

A detailed, multi-colored circuit board layout, likely a printed circuit board (PCB) design. The board is populated with numerous components, including integrated circuits, resistors, and capacitors, connected by a dense network of traces. The layout is organized into several distinct functional blocks, with a central area featuring a large, circular component. The overall appearance is that of a highly complex and intricate electronic design.

# Introdução ao Metabolismo

# Termodinâmica

Estudo das formas de energia que afetam a matéria

Sistemas (moléculas + solutos) X ambiente (sistema - universo)

Possibilita prever se processos bioquímicos são possíveis

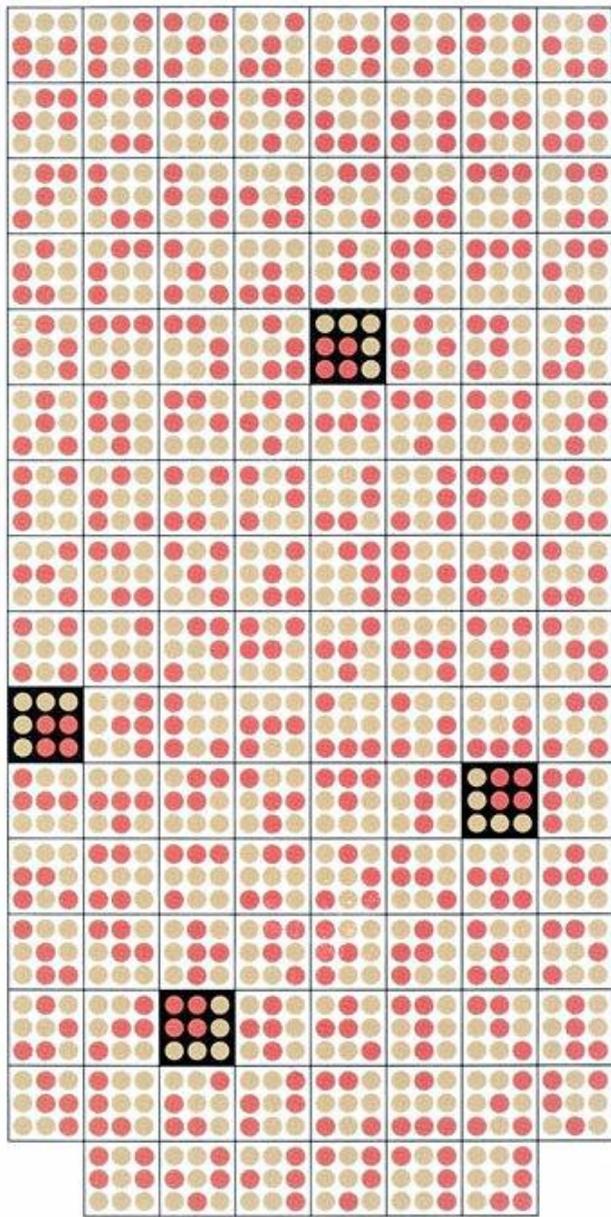
Aplicações: conformação de proteínas  
arranjos supra-moleculares  
organização de vias metabólicas  
transporte de íons e nutrientes  
trabalho mecânico

# 1ª Lei: Conservação de Energia

- A energia do universo se mantém constante
- Entalpia (H): Energia química de um sistema
- Em transformações químicas:  $H_{\text{depois}} - H_{\text{antes}} = \Delta H$
- Em sistemas biológicos,  
 $\Delta H$  = variação de calor: Exotérmicos:  $\Delta H$  negativo  
Endotérmicos:  $\Delta H$  positivo
- $\Delta H$  não depende do mecanismo de reação
- $\Delta H$  não define espontaneidade

# **2ª Lei: Tendência à Desordem**

- A conversão de ordem em desordem é espontânea.
- “Organização”: fração pequena de possíveis configurações.



# 2ª Lei: Tendência à Desordem

- A conversão de ordem em desordem é espontânea.
- “Organização”: fração pequena de possíveis configurações.
- Entropia =  $S$
- Em um sistema fechado, se  $\Delta H \leq 0$  e  $\Delta S$  positivo, o processo é espontâneo.  $\Delta S$  não prevê espontaneidade.
- No universo, como a energia é constante, processos espontâneos aumentam a entropia.  $\Delta S_{\text{universo}} > 0$

# Energia Livre (G)

$$\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} + \Delta S_{\text{vizinhança}}$$

$$\Delta S_{\text{vizinhança}} = -\Delta H_{\text{sistema}}/T$$

substituindo:  $\Delta S_{\text{universo}} = \Delta S_{\text{sistema}} - \Delta H_{\text{sistema}}/T$

multiplicado por  $-T$ :  $-T\Delta S_{\text{universo}} = \Delta H_{\text{sistema}} - T\Delta S_{\text{sistema}}$

