

# Bioquímica do queijo e iogurte

Prof. Dr. Estevão Martins de Oliveira

# Descrição

- O queijo é um concentrado lácteo constituído de proteínas, lipídios, carboidratos, sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas, entre elas A e B.
- 48% de gordura
- 23-25% de proteína
- Os minerais - coagulação do leite, - textura do queijo.
- O líquido residual: lactosoro
  - matéria-prima de iogurtes, ricota e bebidas lácteas

- $\text{CO}_2$  ao leite-baixar o pH,
  - diminuir o tempo de fermentação
  - mantido o tempo
  - utilizar menor quantidade de coagulante.
- A função do coalho:
  - utilizado em todos os tipos de queijo exceto os frescos tipo "cottage",
  - coagular a caseína presente no leite 5,6.
  - enzima responsável por essa ação é a renina,
    - fosfoproteína de ação proteolítica presente no estômago de ruminantes jovens.
    - hidrolisa ligações peptídicas da caseína,
    - Transforma-a em *para*-caseína
    - precipita em presença de íons  $\text{Ca}_2^+$
    - Forma a coalhada.
      - dependente da temperatura,
      - do pH
      - e do teor de cálcio do leite.
    - A temperatura ótima de ação do coalho é em torno de  $40^\circ\text{C}$ , (  $35^\circ\text{C}$  evita coalhada muito dura).
    - coagulação da caseína: ácido ao leite para igualar o pH do meio ao ponto isoelétrico da proteína (pH 4,5).
      - Neste pH as micelas de caseína agregam-se e precipitam.
      - queijos de qualidade inferior aos produzidos pelo método enzimático.

# Aditivos

- aditivos como  $\text{CaCl}_2$ , nitratos, corantes,
- $\text{CaCl}_2$ 
  - aumenta o teor de íons  $\text{Ca}^{2+}$  no leite,
  - acelera a coagulação da caseína
  - firma o coágulo

