

# **PRINCIPAIS VIAS DO METABOLISMO PRIMÁRIO**

## **Substâncias precursoras do Metabolismo Secundário**

**METABÓLITOS VEGETAIS: ORIGEM, DIVERSIDADE E APLICAÇÕES**

**Maria Luiza Faria Salatino**

**2016**

**Todos os organismos vivos realizam reações de conversão de substâncias orgânicas para sua manutenção, geração de energia, constituição celular, crescimento, reprodução...**

**Organismos Fototróficos:** obtêm energia da luz solar.  
**Organismos Quimiotróficos:** obtêm energia oxidando compostos do meio.

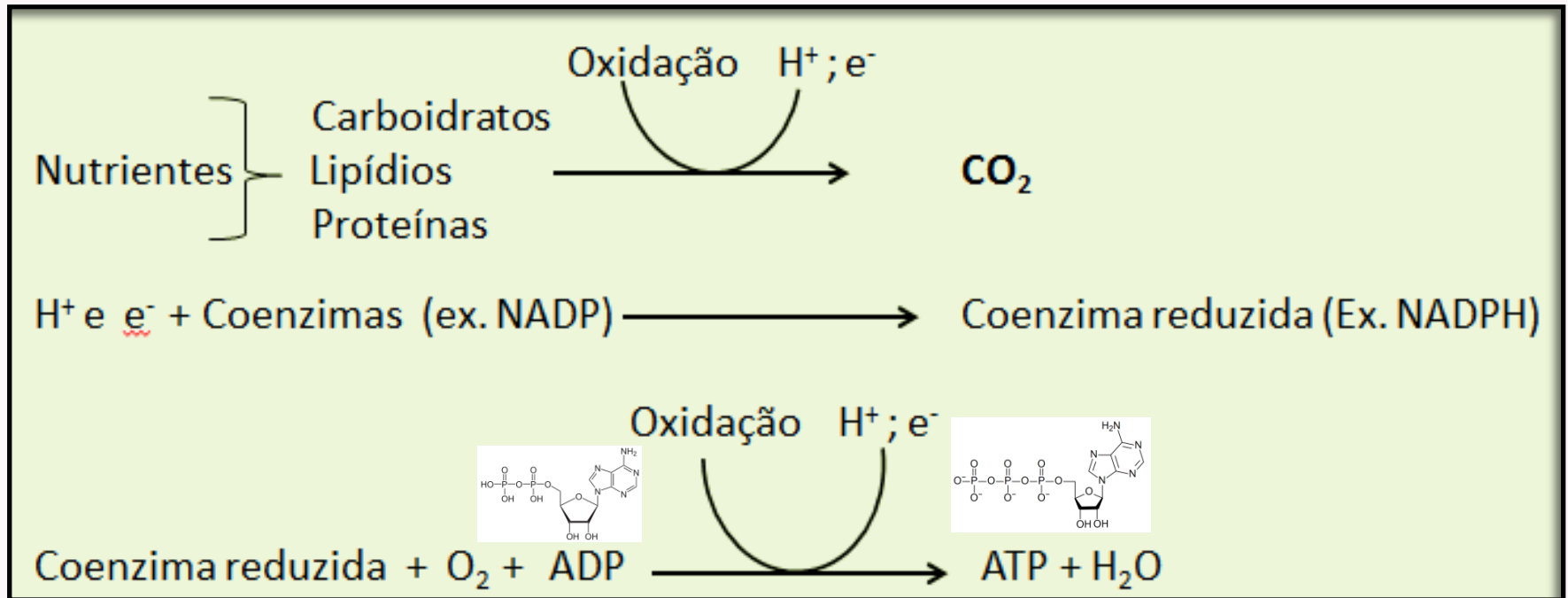
**Quimiolitotróficos**  
**Quimiorganotróficos**

**Algumas bactérias e os vegetais:**  $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 +$  sais minerais.

**Todos os outros organismos vivos:** retiram do meio um conjunto variado de substâncias, cuja composição varia com a espécie.

Precursores de substâncias específicas para cada organismo

# Organismos vivos: necessitam de energia para desempenharem suas funções biológicas



- Coenzima é uma substância orgânica não proteica necessária ao funcionamento de certas enzimas.
- Molécula orgânica que desempenha papel acessório em processos catalisados por enzimas.
- NAD, NADP e FAD são coenzimas comuns.

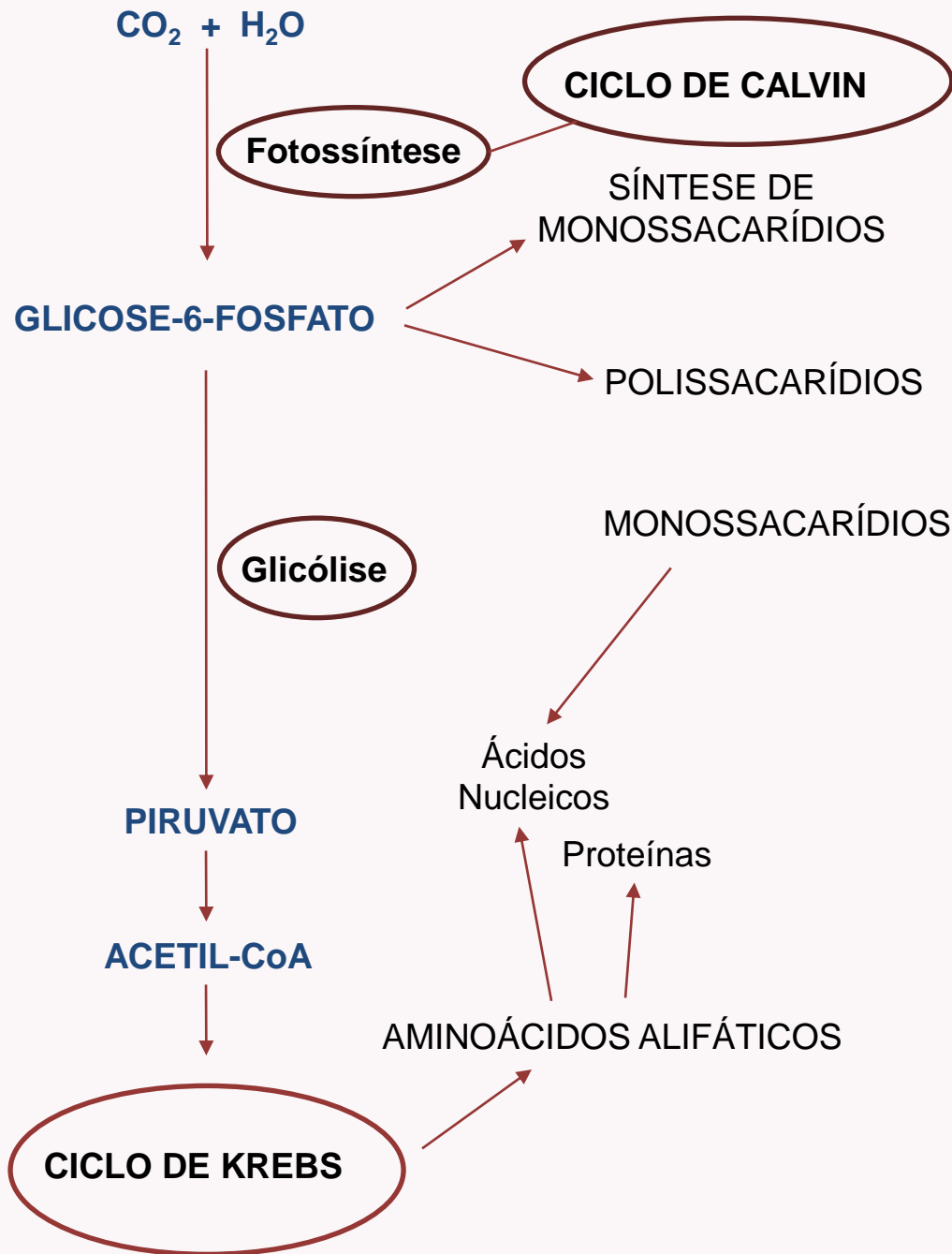
# **METABOLISMO**

(grego “*metabolé*”= “mudança, troca”)