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

# Energia Livre (G)

$\Delta G < 0$ , processo **exergônico**, espontâneo

$\Delta G > 0$ , processo **endergônico**

$\Delta G = 0$ , processo em equilíbrio

$\Delta G$  não indica velocidade ou mecanismo de reação

$\Delta G$  de reações acopladas podem ser somados

$$\underline{\Delta G = \Delta H - T\Delta S}$$



$\Delta H < 0$  e  $\Delta S > 0$ , processo sempre espontâneo

$\Delta H > 0$  e  $\Delta S < 0$ , processo não espontâneo

$\Delta H < 0$  e  $\Delta S < 0$ , espontâneo a  $T < \Delta H/\Delta S$

$\Delta H > 0$  e  $\Delta S > 0$ , espontâneo a  $T > \Delta H/\Delta S$

# Termodinâmica

1ª Lei: As energias se conservam

2ª Lei: A desorganização é favorável

Varição de entalpia

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

Varição de energia livre

Varição de entropia

The diagram shows the equation  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$  with three terms highlighted in different colors:  $\Delta G$  is blue,  $\Delta H$  is red, and  $T\Delta S$  is green. A red arrow points from  $\Delta H$  to the text 'Varição de entalpia' above it. A blue arrow points from  $\Delta G$  to the text 'Varição de energia livre' below it. A green arrow points from  $T\Delta S$  to the text 'Varição de entropia' below it.

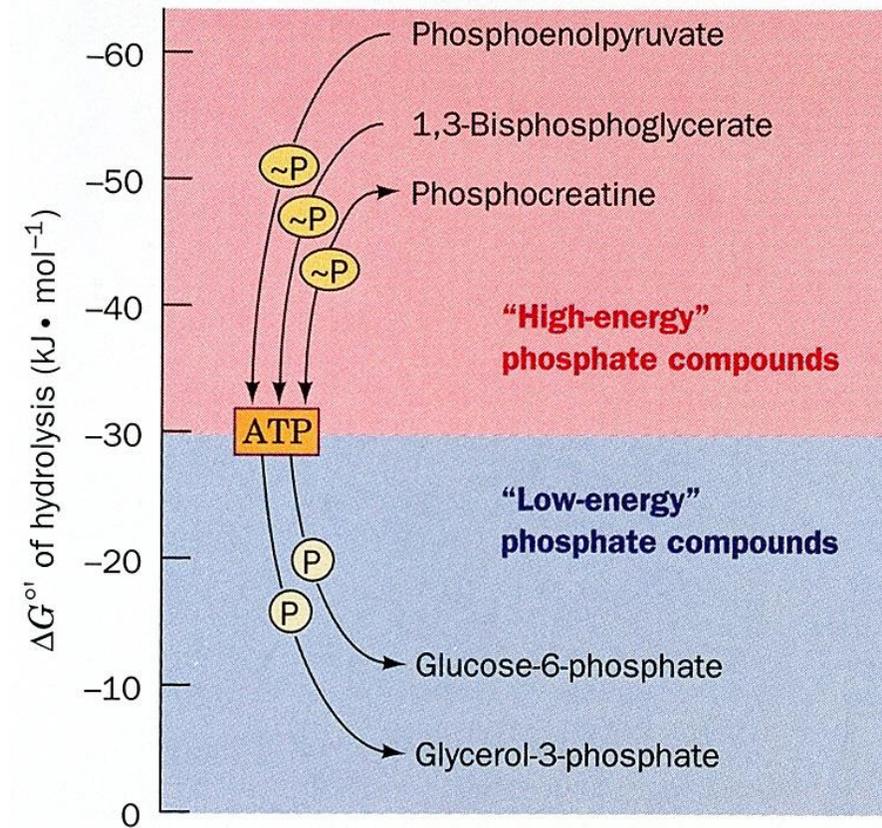
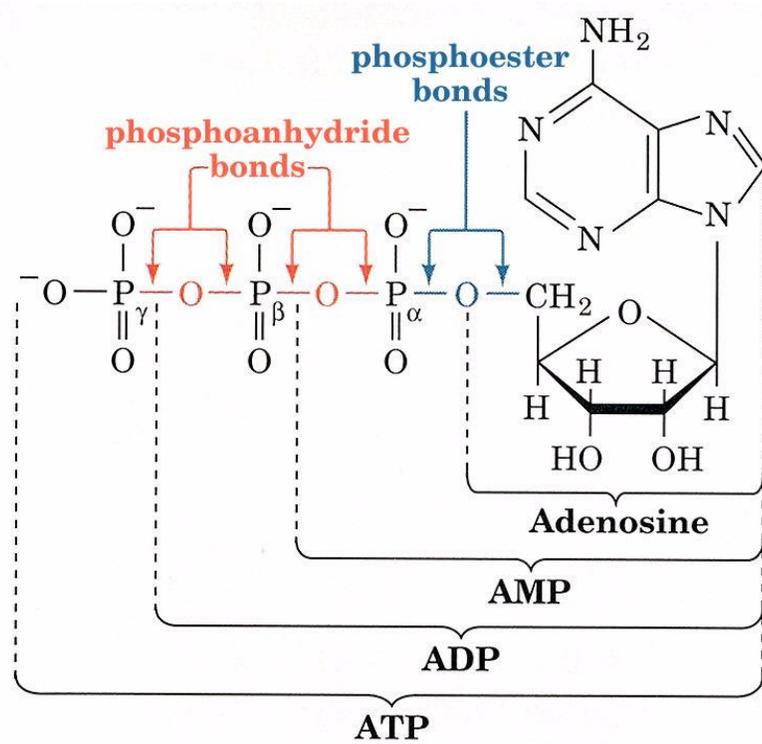
Erwin Schrödinger (1992, p. 47) poetically defined its importance:

