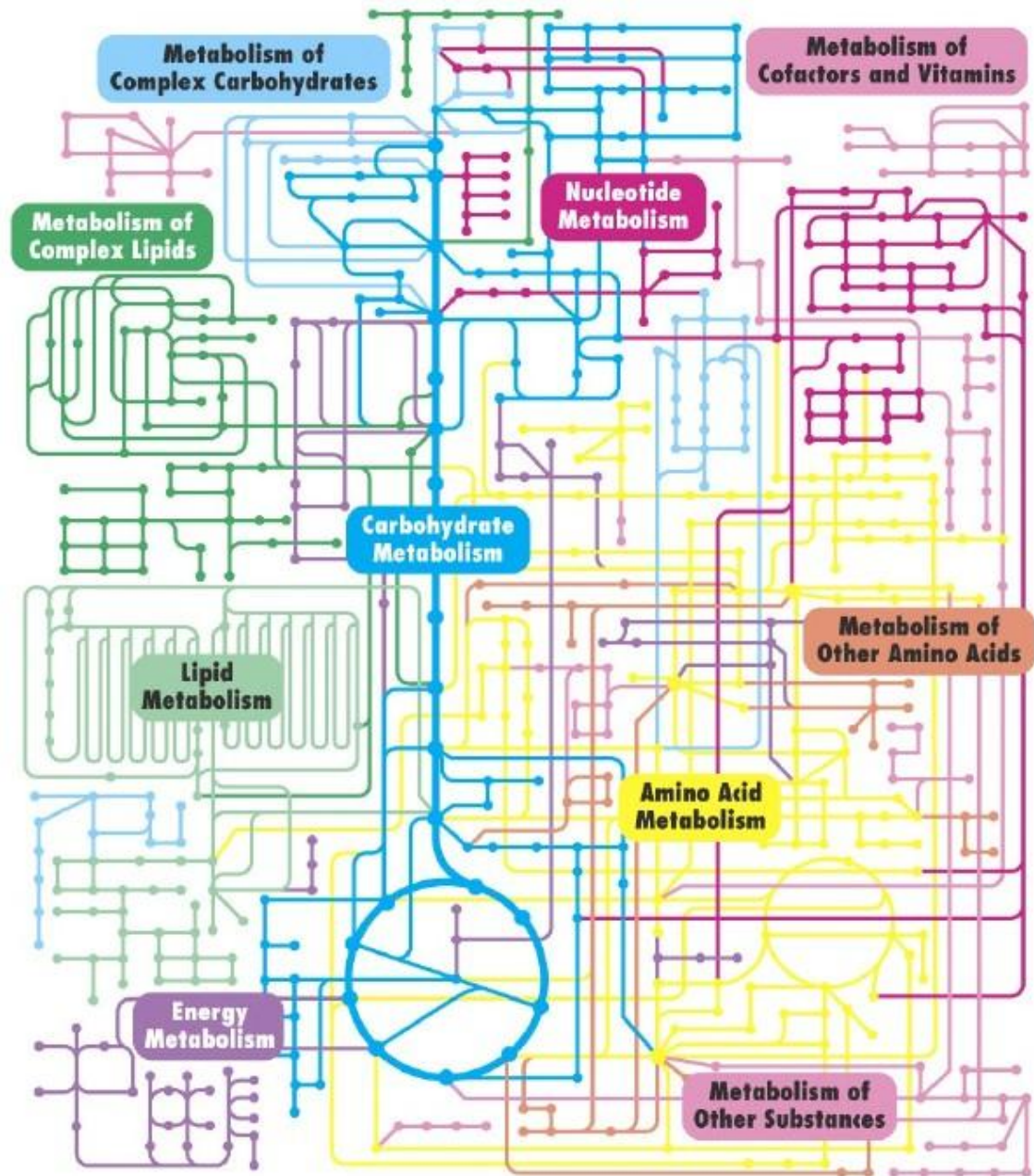


Figure 15-2
Biochemistry, Sixth Edition
© 2007 W. H. Freeman and Company

Metabolismo

❖ Soma de todas as reações químicas na célula:

- ❑ Obter energia
- ❑ Converter moléculas
- ❑ Polimerização de macromoléculas

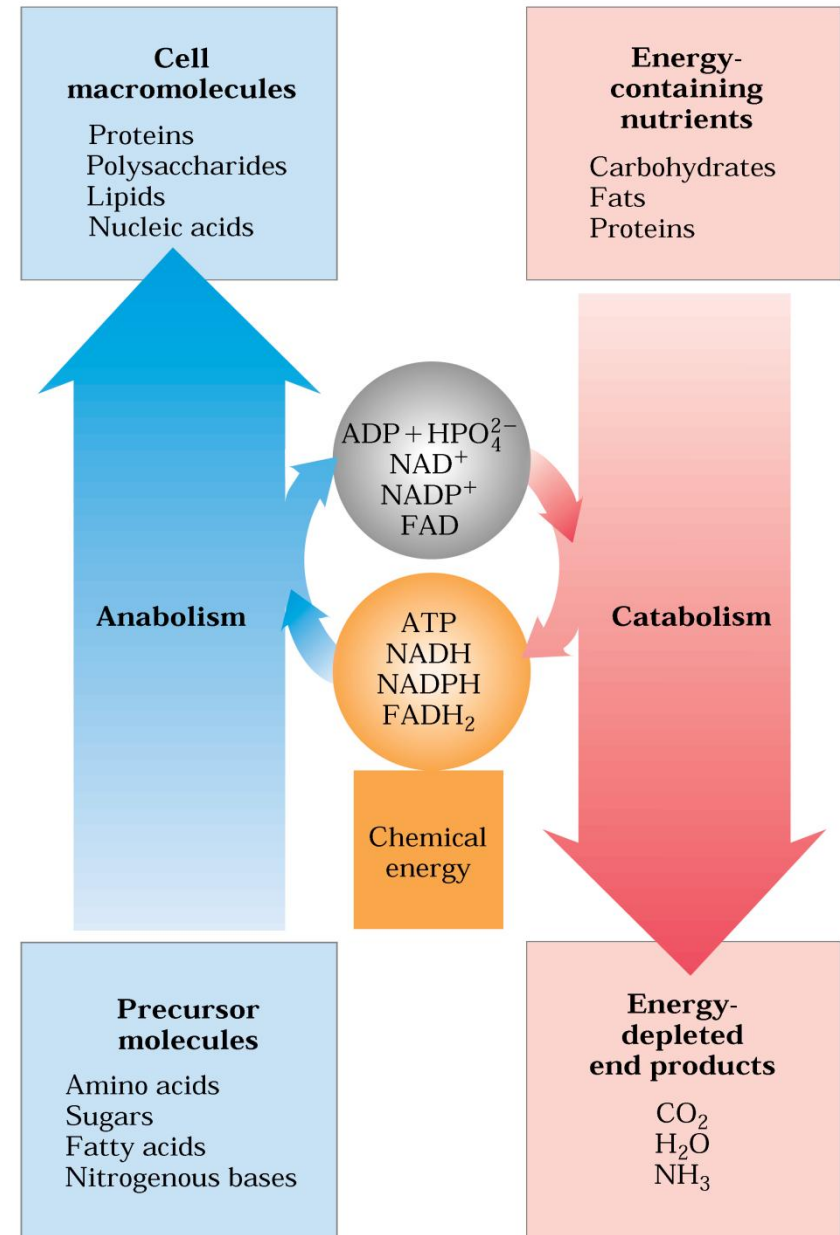
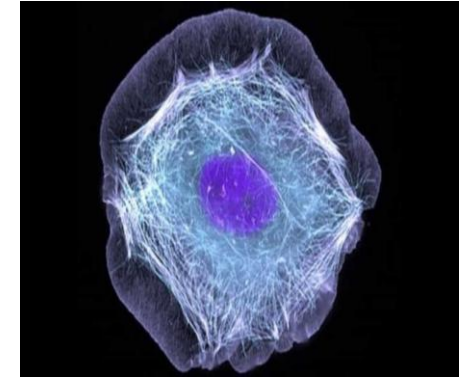


FIGURE 3 Energy relationships between catabolic and anabolic pathways. Catabolic pathways deliver chemical energy in the form of ATP, NADH, NADPH, and FADH_2 . These energy carriers are used in anabolic pathways to convert small precursor molecules into cell

Fatos da Vida

A célula:

- ❖ Sistema isotérmico
- ❖ Trocam matéria e energia com o ambiente
- ❖ Moléculas mais organizadas
- ❖ Necessitam de fonte de energia livre



Termodinâmica

Equação de Gibbs

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Diagram illustrating the Gibbs free energy equation:

- ΔG : Variação da Energia de Gibbs (indicated by a red arrow pointing down)
- ΔH : Variação da Entalpia (indicated by a red arrow pointing down)
- $T\Delta S$: Variação da Entropia associada com a temperatura (indicated by a red arrow pointing down)

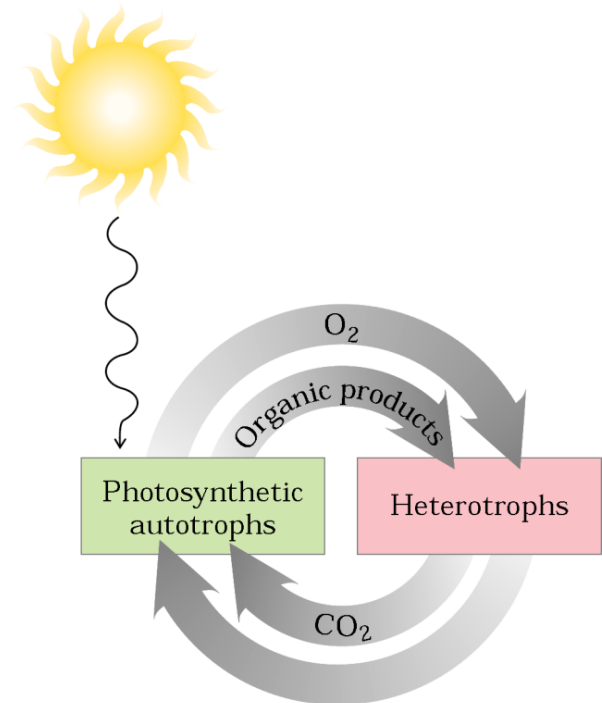


FIGURE 1 Cycling of carbon dioxide and oxygen between the autotrophic (photosynthetic) and heterotrophic domains in the biosphere.

Estado Padrão:

Todos os reagentes e produtos a 1M!

$$\Delta G < 0$$

Exergônica

$$\Delta G = 0$$

Equilíbrio

$$\Delta G > 0$$

Endergônica

Reações Acopladas

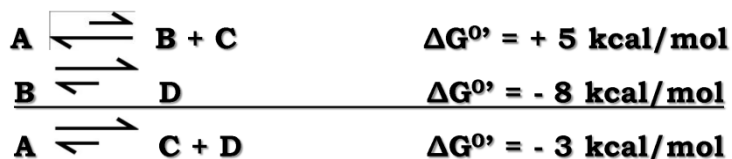
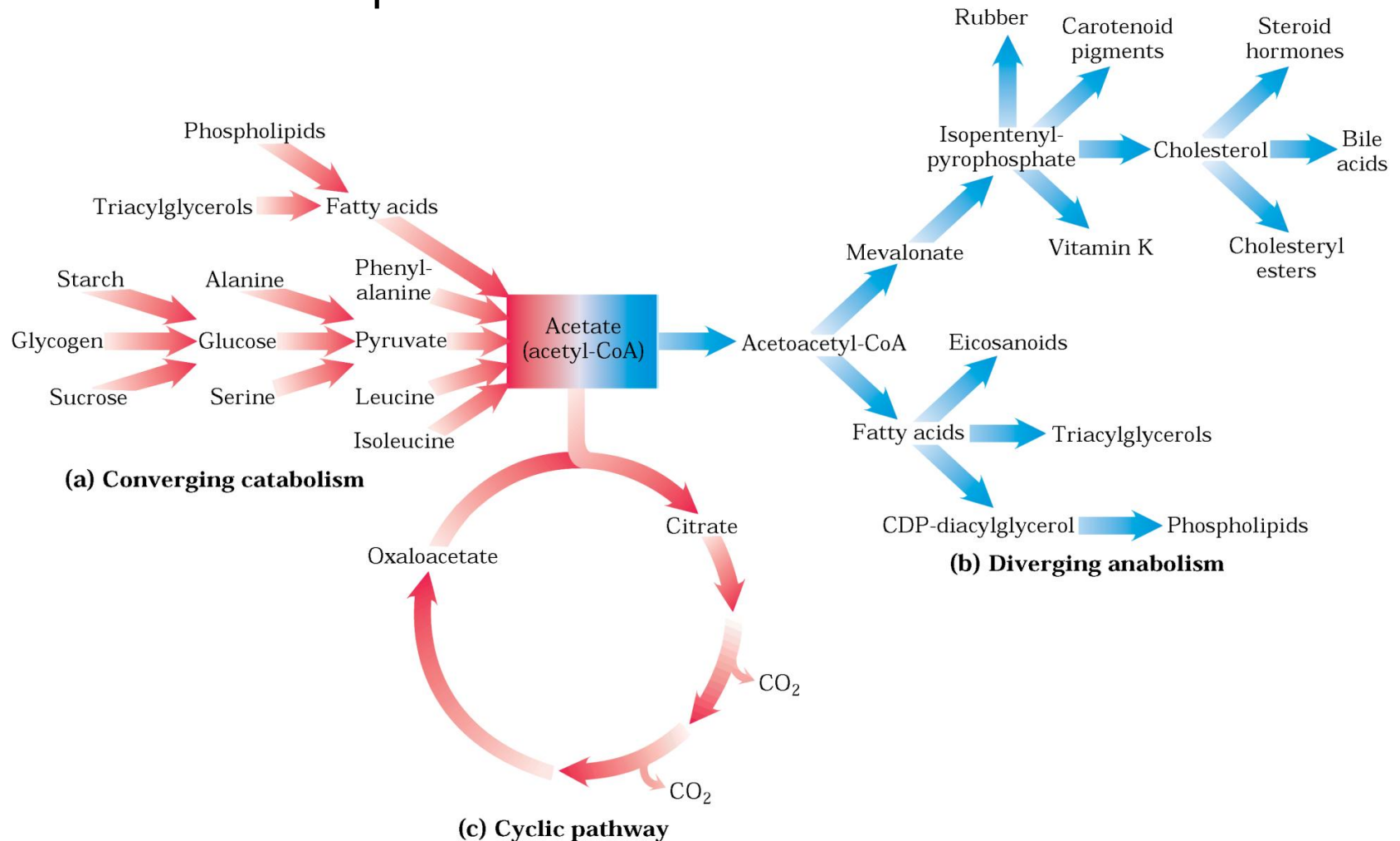


TABLE 13–4 Standard Free-Energy Changes of Some Chemical Reactions at pH 7.0 and 25 °C (298 K)