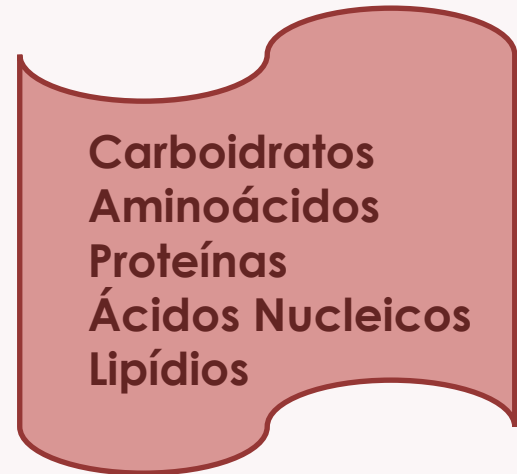
**Todo processo de obtenção, armazenamento e utilização de energia.**

**Conjunto de transformações e reações químicas através das quais se realizam os processos de síntese e degradação (ou decomposição) de substâncias celulares.**

**Embora se tenha uma grande diversidade de organismos, as vias metabólicas para a biossíntese de carboidratos, proteínas, ácidos nucleicos e lipídios parecem ser essencialmente as mesmas em todos os organismos (por exemplo, glicólise, ciclo de Krebs...)**



**Conjunto das transformações bioquímicas essenciais.**

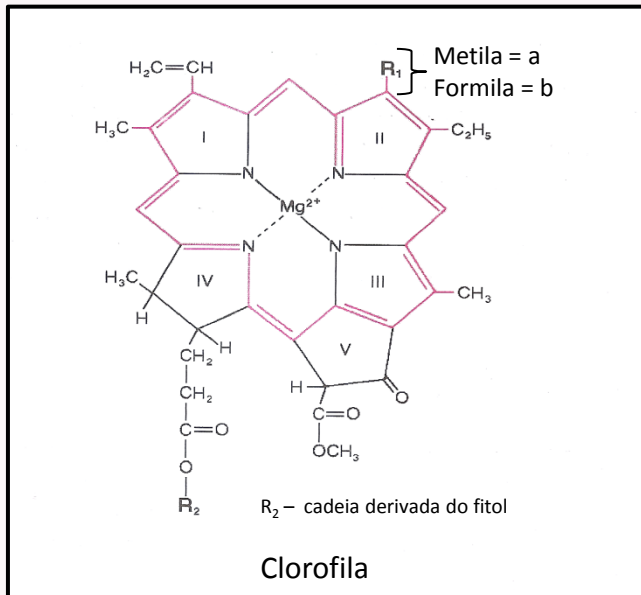


# Fotossíntese

## Ocorre nos cloroplastos

Processo segundo o qual a **energia luminosa** é transformada em **energia química**, sob a forma de ATP, NADPH e carboidratos.

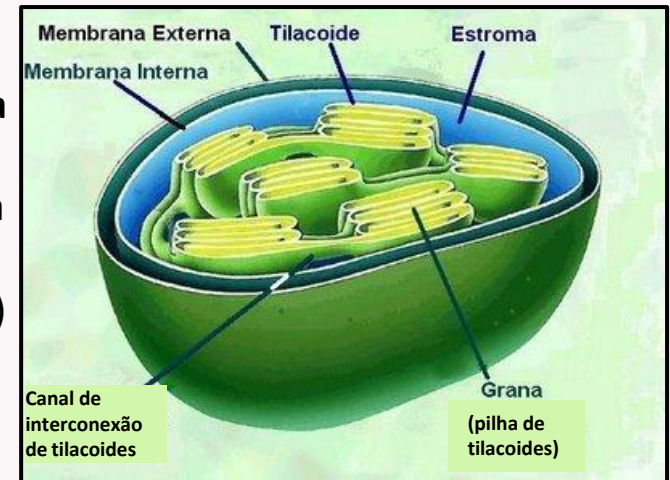
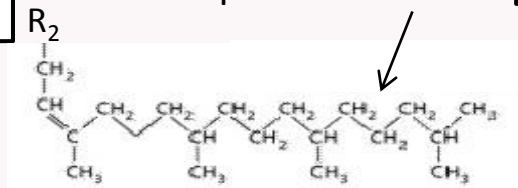
## Equação Geral da Fotossíntese



(Retirado de Marzzoco & Torres, 2007)

### Derivada da protoporfirina

- Os Nitrogênios dos 4 grupos pirrólicos se ligam a um íon Mg<sup>2+</sup>.
- Aparece um novo anel (V) (não pirrólico).
- No anel IV aparece uma cadeia lipofílica = fitol



nutriandbio.blogspot.com

# Fotossíntese

## FASE DEPENDENTE DE LUZ

1. Reações que ocorrem no tilacoide – fotossistemas

clorofilas  
carotenoides  
ficobilinas

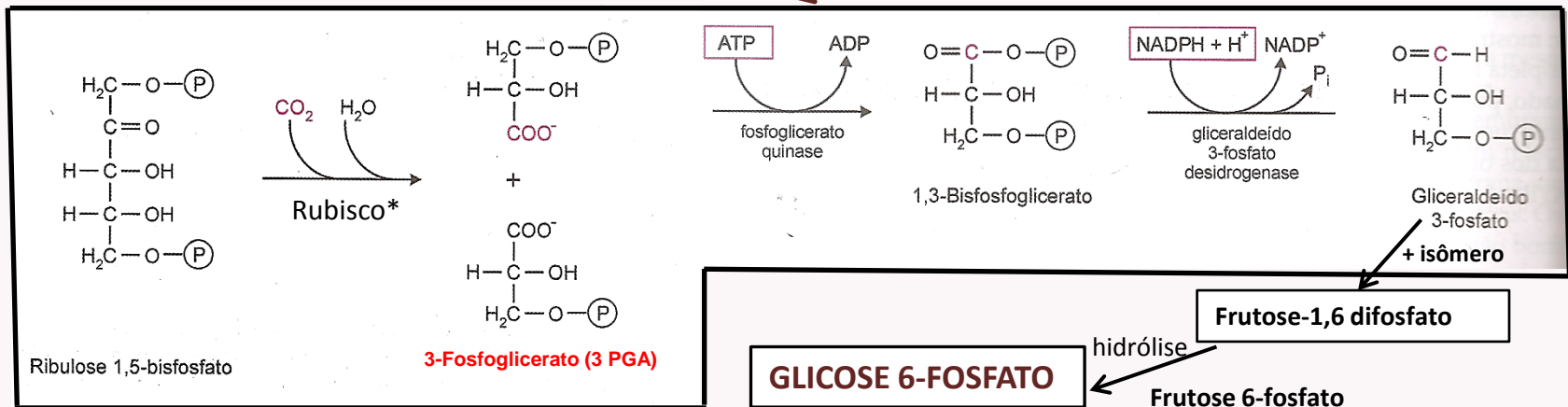
Embebidos  
nas membranas  
dos tilacoides