‘What then is that precious something contained in our food which keeps us from death? That is easily answered. Every process, event, happening – call it what you will; in a word, everything that is going on in Nature means an increase of the entropy of the part of the world where it is going on. Thus a living organism continually increases its entropy – or, as you may say, produces positive entropy – and thus tends to approach the dangerous state of maximum entropy, which is of death. It can only keep aloof from it, i.e. alive, by continually drawing from its environment negative entropy – which is something very positive as we shall immediately see. What an organism feeds upon is negative entropy. Or, to put it less paradoxically, the essential thing in metabolism is that the organism succeeds in freeing itself from all the entropy it cannot help producing while alive.’

# Metabolismo

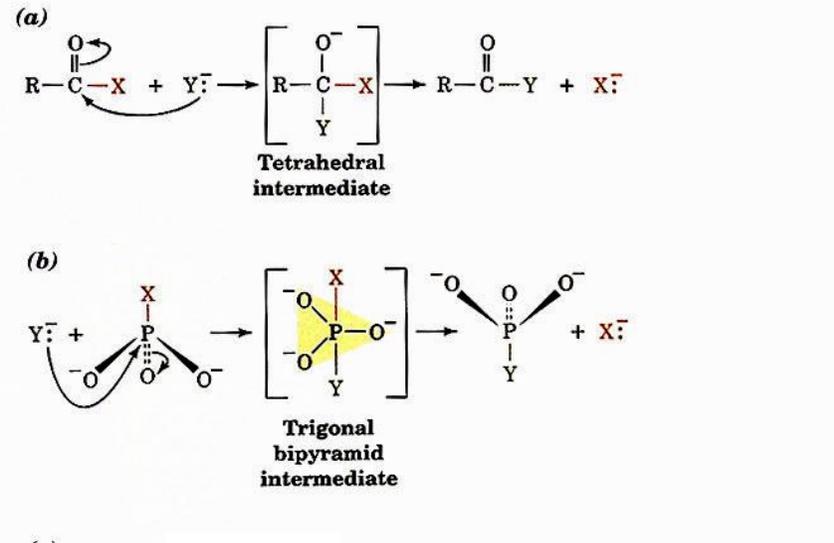
- Seqüência de reações que resultam na formação de produto
- Altamente regulada
- Anabolismo (biossíntese): construção de macromoléculas  
gasto de energia (ATP)
- Catabolismo: degradação de nutrientes e material celular  
geração de energia (ATP)  
reaproveitamento de materiais

# ATP



# Tipos de Reações

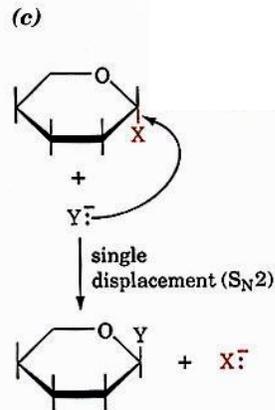
## 1. “Group Transfer”: transferência de grupo



grupo acil

grupo fosforil

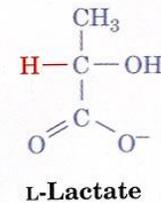
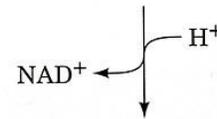
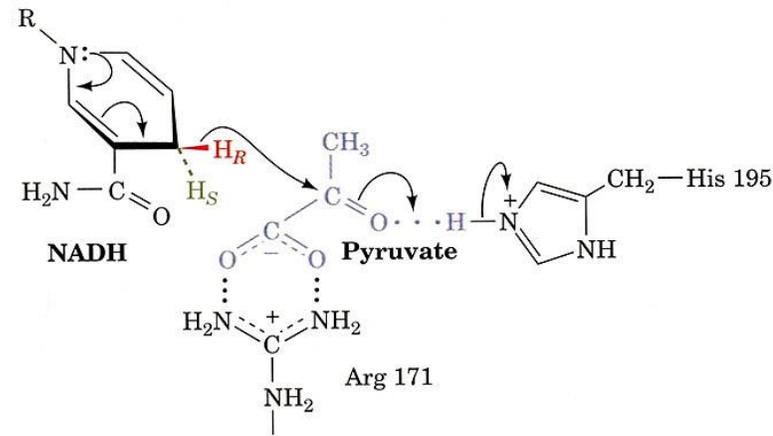
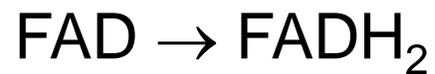
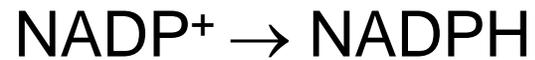
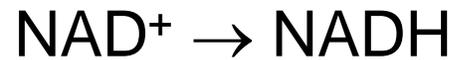
grupo glicosil