Reaction type	ΔG°	
	(kJ/mol)	(kcal/mol)
Hydrolysis reactions		
Acid anhydrides		
Acetic anhydride + H ₂ O $\longrightarrow$ 2 acetate	−91.1	−21.8
ATP + H ₂ O $\longrightarrow$ ADP + P _i	−30.5	−7.3
ATP + H ₂ O $\longrightarrow$ AMP + PP _i	−45.6	−10.9
PP _i + H ₂ O $\longrightarrow$ 2P _i	−19.2	−4.6
UDP-glucose + H ₂ O $\longrightarrow$ UMP + glucose 1-phosphate	−43.0	−10.3
Esters		
Ethyl acetate + H ₂ O $\longrightarrow$ ethanol + acetate	−19.6	−4.7
Glucose 6-phosphate + H ₂ O $\longrightarrow$ glucose + P _i	−13.8	−3.3
Amides and peptides		
Glutamine + H ₂ O $\longrightarrow$ glutamate + NH ₄ ⁺	−14.2	−3.4
Glycylglycine + H ₂ O $\longrightarrow$ 2 glycine	−9.2	−2.2
Glycosides		
Maltose + H ₂ O $\longrightarrow$ 2 glucose	−15.5	−3.7
Lactose + H ₂ O $\longrightarrow$ glucose + galactose	−15.9	−3.8
Rearrangements		
Glucose 1-phosphate $\longrightarrow$ glucose 6-phosphate	−7.3	−1.7
Fructose 6-phosphate $\longrightarrow$ glucose 6-phosphate	−1.7	−0.4
Elimination of water		
Malate $\longrightarrow$ fumarate + H ₂ O	3.1	0.8
Oxidations with molecular oxygen		
Glucose + 6O ₂ $\longrightarrow$ 6CO ₂ + 6H ₂ O	−2,840	−686
Palmitate + 23O ₂ $\longrightarrow$ 16CO ₂ + 16H ₂ O	−9,770	−2,338

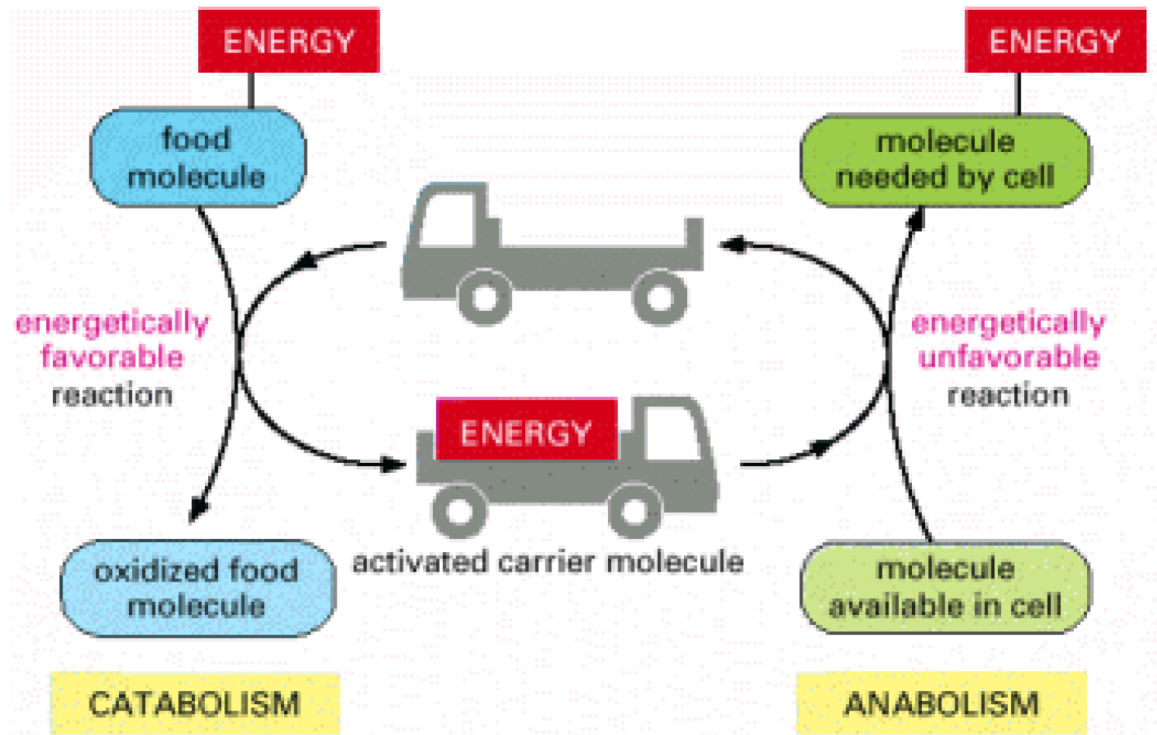
Vias metabólicas

- ❖ Biossíntese e degradação **quase sempre** em vias distintas!
- ❖ Podem ser compartimentalizadas!



Moléculas carreadoras ativadas

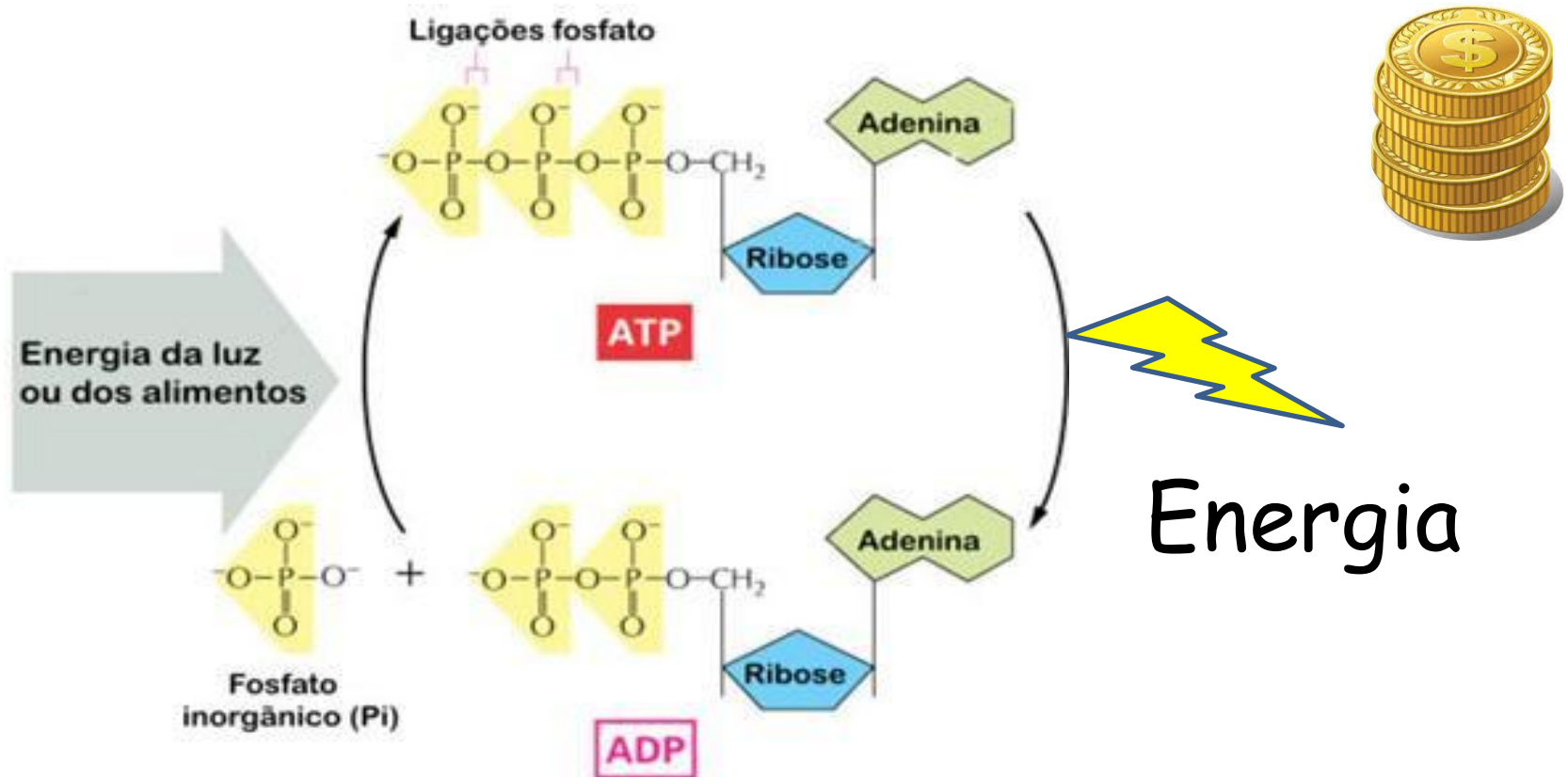
- ❖ Carregam energia Química na Célula



Moléculas Carreadoras Ativadas

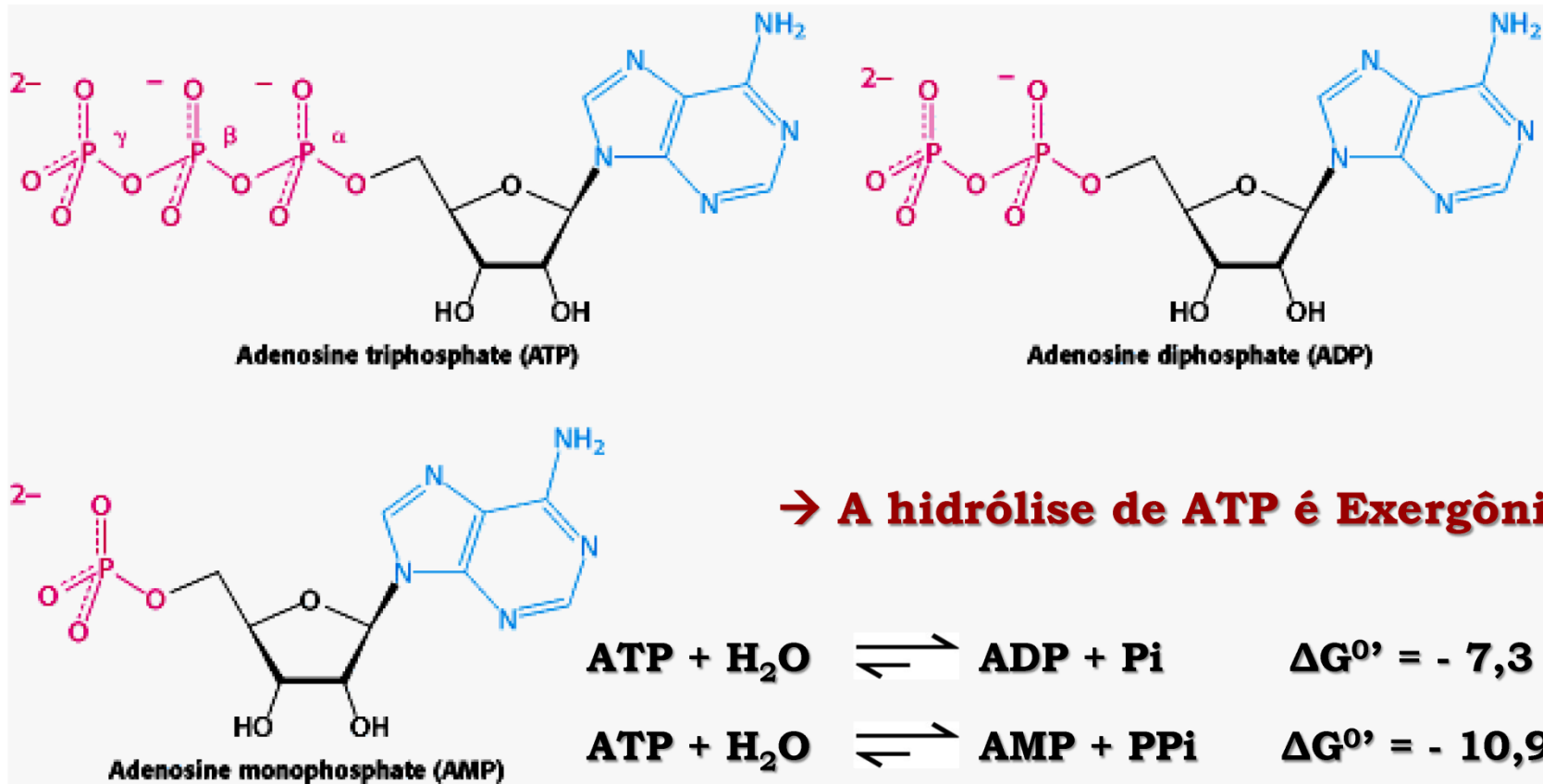
❖ **Adenosina trifosfato (ATP):** Principal moeda energética das células

❖ **ATP $\rightarrow$ ADP + Pi**



Hidrólise de ATP

✓ Três posições de possível hidrólise do ATP

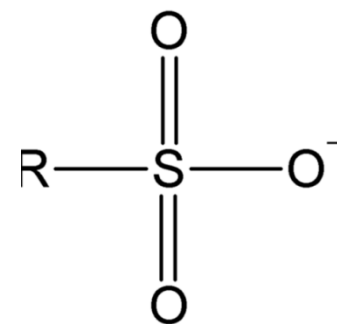
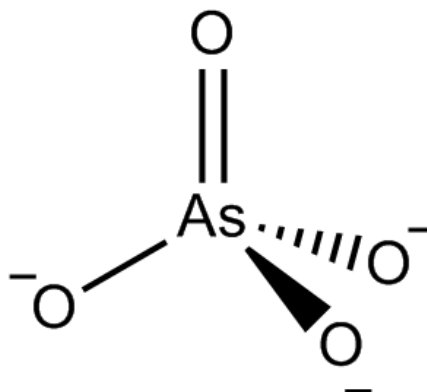
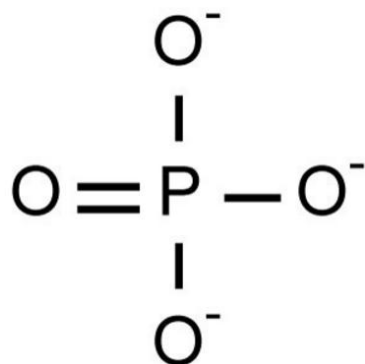


Porque o Fosfato e não os outros?