Pigmentos captam fótons (energia luminosa) e produzem **ATP** e **NADPH**

## FASE INDEPENDENTE DE LUZ

2. Reações que ocorrem no estroma - redução do CO<sub>2</sub>

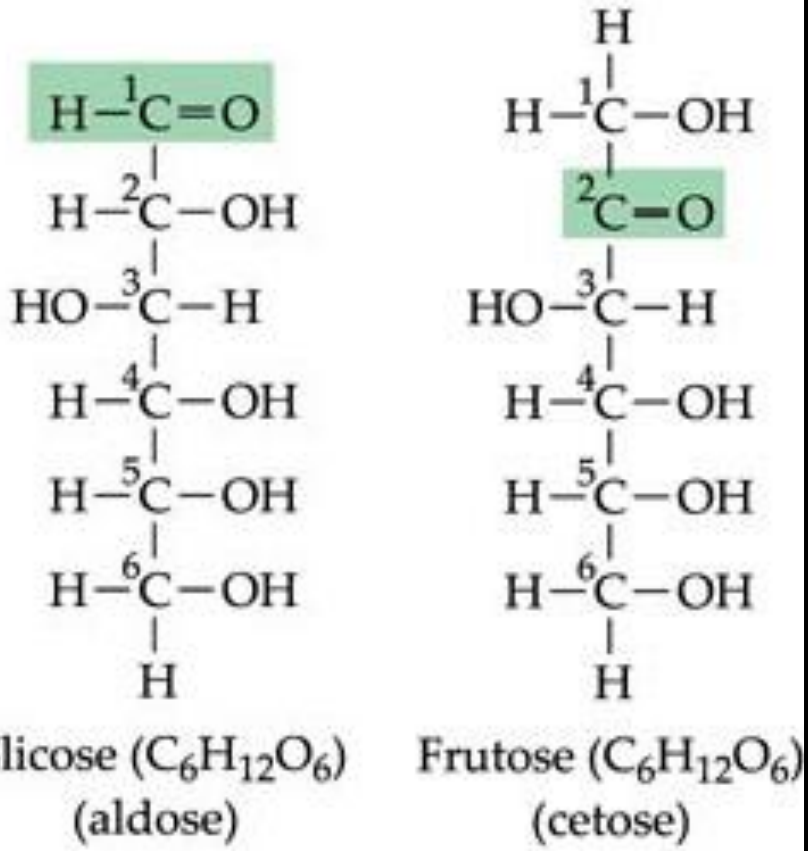
**CICLO DE CALVIN**



\* Ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase

(Retirado de Marzocco & Torres, 2007)

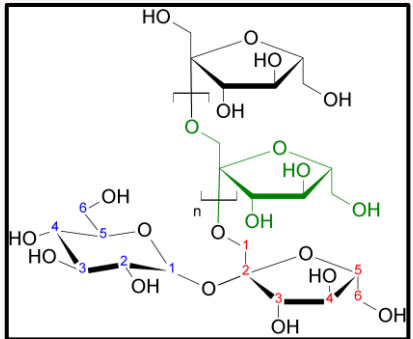




• A MAIOR PARTE DOS POLISSACARÍDIOS SÃO DERIVADOS DE **ALDOSES**. O MAIS ABUNDANTE NA NATUREZA É A **CELULOSE**. EM SEGUIDA VEM O **AMIDO**.

OS POLISSACARÍDIOS DERIVADOS DE **CETOSES** SÃO OS FRUTANOS (EXEMPLO: INULINA)