# Tipos de Reações

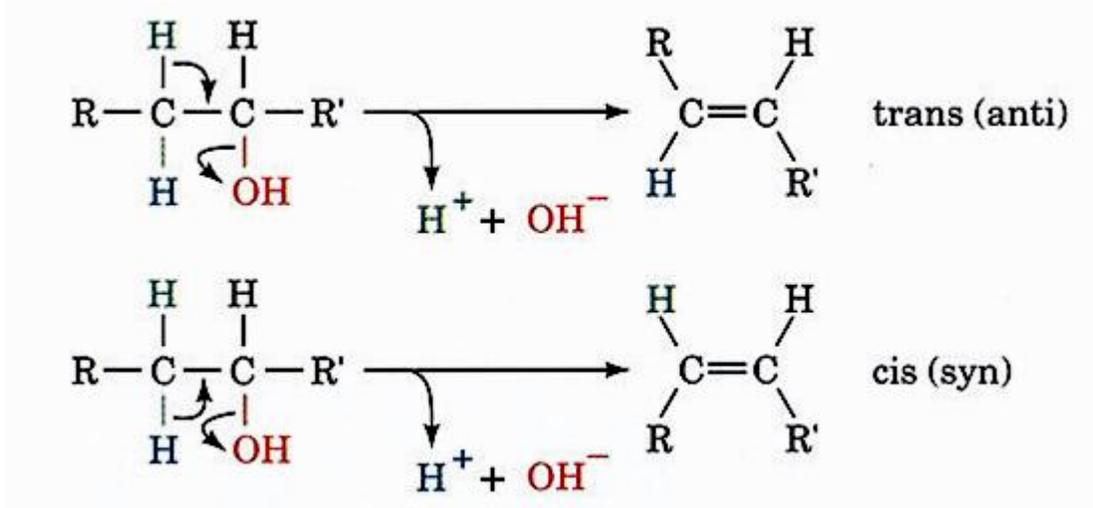
2. Óxido-redução: reações com perda ou ganho de elétrons

Aceptores de elétrons:



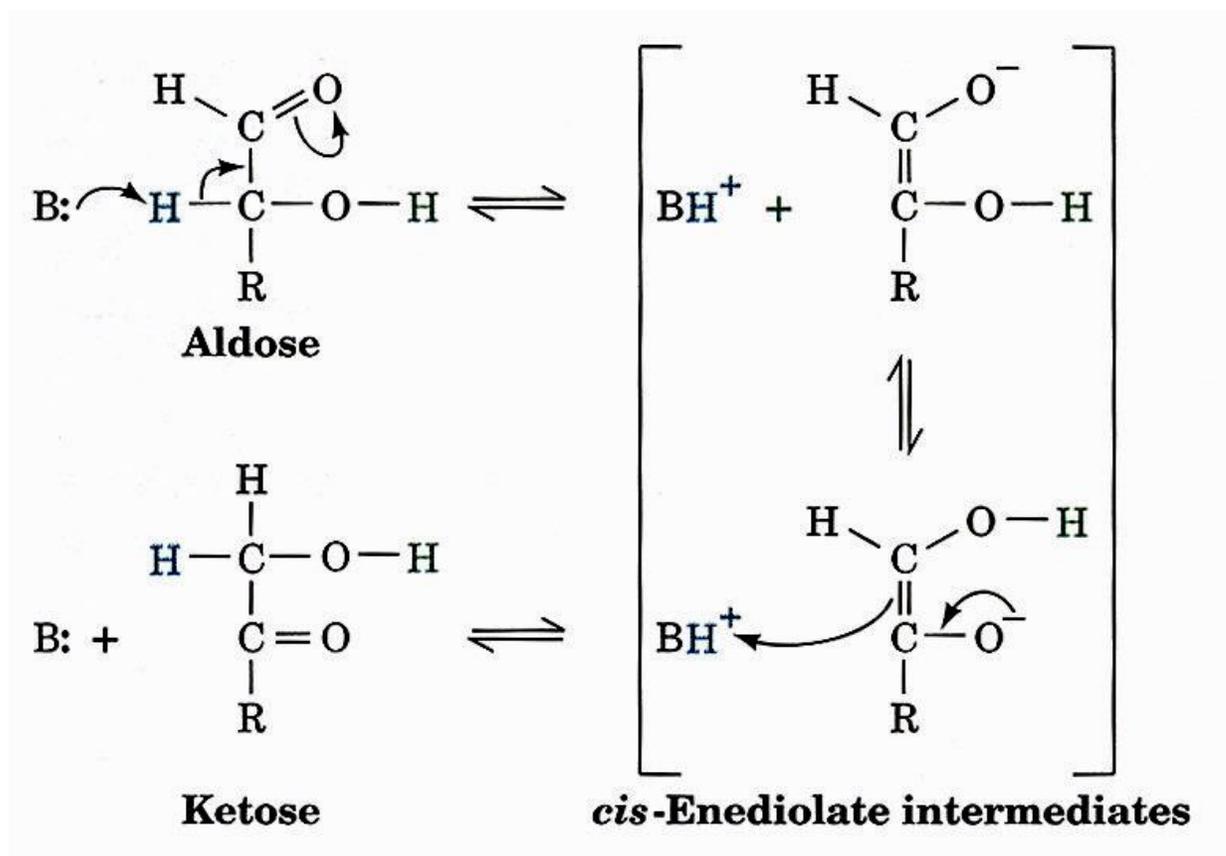
# Tipos de Reações

3. **Eliminação/Adição**: Forma/elimina C=C, elimina/adiciona H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, ROH ou RNH<sub>2</sub>



