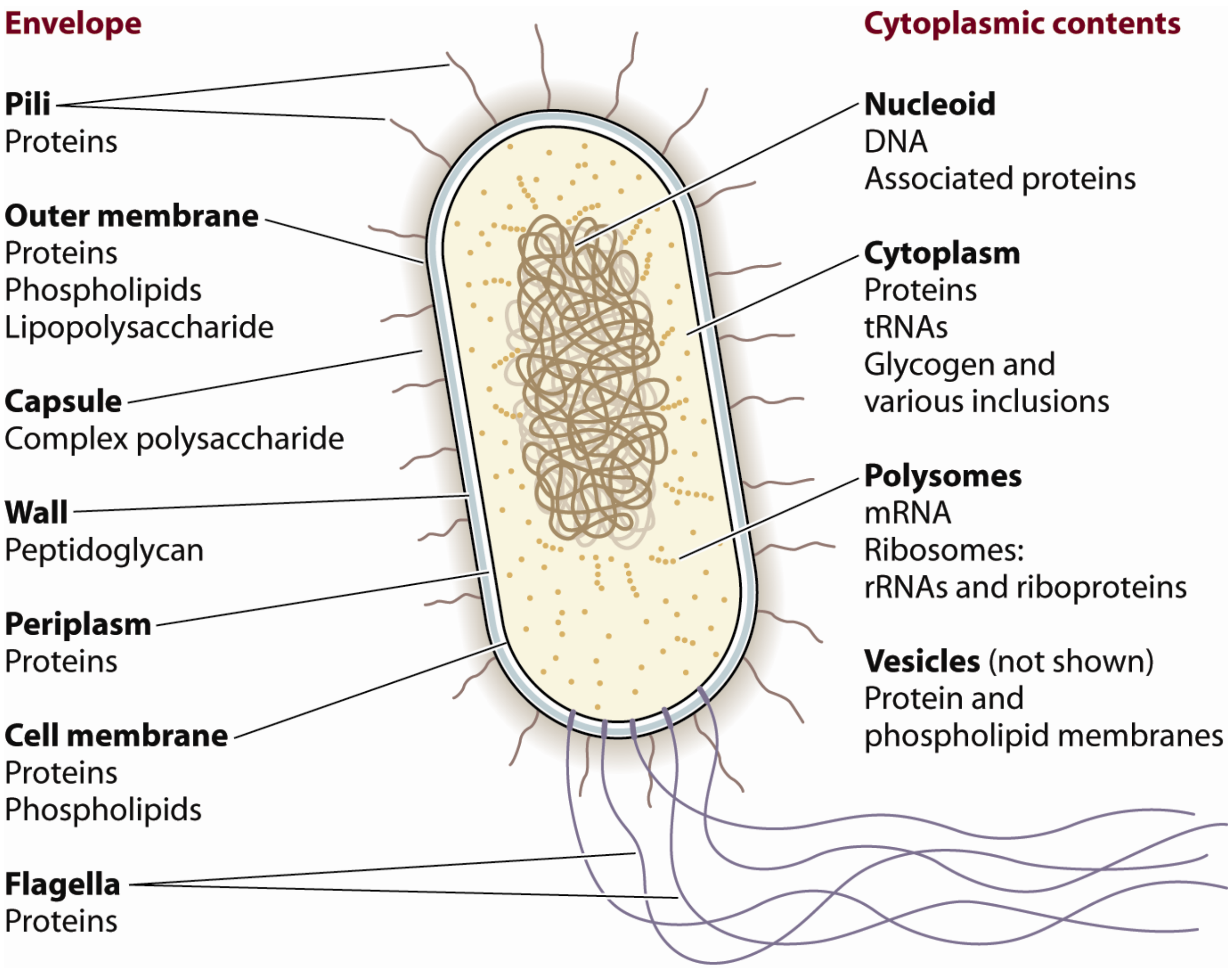
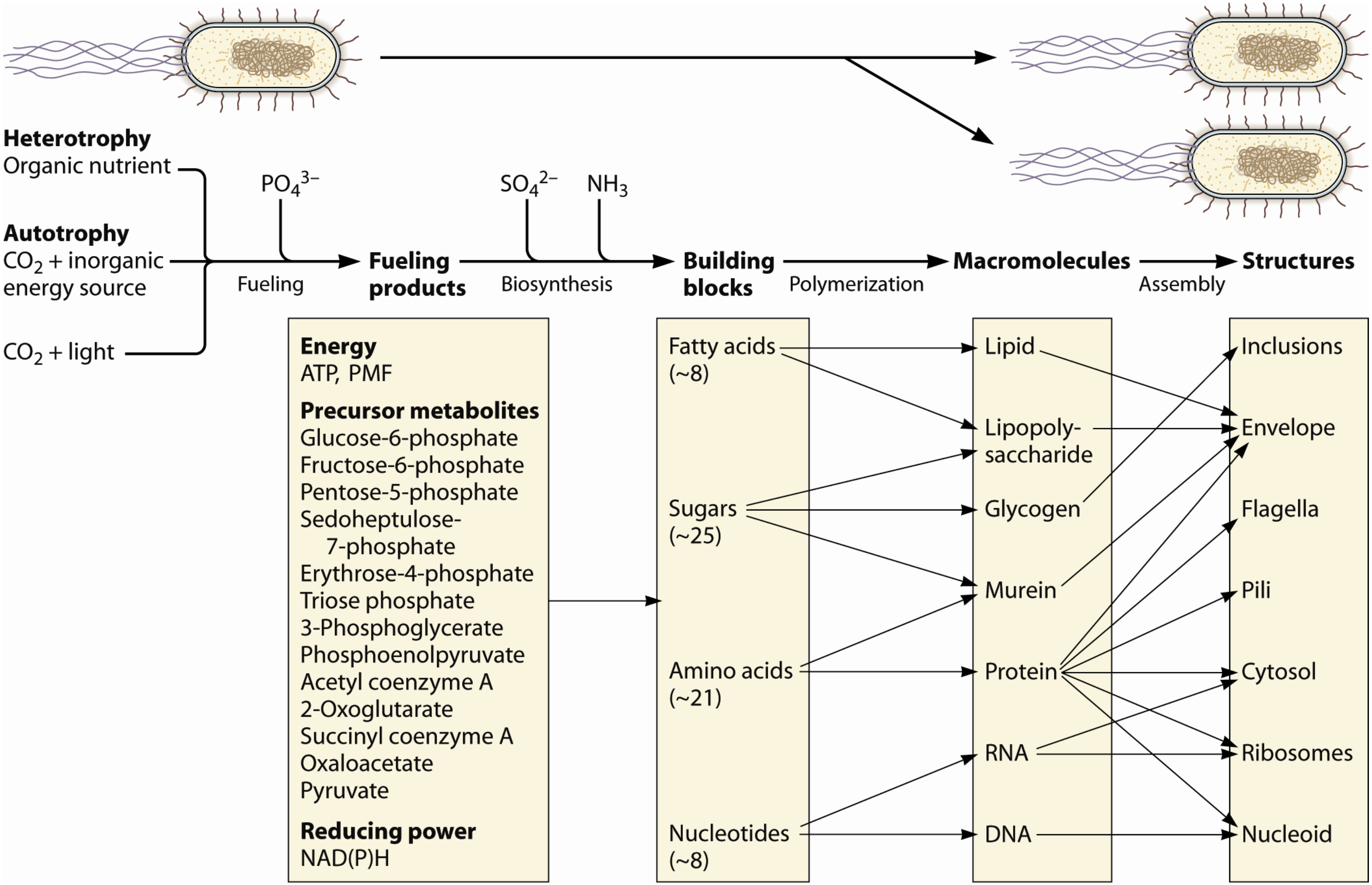
Metabolismo I:

Metabolismo heterotrófico

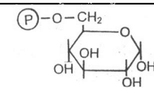
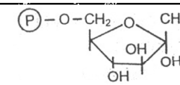
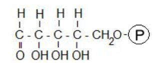
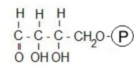
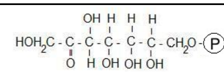
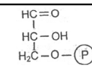
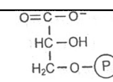
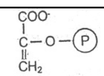
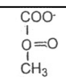
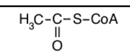
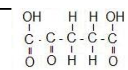
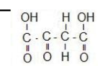
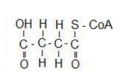
Como fazer uma célula bacteriana?

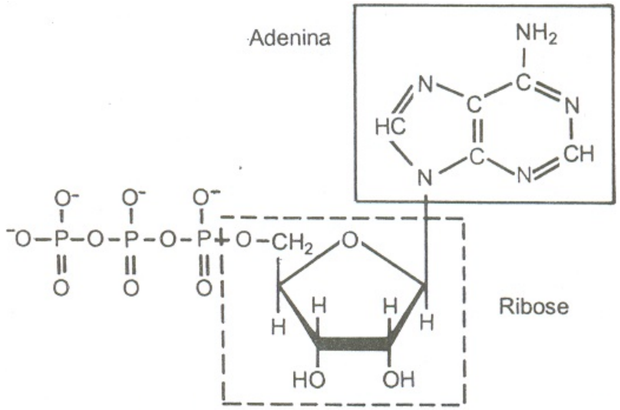


O que é metabolismo?

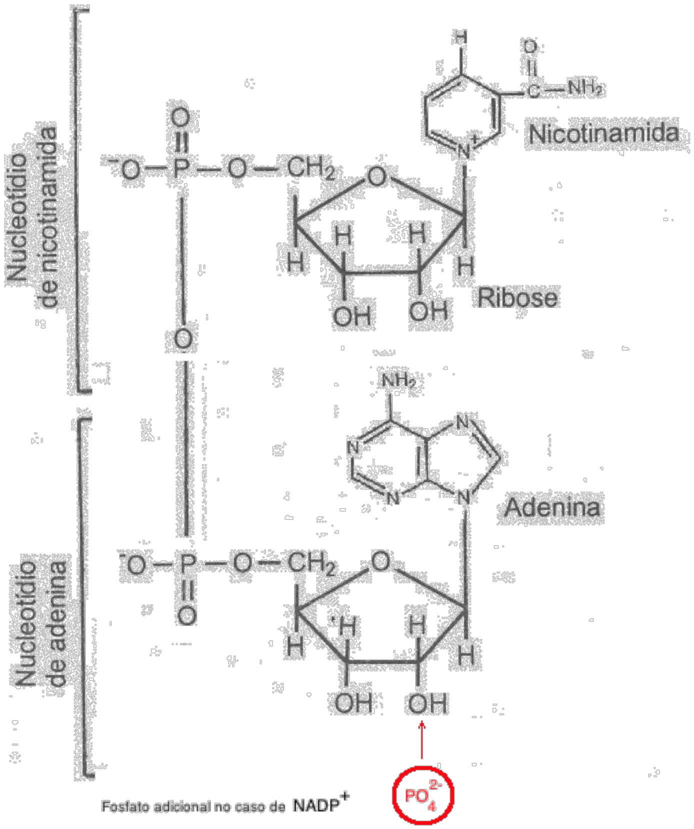


Destino dos precursores

Nome	Estrutura	Precursores de:
1. Glicose-6-fosfato		Polímeros de carboidratos
2. Frutose-6-fosfato		*N*-acetilglicosamina, ácido *N*-acetilmurâmico, mureína
3. Ribose-5-fosfato		Ácidos nucléicos, histidina
4. Eritrose-4-fosfato		Aminoácidos aromáticos
5. Sedoheptulose-7-fosfato		Polímeros de carboidratos/polissacarídeos
6. Triose-fosfato		Precursor de dihidroxiacetona, lipídios
7. 3-fosfoglicerato		Aminoácidos da família da serina
8. Fosfoenolpiruvato		Aminoácidos aromáticos
9. Piruvato		Aminoácidos
10. Acetil-CoA		Lipídios
11. α-cetoglutarato		Aminoácidos da família do glutamato
12. Oxaloacetato		Aminoácidos da família do aspartato
13. Succinil-CoA		Heme

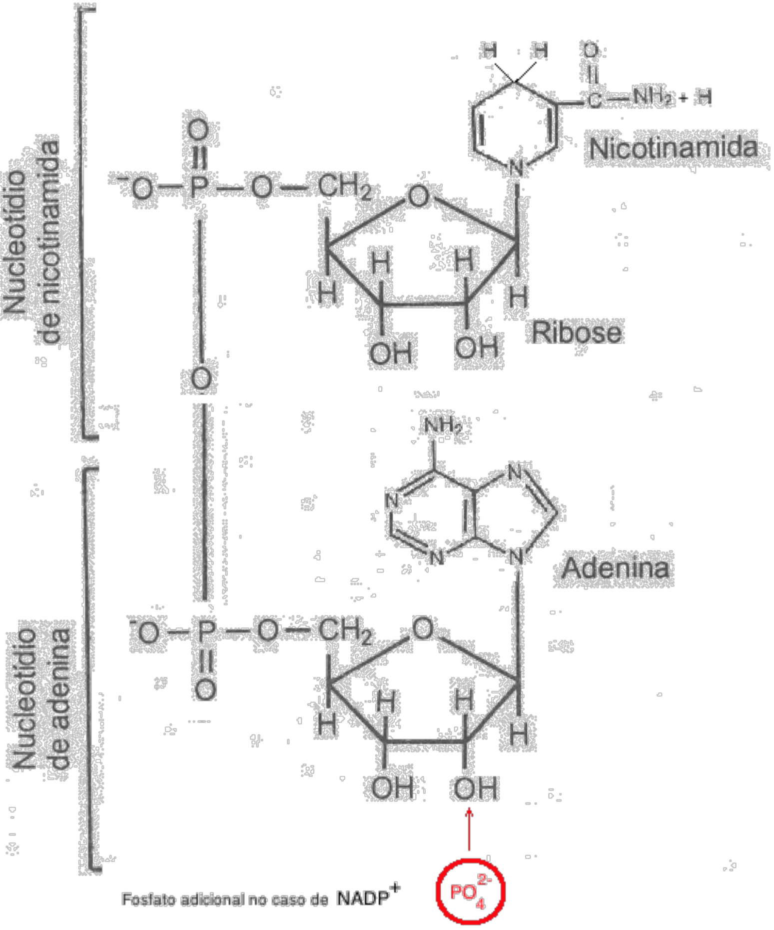


ATP



Nucleotídio de nicotinamida
Nicotinamida
Ribose
Nucleotídio de adenina
Adenina
Fosfato adicional no caso de NADP+

$NADP^+$


Nucleotídio de nicotinamida
Nicotinamida
Ribose
Adenina
Nucleotídio de adenina
Fosfato adicional no caso de NADP+

NADPH

A célula bacteriana deve satisfazer três necessidades básicas:

- Energia
- 13 precursores
- Poder redutor

- ATP
- Intermediários do metabolismo de Carbono
- NADPH

Diferentes estratégias de sobrevivência

- Vias metabólicas

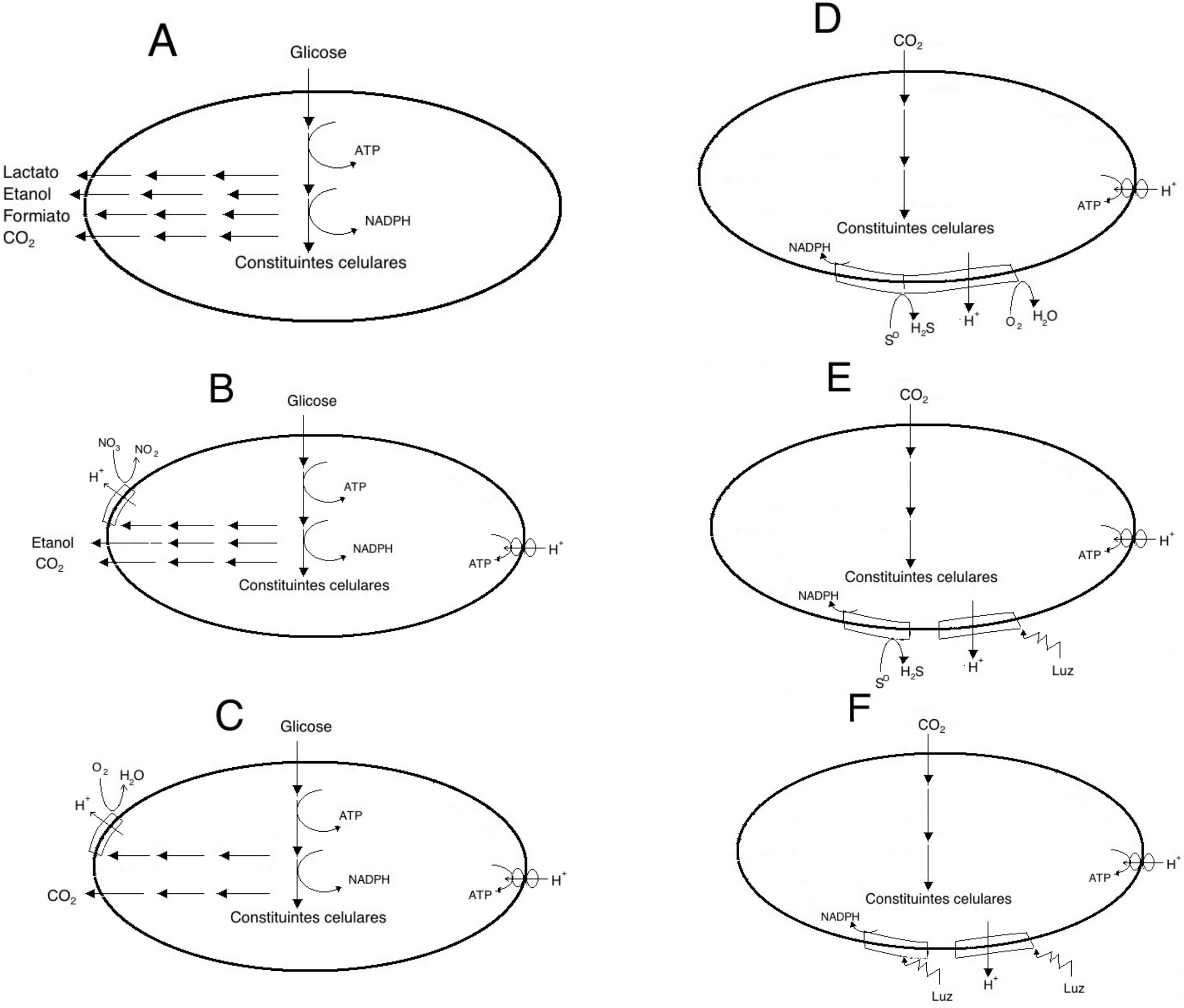
- Processos metabólicos

  - Objetivo: obter ATP, precursores e poder redutor

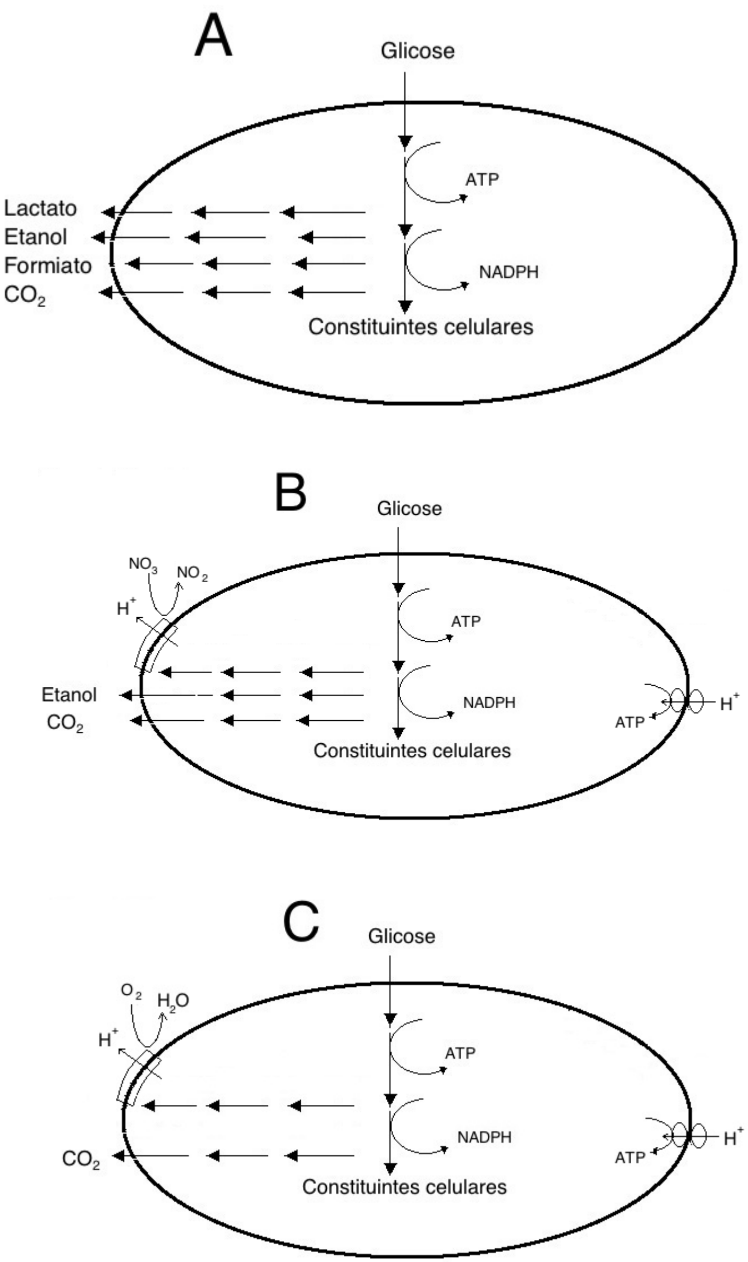
O que é metabolismo?