OS MONOSSACARÍDIOS TÊM DUPLA FUNÇÃO ORGÂNICA: **ÁLCOOL E ALDEÍDO OU CETONA**



**Frutanos**  
Polissacarídios comuns nas Asteráceas

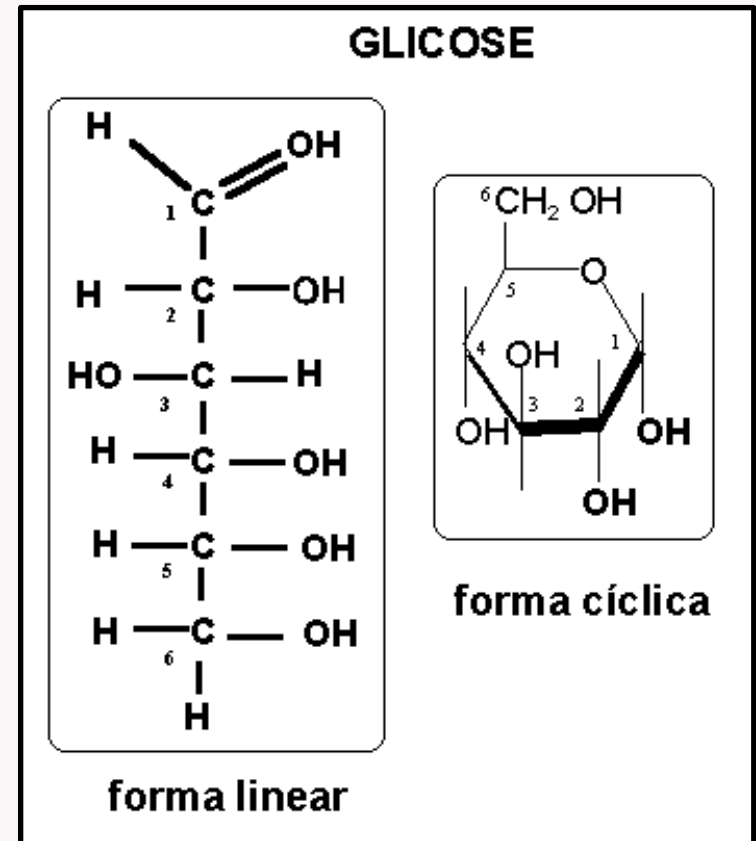
Inulina = frutoligossacarídio

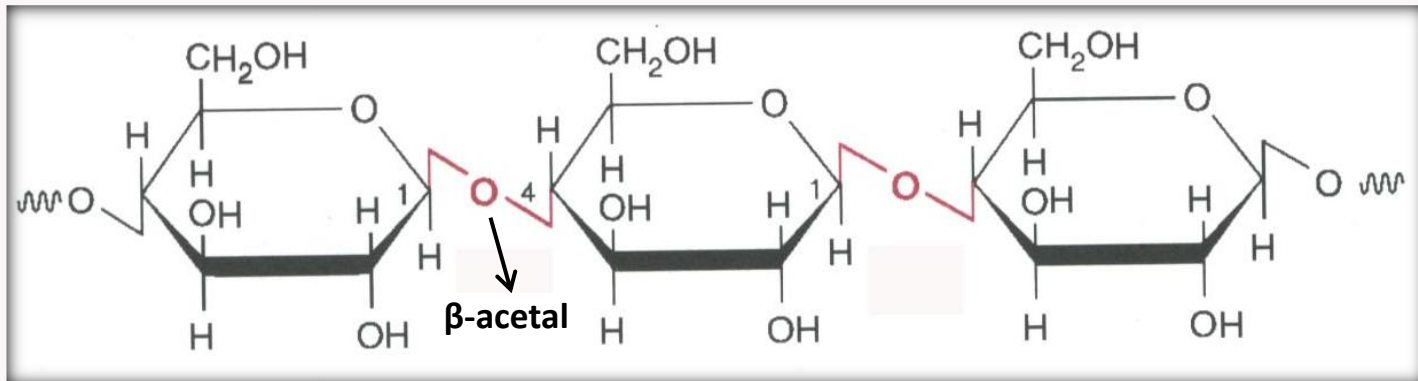


**A ESTRUTURA DOS  
MONOSSACARÍDIOS PODE  
EXISTIR SOB FORMA LINEAR OU  
CÍCLICA.**

**GERALMENTE, OS  
MONOSSACARÍDIOS ESTÃO SOB  
FORMA CÍCLICA.**

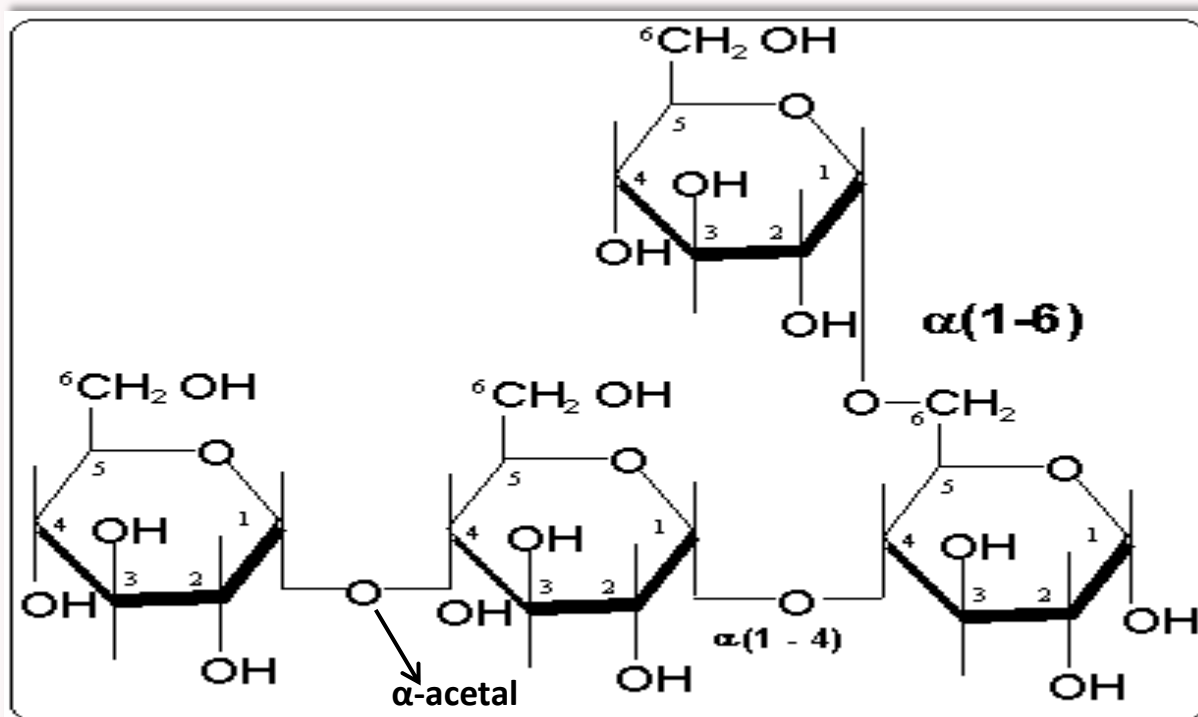
**AO FORMAR POLÍMEROS, OS  
MONOSSACARÍDIOS SEMPRE  