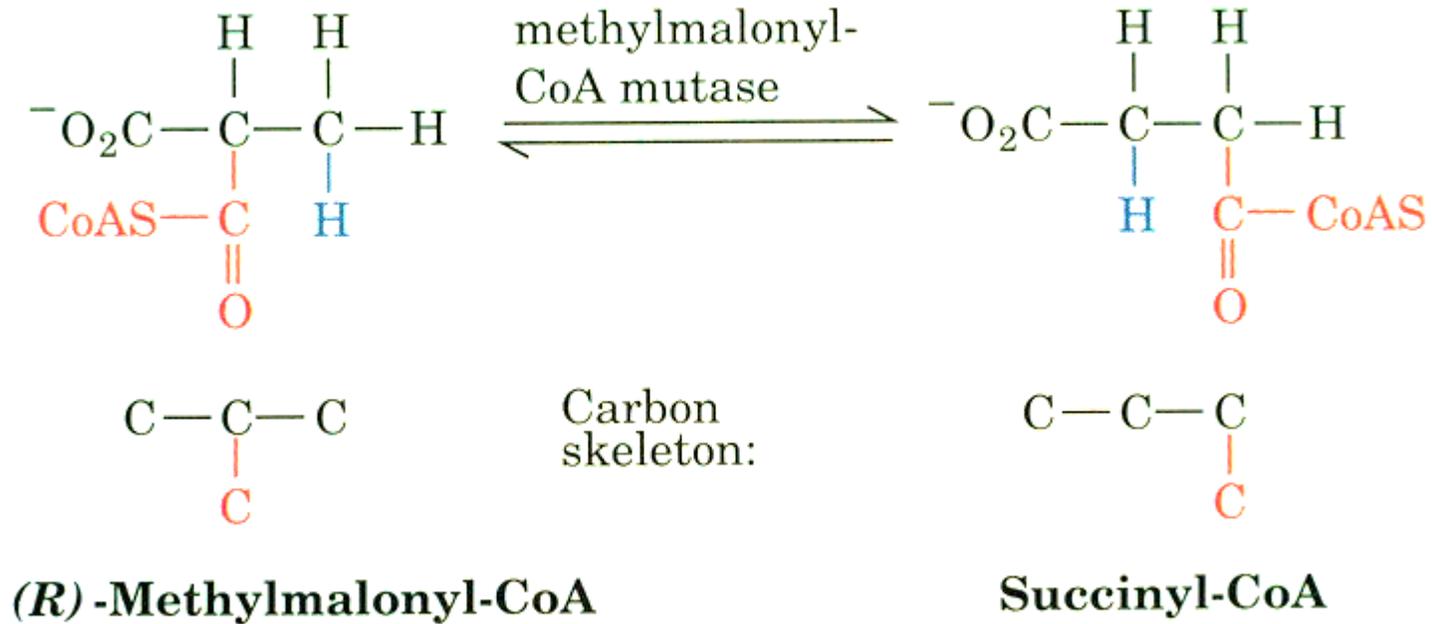
# Tipos de Reações

4. **Isomerização:** Muda a posição de um H e uma dupla ligação.