- ✓ Estabilidade: Velocidade de reação lenta
- ✓ Maior reserva de energia: Energia nas ligações



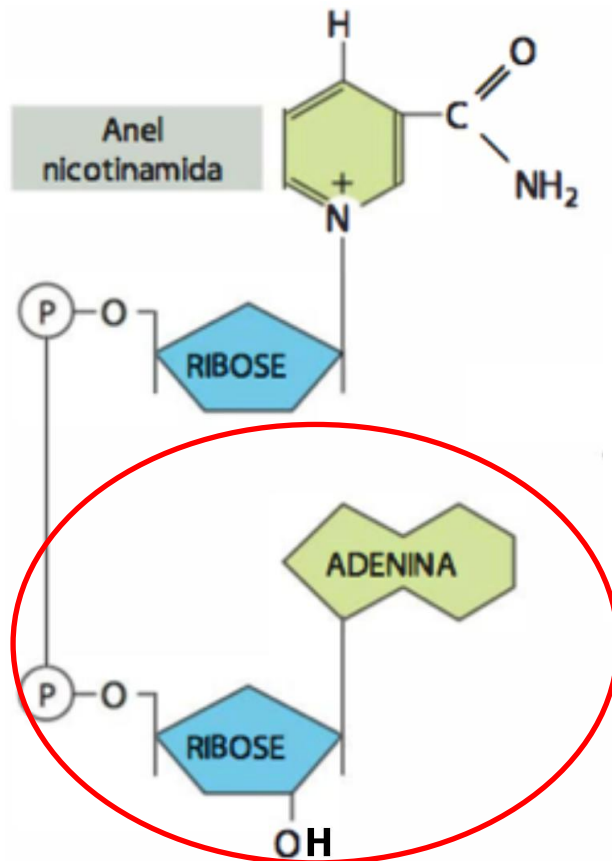
Candidatos	k de hidrólise (do íon)
Fosfato	0,000000004 (1/s)
Arsenato	0,0004 (1/s)
Sulfonato	0,00025 (1/s)



NAD⁺/NADH - Nicotinamida adenina

❖ NAD⁺/ NADH (Carrega de **um próton** e dois **elétrons ricos** em energia)

OXIDADO



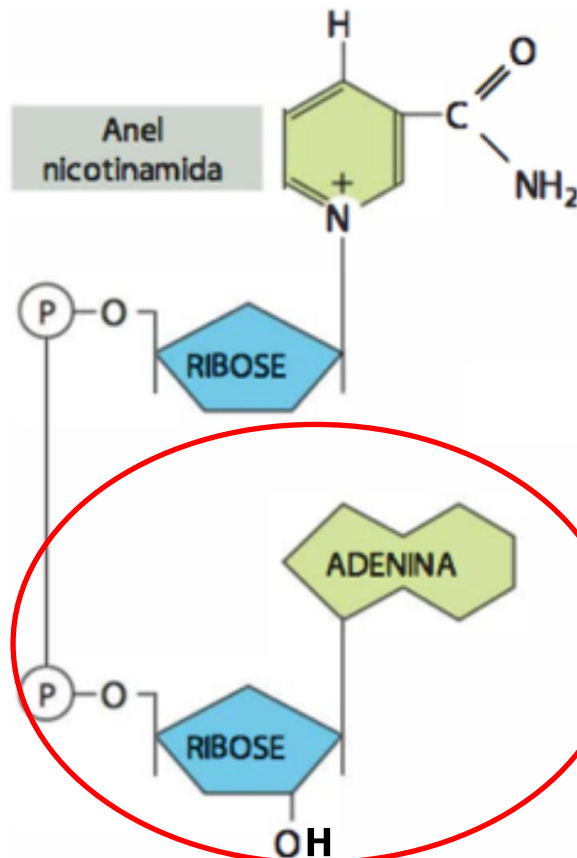
Adenosina
fosfato

NAD⁺

NAD⁺/NADH - Nicotinamida adenina

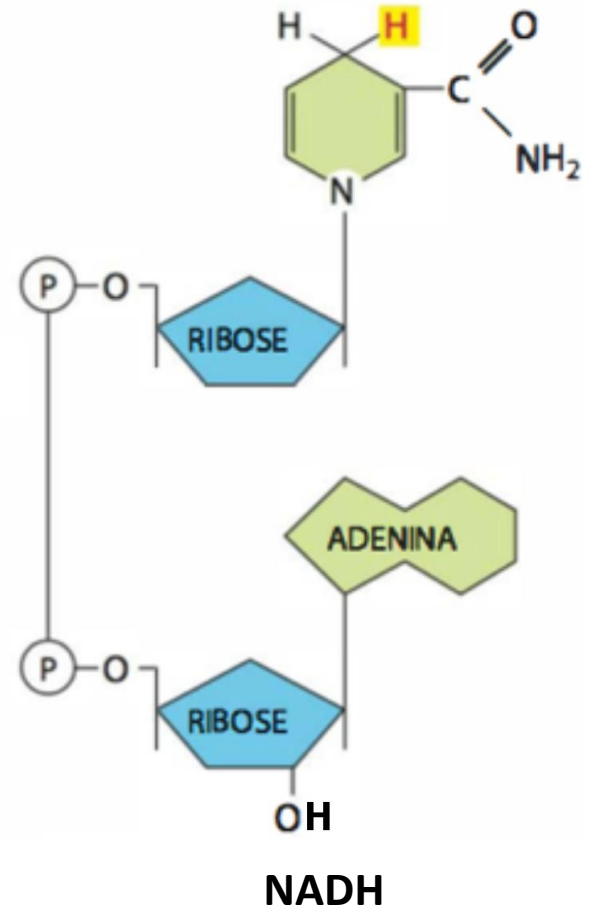
❖ NAD⁺/ NADH (Carrega de **um próton** e dois **elétrons ricos** em energia)

OXIDADO



H⁺ + 2e⁻

REDUZIDO



Principais Reações do Metabolismo

Saccharomyces cerevisiae

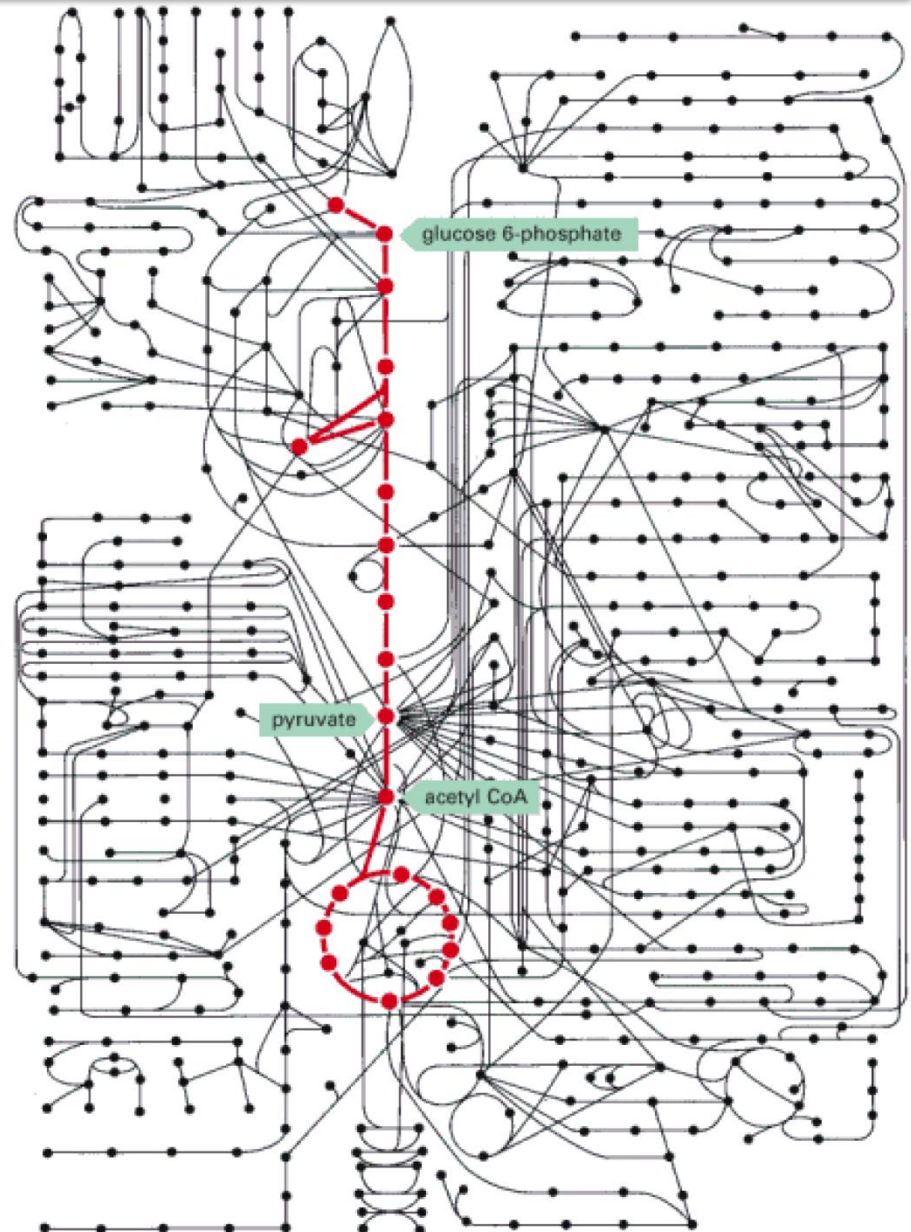
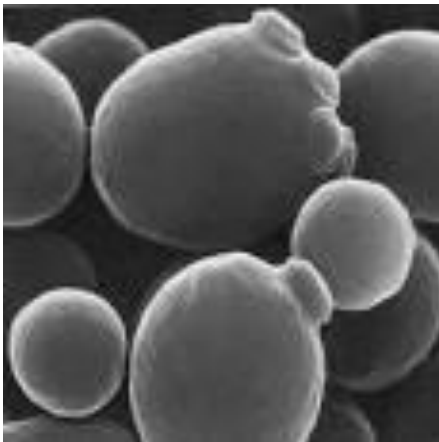
❖ Cerca de 500 reações

Metabolismo de Glicídios

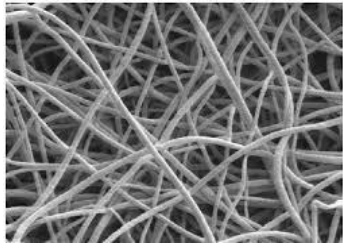
❖ Glicólise

❖ Ciclo do Ácido Cítrico

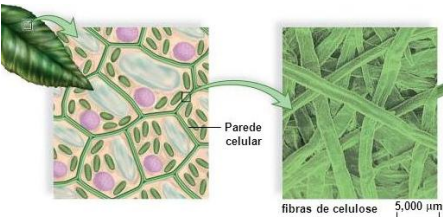
❖ Fermentação



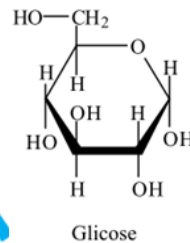
Principais vias de Utilização da Glicose



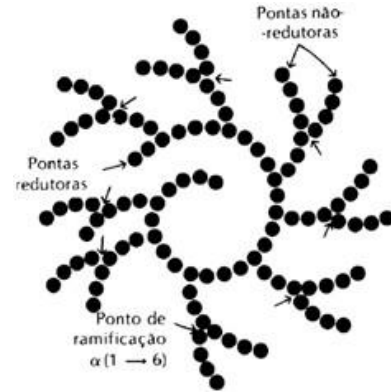
Matriz extracelular
e polissacarídeos
da parede celular



síntese de
polímeros
estruturais



Glicogênio,
amido, sacarose



armazenamento

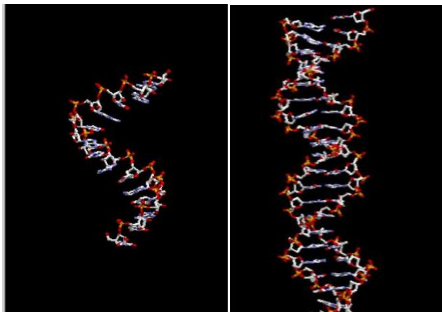
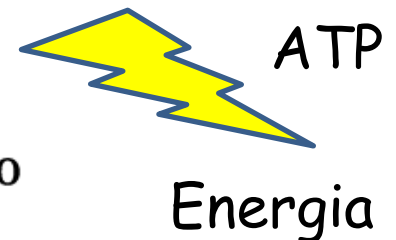
Glicose

oxidação pela via
da pentose-fosfato

Ribose-5-fosfato

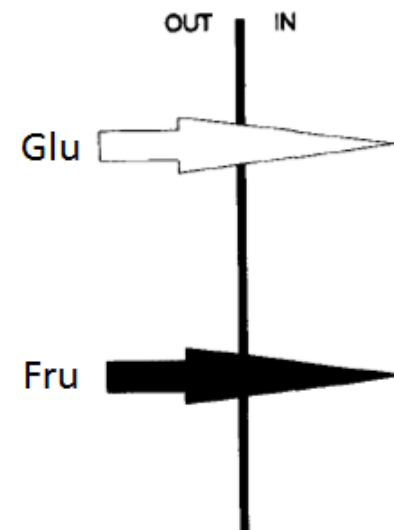
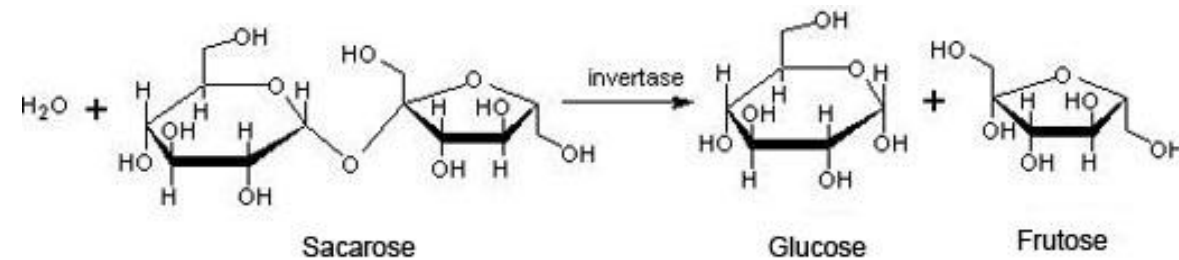
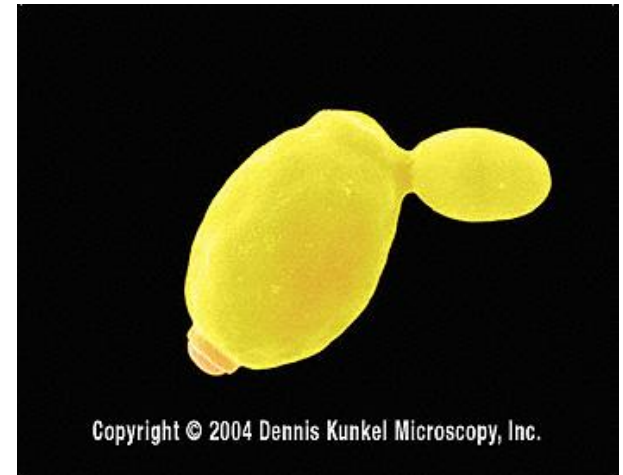
oxidação
por glicólise

Piruvato



Glicose na Célula

- ❖ *S. cerevisiae*
- ❖ Anaeróbio facultativo

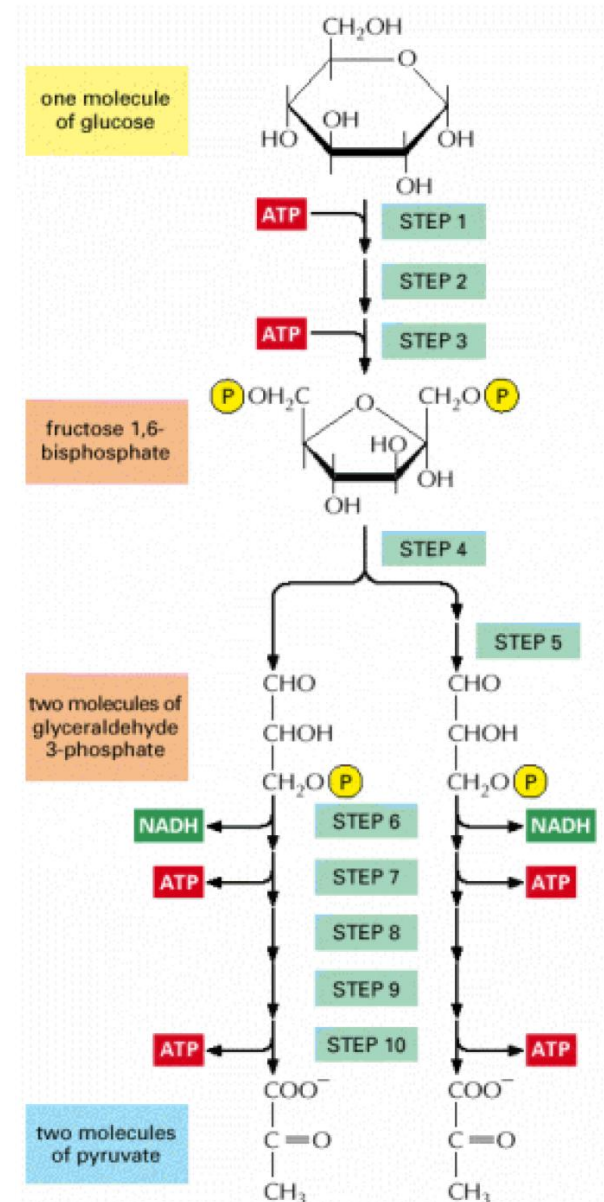


Reação da Glicólise

- ❖ Hidrólise do Açúcar
- ❖ Para algumas células, única fonte de energia!
- ❖ Total de 10 reações