ASSUMEM A FORMA CÍCLICA.**





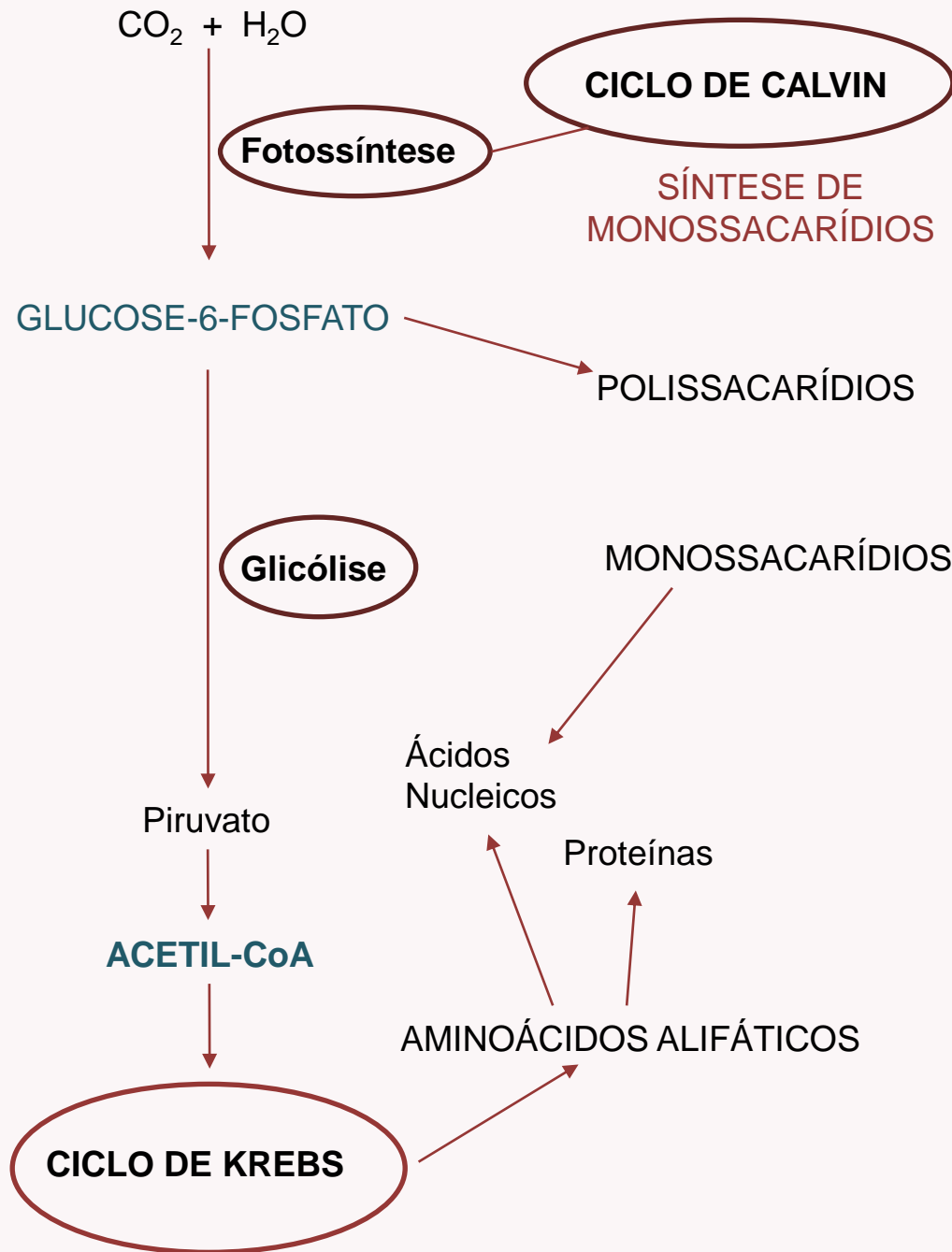
**CELULOSE**

$m = 2.000 - 26.000$



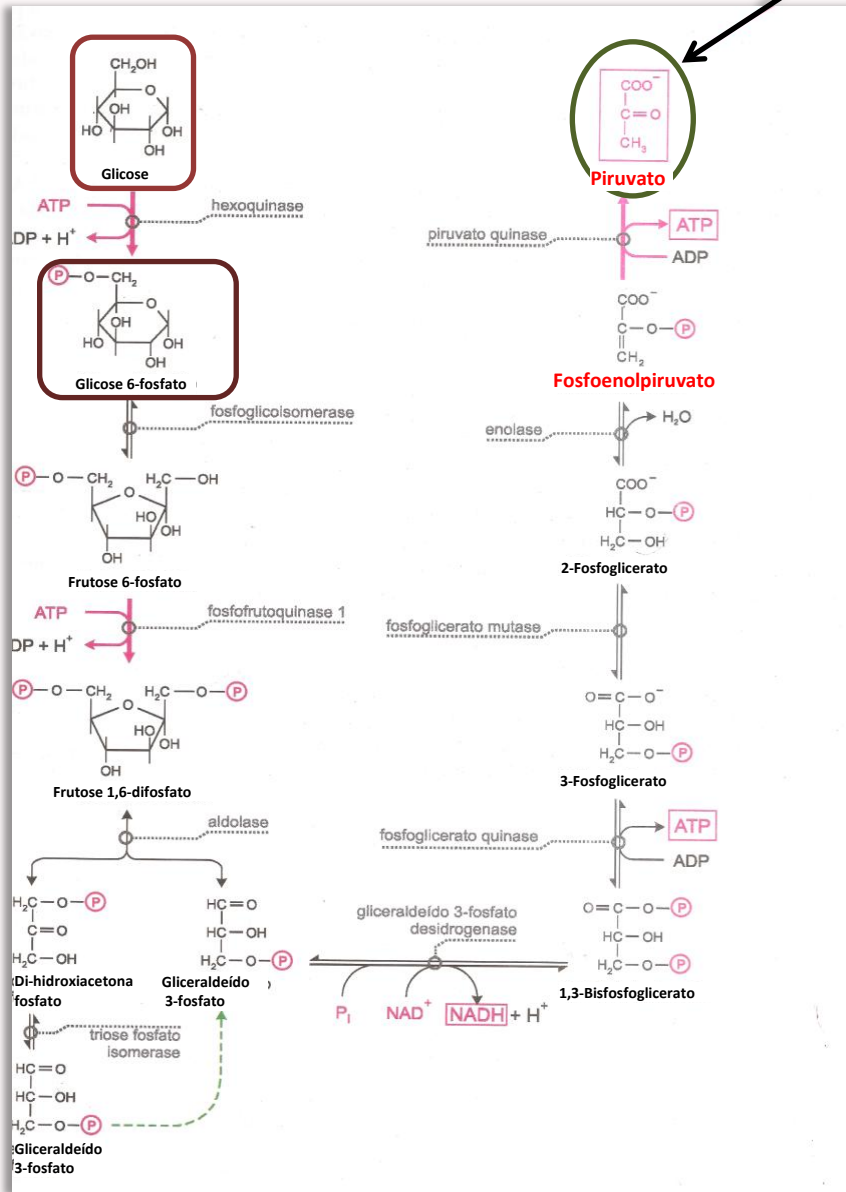
**AMIDO**

$m = > 2.000$

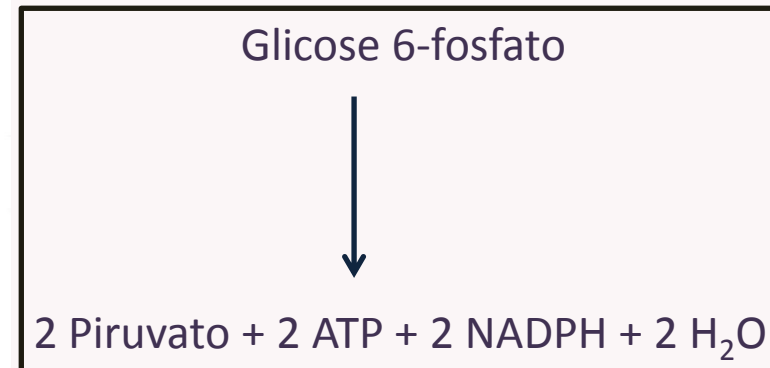


# GLICÓLISE

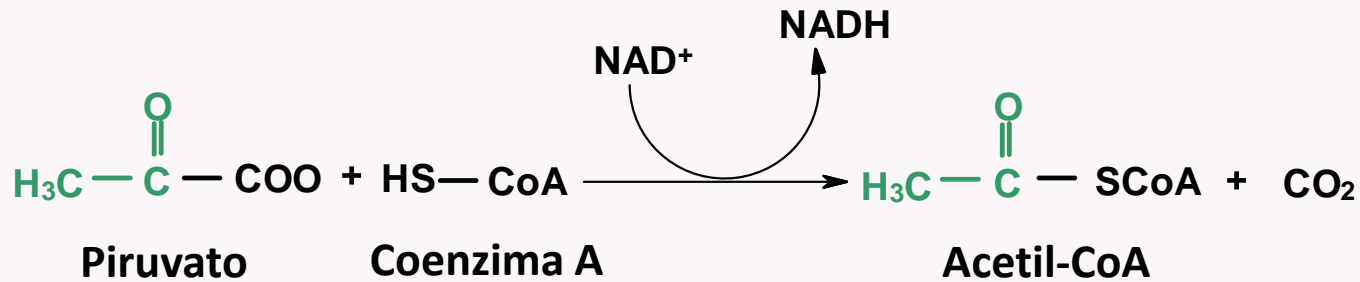
## Oxidação da glicose a piruvato



A **Glicólise** se processa no **CITOSOL**

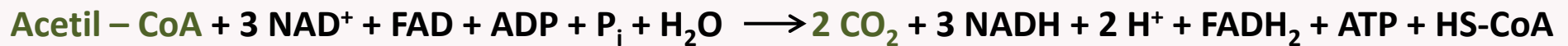


# CONVERSÃO DO PIRUVATO A ACETIL-CoA

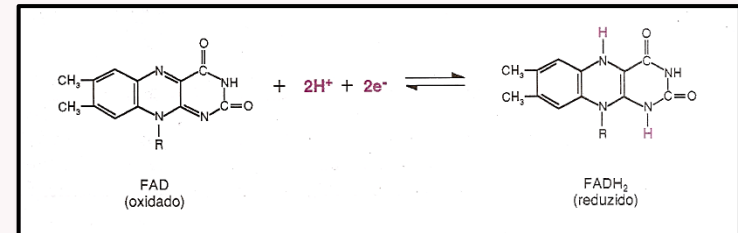
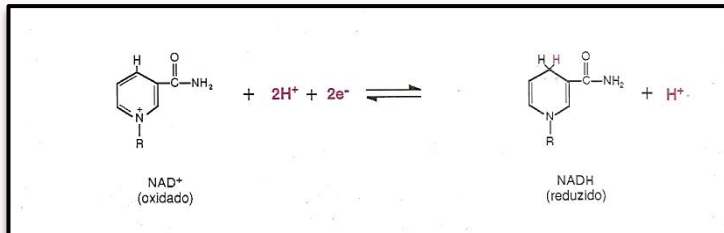