Heterotróficos

Autotróficos



Heterotróficos



Metabolismo heterotrófico

- Obtenção dos 13 precursores

Glicólise

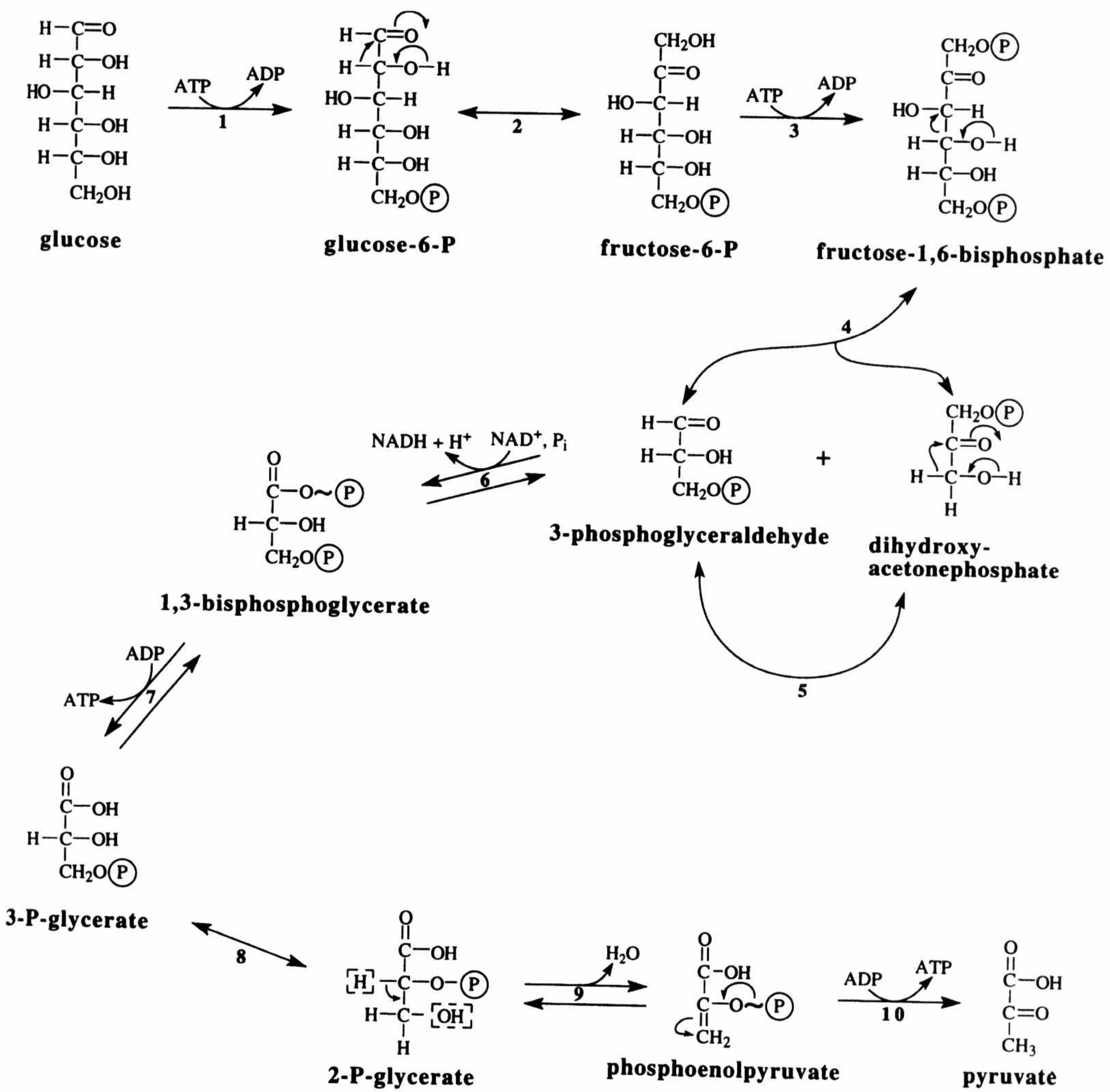
via de Embden-Meyerhof-Parnas (EMP)

$C_6H_{12}O_6 + 2\ ADP + 2\ Pi + 2\ NAD^+ \rightarrow 2\ H_3C\text{-}CO\text{-}COO^- + 2\ H_2O + 2\ NADH + 2\ H^+ + 2\ ATP$

Glicose Piruvato

Uma célula bacteriana pode crescer fazendo exclusivamente a EMP?

EMP



ATP
NAD(P)H
Glicose-6-fosfato
Frutose-6-fosfato
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
Eritrose-4-fosfato
Sedoheptulose-7-fosfato
Gliceraldeído-3-fosfato
3-Fosfoglicerato
Fosfoenolpiruvato
Piruvato
Acetil-CoA
Oxaloacetato
α-cetoglutarato
Succinil-CoA

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*			
	EMP			
ATP	X			
NAD(P)H	-			
Glicose-6-fosfato	X			
Frutose-6-fosfato	X			
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-			
Eritrose-4-fosfato	-			
Sedoheptulose-7-fosfato	-			
Gliceraldeído-3-fosfato	X			
3-Fosfoglicerato	X			
Fosfoenolpiruvato	X			
Piruvato	X			
Acetil-CoA	-			
Oxaloacetato	-			
α-cetoglutarato	-			
Succinil-CoA	-			

Via de Entner-Doudoroff

$$C_6H_{12}O_6 + ADP + NADP^+ + NAD^+ + Pi \rightarrow 2\ H_3C\text{-}CO\text{-}COO^- + ATP + NADPH + NADH$$

Glicose Piruvato

Uma célula bacteriana pode crescer fazendo ED?

Via de Entner-Doudoroff

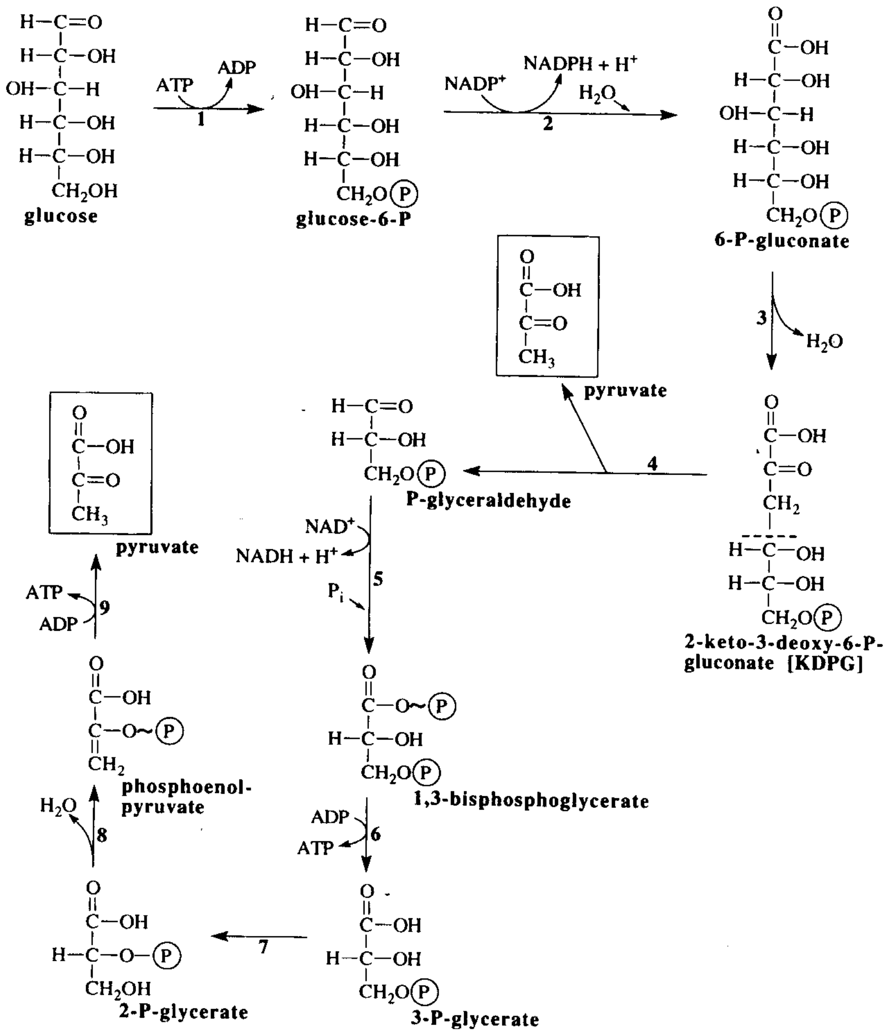
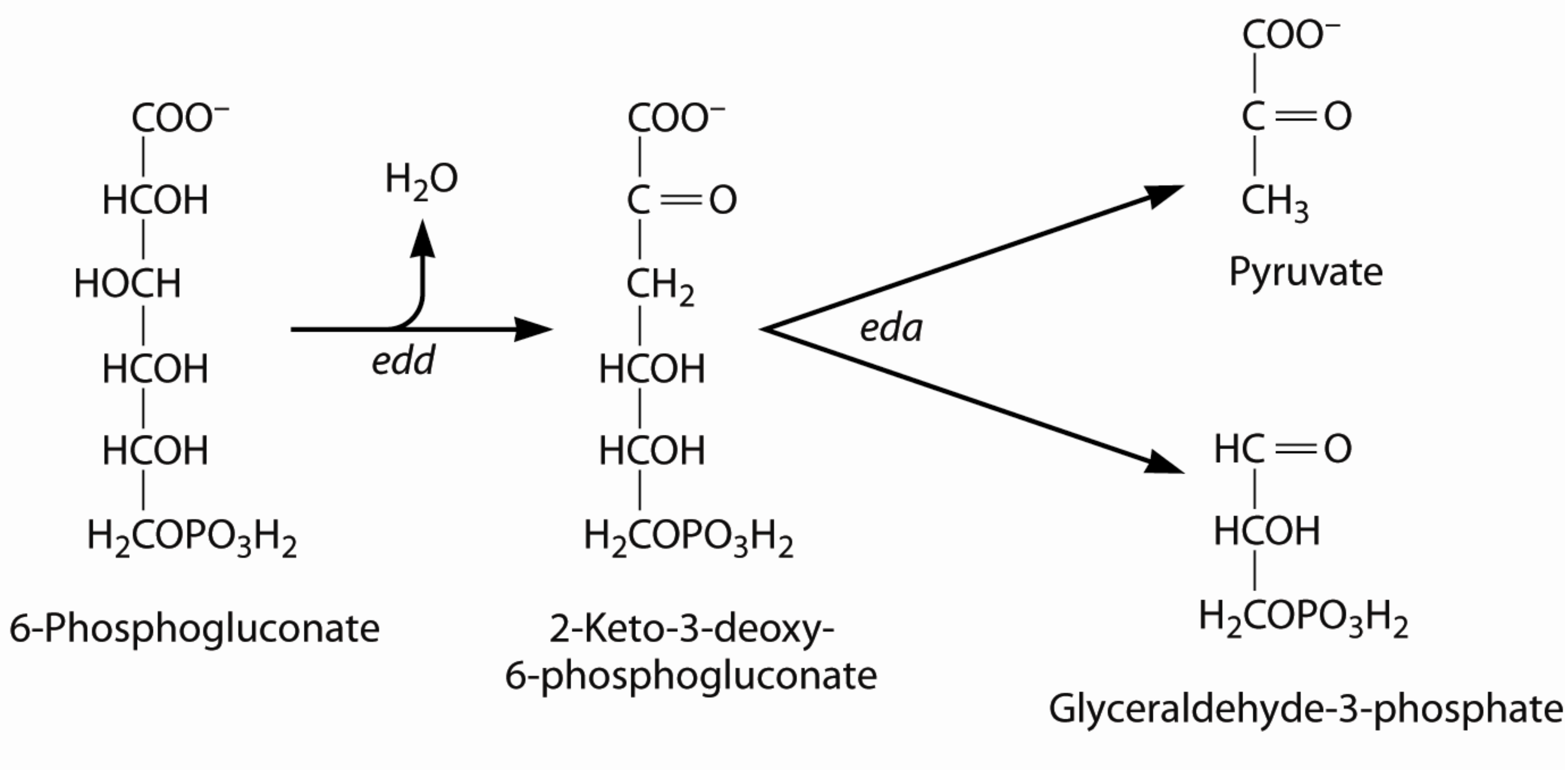


Fig. 8.12 The Entner–Doudoroff pathway. Because there is only one PGALD formed, there is only one ATP made. The enzymes unique to this pathway are the 6-phosphogluconate dehydratase (reaction 3) and the KDPG aldolase (reaction 4). The other enzymes are present in the pentose phosphate pathway and the glycolytic pathway. Enzymes: 1, hexokinase; 2, glucose-6-phosphate dehydrogenase; 3, 6-phosphogluconate dehydratase; 4, KDPG aldolase; 5, triose phosphate dehydrogenase; 6, PGA kinase; 7, mutase; 8, enolase; 9, pyruvate kinase.

Via de Entner-Doudoroff



Reações específicas de ED

Via de Entner-Doudoroff

ED

- ATP
- NAD(P)H
- Glicose-6-fosfato
- Frutose-6-fosfato
- Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
- Eritrose-4-fosfato
- Sedoheptulose-7-fosfato
- Gliceraldeído-3-fosfato
- 3-Fosfoglicerato
- Fosfoenolpiruvato
- Piruvato
- Acetil-CoA
- Oxaloacetato
- α-cetoglutarato
- Succinil-CoA

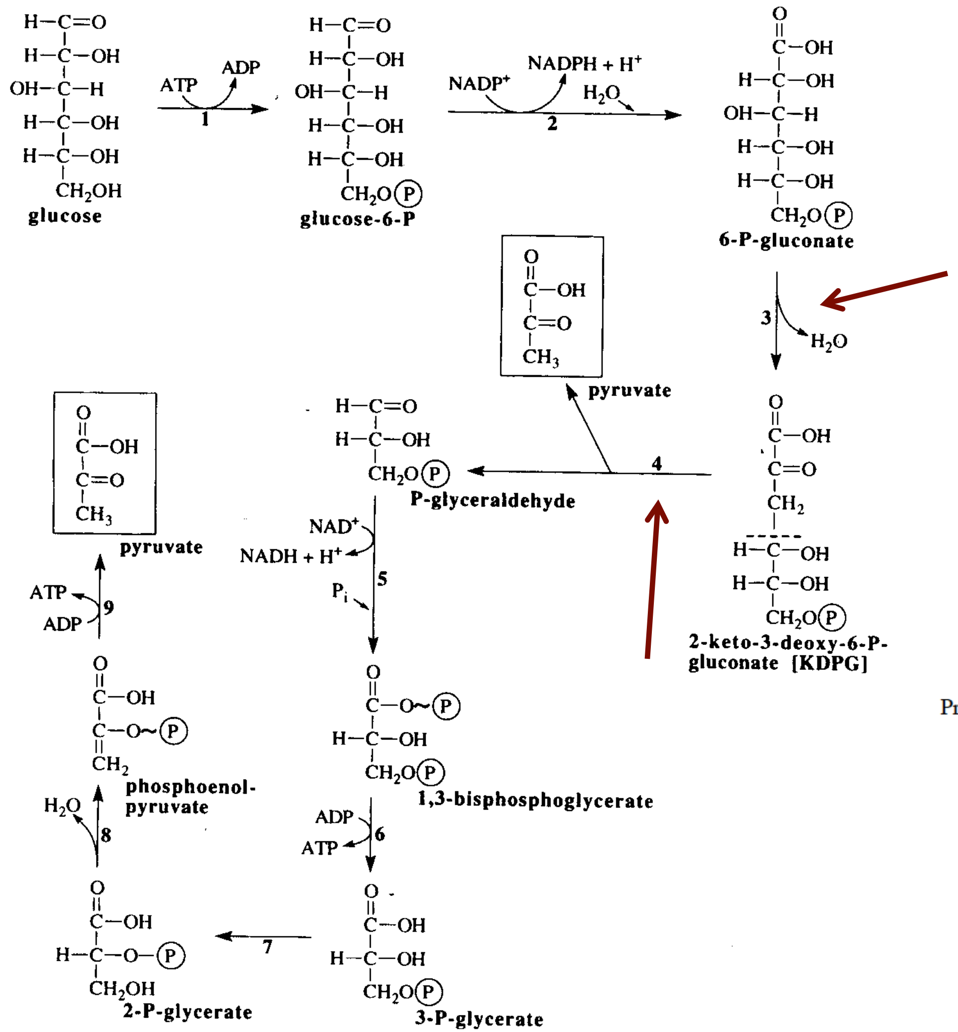


Fig. 8.12 The Entner–Doudoroff pathway. Because there is only one PGALD formed, there is only one ATP made. The enzymes unique to this pathway are the 6-phosphogluconate dehydratase (reaction 3) and the KDPG aldolase (reaction 4). The other enzymes are present in the pentose phosphate pathway and the glycolytic pathway. Enzymes: 1, hexokinase; 2, glucose-6-phosphate dehydrogenase; 3, 6-phosphogluconate dehydratase; 4, KDPG aldolase; 5, triose phosphate dehydrogenase; 6, PGA kinase; 7, mutase; 8, enolase; 9, pyruvate kinase.

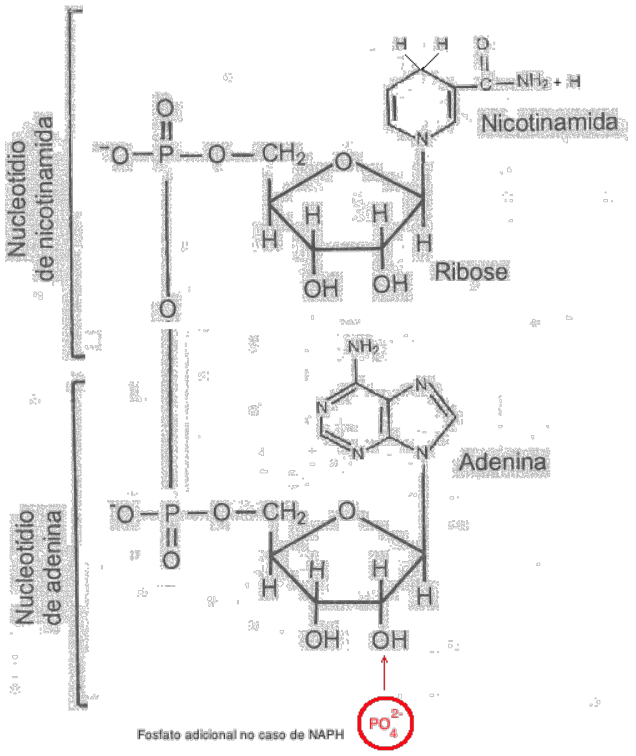
Presença das vias Embden-Meyerhof-Parnas e Entner-Doudoroff em algumas bactérias

Organismo	EMP	ED
Ralstonia eutropha	-	+
Pseudomonas aeruginosa	-	+
Pseudomonas saccharophila	-	+
Escherichia coli	+	-/+*
Xhantomonas phaseoli	-	+
Bradyhizobium japonicum	-	+
Azotobacter choococcum	+	-
Bacillus subtilis	+	-
Arthrobacter sp	+	-

*E. coli somente expressa as enzimas de Entner-Doudoroff quando cresce em gliconato

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*			
	EMP	ED		
ATP	X	X		
NAD(P)H	-	X		
Glicose-6-fosfato	X	X		
Frutose-6-fosfato	X	-		
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-		
Eritrose-4-fosfato	-	-		
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-		
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X		
3-Fosfoglicerato	X	X		
Fosfoenolpiruvato	X	X		
Piruvato	X	X		
Acetil-CoA	-	-		
Oxaloacetato	-	-		
α-cetoglutarato	-	-		
Succinil-CoA	-	-		

ED gera NADPH
Há outras fontes de NADPH?



Como obter NADPH?

Via das pentoses

Glicose +ATP + 6 $NADP^+$ → gliceraldeído-3-fosfato + ADP + 3 CO_2 + 6 NADPH

Uma célula bacteriana pode crescer fazendo VP?