No citoplasma

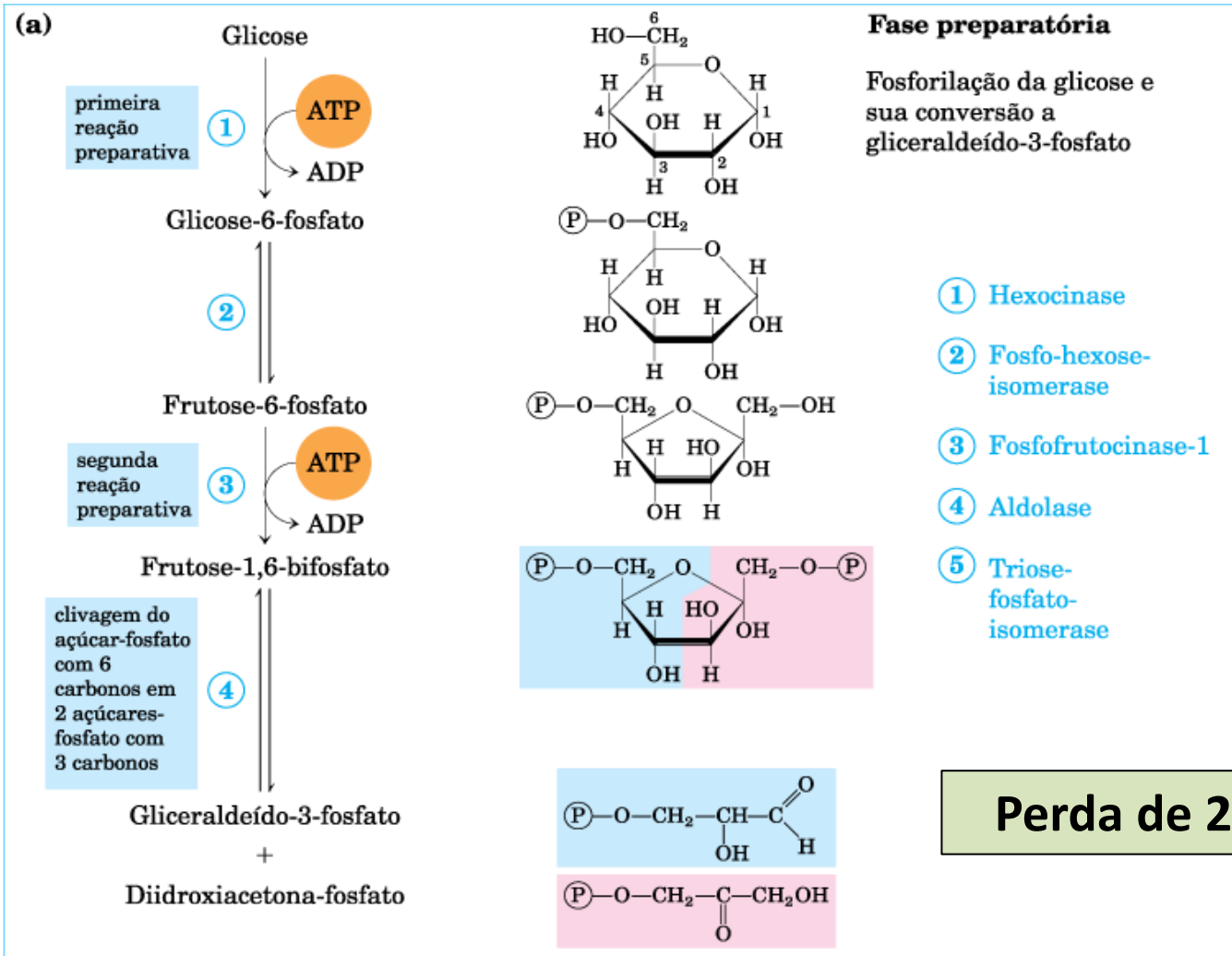
1 Glicose => 2 Piruvato



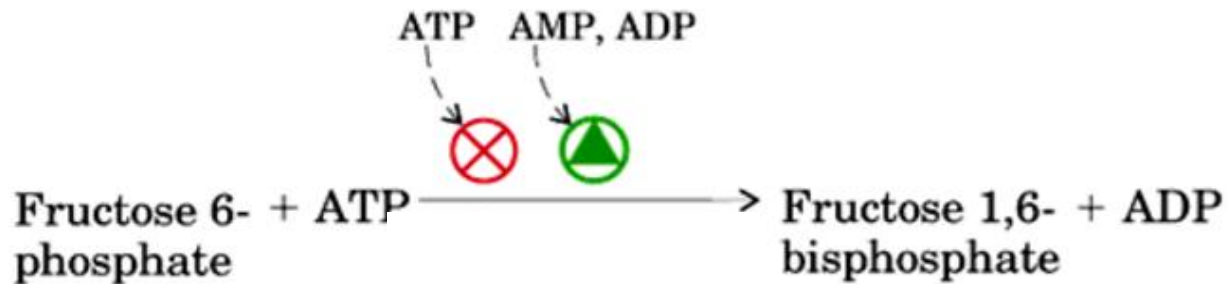
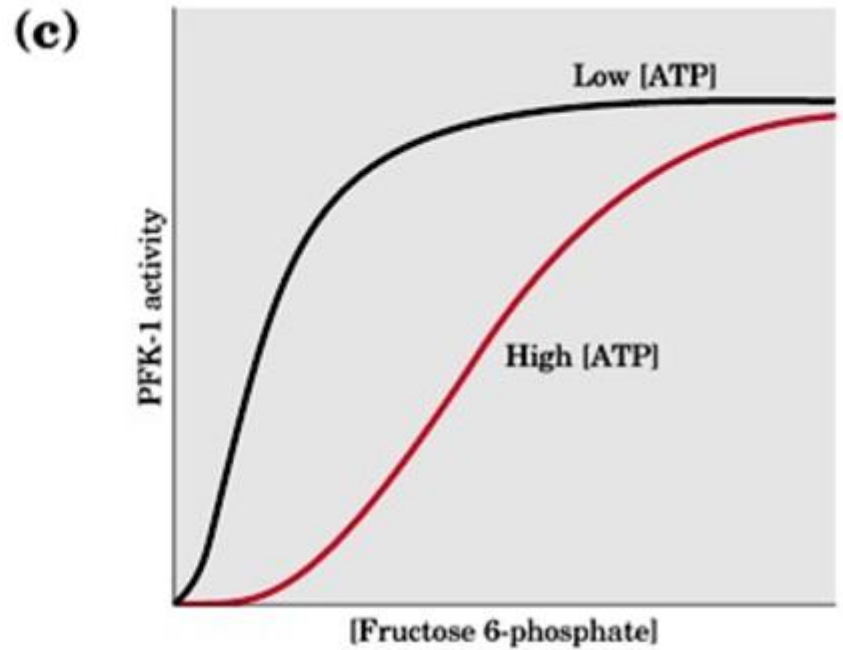
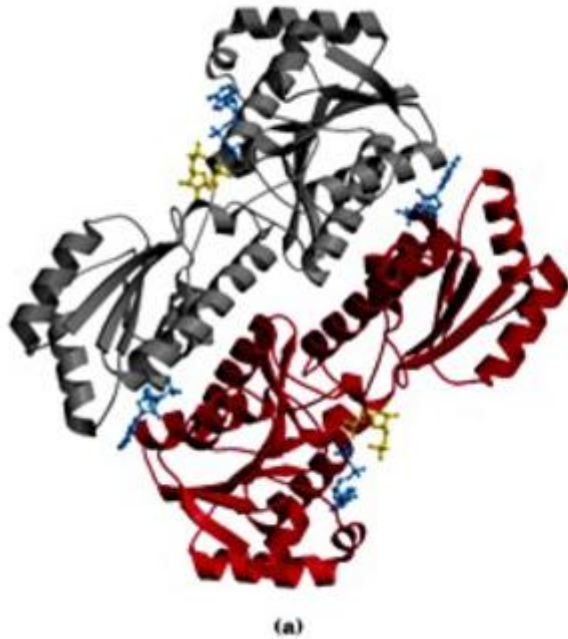
Glicólise – Fase preparatória

❖ Investimento Energético:

❖ Glicose => Gliceraldeído 3 Fosfato e Dihidroxicetona fosfato



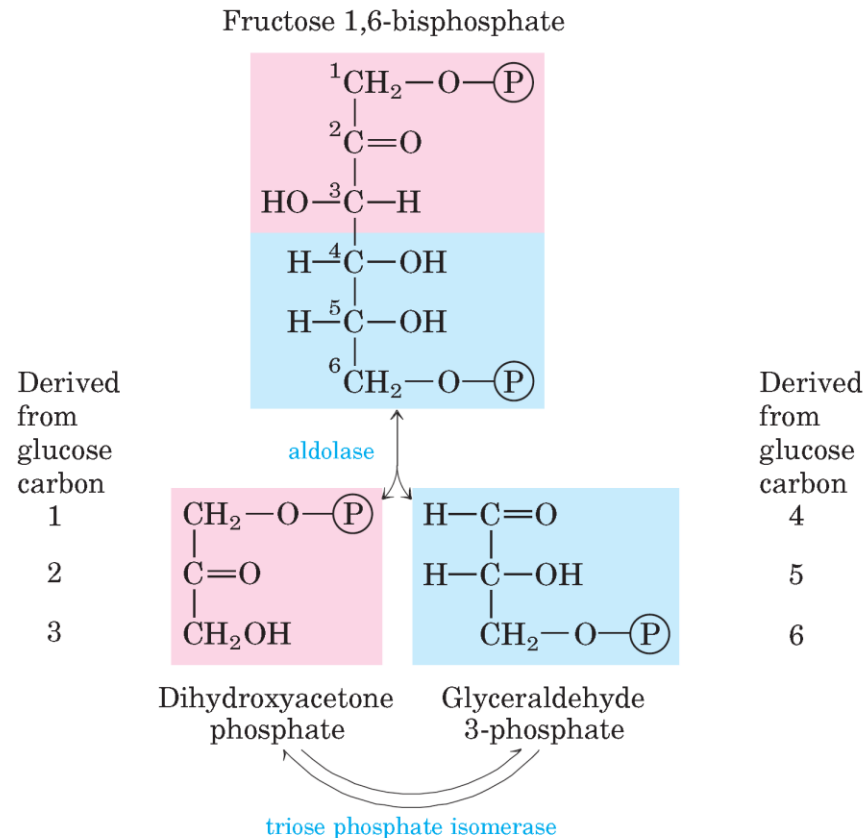
Enzima Alosérica Fosfofrutocinase



Glicólise – Fase preparatória

❖ Hidrólise

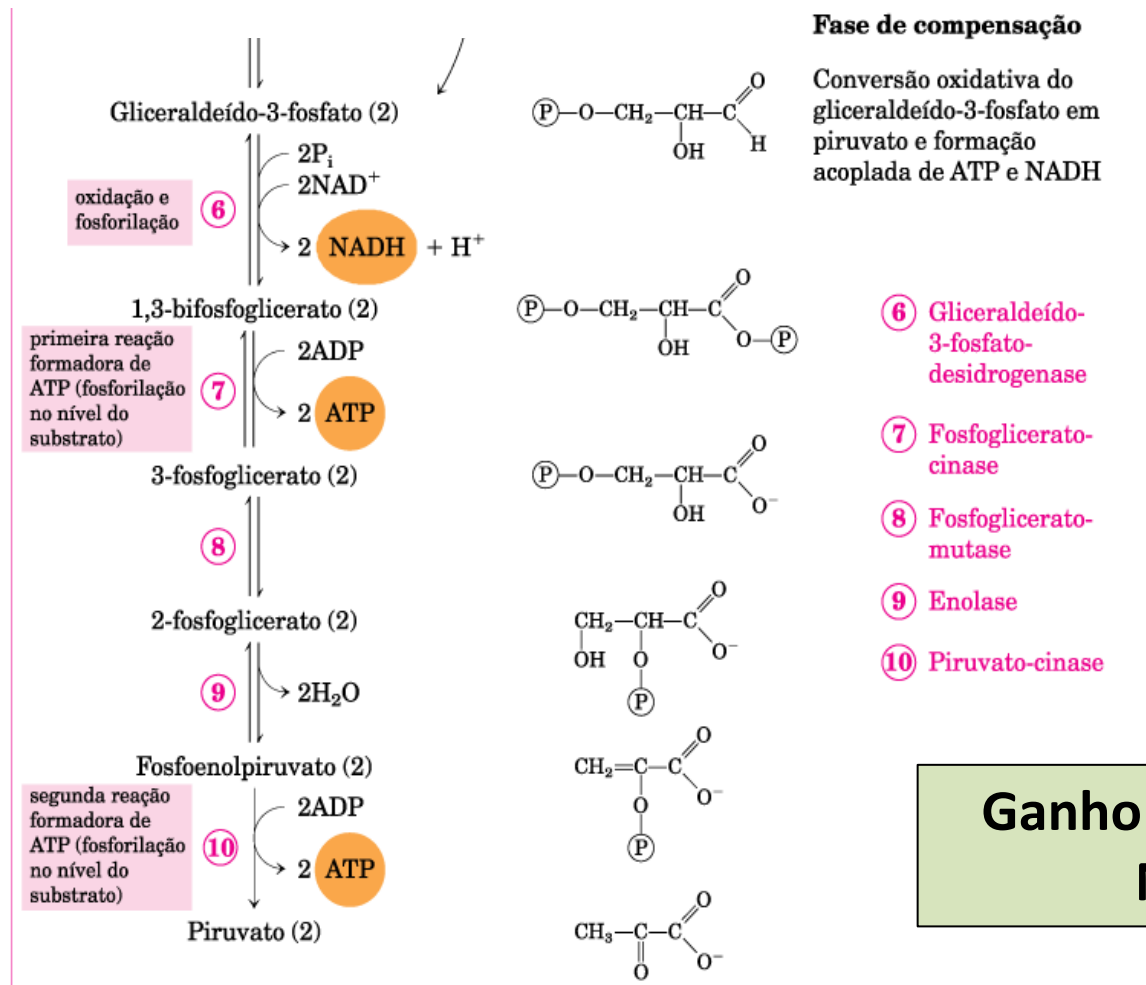
❖ Frutose 1,6 Bifosfato => Gliceraldeído 3 Fosfato e Dihidrocicetona fosfato



Glicólise – Fase Compensatória

❖ Geração de energia.