## CICLO DE KREBS

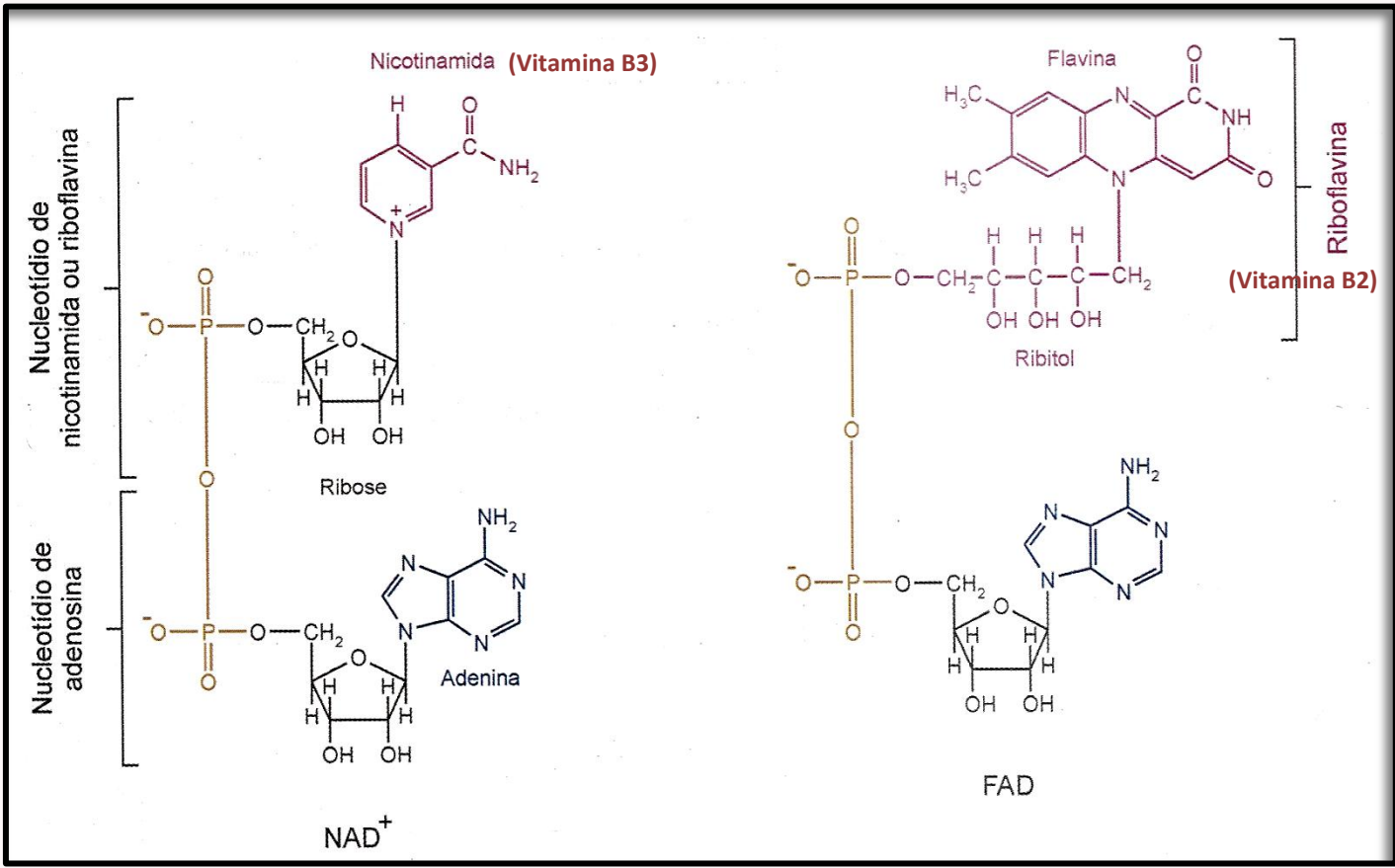
- É uma via eminentemente oxidativa para a acetil-CoA.  $\longrightarrow \text{CO}_2$
- Produz apenas 1 ATP
- Contribui para a formação de grande parte do ATP da célula, pois a energia de oxidação da acetil-CoA é conservada sob a forma de coenzimas reduzidas, e posteriormente usadas para a síntese de ATP.

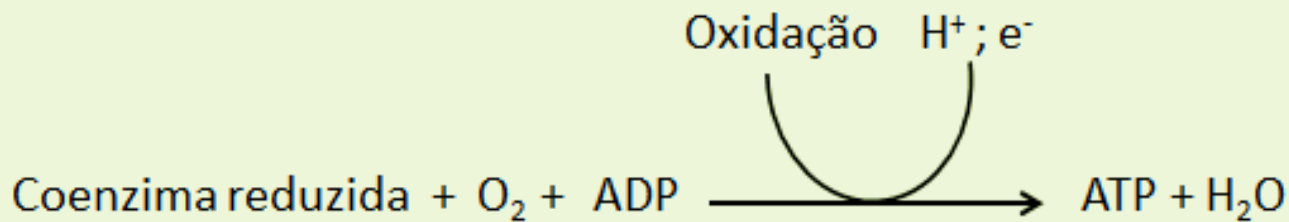
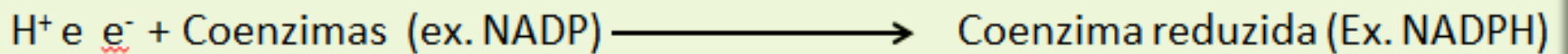
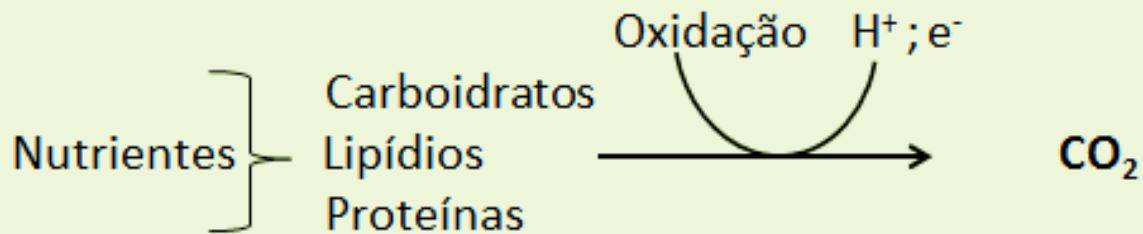


(Retirado de Marzocco & Torres, 2007)

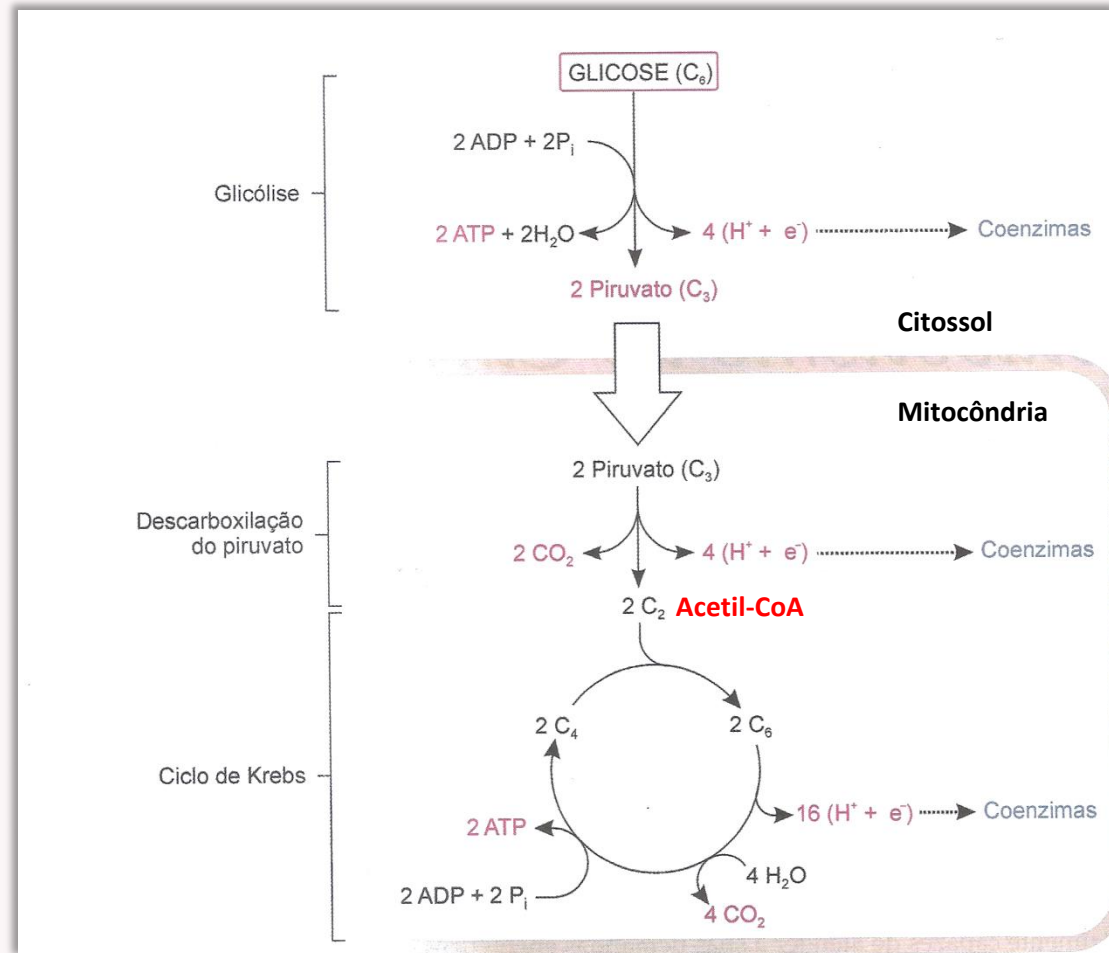


Posterior oxidação dessas coenzimas pelo  $\text{O}_2$  resulta na grande produção de ATP