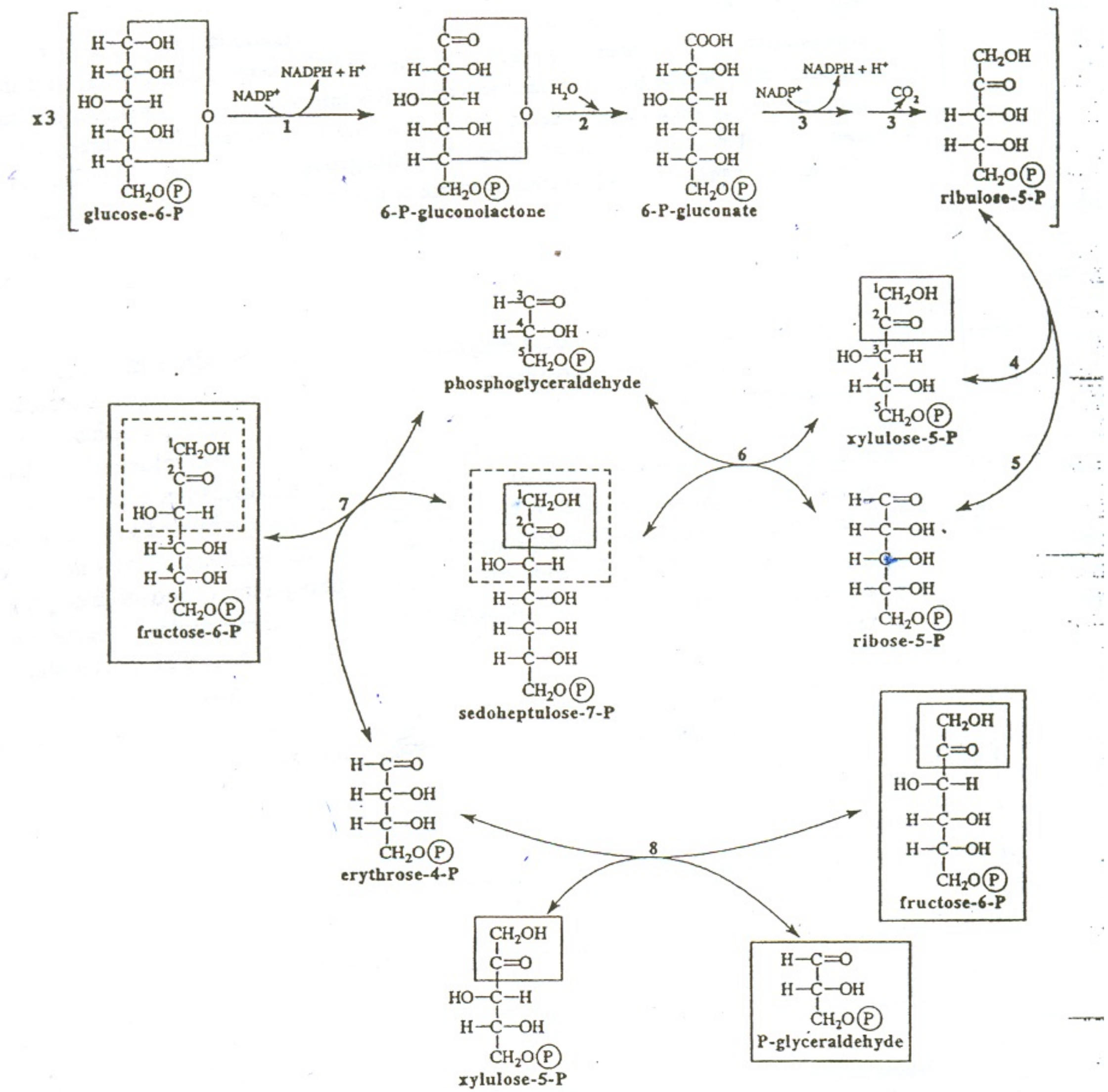


Fig. 8.11 The pentose phosphate pathway. Enzymes: 1, glucose-6-phosphate dehydrogenase; 2, lactonase; 3, 6-phosphogluconate dehydrogenase; 4, ribulose-5-phosphate epimerase; 5, ribose-5-phosphate isomerase; 6, 8, transketolase; 7, transaldolase. The two-carbon moiety transferred by the transketolase is shown in the boxed area. The three-carbon fragment transferred by the transaldolase is shown in the dashed box. The product of the glucose-6-phosphate dehydrogenase reaction is the lactone, which is unstable and hydrolyzes spontaneously to the free acid. However, there exists a specific lactonase that catalyzes the reaction.

ATP
NAD(P)H
Glicose-6-fosfato
Frutose-6-fosfato
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
Eritrose-4-fosfato
Sedoheptulose-7-fosfato
Gliceraldeído-3-fosfato
3-Fosfoglicerato
Fosfoenolpiruvato
Piruvato
Acetil-CoA
Oxaloacetato
α-cetoglutarato
Succinil-CoA

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*		
	EMP	ED	VP
ATP	X	X	-
NAD(P)H	-	X	X
Glicose-6-fosfato	X	X	X
Frutose-6-fosfato	X	-	X
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-	X
Eritrose-4-fosfato	-	-	X
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-	X
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X	X
3-Fosfoglicerato	X	X	-
Fosfoenolpiruvato	X	X	-
Piruvato	X	X	-
Acetil-CoA	-	-	-
Oxaloacetato	-	-	-
α-cetoglutarato	-	-	-
Succinil-CoA	-	-	-

*EMP – via de Embden Meyerhof Parnas; VP- via das pentoses ED- via de Entner -Doudoroff

Via da Fosfocetolase

(Hexose monofosfato)

(A) Glicose + ADP + 3 NAD^+ → AcetilCoA + Piruvato + ATP + 3 NADH + CO_2

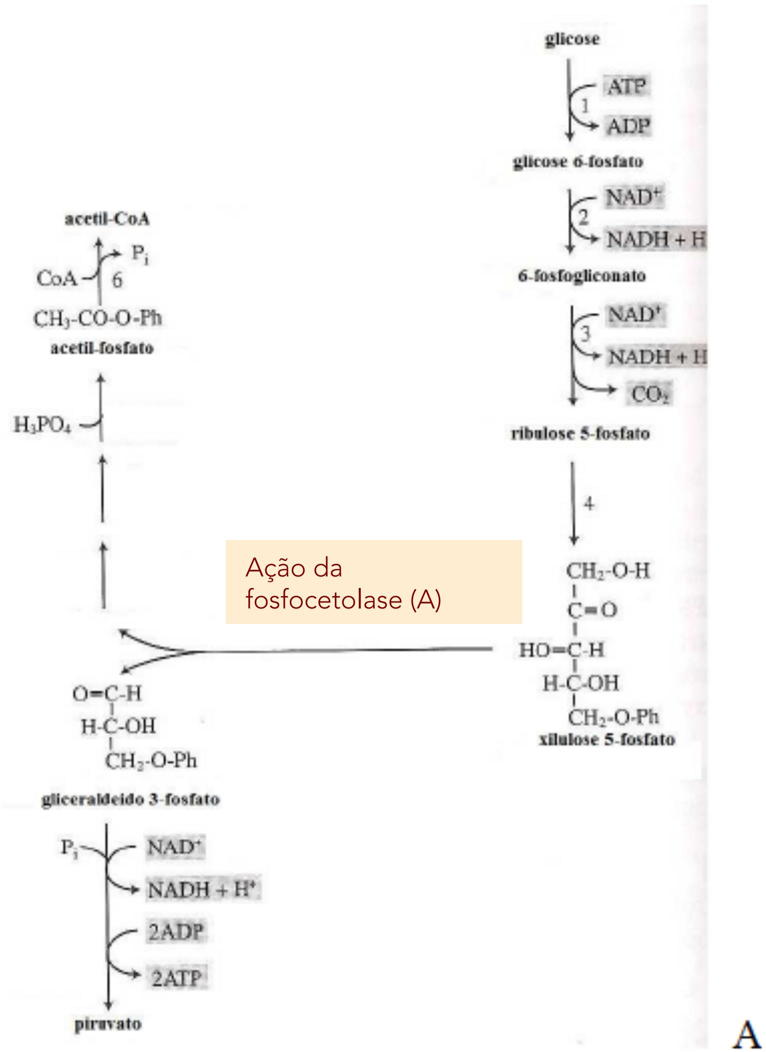
(B) 2 Glicose + 2 ADP + 2 NAD^+ → 3 AcetilCoA + 2 Piruvato + 2 ATP + 2 NADH

Uma célula bacteriana pode crescer fazendo VF?

Via da Fosfocetolase

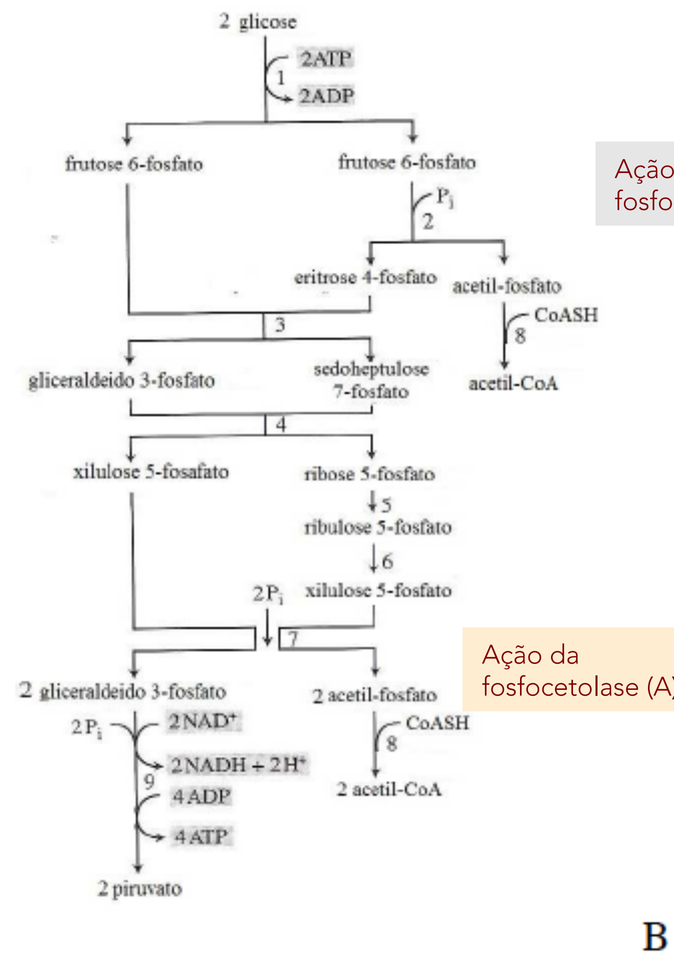
Hexose monofosfato

Ocorrência:
bactérias láticas homofermentadoras



Ação da fosfocetolase (A)

Leuconostoc mesenteroides



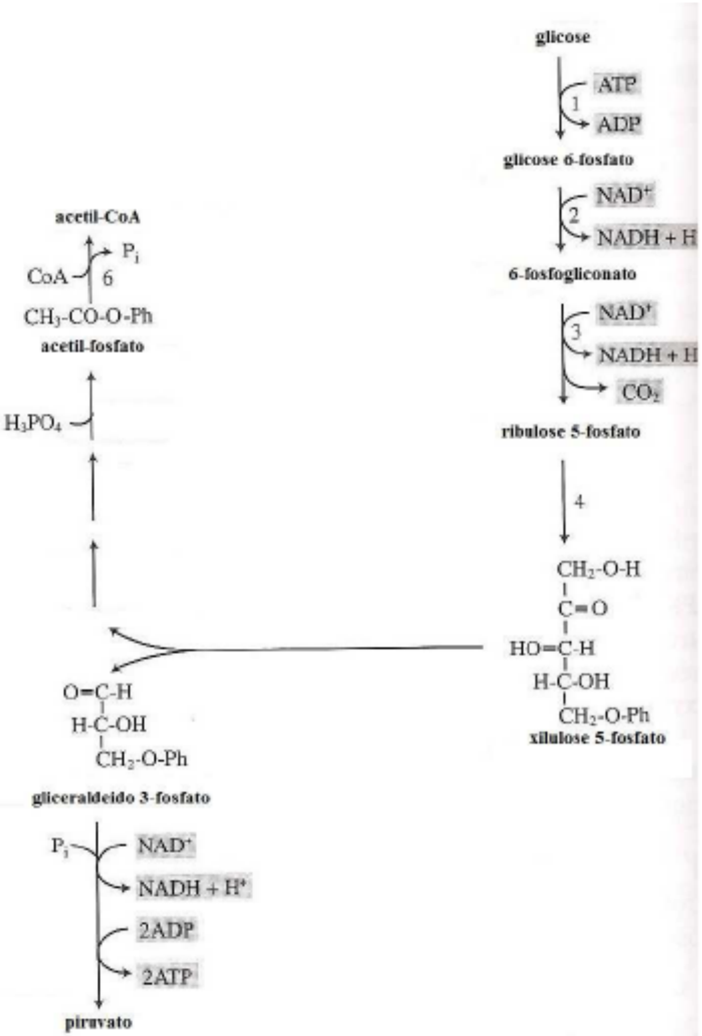
Ação da fosfocetolase (B)

Ação da fosfocetolase (A)

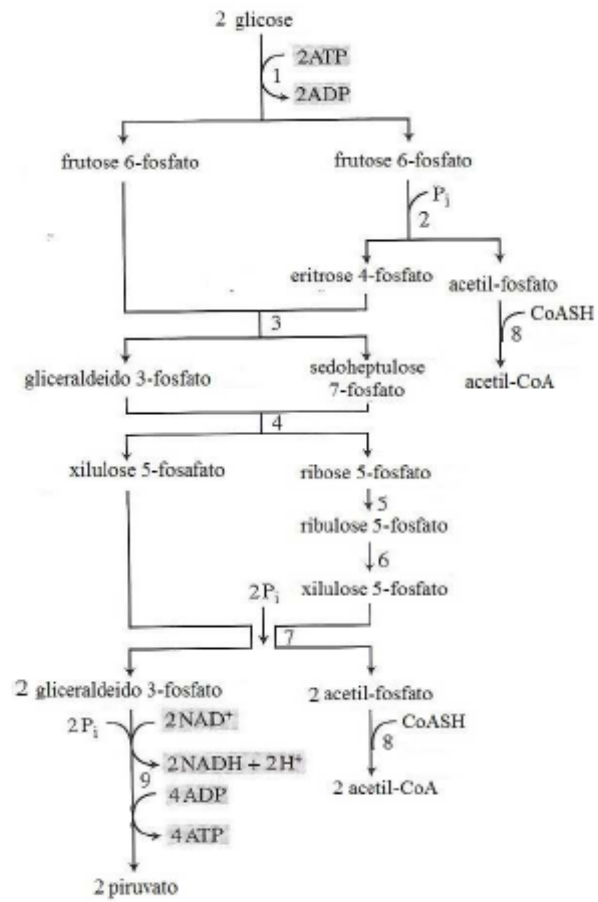
Bifidobacterium bifidum

Via da Fosfocetolase

(Hexose monofosfato)



A



B

ATP
NAD(P)H
Glicose-6-fosfato
Frutose-6-fosfato
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
Eritrose-4-fosfato
Sedoheptulose-7-fosfato
Gliceraldeído-3-fosfato
3-Fosfoglicerato
Fosfoenolpiruvato
Piruvato
Acetil-CoA
Oxaloacetato
α-cetoglutarato
Succinil-CoA

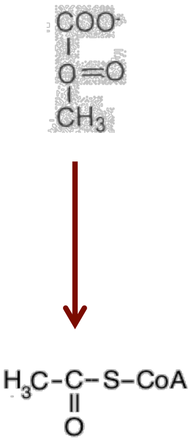
Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*			
	EMP	ED	VP	HMP
ATP	X	X	-	X
NAD(P)H	-	X	X	-
Glicose-6-fosfato	X	X	X	X
Frutose-6-fosfato	X	-	X	X
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-	X	X
Eritrose-4-fosfato	-	-	X	X
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-	X	X
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X	X	X
3-Fosfoglicerato	X	X	-	X
Fosfoenolpiruvato	X	X	-	X
Piruvato	X	X	-	X
Acetil-CoA	-	-	-	X
Oxaloacetato	-	-	-	-
α-cetoglutarato	-	-	-	-
Succinil-CoA	-	-	-	-

*EMP – via de Embden Meyerhof Parnas; VP- via das pentoses ED- via de Entner -Doudoroff

Os destinos do piruvato

- Precursor de biossíntese

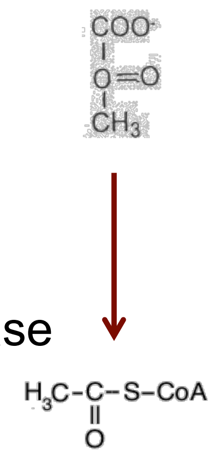
- Oxidação a CO_2



Piruvato

Acetil-CoA

Os destinos do piruvato

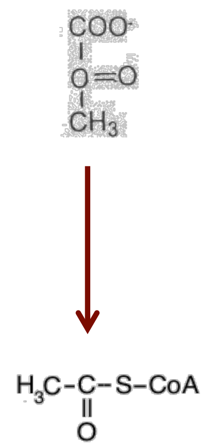


Complexo
piruvato
desidrogenase

CPD

Piruvato
Formiato
Liase

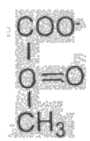
PFL



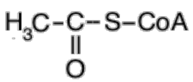
Piruvato

Acetil-CoA

Os destinos do piruvato



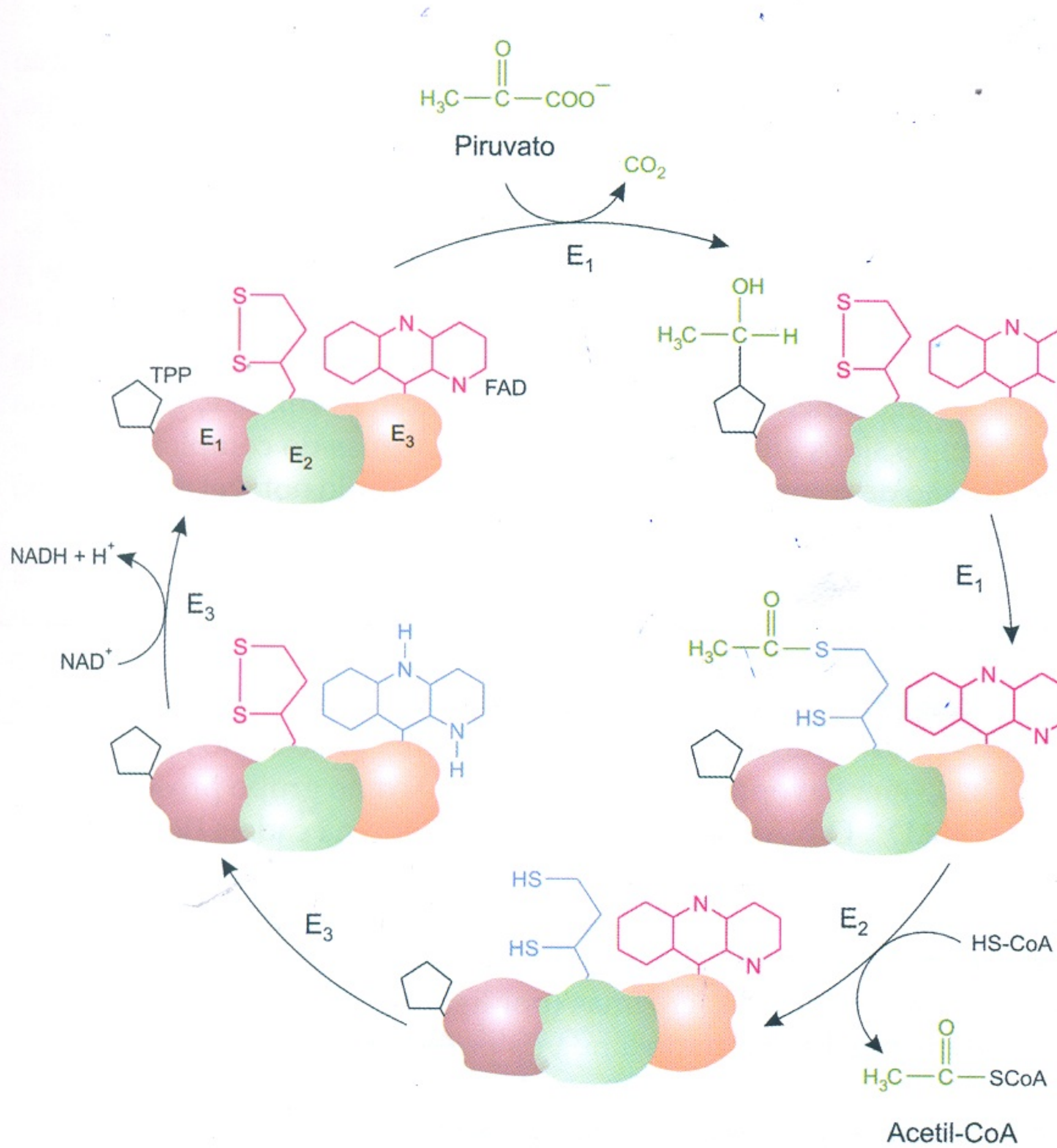
Complexo piruvato desidrogenase



CPD

$$H_3C\text{-}CO\text{-}COO^- + HS\text{-}CoA + NAD^+ \rightarrow H_3C\text{-}CO\text{-}SCoA + NADH + CO_2$$

Piruvato Acetil-CoA



Coenzima A

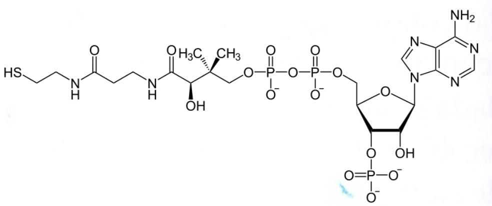
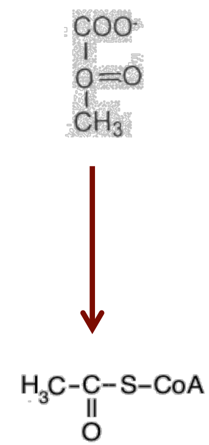


Fig. 9.9 Etapas da reação catalisada pelo complexo piruvato desidrogenase, onde E_1, E_2 e E_3 representam respectivamente as enzimas: piruvato desidrogenase (TPP), diidrolipoil transacetilase (ácido lipóico) e diidrolipoil desidrogenase (FAD).