❖ Gliceraldeído 3 Fosfato => 2 Piruvato



Glicólise

❖ Reação Geral da Glicólise:



**Rendimento Líquido: 2 ATP +2 NADH
(-32,1 kcal mol⁻¹ de glicose consumida)**



Vias Alimentadoras da Glicólise

❖ Polissacarídeos e dissacarídeos: convertidos em intermediários

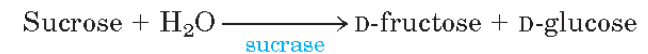
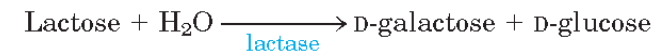
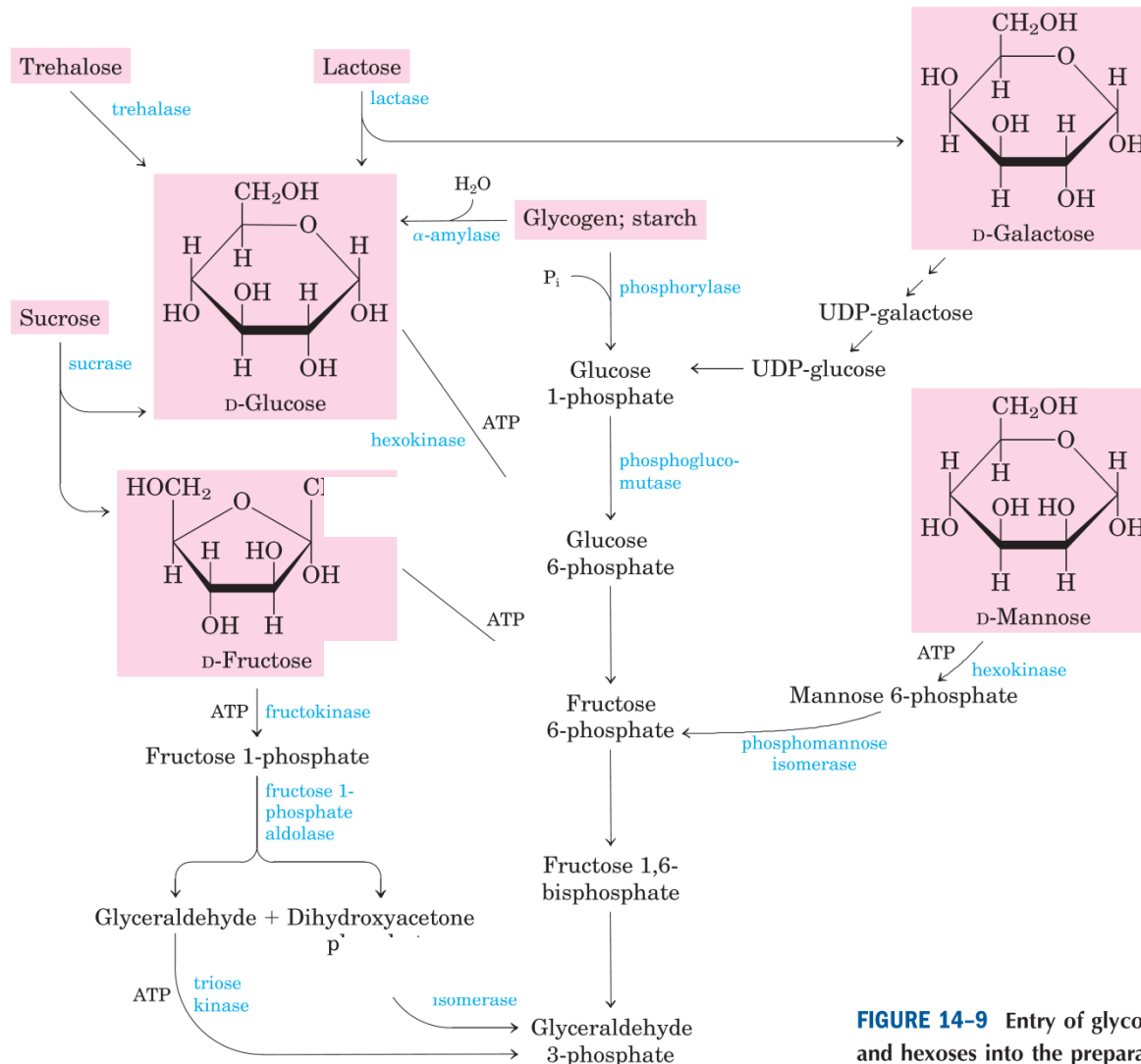


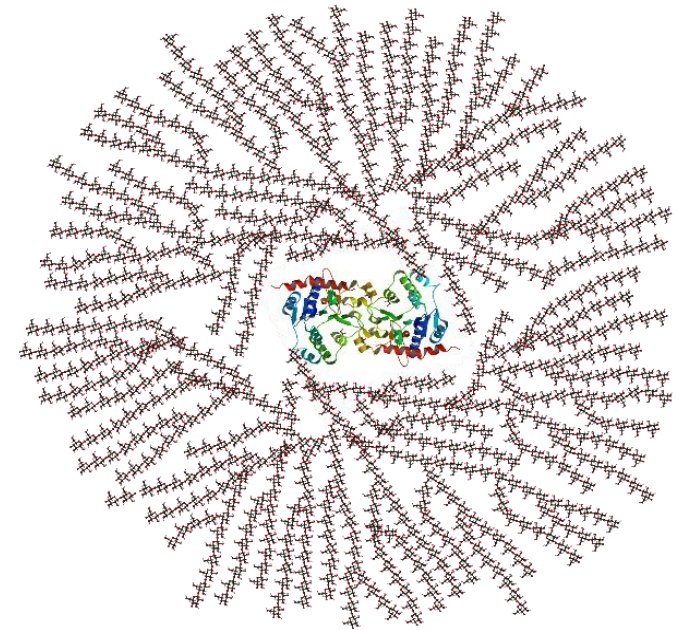
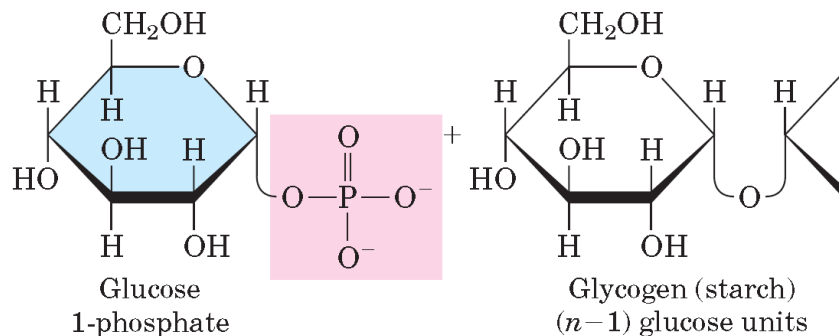
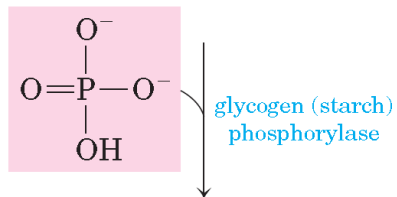
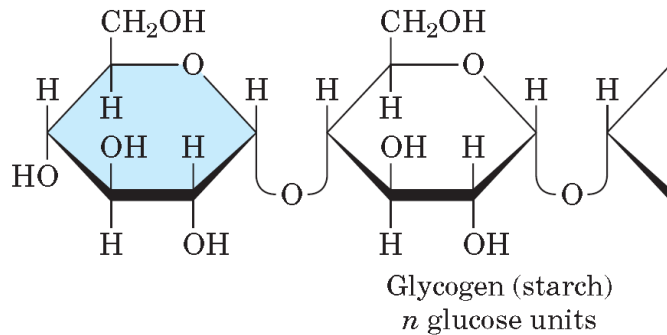
FIGURE 14-9 Entry of glycogen, starch, and hexoses into the preparatory stage of glycolysis

Degradação de Glicogênio

❖ Enzimas desramificadora: cliva α 1,4 e

❖ Glicogênio fosforilase: Cliva ligações β 1,4

:



Glicogênio

Fígado e Músculo

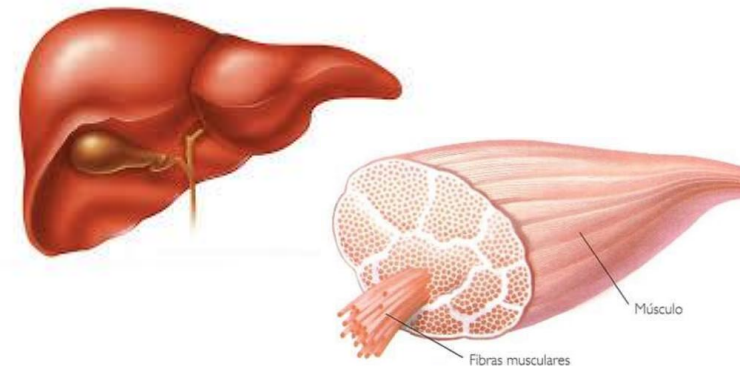
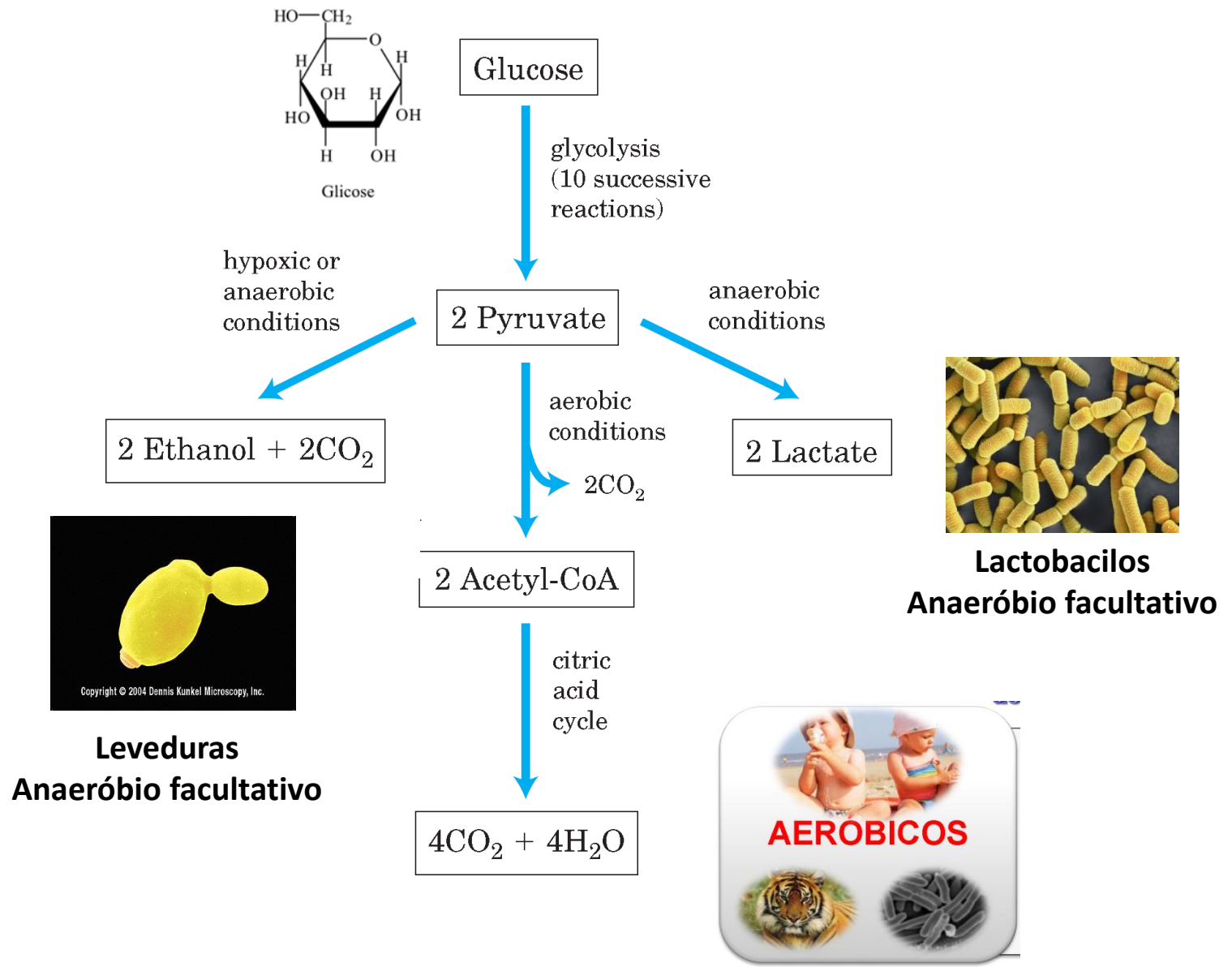
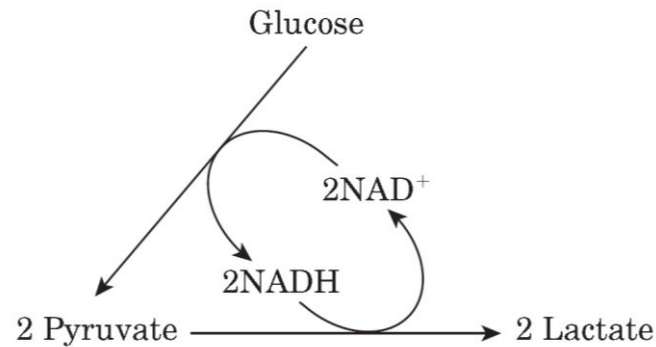
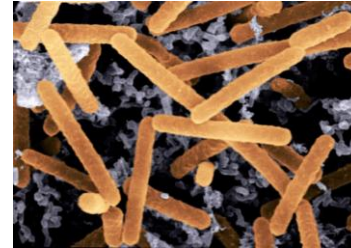
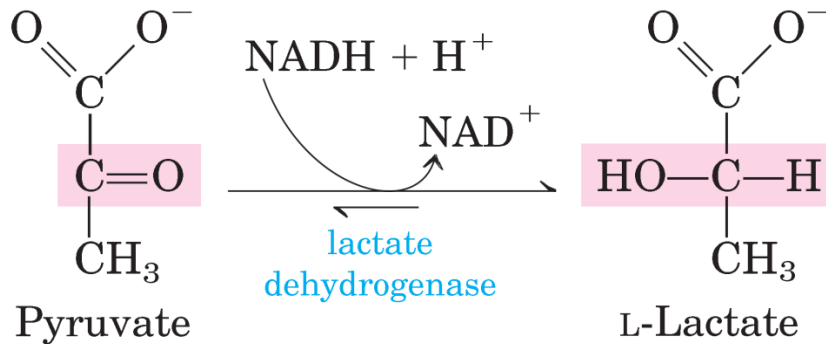
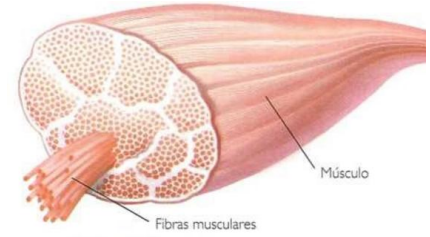


FIGURE 14-10 Glycogen breakdown by glycogen phosphorylase.