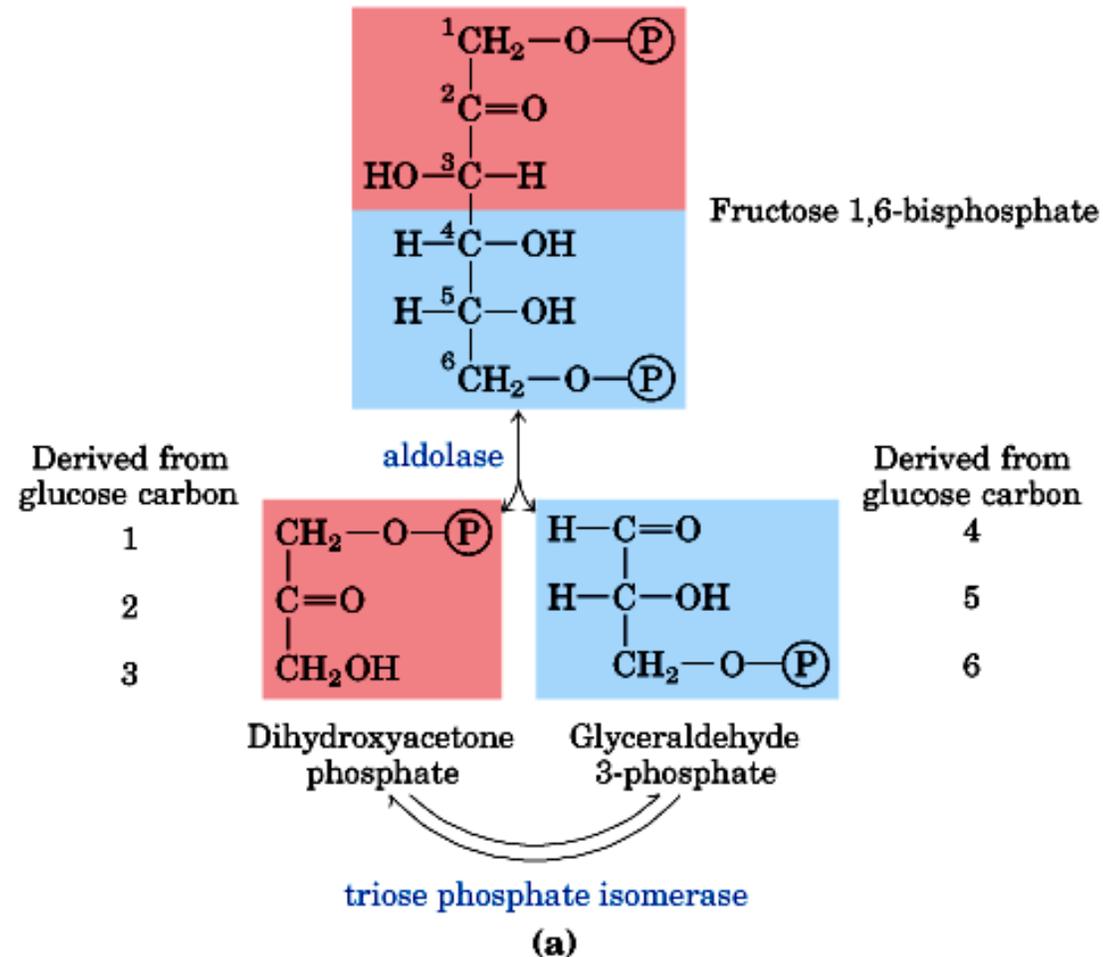
# Tipos de Reações

5. **Rearranjo**: Quebram e re-colocam ligações C-C



# Tipos de Reações

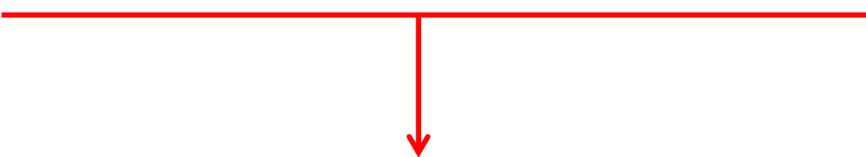
## 6. Quebra C-C / Condensação: Quebra / cria ligações C-C





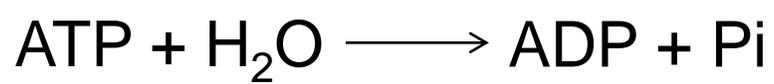
## Você deve ser capaz de:

- Ler e entender mapas metabólicos
- Entender as transformações químicas e energéticas envolvidas
- Visualizar a ligação entre vias metabólicas
- Entender como estratégias gerais se aplicam a vias específicas
- Compreender como a atividade das vias é controlada

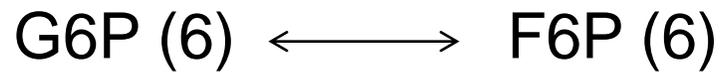


Regulação do metabolismo

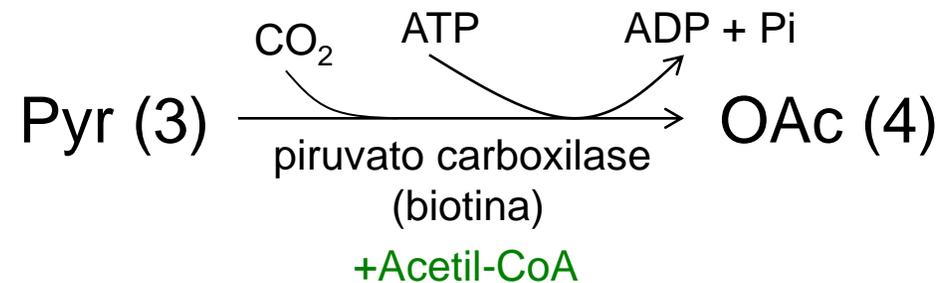
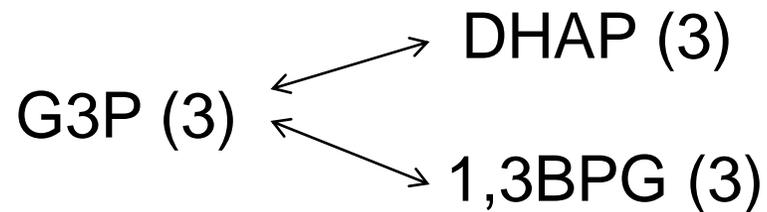
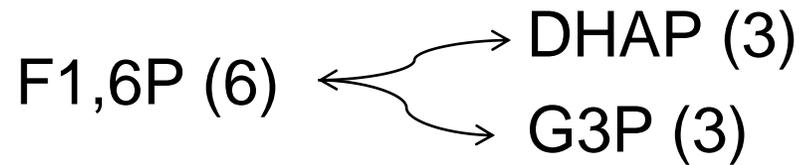
# Mapas Metabólicos