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*				
	EMP	ED	VP	HMP	CPD
ATP	X	X	-	X	-
NAD(P)H	-	X	X	-	-
Glicose-6-fosfato	X	X	X	X	-
Frutose-6-fosfato	X	-	X	X	-
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-	X	X	-
Eritrose-4-fosfato	-	-	X	X	-
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-	X	X	-
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X	X	X	-
3-Fosfoglicerato	X	X	-	X	-
Fosfoenolpiruvato	X	X	-	X	-
Piruvato	X	X	-	X	-
Acetil-CoA	-	-	-	X	X
Oxaloacetato	-	-	-	-	-
α-cetoglutarato	-	-	-	-	-
Succinil-CoA	-	-	-	-	-

Os destinos do piruvato



Piruvato

Piruvato
Formiato
Liase

PFL

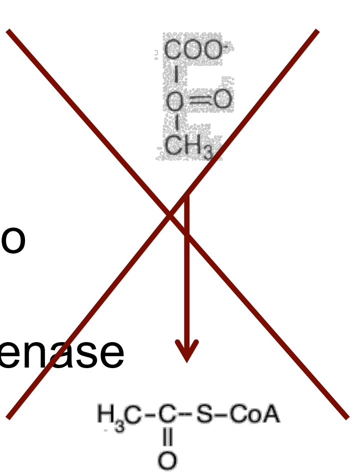
Acetil-CoA

$H_3C\text{-}CO\text{-}COO^- + HS\text{-}CoA \rightarrow H_3C\text{-}CO\text{-}SCoA + HCOO^-$

Piruvato — Acetil-CoA — Formiato

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*				
	EMP	ED	VP	HMP	CPD/ PFL
ATP	X	X	-	X	-
NAD(P)H	-	X	X	-	-
Glicose-6-fosfato	X	X	X	X	-
Frutose-6-fosfato	X	-	X	X	-
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-	X	X	-
Eritrose-4-fosfato	-	-	X	X	-
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-	X	X	-
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X	X	X	-
3-Fosfoglicerato	X	X	-	X	-
Fosfoenolpiruvato	X	X	-	X	-
Piruvato	X	X	-	X	-
Acetil-CoA	-	-	-	X	X
Oxaloacetato	-	-	-	-	-
α-cetoglutarato	-	-	-	-	-
Succinil-CoA	-	-	-	-	-

Os destinos do piruvato

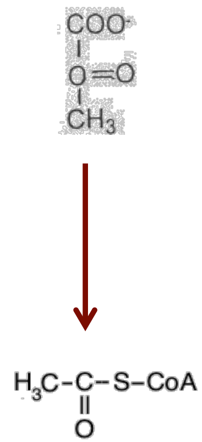


Complexo
piruvato
desidrogenase

CPD

Piruvato
Formiato
Liase

PFL



Piruvato

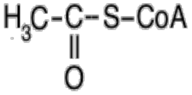
Acetil-CoA

O_2

Situação em enterobactérias

Destinos de acetil-coA

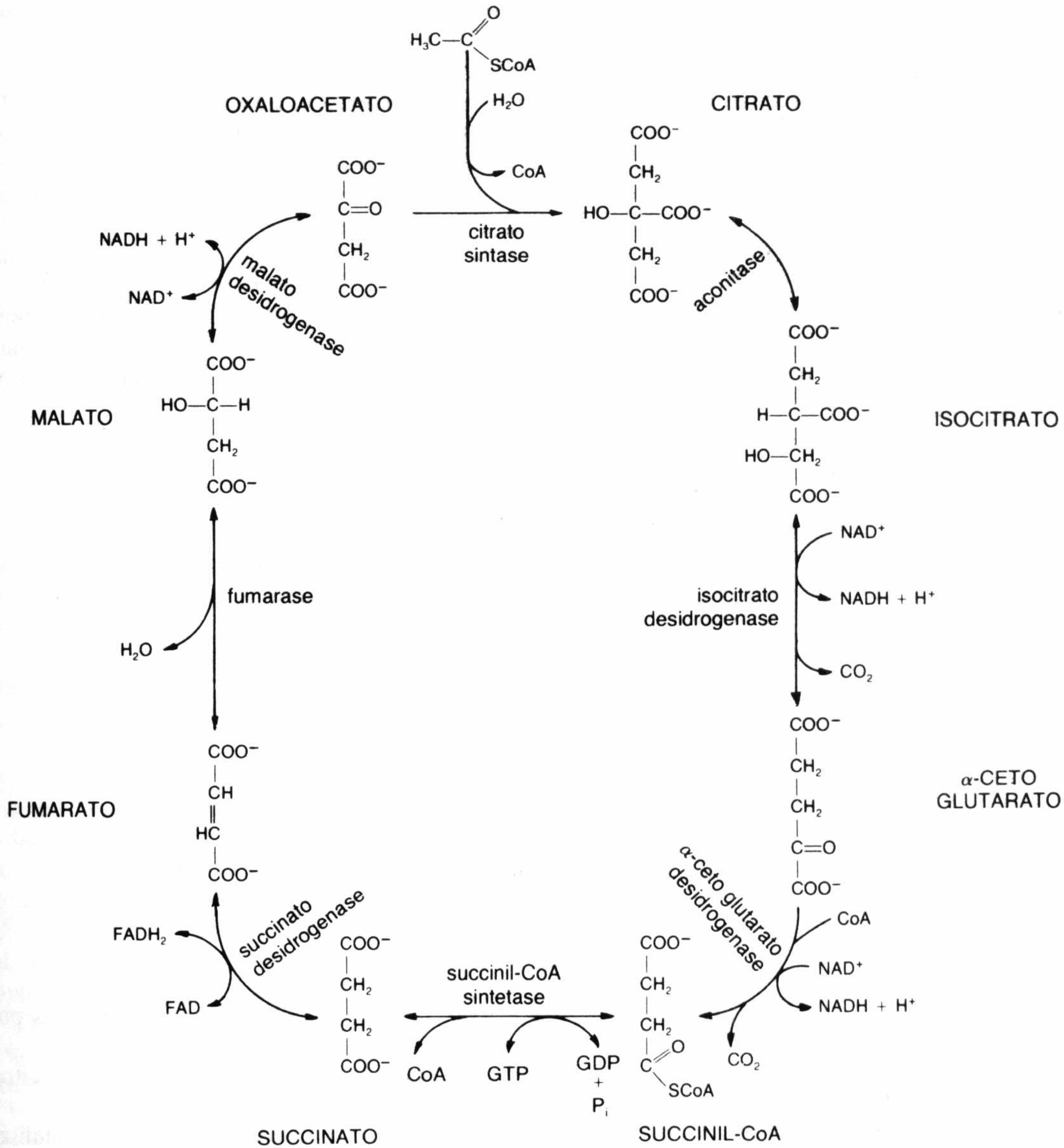
- Precursor do metabolismo



- Ciclo dos ácidos tricarboxílicos
- Ramos oxidativo e redutor

Ciclo dos ácidos tricarboxílicos (TCA ou ciclo de Krebs)

$$H_3C\text{-}CO\text{-}SCoA + 3\,NAD^+ + FAD + GDP + P_i + H_2O \longrightarrow 2CO_2 + 3NADH + 2H^+ + FADH_2 + GTP + HSCoA$$



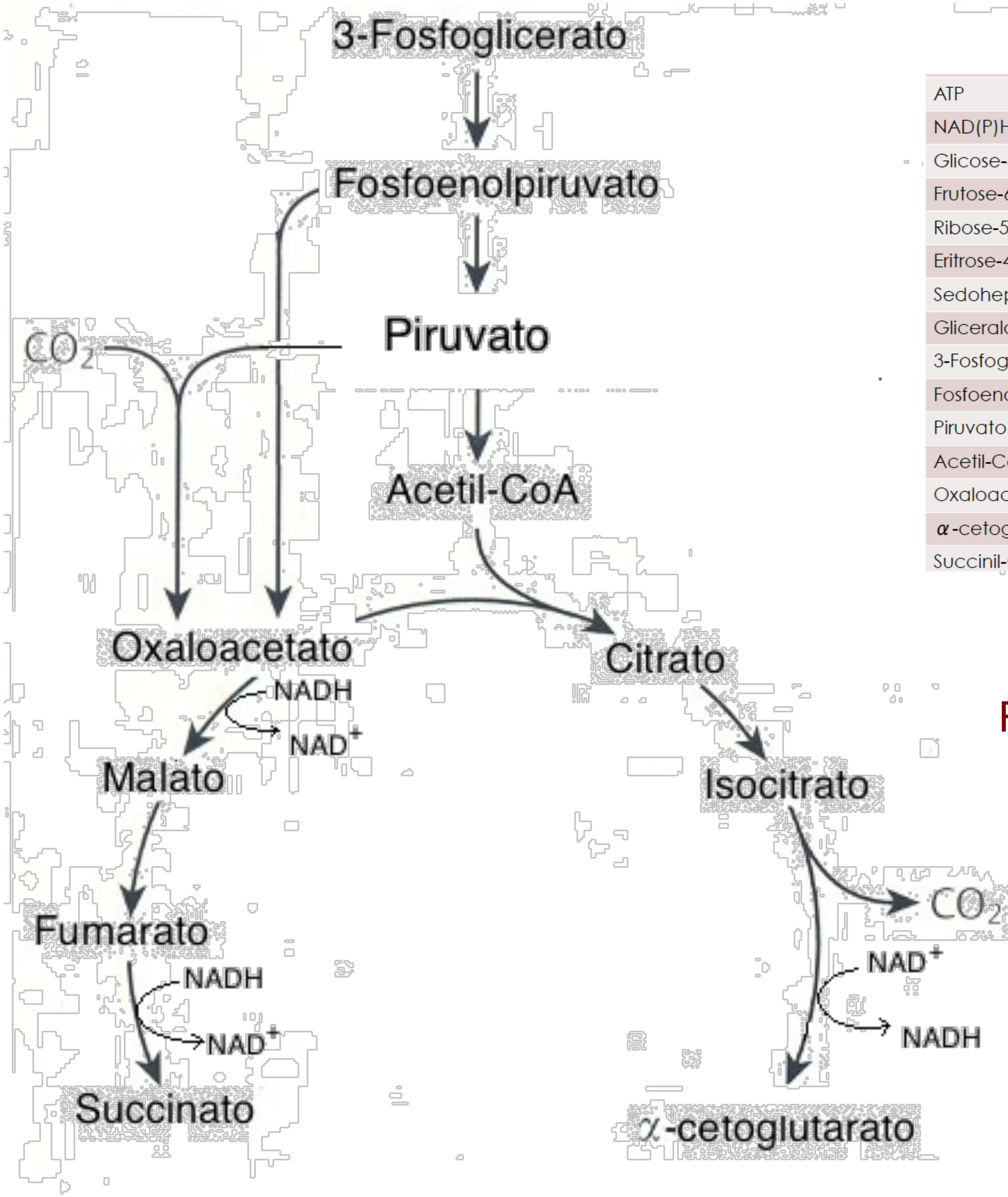
Ciclo de Krebs.

ATP
NAD(P)H
Glicose-6-fosfato
Frutose-6-fosfato
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
Eritrose-4-fosfato
Sedoheptulose-7-fosfato
Gliceraldeído-3-fosfato
3-Fosfoglicerato
Fosfoenolpiruvato
Piruvato
Acetil-CoA
Oxaloacetato
α-cetoglutarato
Succinil-CoA

Em algumas condições o complexo α-cetoglutarato desidrogenase não está presente ou está inativado

ATP
NAD(P)H
Glicose-6-fosfato
Frutose-6-fosfato
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato
Eritrose-4-fosfato
Sedoheptulose-7-fosfato
Gliceraldeído-3-fosfato
3-Fosfoglicerato
Fosfoenolpiruvato
Piruvato
Acetil-CoA
Oxaloacetato
α-cetoglutarato
Succinil-CoA

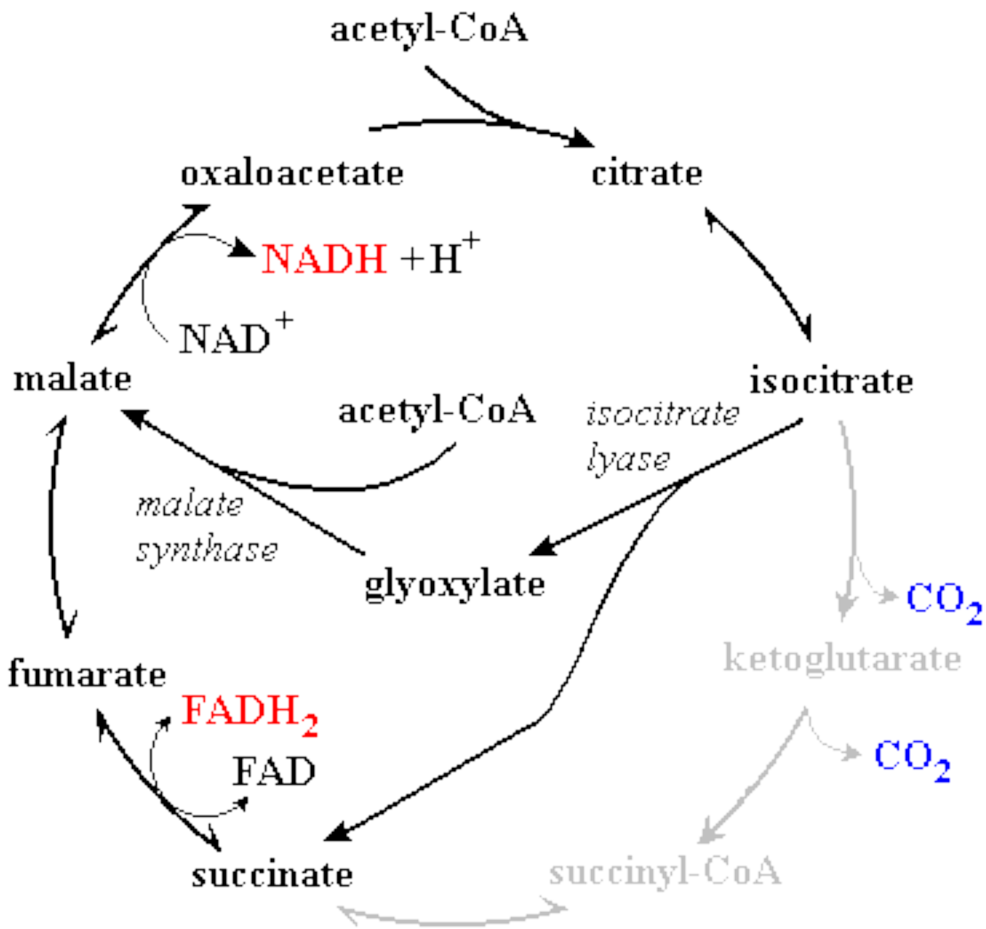
Ramo redutor



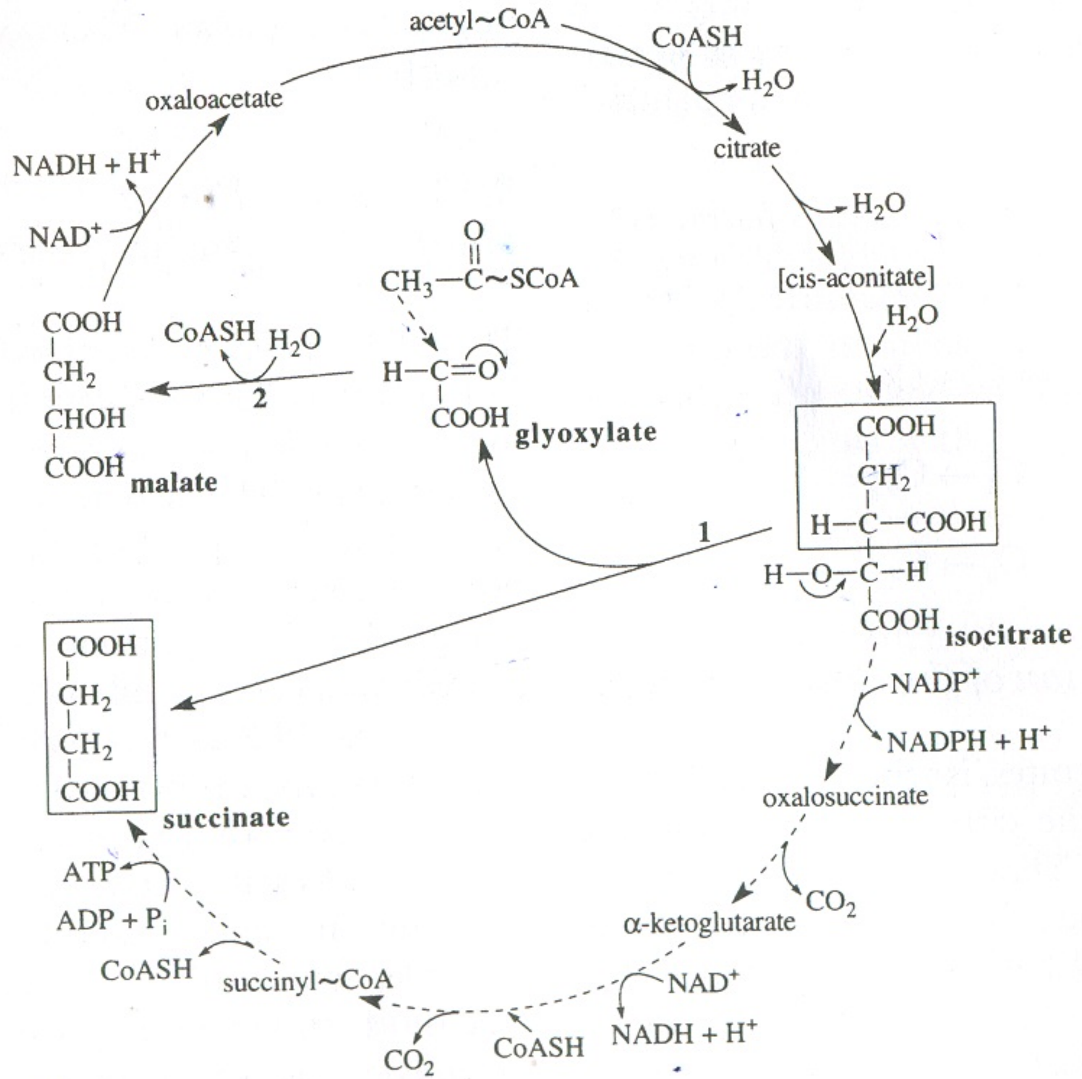
Ramo oxidativo

Metabólito	Via predominante de origem do metabólito*						
	EMP	ED	VP	HMP	CPD /PFL	TCA	RR/ RO
ATP	X	X	-	X	-	X	-
NAD(P)H	-	X	X	-	-	-	-
Glicose-6-fosfato	X	X	X	X	-	-	-
Frutose-6-fosfato	X	-	X	X	-	-	-
Ribose-5-fosfato ou ribulose-5-fosfato	-	-	X	X	-	-	-
Eritrose-4-fosfato	-	-	X	X	-	-	-
Sedoheptulose-7-fosfato	-	-	X	X	-	-	-
Gliceraldeído-3-fosfato	X	X	X	X	-	-	-
3-Fosfoglicerato	X	X	-	X	-	-	-
Fosfoenolpiruvato	X	X	-	X	-	-	-
Piruvato	X	X	-	X	-	-	-
Acetil-CoA	-	-	-	X	X	-	-
Oxaloacetato	-	-	-	-	-	X	X
α-cetoglutarato	-	-	-	-	-	X	X
Succinil-CoA	-	-	-	-	-	X	X

Shunt do glioxilato



2 Acetil-CoA + NAD$^+$ + 2H_2O ➔ Succinato + 2HS-CoA + NADH + 3H$^+$



The glyoxylate cycle. Enzymes: **1**, isocitrate lyase; **2**, malate synthase. The dashed arrows represent reactions of the citric acid cycle that are bypassed.

Como as bactérias crescem quando não há glicose?