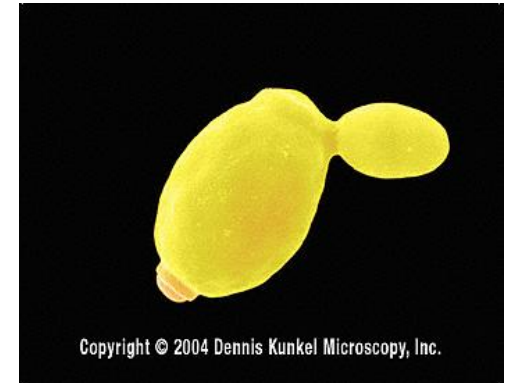
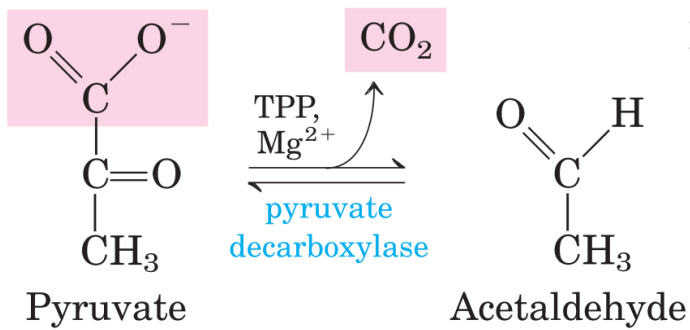
Oxidação da Glicose: Vias Principais



Fermentação Láctica



Fermentação Alcólica



Intolerância a Lactose

- ❖ Ausência da Lactase Intestinal
- ❖ Processo fermentativos no intestino

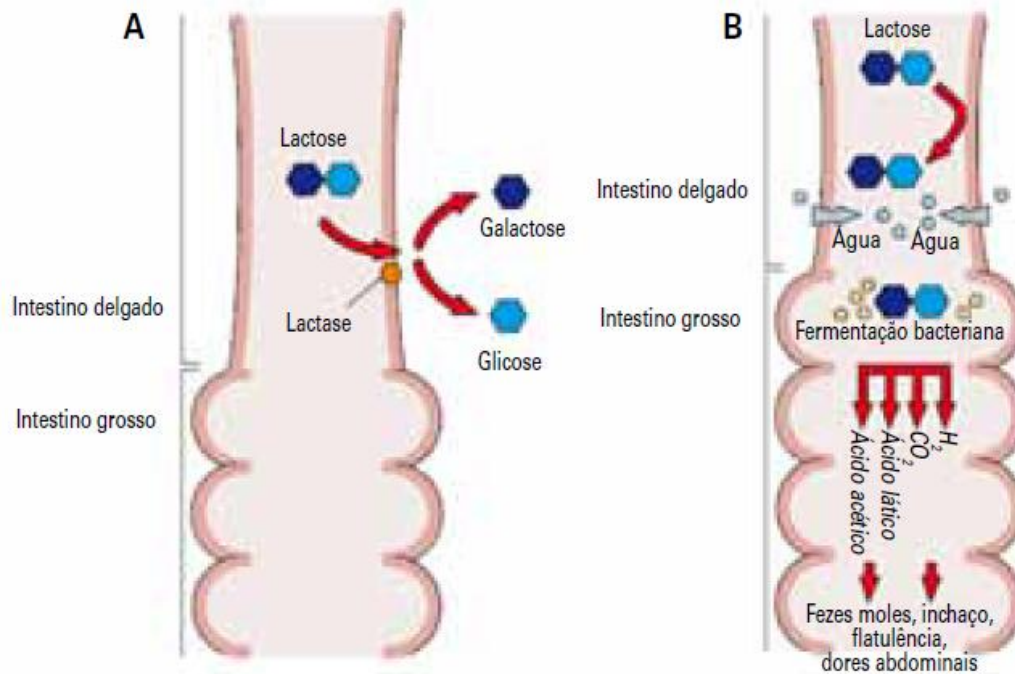
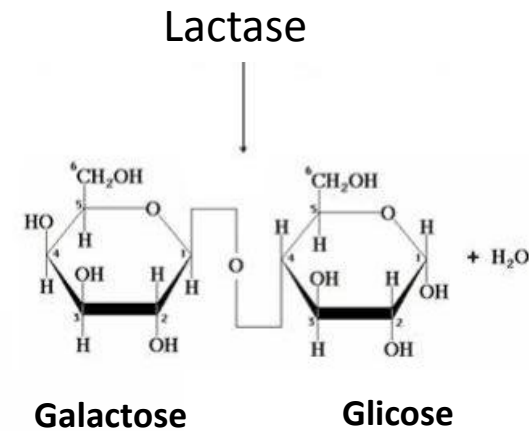


Imagem A

A lactase hidrolisa a lactose. Não há sintomas de intolerância à lactose

Imagem B

A lactose não absorvida no intestino grosso provoca os sintomas de intolerância à lactose.



Fermentação

❖ Reação – Fermentação Láctica



❖ Reação – Fermentação Alcoólica:

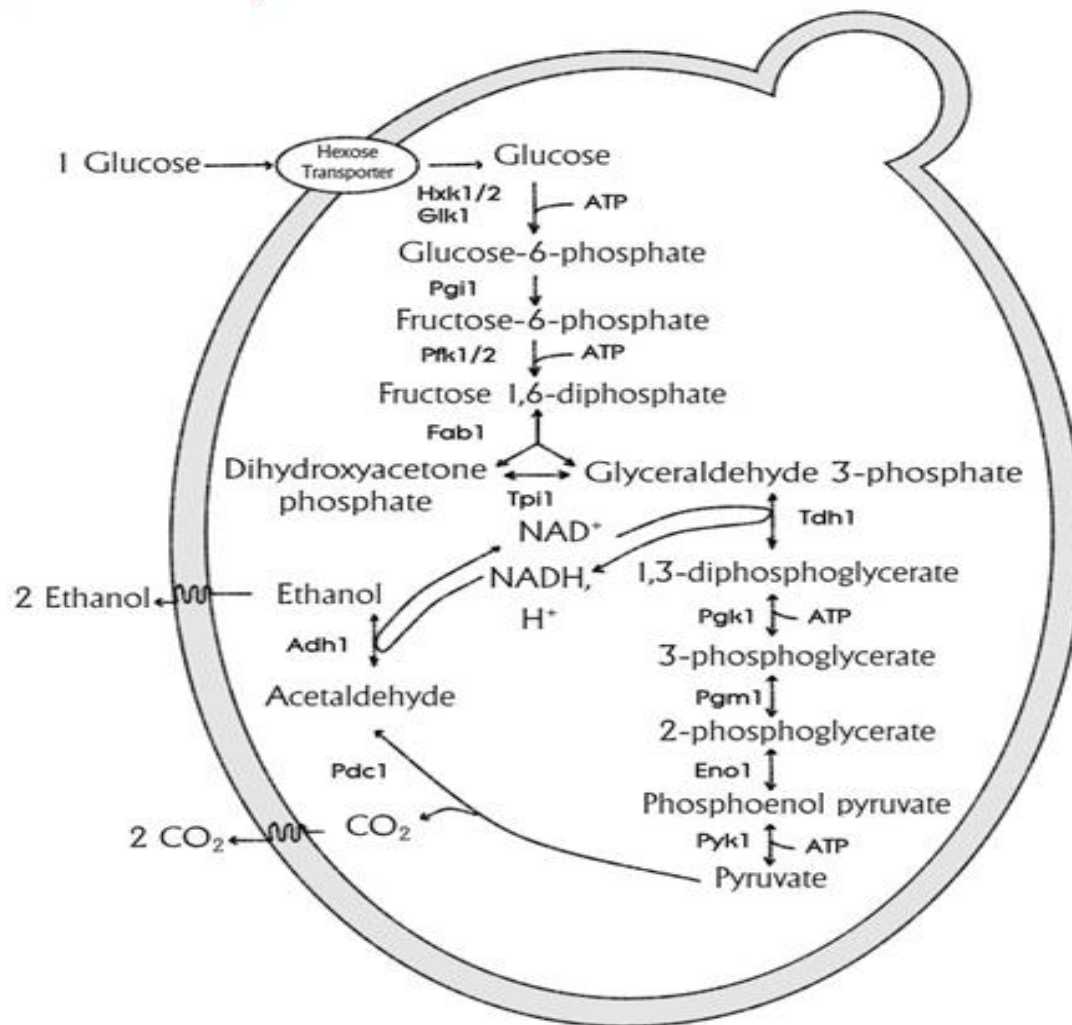


Rendimento Líquido: 2 ATP



Fermentação

❖ Exemplo: Processo completo de Fermentação Alcoólica em levedura



Fábricas Químicas

❖ Fermentação no processo Industrial

Produtos de Fermentação

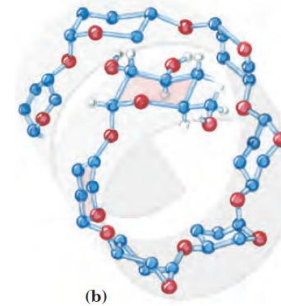
Ácido Fórmico

Ácido Acético

Alcoóis Glicerol

Metanol

Isopropanol

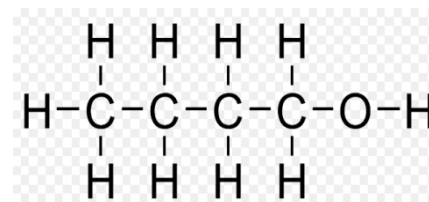


Amido

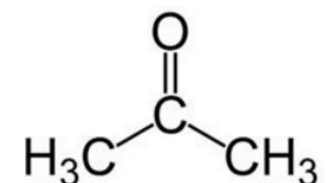


Fermentação

Clotrisdium acetobutyricum



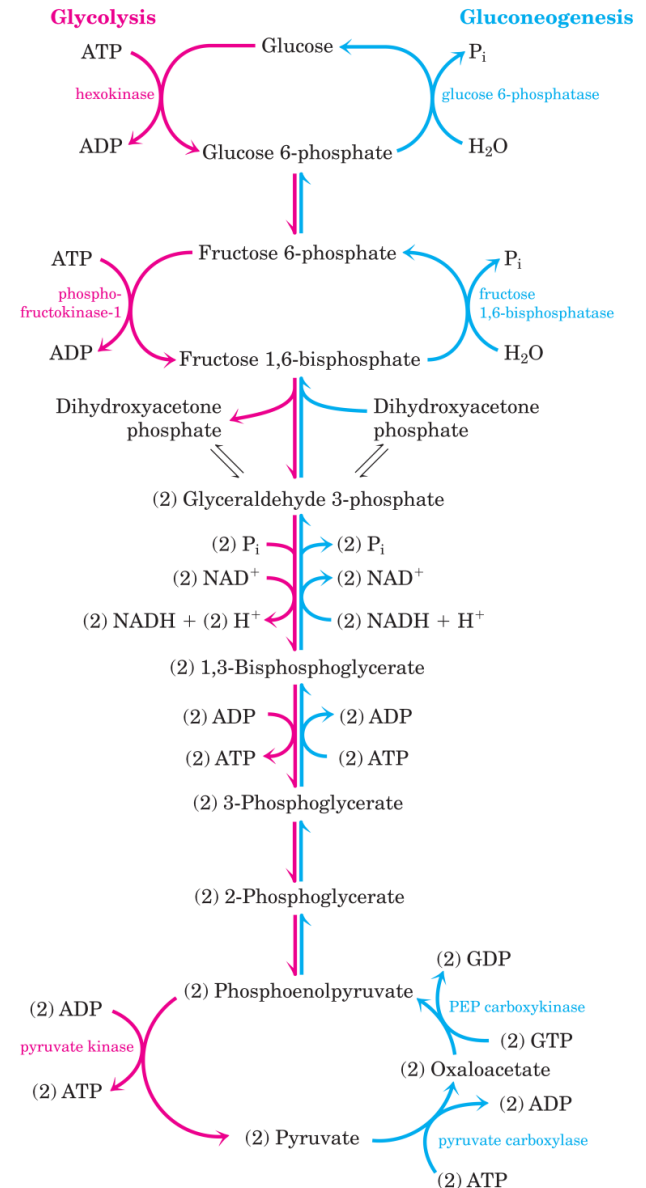
Butanol



Acetona

Gliconeogênese

- ❖ Nova formação de Açúcar
- ❖ Queda nos níveis de Glicose
- ❖ Queda nos níveis de carboidrato de reserva
- ❖ 2 Piruvato => Glicose

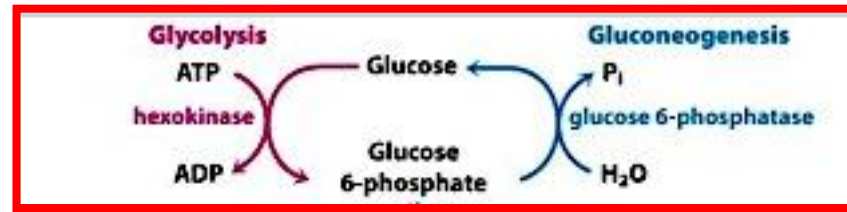


Regulação da Glicólise/Gliconeogênese

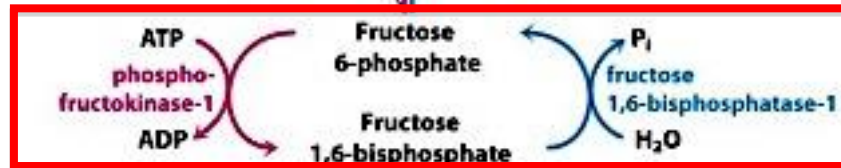
Glicólise



Gliconeogênese



❖ 7 reações reversíveis com a Glicólise



Processos Irreversíveis!