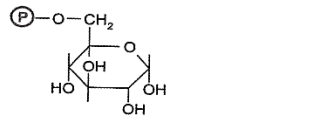


# OXIDAÇÃO TOTAL DA GLICOSE

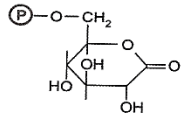
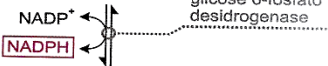


(Retirado de Marzzoco & Torres, 2007)

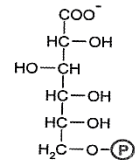
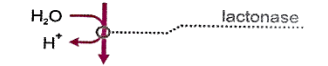




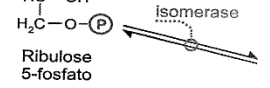
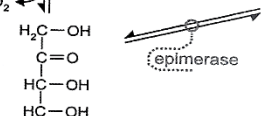
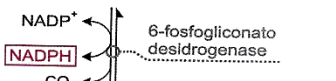
**Glicose 6 - fosfato**



**Glicono δ-lactona 6-fosfato**

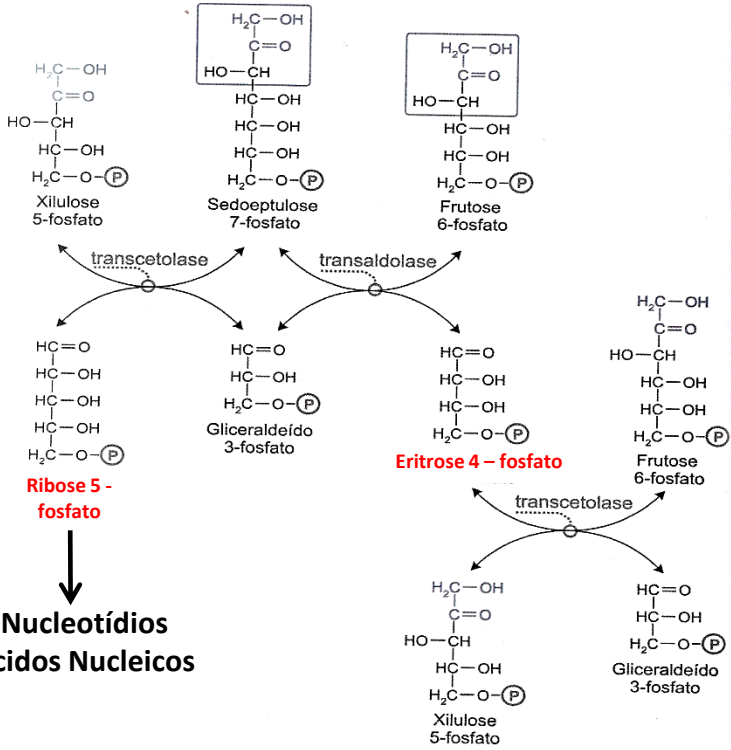


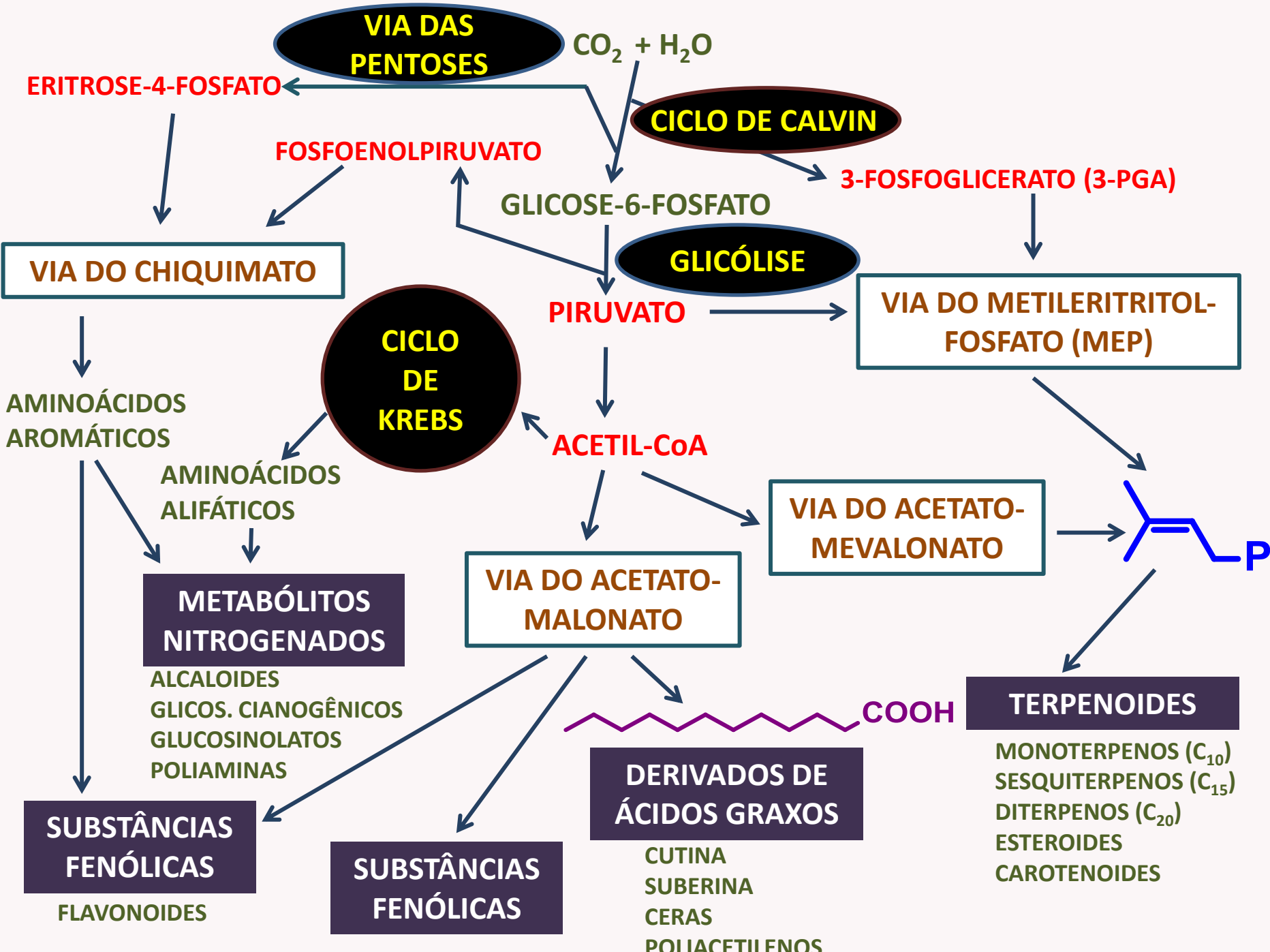
**6-Fosfogliconato**



**Ribulose 5-fosfato**

# VIA DAS PENTOSE FOSFATO (via alternativa)





**VIA DAS PENTOSE**

CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O

**ERITROSE-4-FOSFATO**

**CICLO DE CALVIN**

**FOSFOENOLPIRUVATO**

**GLICOSE-6-FOSFATO**

**3-FOSFOGLICERATO (3-PGA)**

**VIA DO CHIQUIMATO**

**GLICÓLISE**

**VIA DO METILERITRITOL-FOSFATO (MEP)**

**PIRUVATO**

**CICLO DE KREBS**

**ACETIL-CoA**

**AMINOÁCIDOS AROMÁTICOS**

**AMINOÁCIDOS ALIFÁTICOS**

**VIA DO ACETATO-MEVALONATO**

**METABÓLITOS NITROGENADOS**

**VIA DO ACETATO-MALONATO**



**TERPENOIDES**

- MONOTERPENOS (C<sub>10</sub>)
- SESQUITERPENOS (C<sub>15</sub>)
- DITERPENOS (C<sub>20</sub>)
- ESTEROIDES
- CAROTENOIDEOS

**DERIVADOS DE ÁCIDOS GRAXOS**

- CUTINA
- SUBERINA
- CERAS
- POLIACETILENOS

**SUBSTÂNCIAS FENÓLICAS**

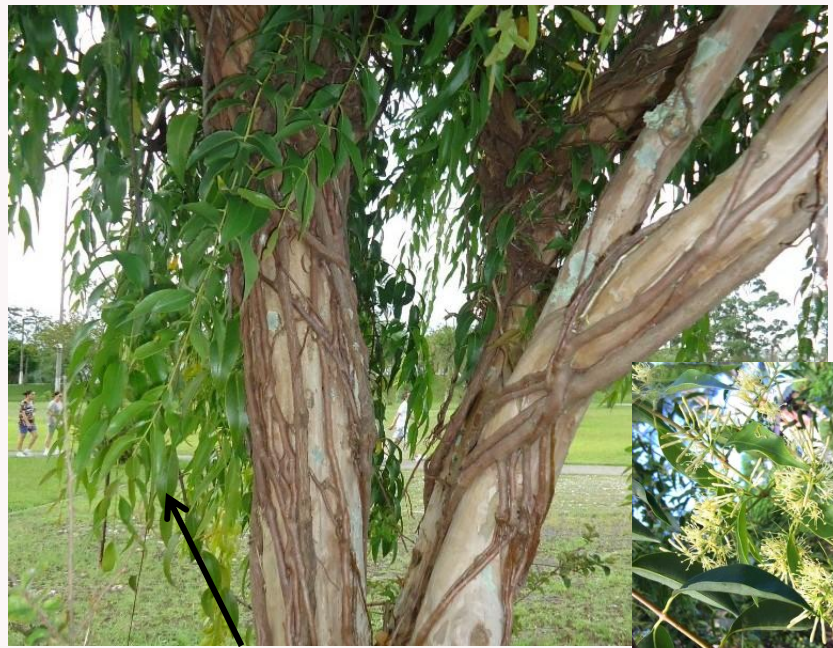
FLAVONOIDEOS

**SUBSTÂNCIAS FENÓLICAS**

COOH



*Coffea* sp- Rubiaceae – “café”



*Struthanthus vulgaris* -- Loranthaceae – “erva-de-passarinho”



*Nerium oleander* – Apocynaceae  
“espirradeira”



*Thevetia peruviana*  
Apocynaceae  
“chapéu -de- napoleão”



*Zea mays* – Poaceae – “milho”



*Gloriosa rothschildiana* – Colchicaceae  
“gloriosa”



### **Prática 3 – Testes Genéricos de Caracterização de Algumas Classes de Metabólitos Secundários**

**Objetivos:** Promover a extração dos materiais vegetais com dois grupos de solvente (apolar e polar) e realizar testes indicativos da presença/ausência de determinadas classes de metabólitos primários e secundários. Verificar, pela presença das reações, se os solventes extraíram as classes de substâncias propostas.

#### **Procedimentos de Extração:**

Os solventes empregados nessa etapa serão o hexano (solvente apolar) e água (solvente polar) os quais serão responsáveis pela extração de metabólitos de caráter lipofílico e hidrofílico, respectivamente.

Os materiais vegetais utilizados serão folhas de: **café** (*Coffea canephora* – Rubiaceae), **erva-de-passarinho** (*Struthanthus vulgaris* -- Loranthaceae), **espirradeira** (*Nerium oleander* – Apocynaceae), **chapéu-de-napoleão** (*Thevetia peruviana* – Apocynaceae), **maizena** (*Zea mays* L. – Poaceae); e **bulbo de gloriosa** (*Gloriosa rothschildiana* - Colchicaceae).