β -oxidação de ácidos graxos

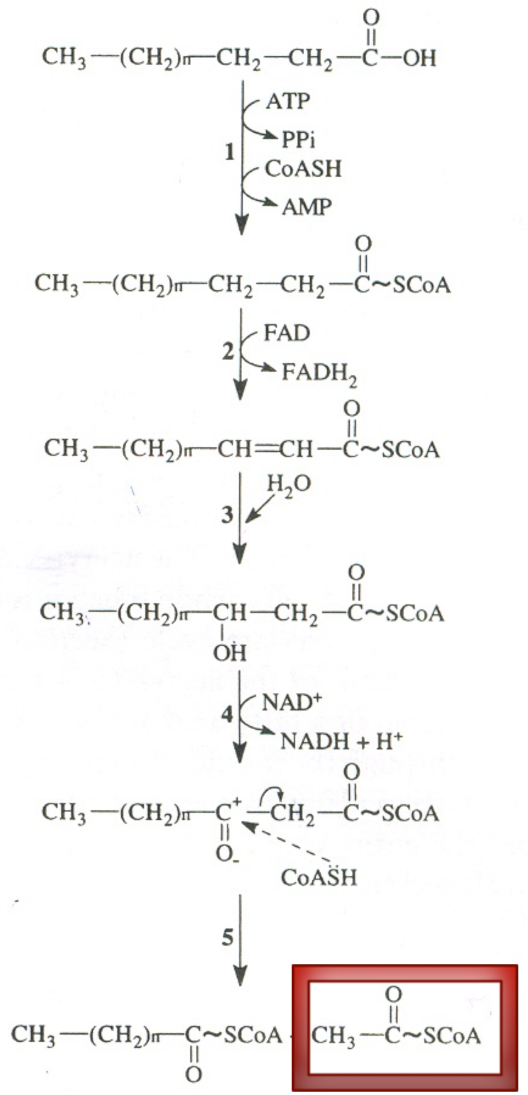
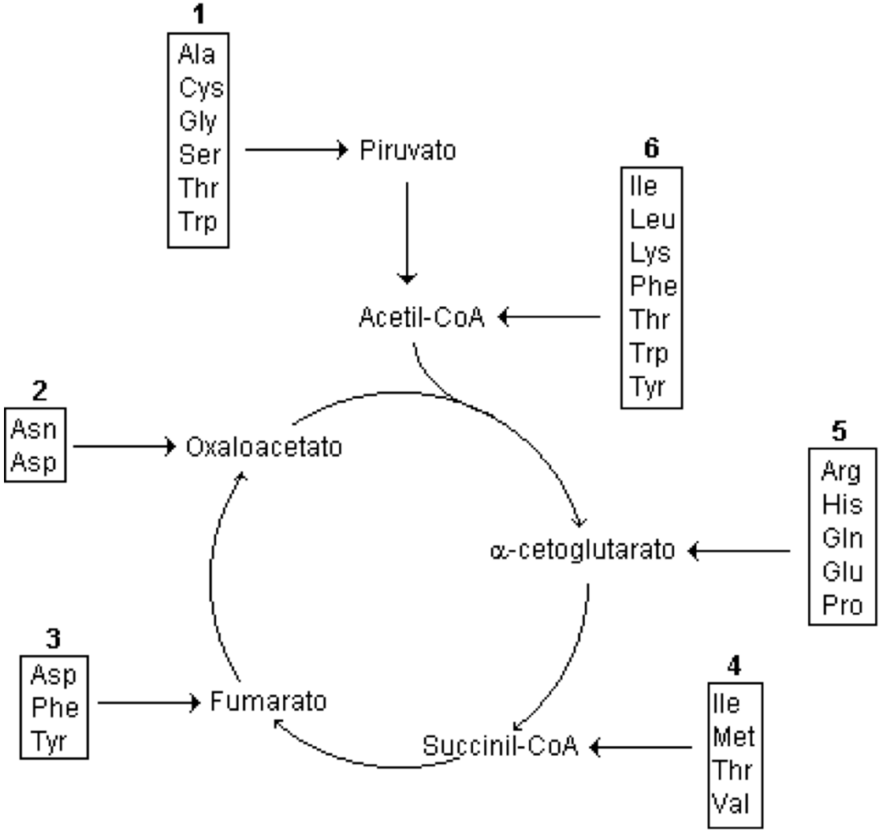


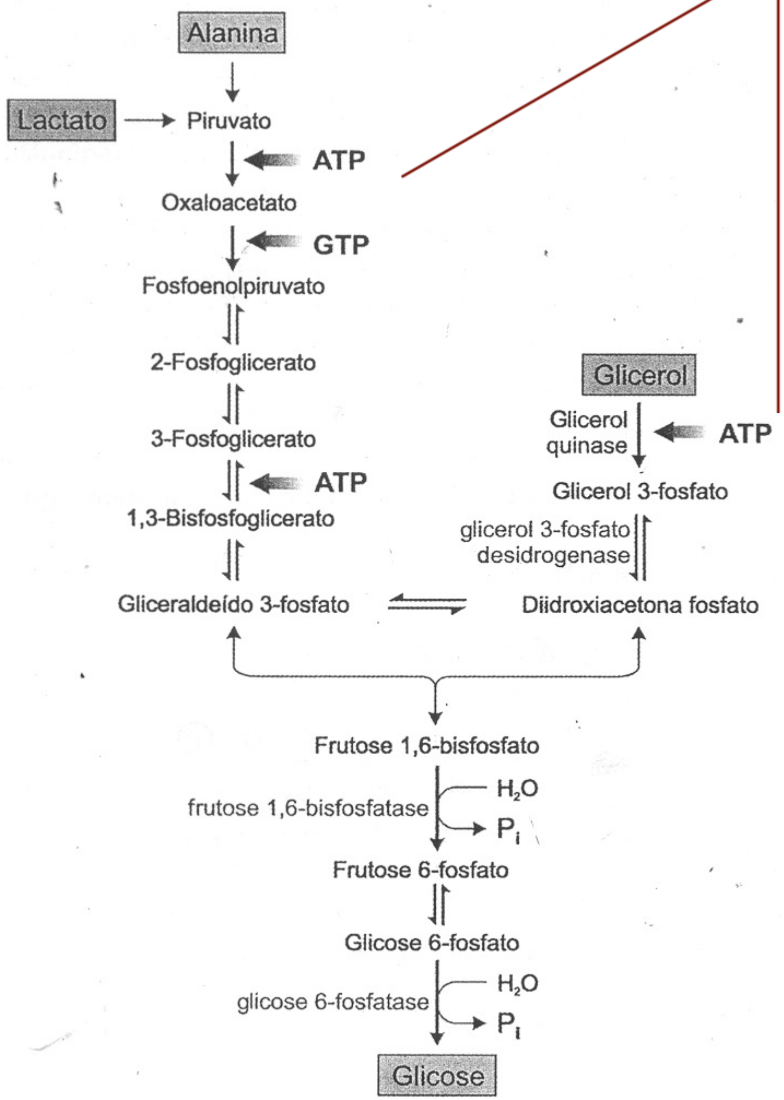
Fig. 9.1 β-Oxidation of fatty acids. Enzymes: 1, acyl–CoA synthetase; 2, fatty acyl–CoA dehydrogenase; 3, 3-hydroxyacyl–CoA hydrolyase; 4, L-3-hydroxyacyl–CoA dehydrogenase; 5, β-ketothiolase.

Como as bactérias crescem quando não há glicose?



Destino da cadeia carbônica dos aminoácidos, que foram repartidos em seis grupos (1 a 6) de acordo com o composto formado.

Gliconeogênese



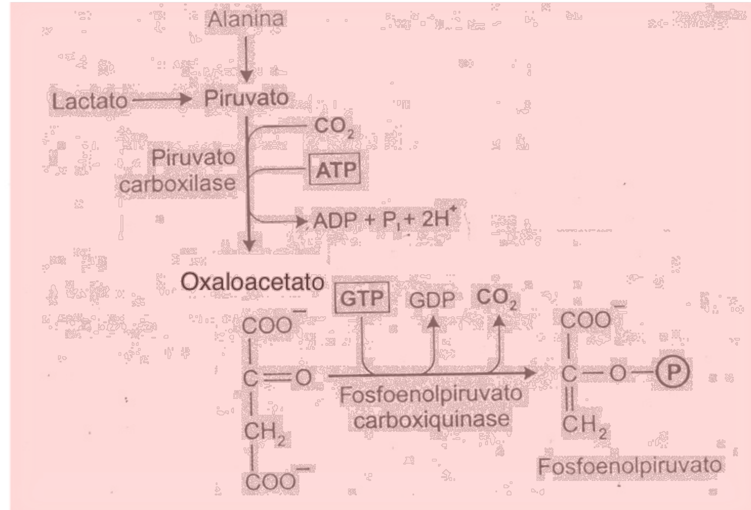
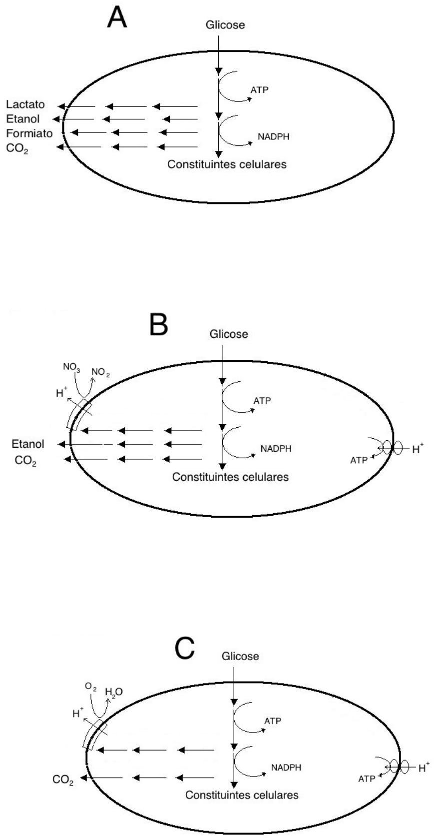


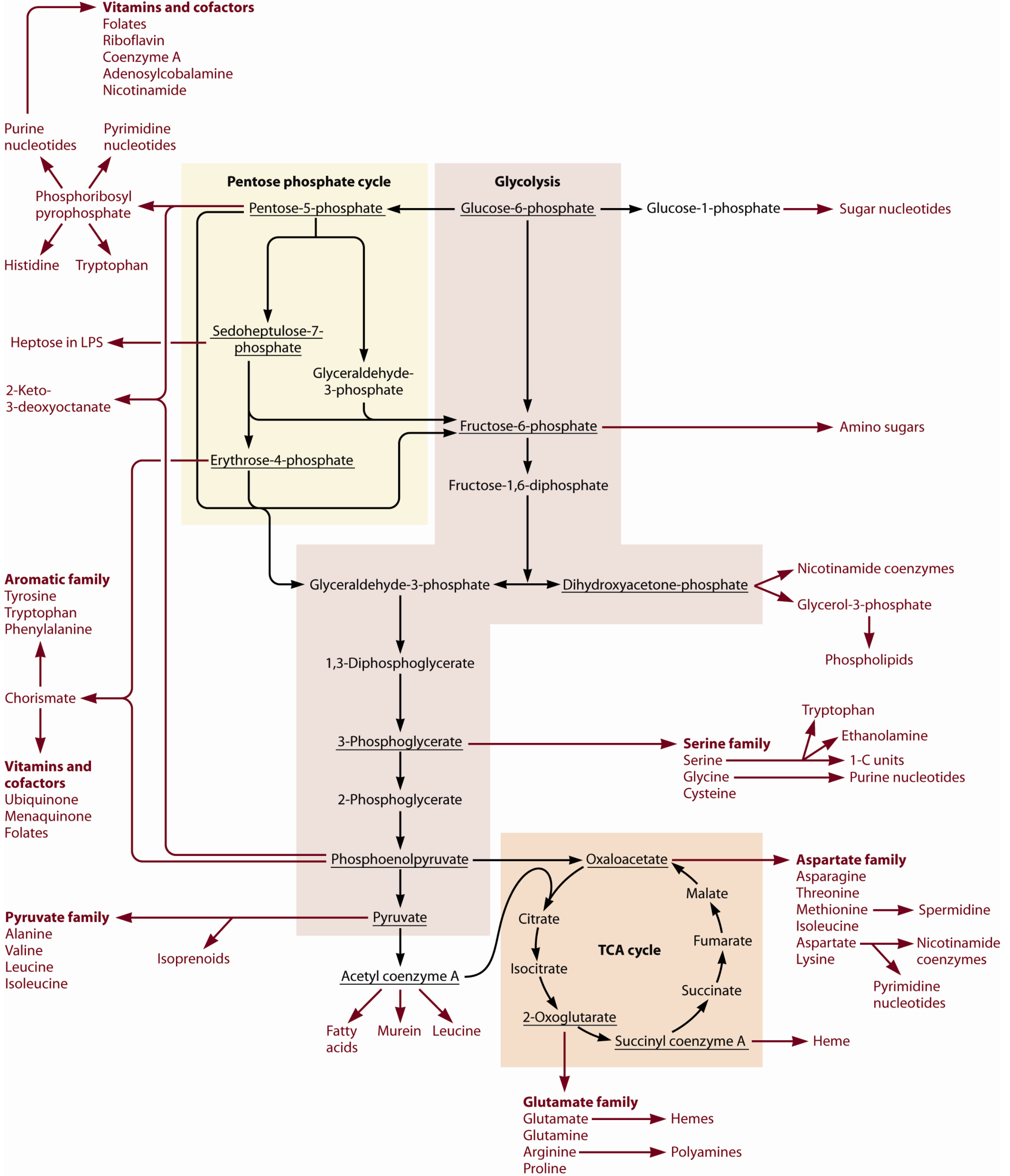
Fig. 14.4 Esquema simplificado da gliconeogênese. As reações que convertem piruvato a oxaloacetato e este a fosfoenolpiruvato estão detalhadas na Fig. 14.3. As reações comuns à via glicolítica podem ser encontradas na sua forma completa na Fig. 9.5 (Seção 9.1). Deve-se ressaltar que são necessárias *duas* moléculas de cada um dos compostos gliconeogênicos — alanina, lactato, glicerol — para sintetizar *uma* molécula de glicose.

Nenhuma das vias isoladamente consegue suprir os precursores necessários ao metabolismo bacteriano

Uma combinação de vias é necessária

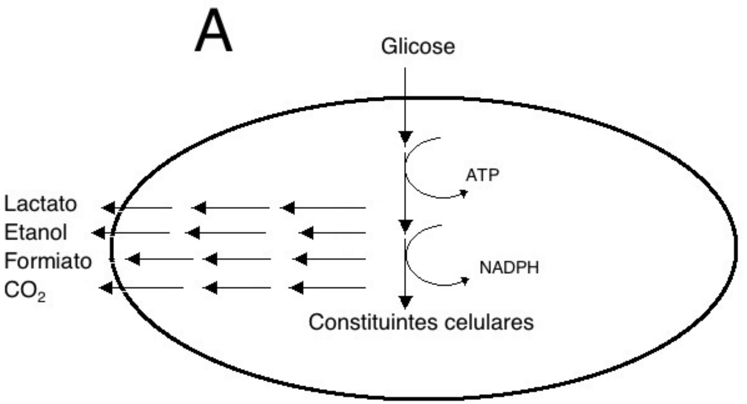


- Vias metabólicas
- Processos metabólicos
- Redes metabólicas

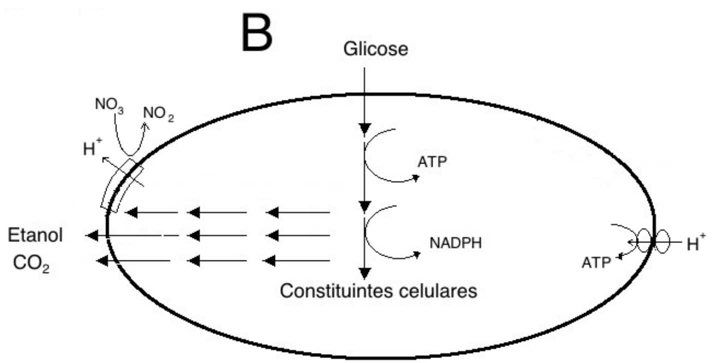

Vitamins and cofactors
Folates
Riboflavin
Coenzyme A
Adenosylcobalamine
Nicotinamide
Purine nucleotides
Pyrimidine nucleotides
Phosphoribosyl pyrophosphate
Histidine
Tryptophan
Pentose phosphate cycle
Glycolysis
Pentose-5-phosphate
Glucose-6-phosphate
Glucose-1-phosphate
Sugar nucleotides
Sedoheptulose-7-phosphate
Heptose in LPS
Glyceraldehyde-3-phosphate
2-Keto-3-deoxyoctanate
Fructose-6-phosphate
Amino sugars
Erythrose-4-phosphate
Fructose-1,6-diphosphate
Aromatic family
Tyrosine
Tryptophan
Phenylalanine
Glyceraldehyde-3-phosphate
Dihydroxyacetone-phosphate
Nicotinamide coenzymes
Glycerol-3-phosphate
Phospholipids
1,3-Diphosphoglycerate
Chorismate
Tryptophan
Ethanolamine
Serine family
Serine
Glycine
Cysteine
1-C units
Purine nucleotides
3-Phosphoglycerate
Vitamins and cofactors
Ubiquinone
Menaquinone
Folates
2-Phosphoglycerate
Phosphoenolpyruvate
Oxaloacetate
Aspartate family
Asparagine
Threonine
Methionine
Isoleucine
Aspartate
Lysine
Spermidine
Nicotinamide coenzymes
Pyrimidine nucleotides
Malate
Citrate
Pyruvate family
Alanine
Valine
Leucine
Isoleucine
Pyruvate
Isoprenoids
Fumarate
TCA cycle
Isocitrate
Acetyl coenzyme A
Succinate
2-Oxoglutarate
Succinyl coenzyme A
Heme
Fatty acids
Murein
Leucine
Glutamate family
Glutamate
Glutamine
Arginine
Proline
Hemes
Polyamines