(2) Glyceraldehyde 3-phosphate

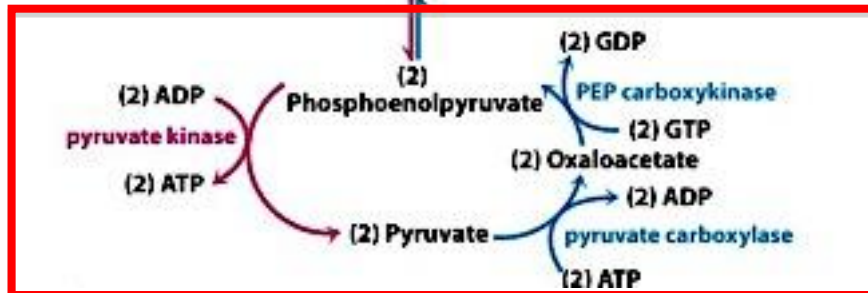


(2) 1,3-Bisphosphoglycerate



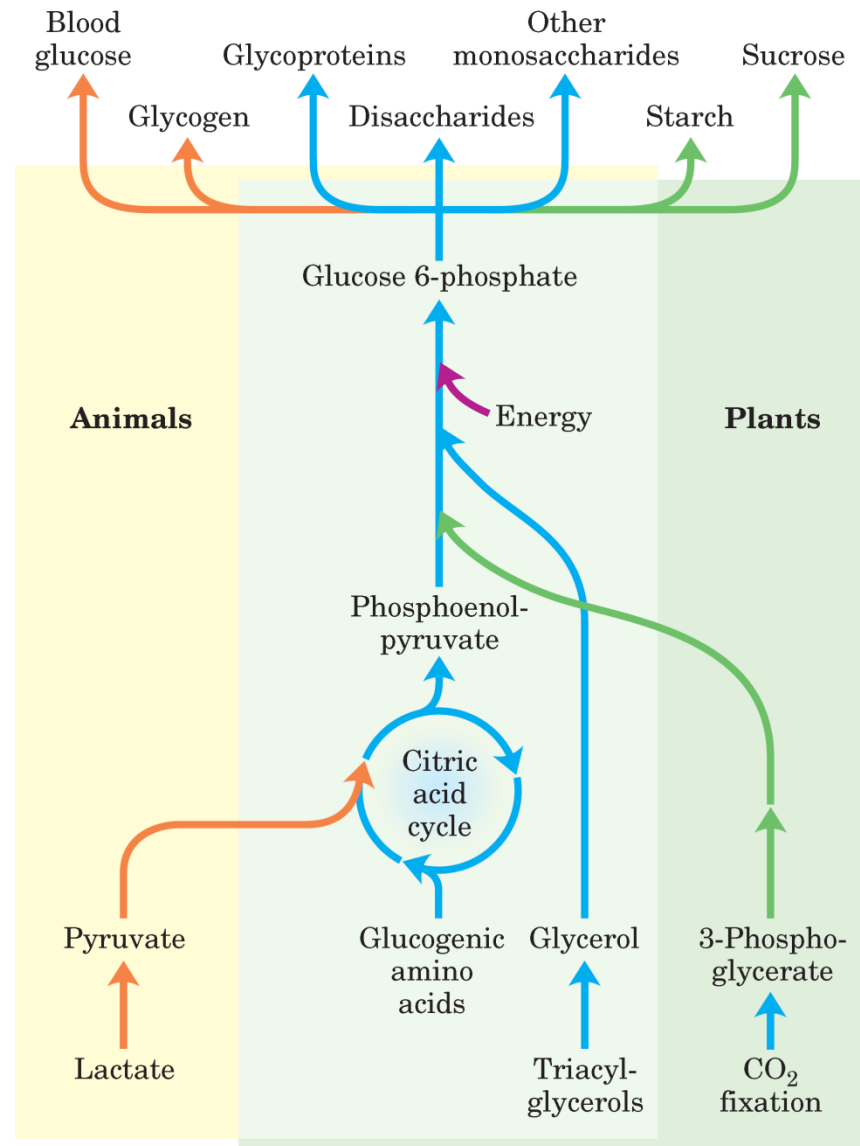
(2) 3-Phosphoglycerate

(2) 2-Phosphoglycerate



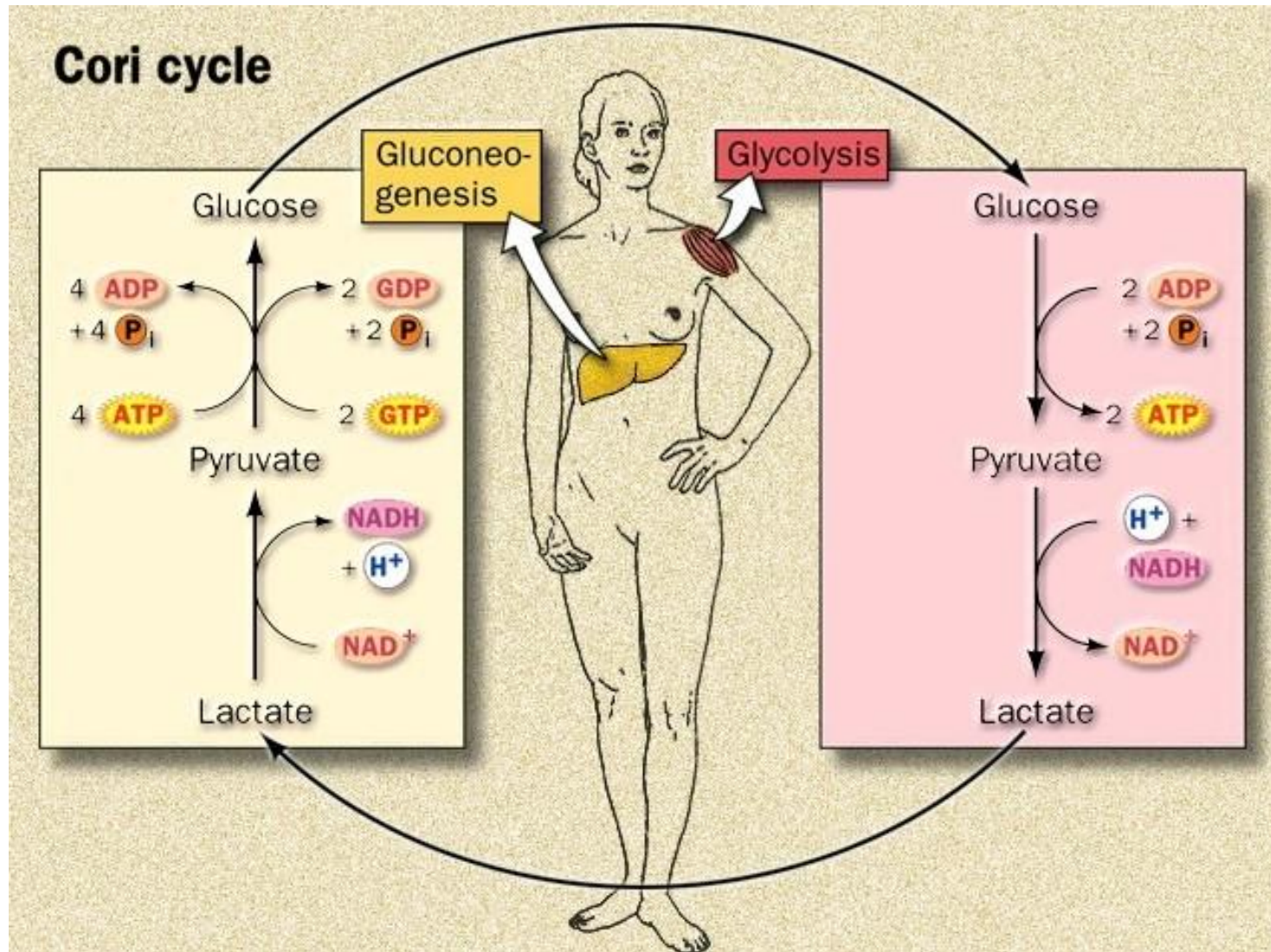
Gliconeogênese

❖ Processo Ubíquo



Gliconeogênese

❖ Exemplos no Metabolismo



Regulação Glicólise / Gliconeogênese

❖ Regulação nas reações irreversíveis

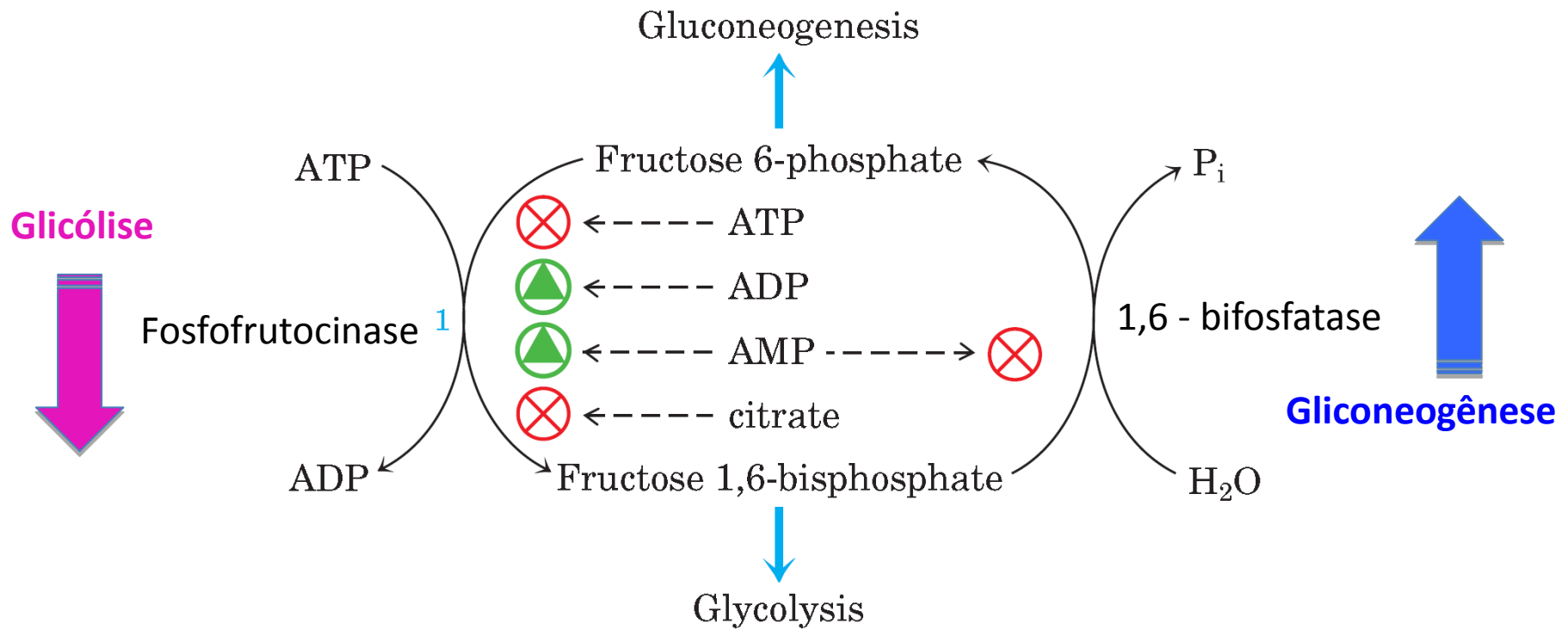
Exemplo : Segunda reação da Glicólise



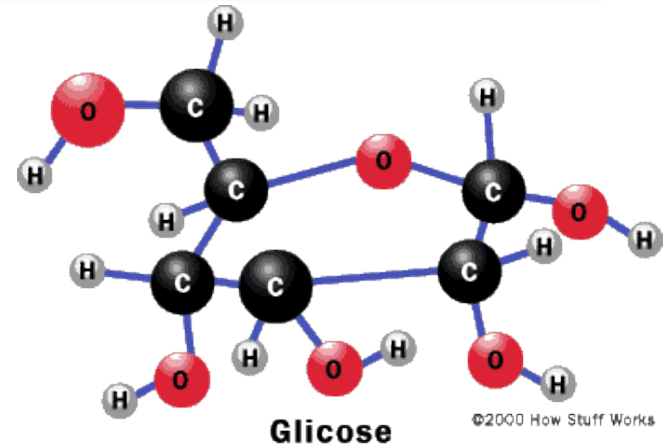
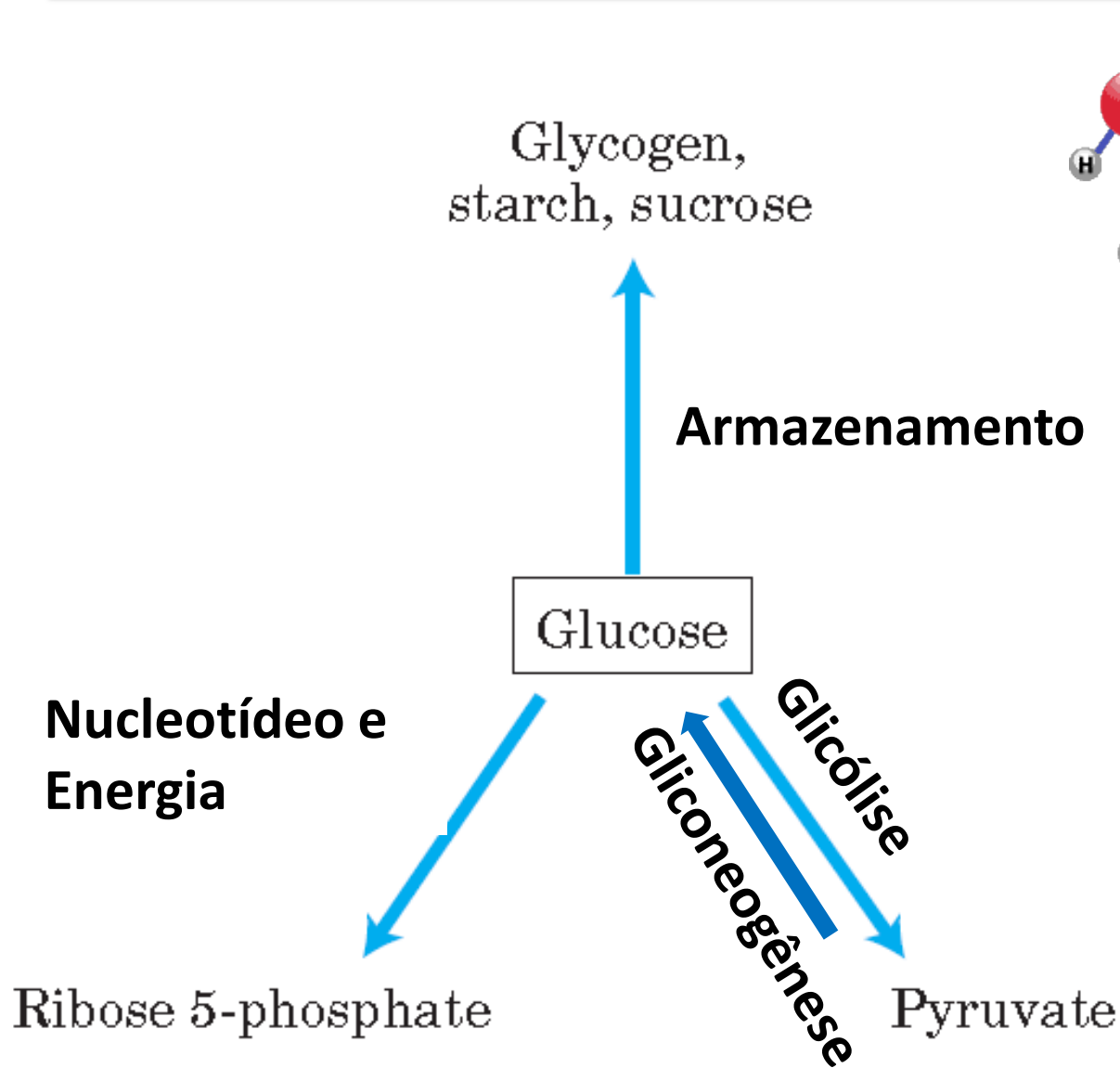
Induz



Reprime



Principais Vias de Utilização da Glicose



Via das pentoses fosfato

- ❖ Via alternativa a Glicólise
- ❖ Produto Principal: Açúcares de 5 Carbono e NADPH

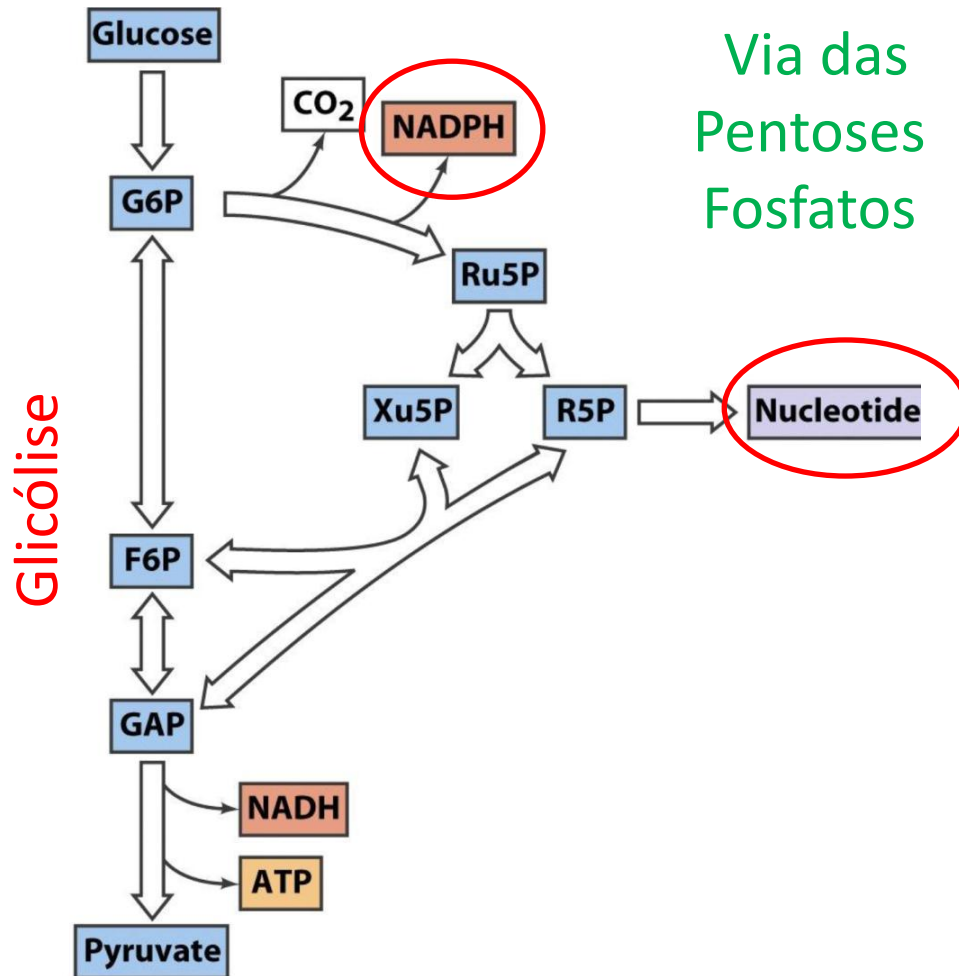
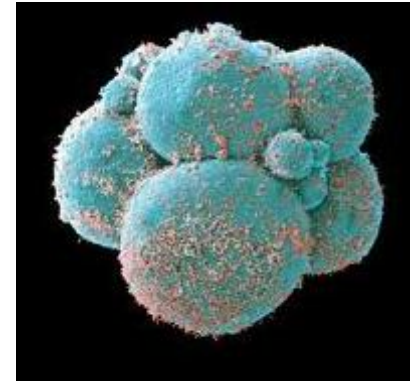
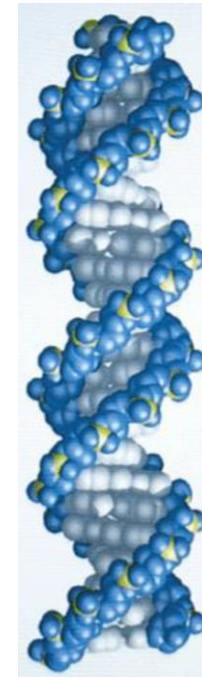
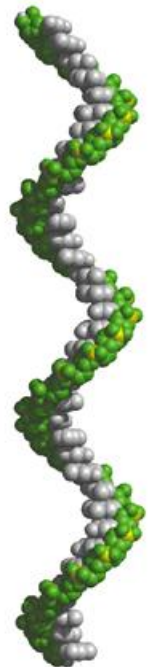