Inicialmente separe 12 tubos de ensaio com tampa e insira 0,40 g de cada material vegetal em dois tubos. Identifique-os e, posteriormente, insira em um dos tubos de cada material, 15 mL de hexano. Repita o procedimento inserindo no outro tubo, de cada material, 15 mL de água. Feche os tubos e coloque-os em aquecimento a seco por 30 minutos a 70°C.

Decorrido esse período, filtre, com o auxílio de um funil contendo algodão, cada material para um novo tubo de ensaio identificado. Reserve os extratos aquosos (cinco no total) e em hexano (cinco no total).

**Em todos os ensaios é importante verificar a coloração inicial do extrato e do reagente que será utilizado evitando-se, assim, resultados falso-positivos.**

#### **1. Identificação da presença de Amido – Teste com solução de Iodo + Iodeto de potássio.**

1. Separe doze tubos de ensaio e insira em cada tubo 20 gotas de cada extrato obtido (aquoso e hexânico).
2. Adicione 1-2 gotas da solução de iodo/iodeto em cada tubo. A formação de **coloração azul** no extrato indica a presença desse metabólito.

## **2. Caracterização de substâncias fenólicas – Teste com solução de cloreto de ferro III**

Muitas classes de metabólitos secundários podem apresentar a função fenol em suas estruturas. Os principais representantes dessas classes são: taninos, flavonoides, lignoides, xantonas e alcaloides derivados de aminoácidos aromáticos.

1. Separe doze tubos de ensaio e insira em cada tubo 20 gotas de cada extrato obtido.

**Se os extratos apresentarem coloração acentuada, dilua-os (10 gotas do extrato + 30 gotas de água).**

2. Adicione 3 gotas de solução de cloreto de ferro III a 5% em cada tubo. A formação de coloração **marrom escuro** designa a presença desse grupo de metabólitos.

## **3. Caracterização de glicosídeos cardiotônicos (Terpenoides) – Reação de Libermann**

1. Separe doze tubos de ensaio e insira em cada tubo 20 gotas de cada extrato obtido. **Se os extratos apresentarem coloração acentuada, dilua-os (10 gotas do extrato + 10 gotas de água).**

2. Adicione a mesma quantidade (20 gotas) de ácido acético glacial e uma gota de solução de cloreto de ferro III a 5% em cada tubo.

3. Acrescente, **vagarosamente**, pela parede do tubo, 0,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. A formação na **interface** de contato de **coloração violeta ou verde** indica a presença dessa classe de metabólitos.

## **4. Caracterização de metabólitos nitrogenados (Alcaloides) – Reação de Dragendorff**

1. Em uma placa de Petri coloque uma gota do reagente de Dragendorff.

2. Sobre ela, pingue uma gota do extrato vegetal.

3. Verifique a formação de precipitado\*.

4. Repita o procedimento acima para todos os extratos.

\*Por definição, **precipitado** é um produto sólido obtido a partir da reação entre duas soluções.