Obtenção de ATP

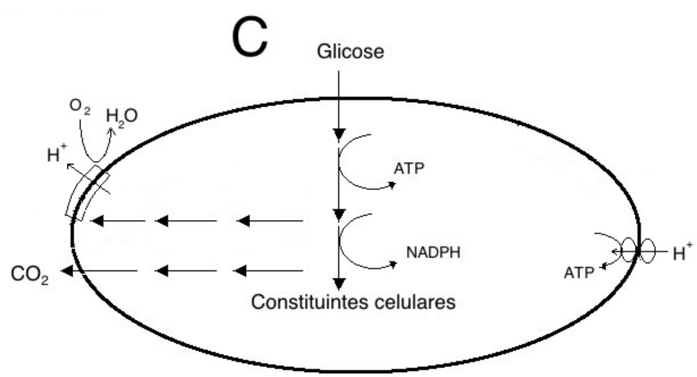
Heterotróficos



Sem O_2

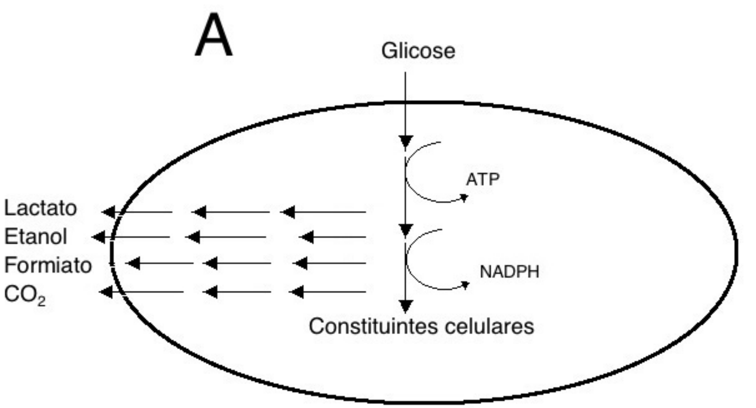


Sem O_2 com outro aceptor final de eletrons



Com O_2

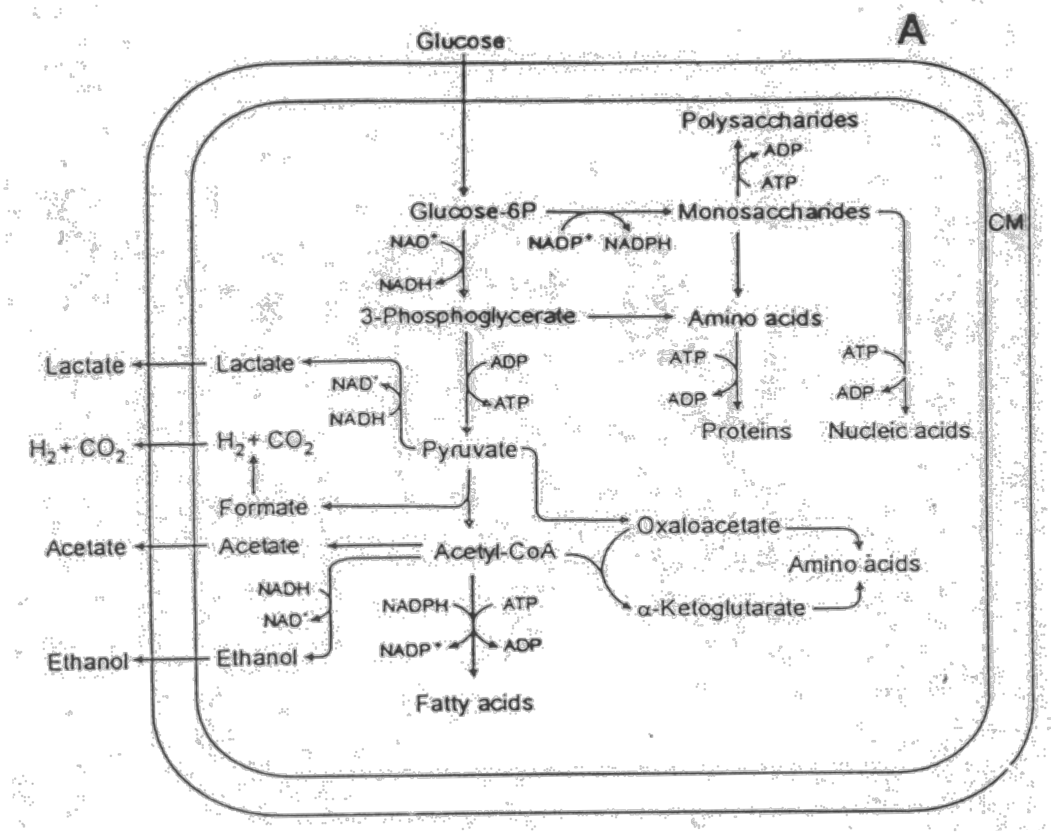
Heterotróficos



Sem O_2

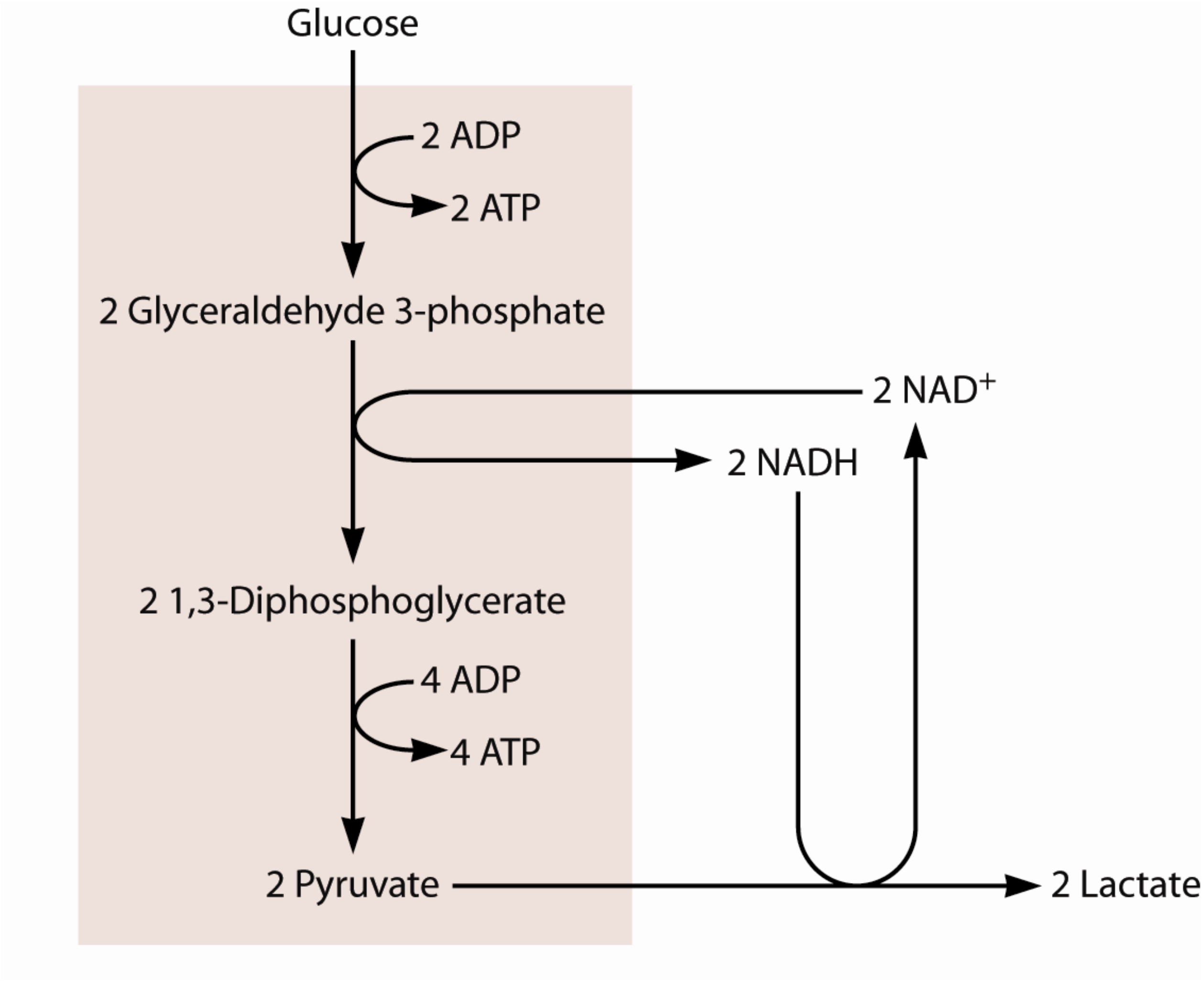
Sem aceptor de elétrons exógeno

FERMENTAÇÃO

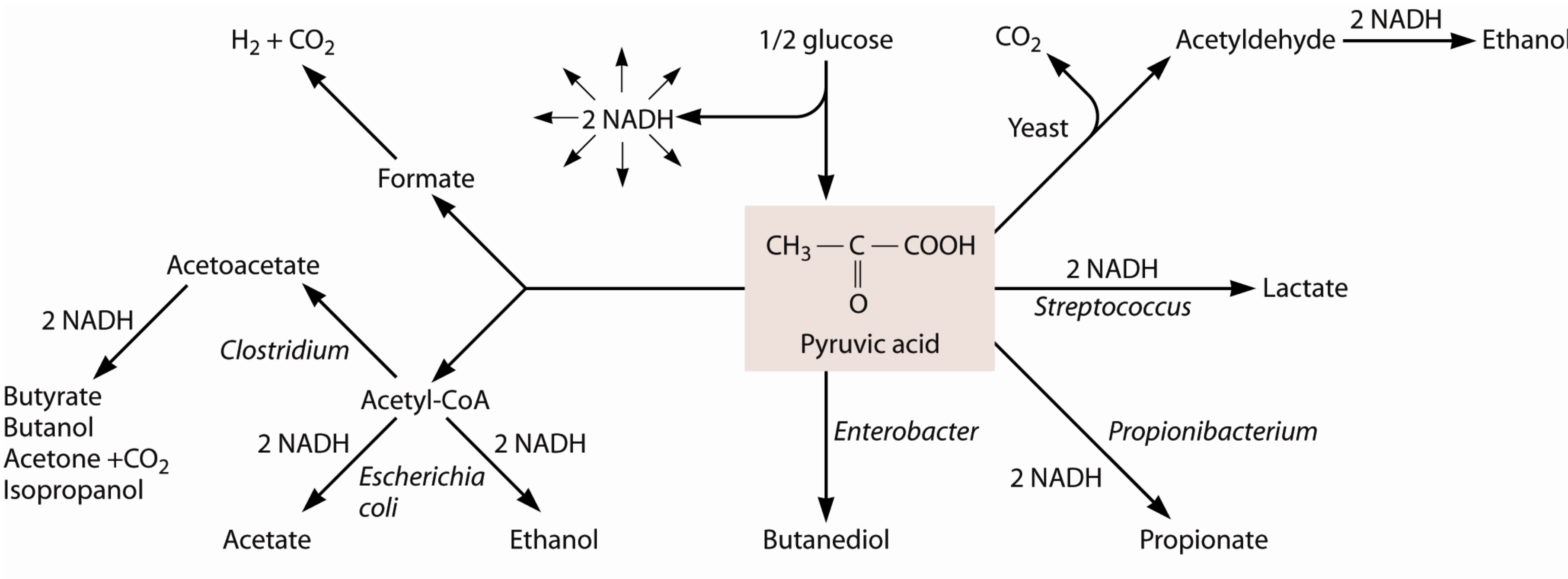


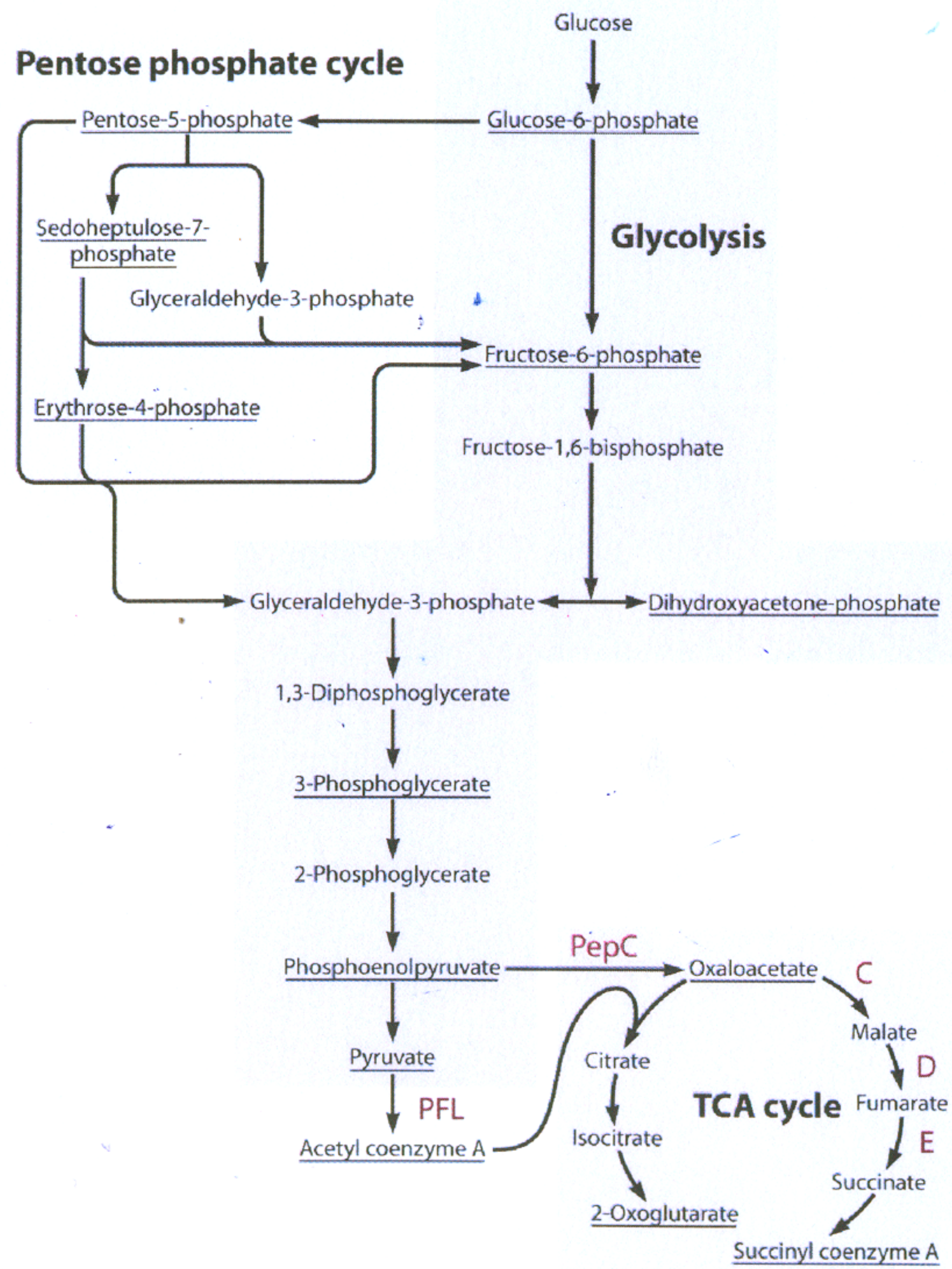
Reoxidação de coenzimas $NADH/NAD^+$

Fermentação



Fermentação

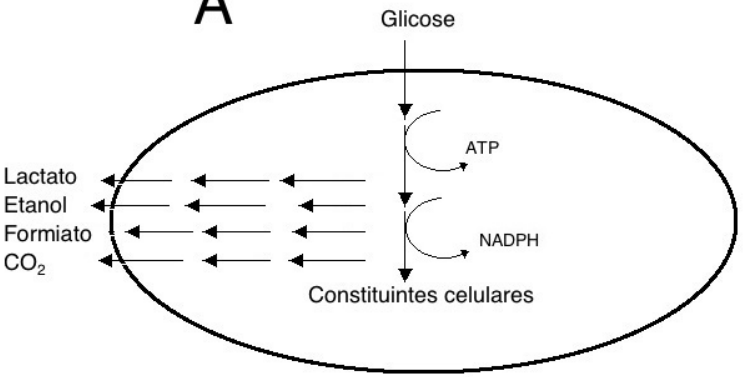




Formação de precursores durante a fermentação de glicose em *E. coli (principais reações anapleroticas em vermelho)*

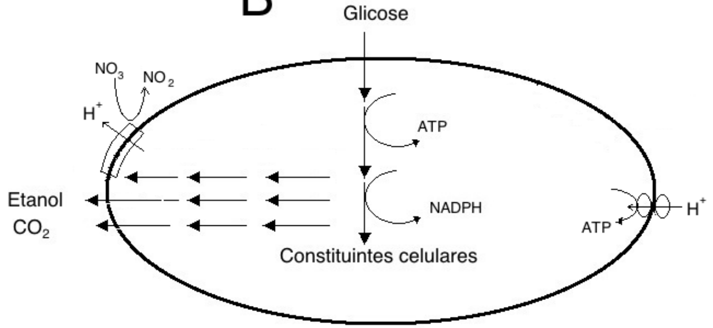
Heterotróficos

A



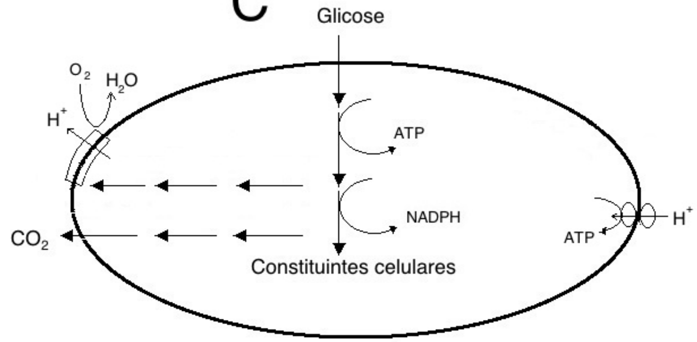
Sem O_2 FERMENTAÇÃO

B



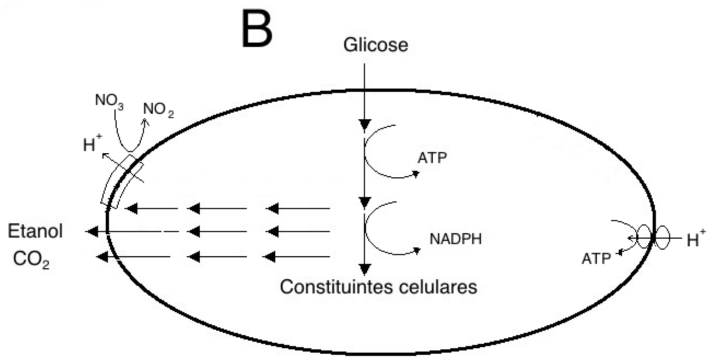
Sem O_2 com outro aceptor final de eletrons