—————> (síntese)



-----> (degradação)

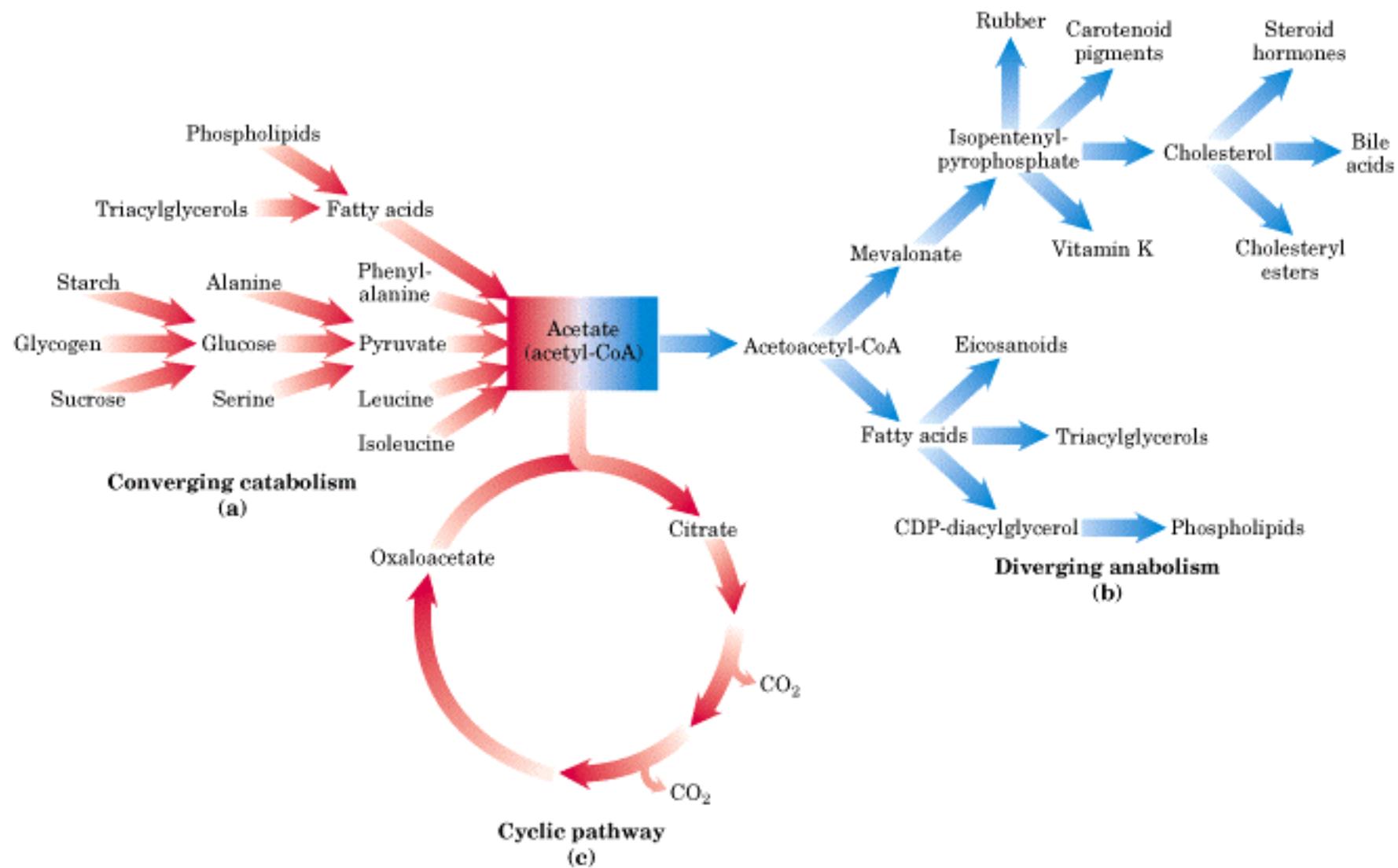


# Estratégias Gerais do Metabolismo

## Convergência para (e divergência de) poucos metabólitos

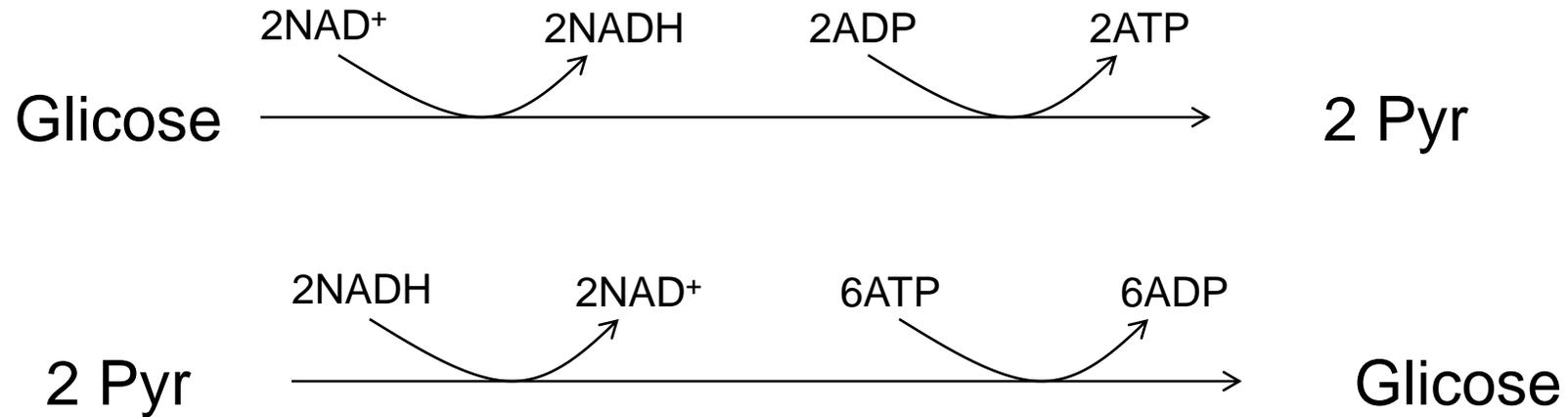
- Fontes de energia: ATP, GTP
- Redutores: NADH, NADPH, FADH<sub>2</sub>
- Fontes de C, N: Acetil CoA, Glutamato

Vantagens: Simplificação de processos anabólicos  
Maior velocidade evolutiva



# Estratégias Gerais do Metabolismo

## Vias metabólicas irreversíveis



Vantagens: Permite passos altamente exergônicos  
Direcionamento  
Controle independente de degradação e síntese

# Estratégias Gerais do Metabolismo

Primeiro passo = “compromisso” (exergônico e regulado)



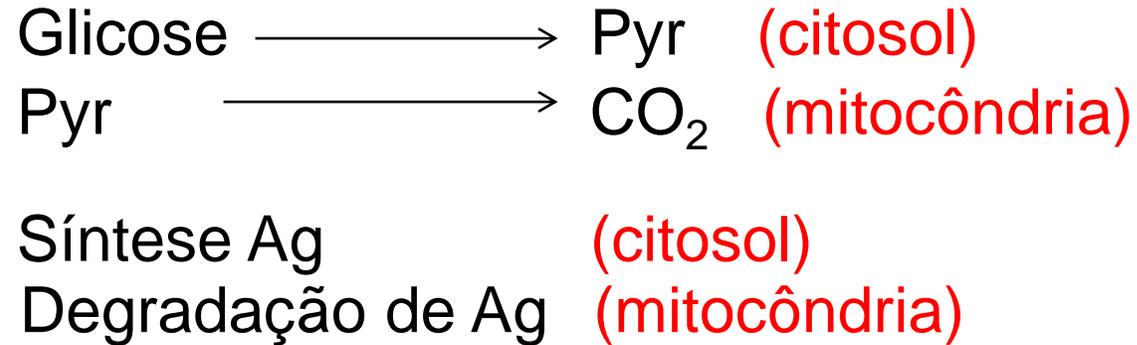
Vantagens: Direcionamento

Controle de uma enzima determina via prioritária

Evita acúmulo de intermediários

# Estratégias Gerais do Metabolismo

## Compartimentalização



Vantagens: Controle de intermediários por transporte  
Separação de síntese/degradação  
Aumento de conc. localizada de intermediários

# Controle do Metabolismo

- Compartimentalização e reações de “compromisso”
- Concentração de substratos, enzimas e produtos
- Afinidade, velocidade máxima enzimática
- Regulação alostérica enzimática - fase do compromisso
  - ATP, ADP, NADH, AcCoA
  - produtos da própria via
- Modificação estrutural de enzimas
  - fosforilação – controle hormonal



1. A diminuição da temperatura aumenta a solubilidade de  $\text{CO}_2$  em refrigerantes. O que isso nos diz sobre as contribuições entálpicas e entrópicas para esse processo?
2. Um organismo vivo é ordenado e contém macromoléculas. Isso viola as leis da termodinâmica?
3. Quais são os principais tipos de reações bioquímicas? Explique as transformações envolvidas.
4. Discuta as estratégias gerais para controle das vias metabólicas.
5. Observando o mapa ao lado, identifique os passos irreversíveis.
6. É possível sintetizar (justifique):
  - a) ácido graxo a partir de glicose?
  - b) proteína a partir de glicose?
  - c) glicose a partir de ácido graxo?
  - d) proteína a partir de ácido graxo?
  - e) glicose a partir de proteína?
  - f) ácido graxo a partir de proteína?