Figure 14-35 Fundamentals of Biochemistry, 2/e



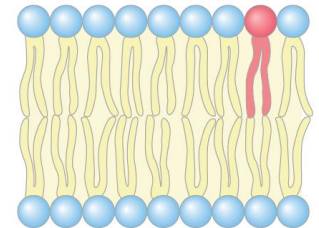
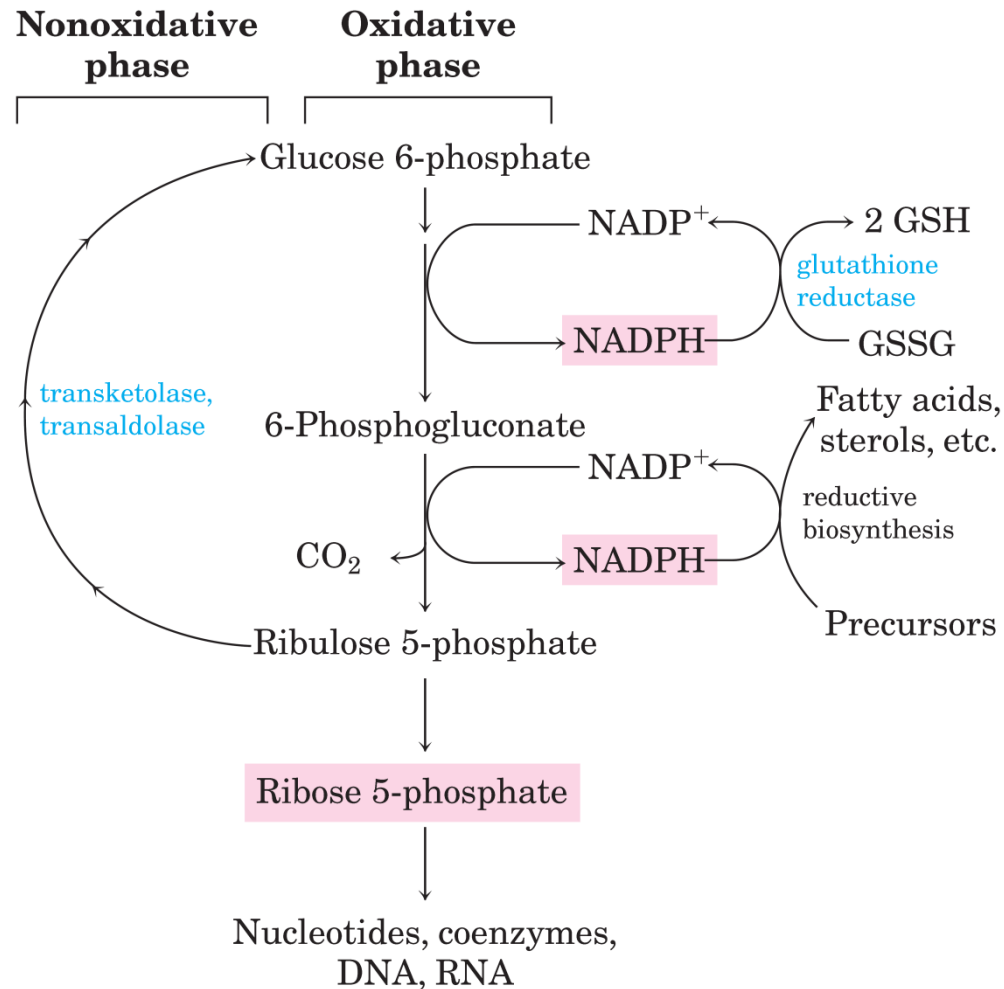
DNA



RNA

Via das pentoses fosfato

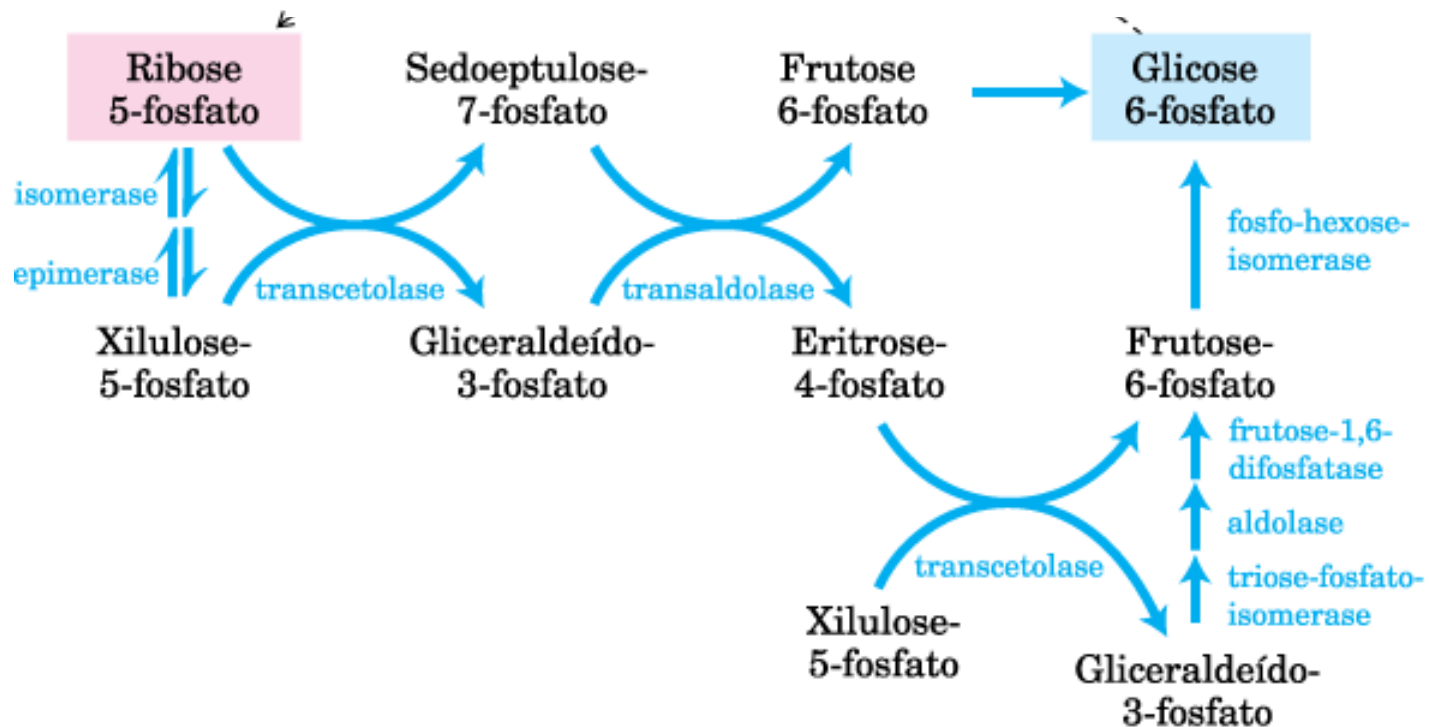
- ❖ **Fase Oxidativa:** Glicose 6 fosfato $\longrightarrow$ Ribose 5 fosfato
- ❖ **Produto principal:** Pentoses fosfato e NADPH



Via das pentoses fosfato

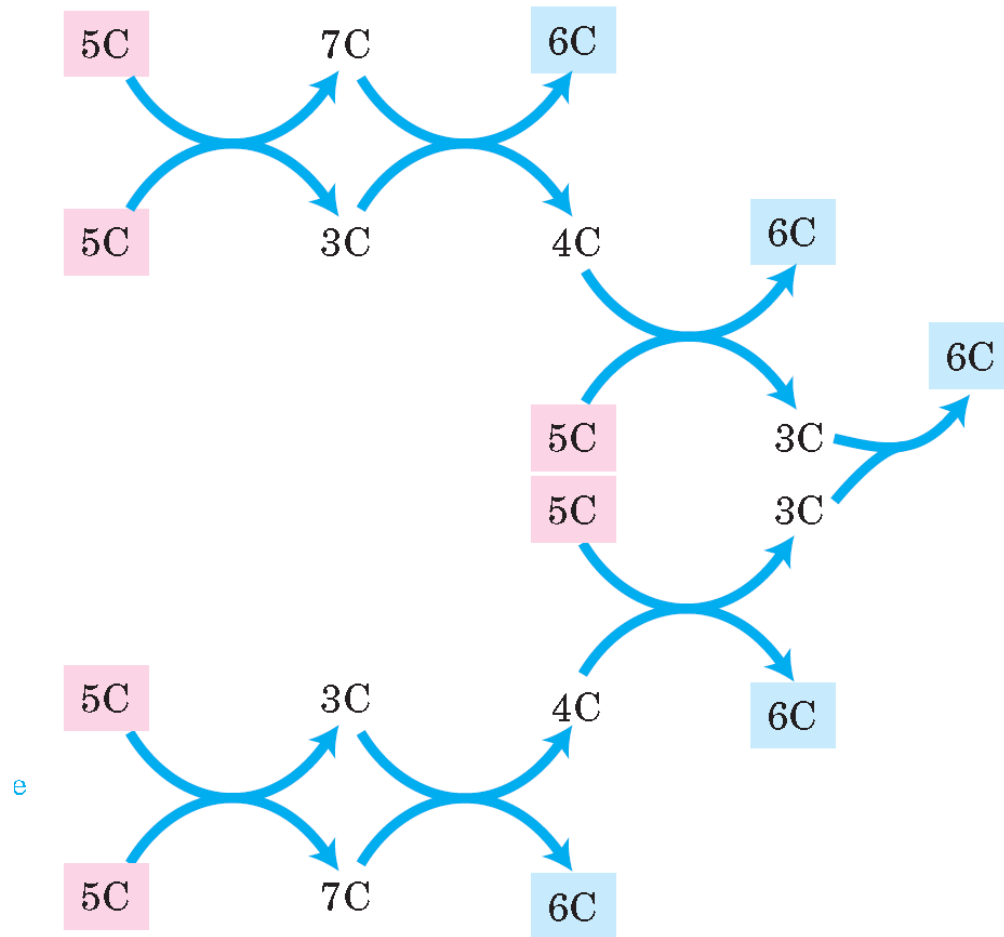
❖ Fase Não Oxidativa

- ❖ Várias reações envolvem a transferência de três e dois carbonos
- ❖ Converte Pentose fosfato a Hexose fosfato. Reciclagem da Glicose 6P!



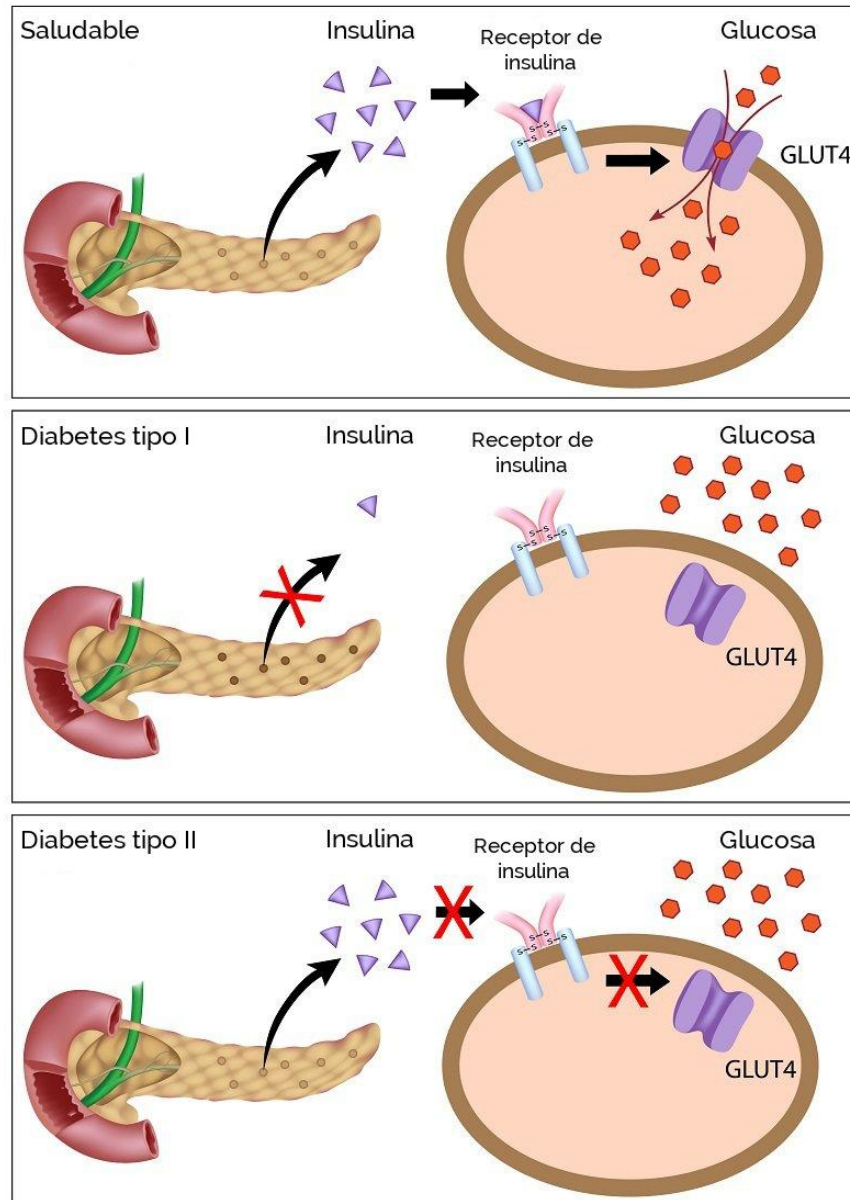
Via das pentoses fosfato

❖ Fase Não Oxidativa



(b)

Diabetes e o Metabolismo de Carboidratos



❖ Privação de Glicose dentro da célula