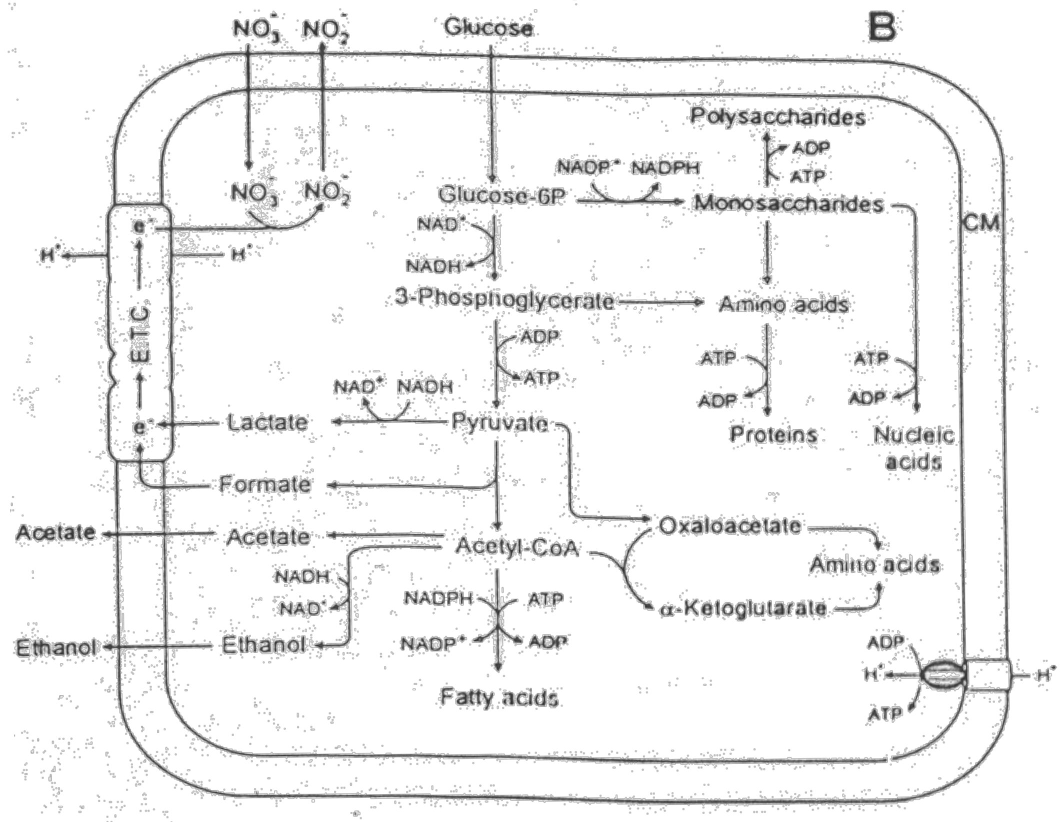
C



Com O_2

Heterotróficos

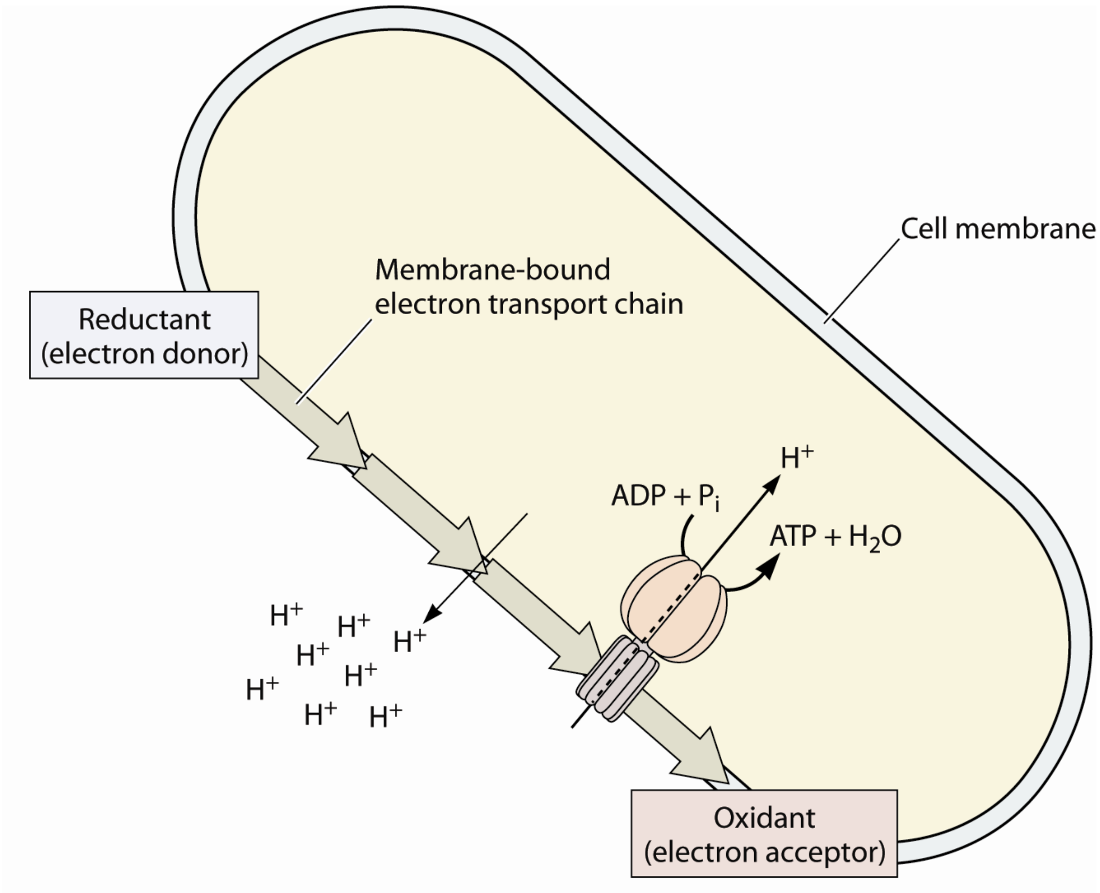


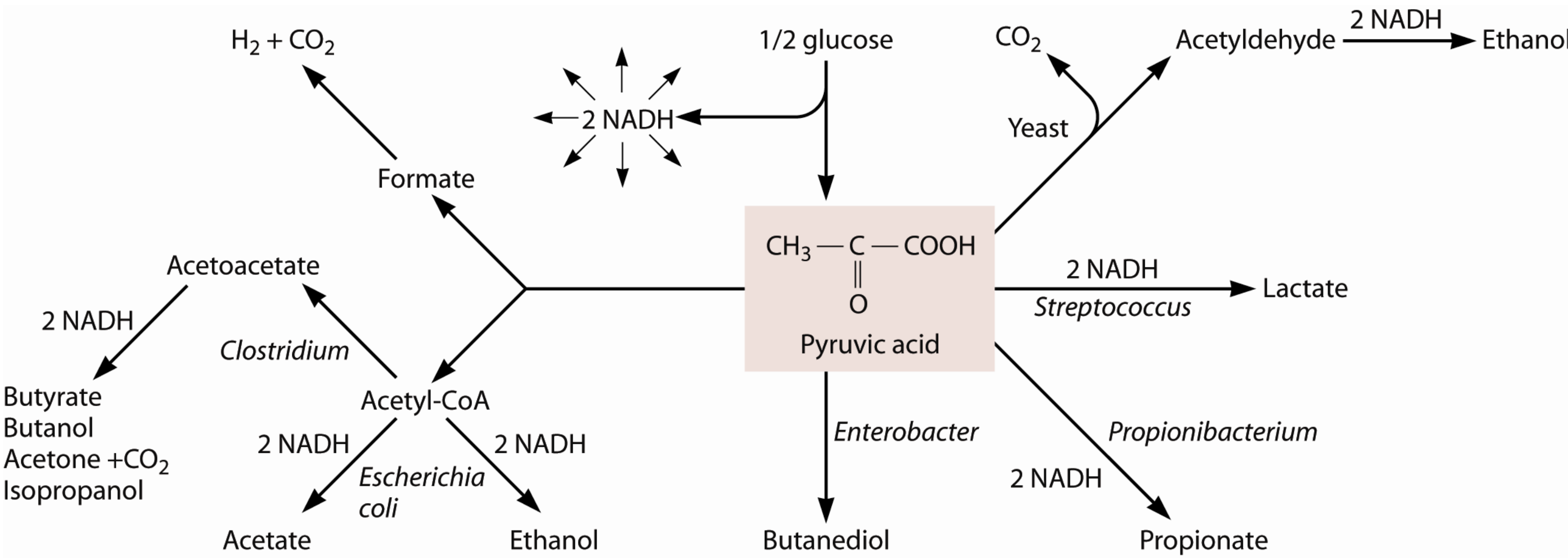


Sem O_2 com outro aceptor final de elétrons

RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA

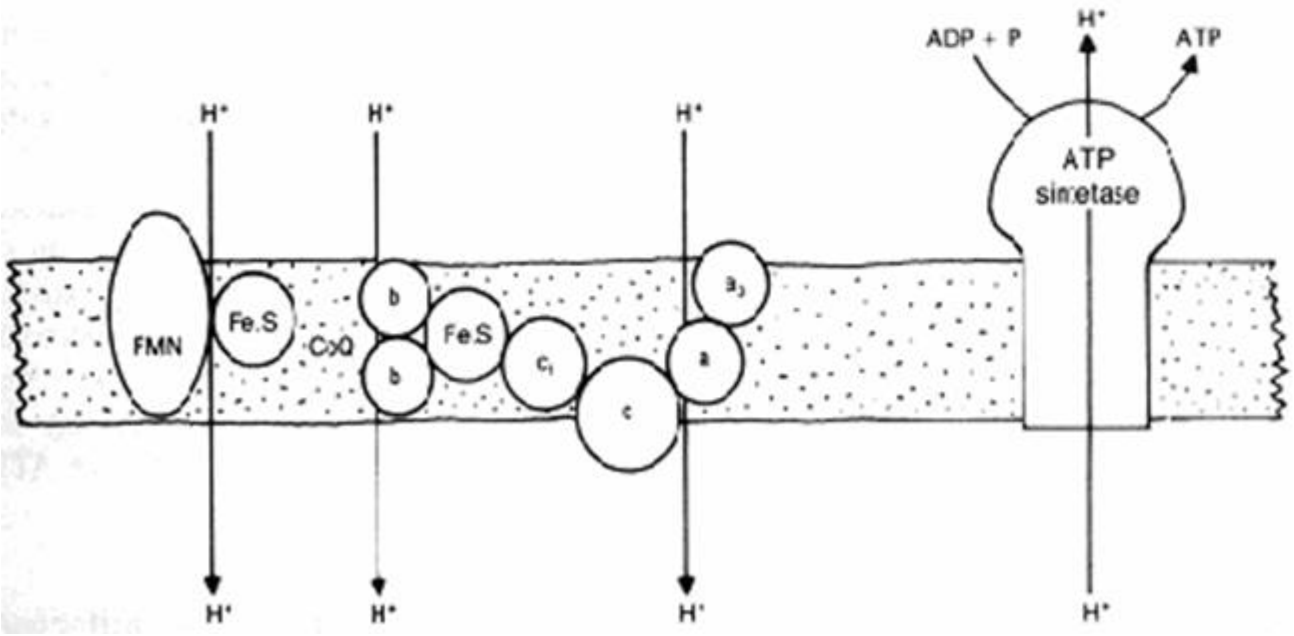
Cadeias de transporte de elétrons e fosforilação oxidativa



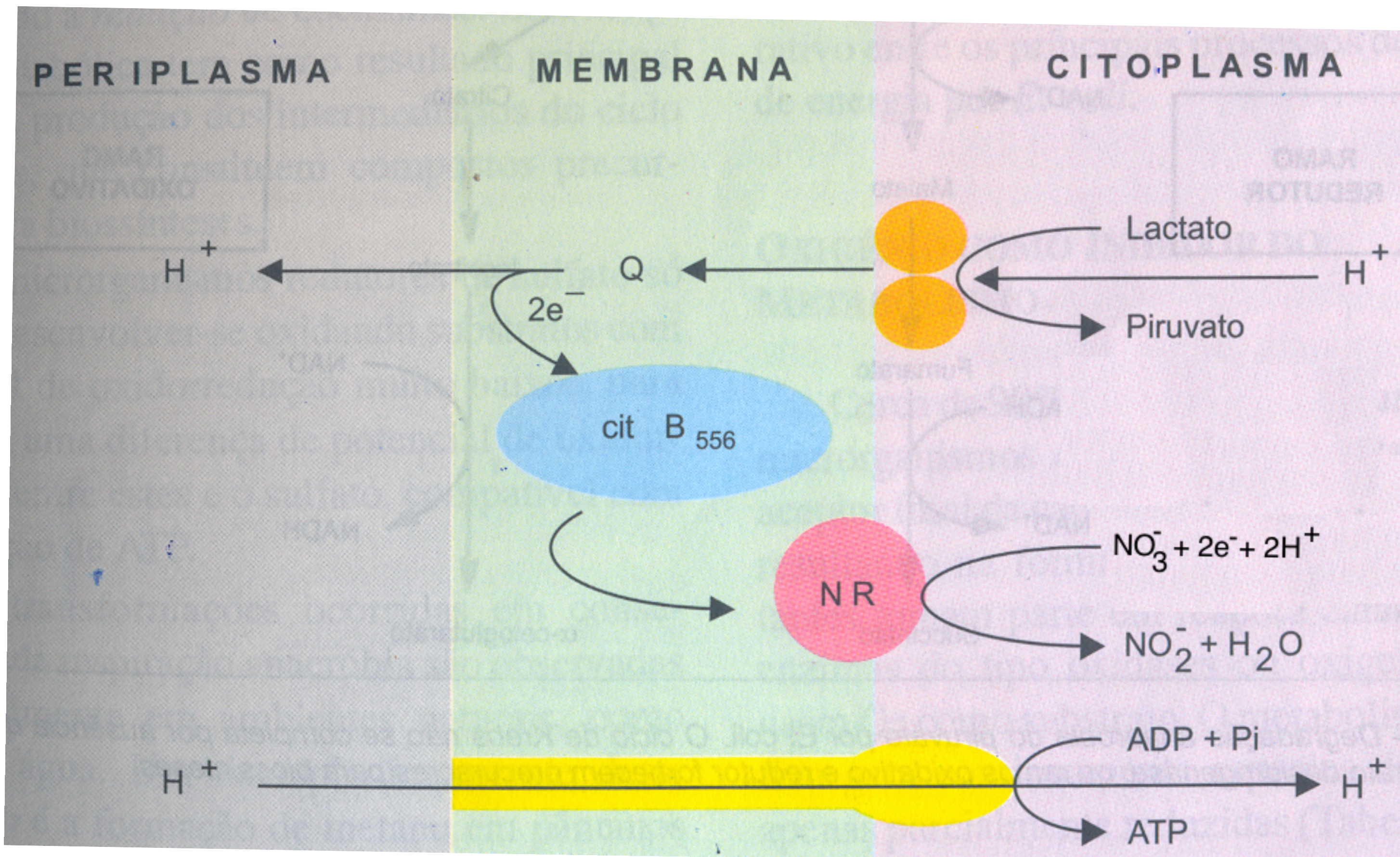


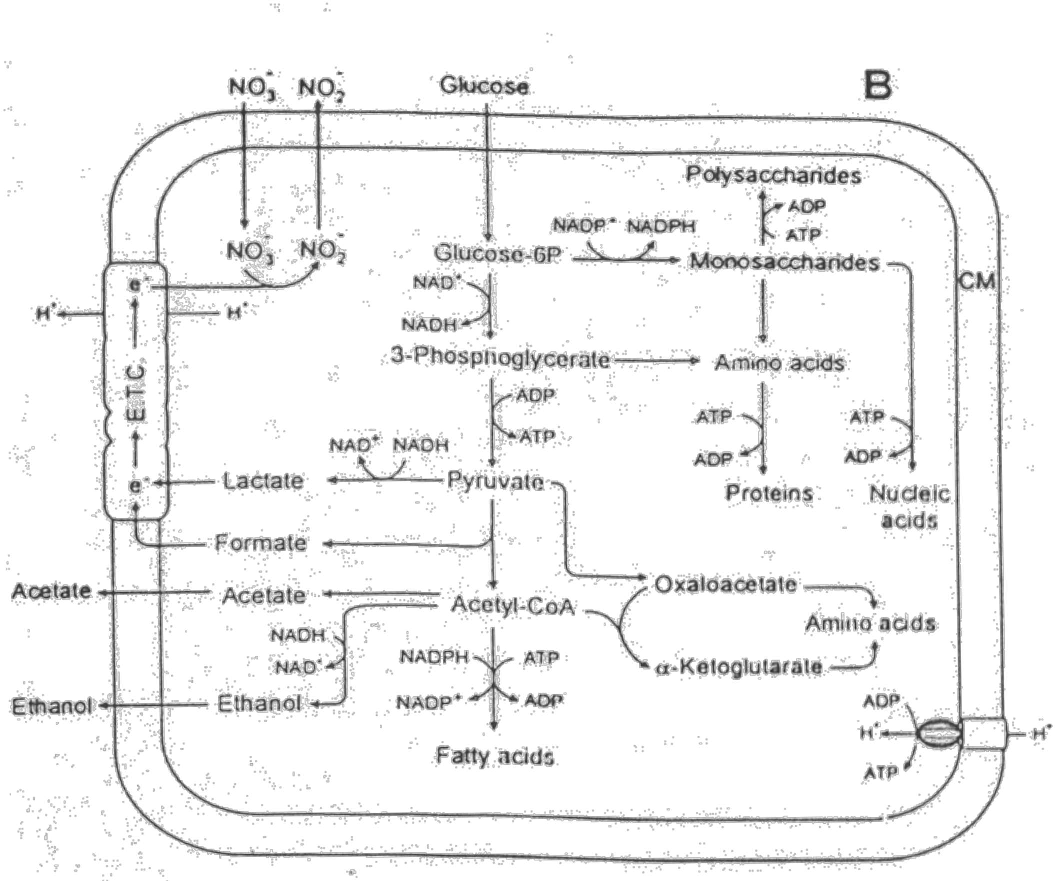
Produtos da fermentação não foram completamente oxidados
Podem gerar mais energia

CTE esquema geral



CTE em *E. coli* quando nitrato é o aceptor final de elétrons



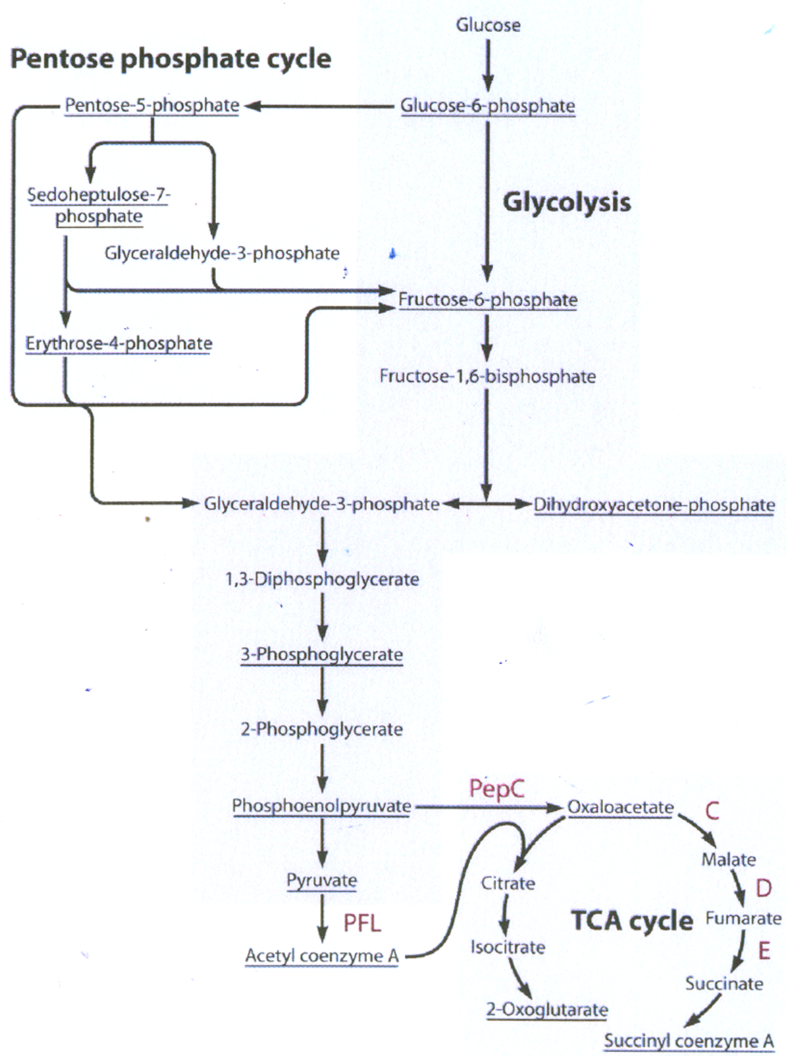


RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA

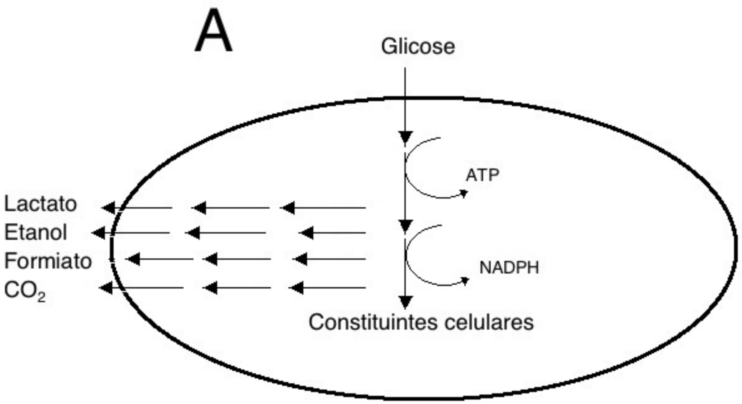
Table 6.3 Compounds that can serve as electron acceptors in anaerobic respiration, replacing oxygen

Organic compounds	Inorganic compounds
Fumarate	Nitrate (NO_3^-)
Dimethylsulfoxide (DMSO)	Nitrite (NO_2^-)
Trimethylamine *N*-oxide (TMAO)	Nitrous oxide (N_2O)
	Chlorate (ClO_3^-)
	Perchlorate (ClO_4^-)
	Manganic ion (Mn^{4+})
	Ferric ion (Fe^{3+})
	Gold (Au^{3+})
	Selenate (SeO_4^{2-})
	Arsenate (AsO_4^{3-})
	Sulfate (SO_4^{2-})
	Sulfur (S^0)

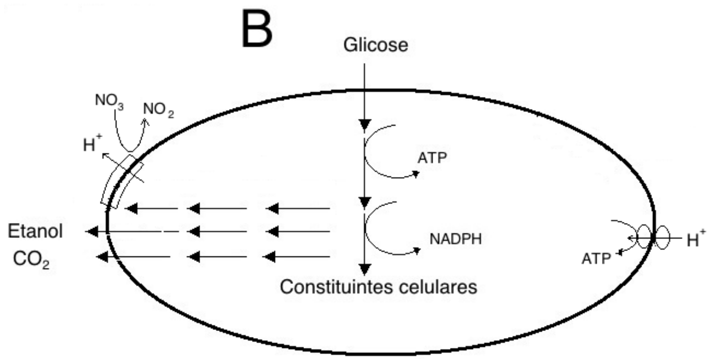
Obtenção de precursores na respiração anaeróbia



Heterotróficos

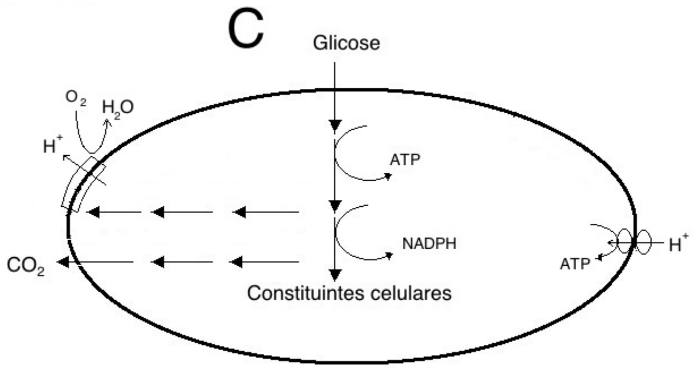


Sem O_2 FERMENTAÇÃO



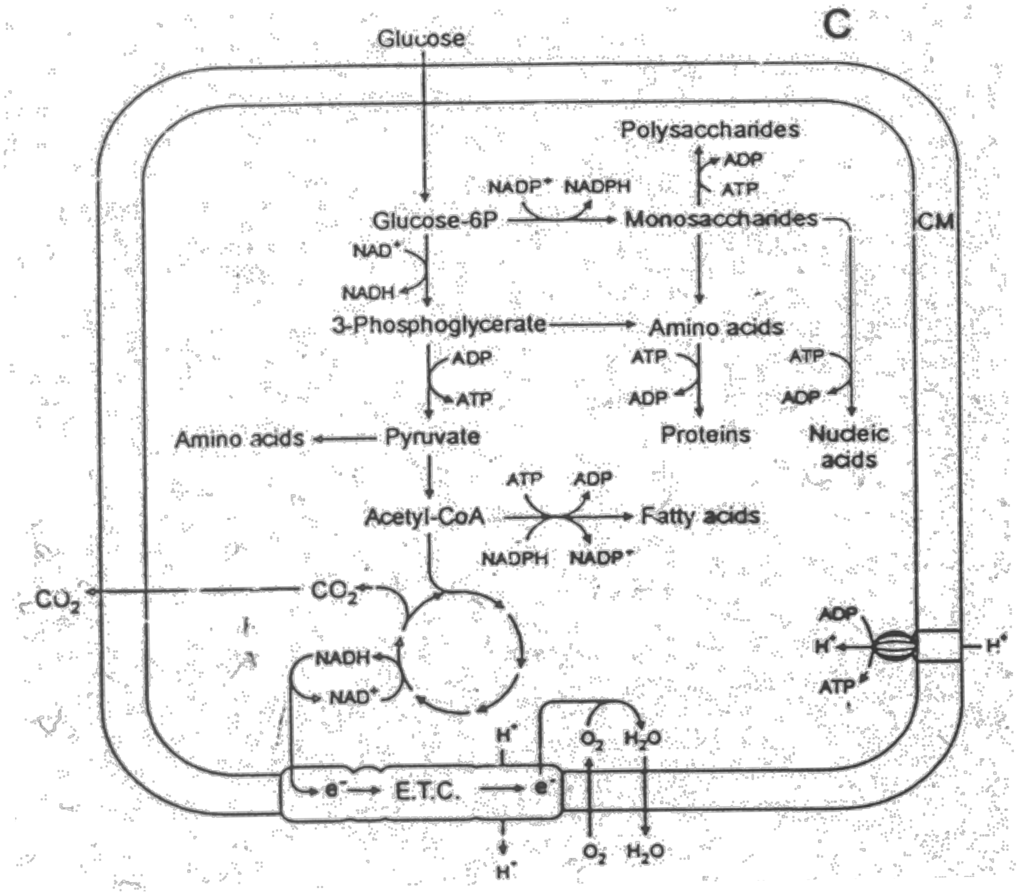
Sem O_2 com outro aceptor final de eletrons

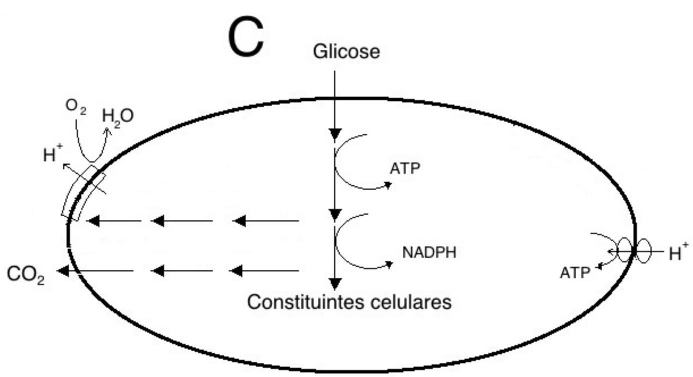
RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA



Com O_2

Heterotróficos





Com O_2

Cadeia de transporte de elétrons aeróbia

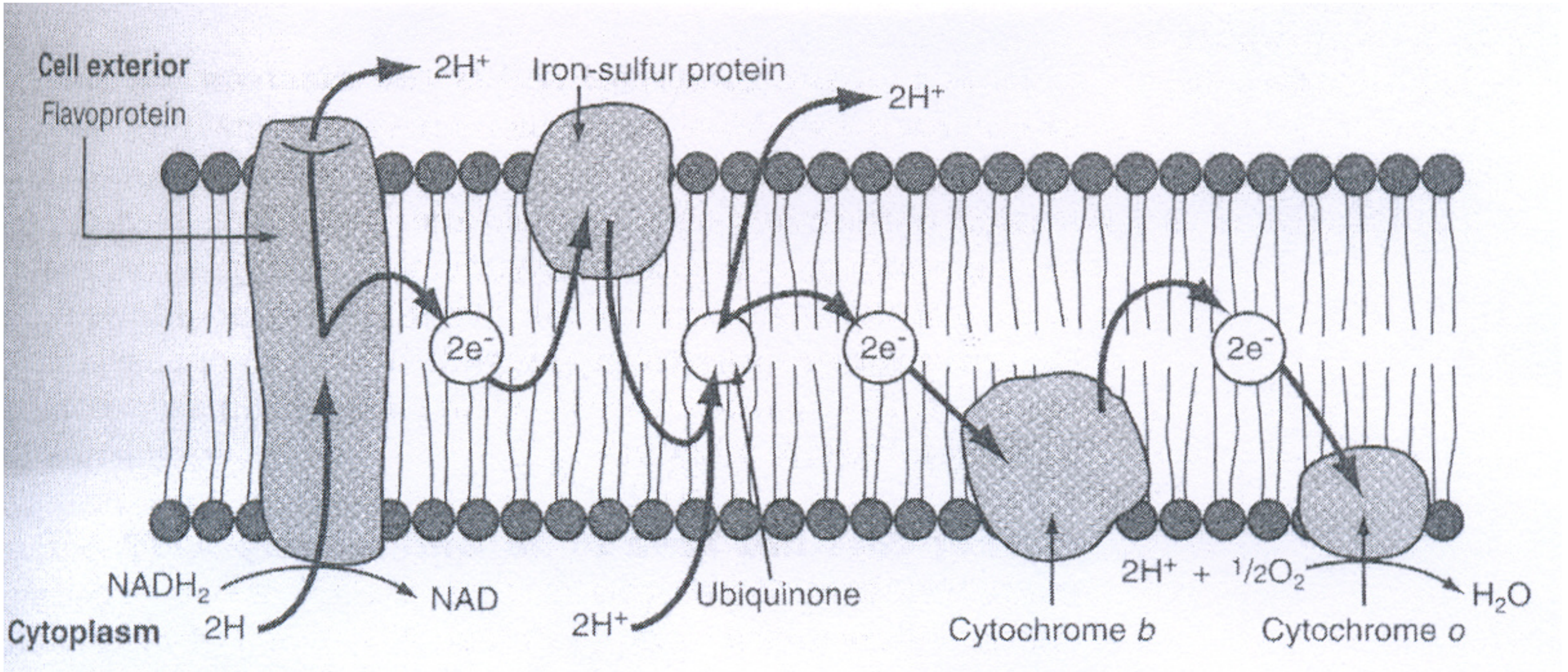


FIGURE 4.2 *The electron transport chain. Abbreviations: NAD, nicotinamide adenine dinucleotide;*

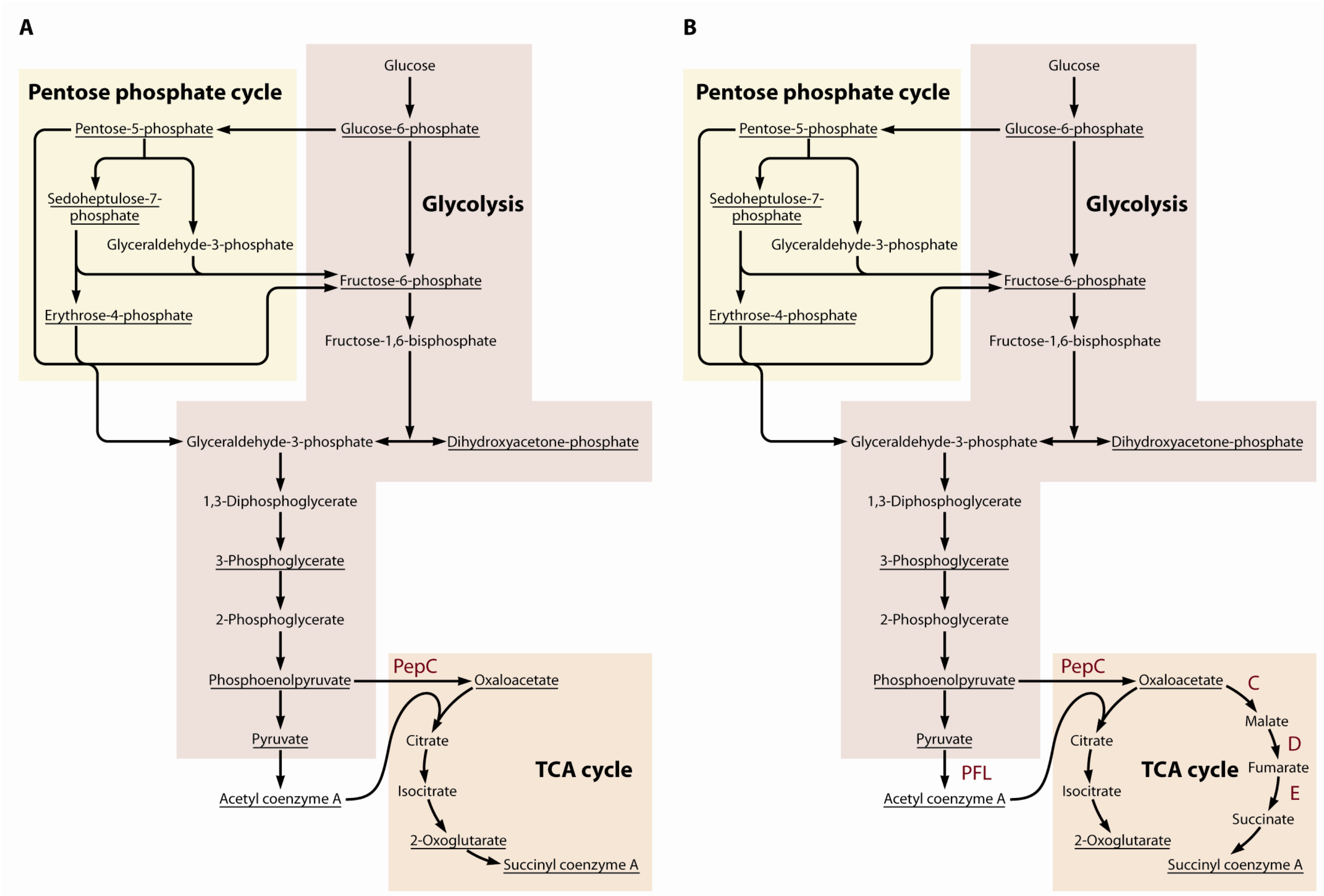
Quadro 8.2 Potenciais de óxido-redução padrão dos componentes da cadeia de transporte de elétrons

Par oxidado/reduzido	E°' (volts)
$NAD^+/NADH$	− 0,32
$FMN/FMNH_2$	− 0,30*
$FAD/FADH_2$	− 0,18**
$CoQ/CoQH_2$	+ 0,04
Citocromo b (Fe^{3+})/citocromo b (Fe^{2+})	+ 0,06
Citocromo c_1 (Fe^{3+})/citocromo c (Fe^{2+}	+ 0,23
Citocromo c (Fe^{3+})/citocromo c (Fe^{2+})	+ 0,25
Citocromo a (Fe^{3+})/citocromo a (Fe^{2+})	+ 0,29
Citocromo a_3 (Fe^{3+})/citocromo a_3 (Fe^{2+})	+ 0,55
O_2/H_2O	+ 0,82

*O valor refere-se à coenzima ligada à NADH desidrogenase.

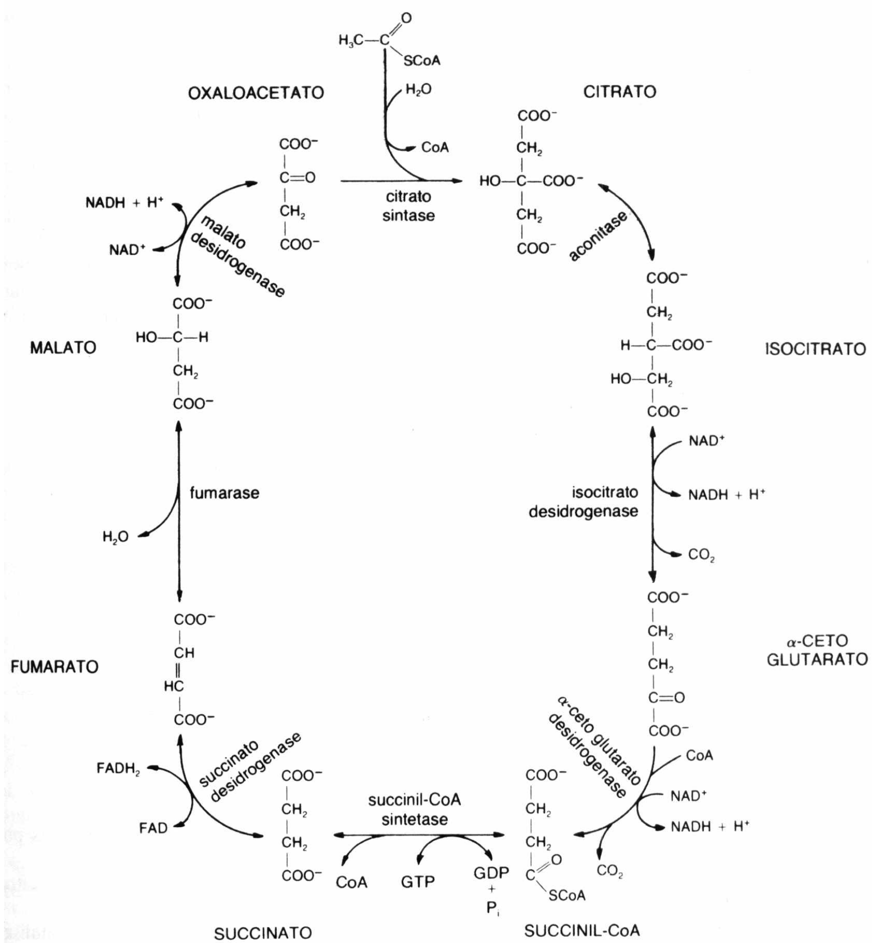
**O valor refere-se à coenzima livre; quando ligada a proteínas, seu valor varia entre 0,0 e +0,3, dependendo da proteína.

Precursores/Poder redutor/ATP

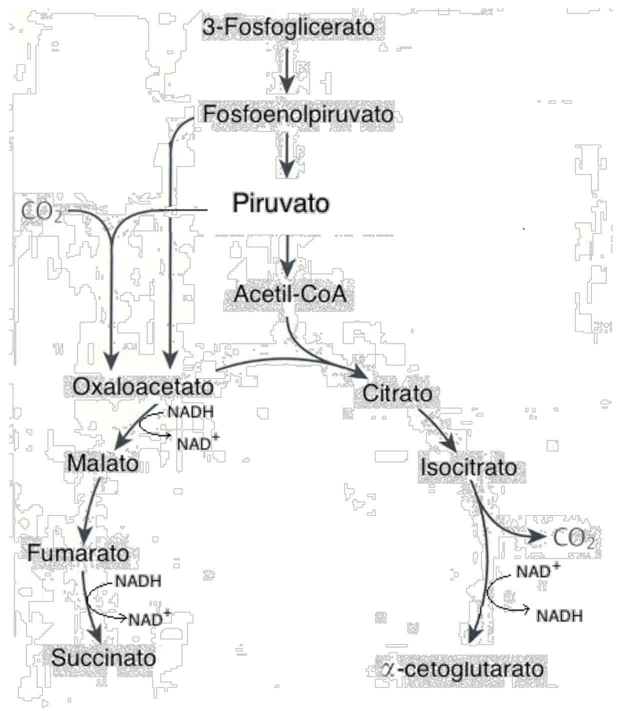


Aerobiose

Anaerobiose



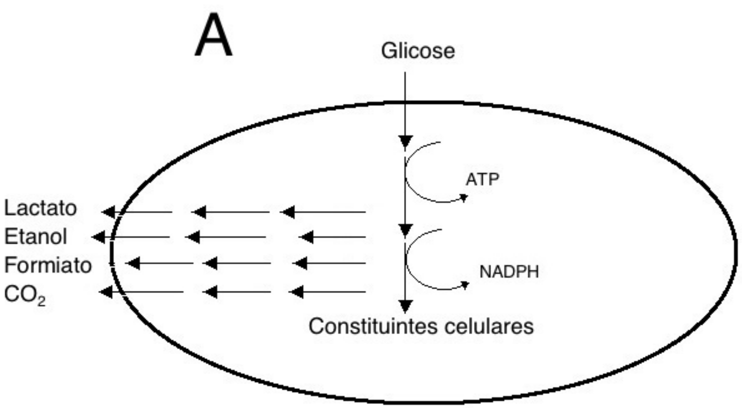
Ciclo de Krebs.



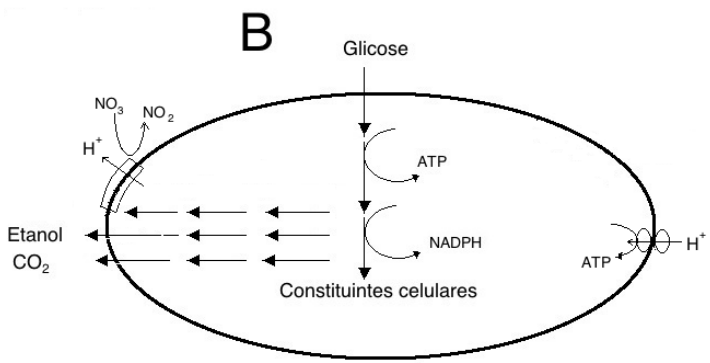
Alguns Pares Redox de Importância Biológica e seus Potenciais de Oxidorredução Padrão

Par Redox	$E^{o\prime}$ (V)
$2H^+/H_2$	– 0,41
$NAD^+/NADH$	– 0,32
S^o/HS^-	– 0,27
CO_2/CH_4	– 0,24
SO_4^{2-}/HS^-	– 0,22
Piruvato/lactato	– 0,19
Fumarato/succinato	+ 0,03
Ubiquinona ox/red.	+ 0,11
Citocromo *aa3* ox/red	+ 0,39
NO_3^-/NO_2^-	+ 0,43
Fe^{3+}/Fe^{2+}	+ 0,77
O_2/H_2O	+ 0,82

Heterotróficos

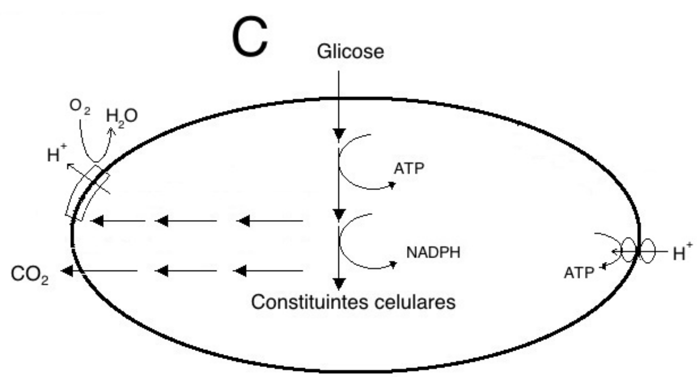


Sem O_2 FERMENTAÇÃO



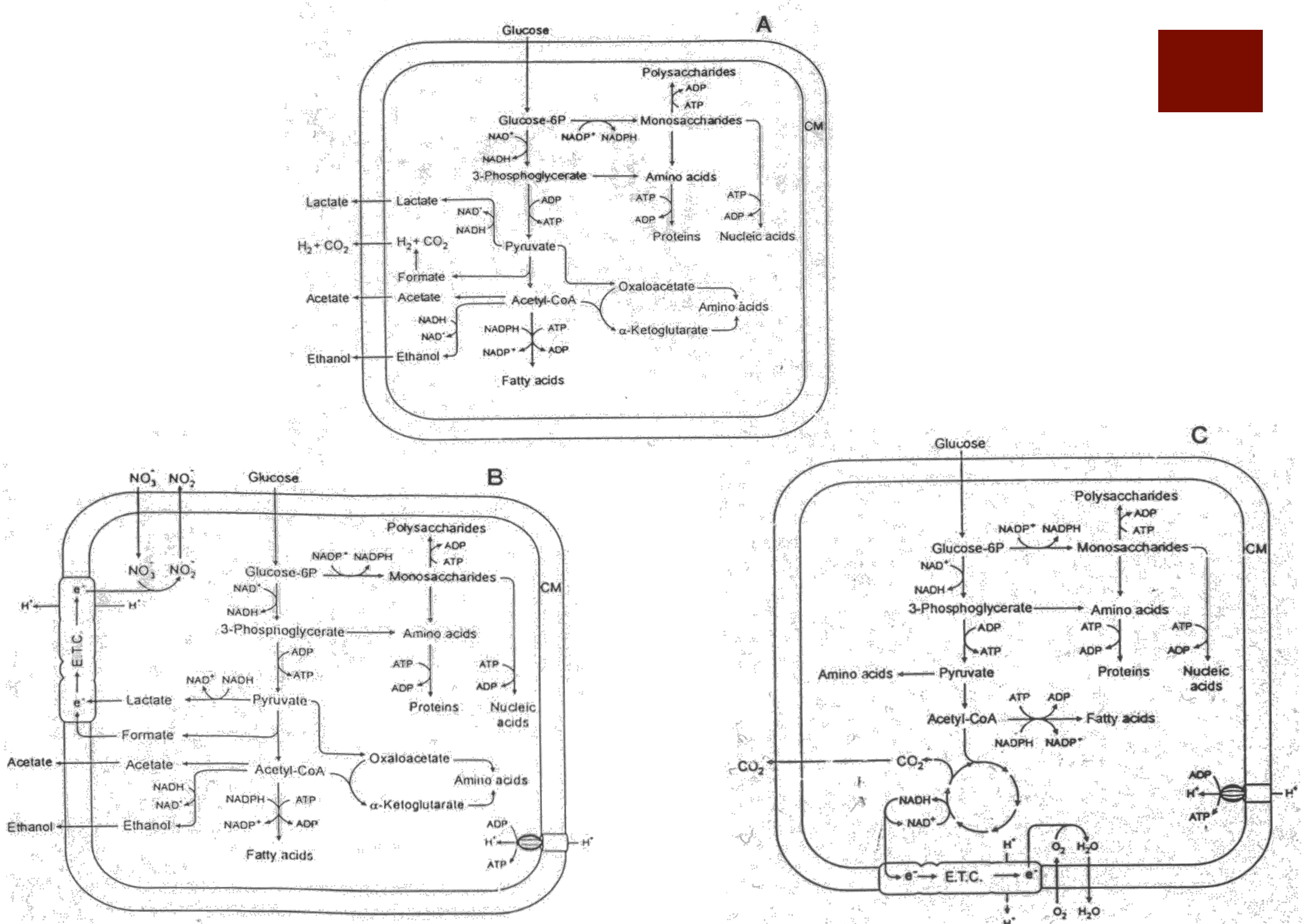
Sem O_2 com outro aceptor final de eletrons

RESPIRAÇÃO ANAERÓBIA



Com O_2

RESPIRAÇÃO AERÓBIA


A
Glucose
Polysaccharides
ADP
ATP
Glucose-6P
Monosaccharides
CM
NAD+
NADH
NADP+
NADPH
3-Phosphoglycerate
Amino acids
Lactate
Lactate
ADP
ATP
NAD+
NADH
ATP
ADP
Proteins
ATP
ADP
Nucleic acids
$H_2 + CO_2$
$H_2 + CO_2$
Pyruvate
Formate
Oxaloacetate
Acetate
Acetate
Acetyl-CoA
Amino acids
NADH
NAD+
NADPH
ATP
α-Ketoglutarate
NADP+
ADP
Ethanol
Ethanol
Fatty acids
B
NO_3^-
NO_2^-
Glucose
Polysaccharides
ADP
ATP
NADP+
NADPH
NO_3^-
NO_2^-
Glucose-6P
Monosaccharides
CM
NAD+
NADH
e-
H^+
H^+
E.T.C.
3-Phosphoglycerate
Amino acids
ADP
ATP
ATP
ADP
ATP
ADP
NAD+
NADH
e-
Lactate
Pyruvate
Proteins
Nucleic acids
Formate
Oxaloacetate
Acetate
Acetate
Acetyl-CoA
Amino acids
NADH
NAD+
NADPH
ATP
α-Ketoglutarate
Ethanol
Ethanol
NADP+
ADP
ADP
H^+
H^+
ATP
Fatty acids
C
Glucose
Polysaccharides
ADP
ATP
NADP+
NADPH
Glucose-6P
Monosaccharides
CM
NAD+
NADH
3-Phosphoglycerate
Amino acids
ADP
ATP
ATP
ADP
ATP
ADP
Amino acids
Pyruvate
Proteins
Nucleic acids
ATP
ADP
Acetyl-CoA
Fatty acids
NADPH
NADP+
CO_2
CO_2
ADP
H^+
H^+
NADH
ATP
NAD+
H^+
O_2
H_2O
e-
E.T.C.
e-
H^+
O_2
H_2O