# Sal

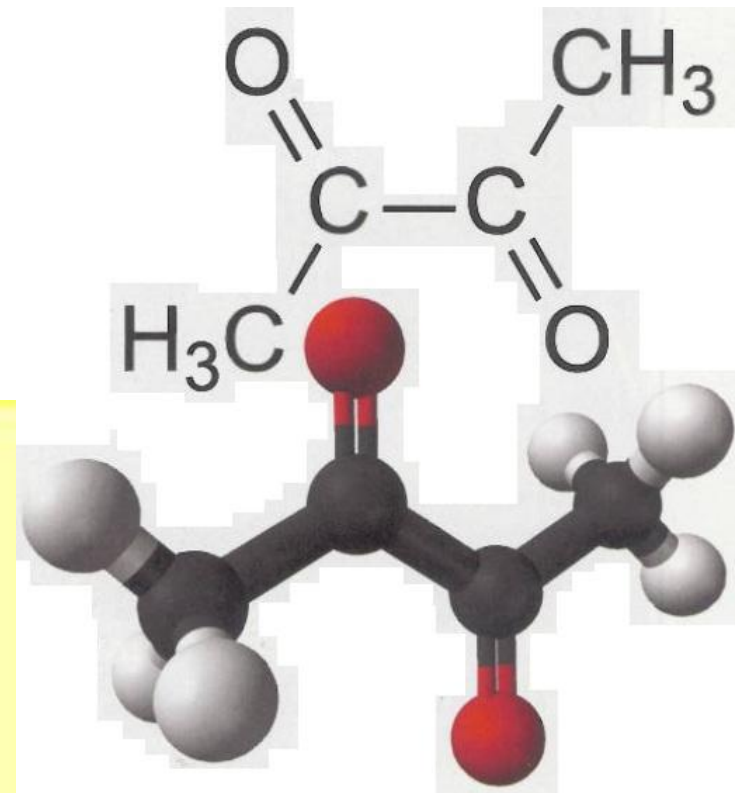
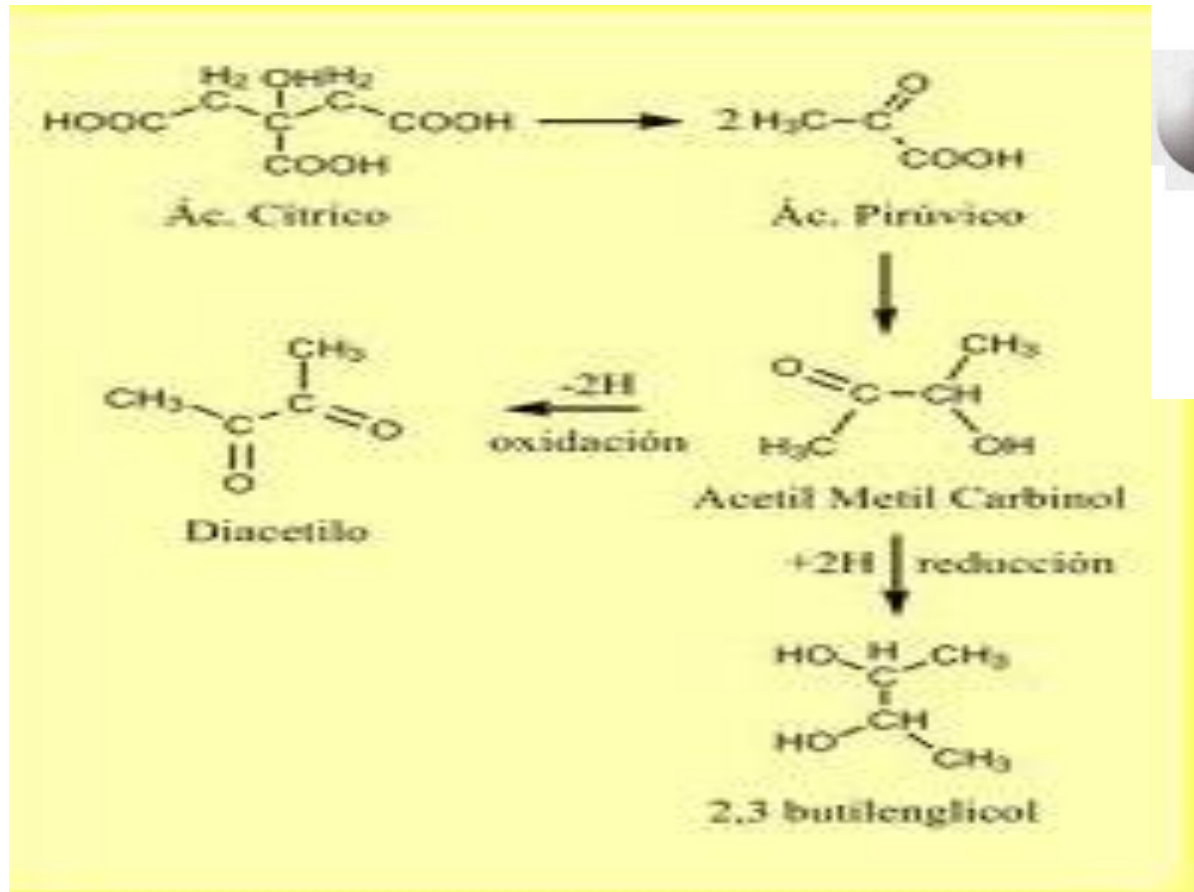
- Com poucas exceções, os queijos contêm entre 0,5-2,0% de NaCl.
- Queijos azuis têm em torno de 3-7% de sal.
- Durante a salga do queijo
  - pressão osmótica entre a salmoura e a massa faz com que parte da umidade desta seja liberada, arrastando consigo soroproteínas, ácido láctico e minerais dissolvidos, ao mesmo tempo em que o NaCl é absorvido.
- Para que este equilíbrio funcione bem é importante que a concentração da salmoura e seu pH sejam apropriados; além disso, o teor de cálcio do meio deve ser da ordem de 0,1-0,2% podendo ser ajustado por adição de  $\text{CaCl}_2$ , se necessário.
- O pH ideal da salmoura é entre 5,2 e 5,3.

- Durante o processo de salga ocorre troca de íons  $\text{Ca}_2^+$  por  $\text{Na}^+$  nas moléculas de *para*-caseína, o que torna a massa mais macia.
- Se o pH estiver abaixo de 5,0 haverá mais íons  $\text{H}^+$  do que  $\text{Ca}_2^+$  ligados às moléculas de *para*-caseína;
  - em consequência, haverá incorporação insuficiente de íons  $\text{Na}^+$  e o queijo ficará duro e quebradiço.
- Ao contrário, em pH acima de 5,8 haverá excesso de íons  $\text{Ca}_2^+$  em relação aos íons  $\text{H}^+$  levando a um excesso de íons  $\text{Na}^+$  na molécula após a troca, deixando o queijo demasiado macio.
- A concentração da salmoura deve ficar entre 18-23% de  $\text{NaCl}$ , para temperaturas entre 10-14 °C, de modo a facilitar a absorção do sal, manter um grau ótimo de dissolução da *para*-caseína, eliminar bactérias patogênicas porventura presentes e evitar contaminação .

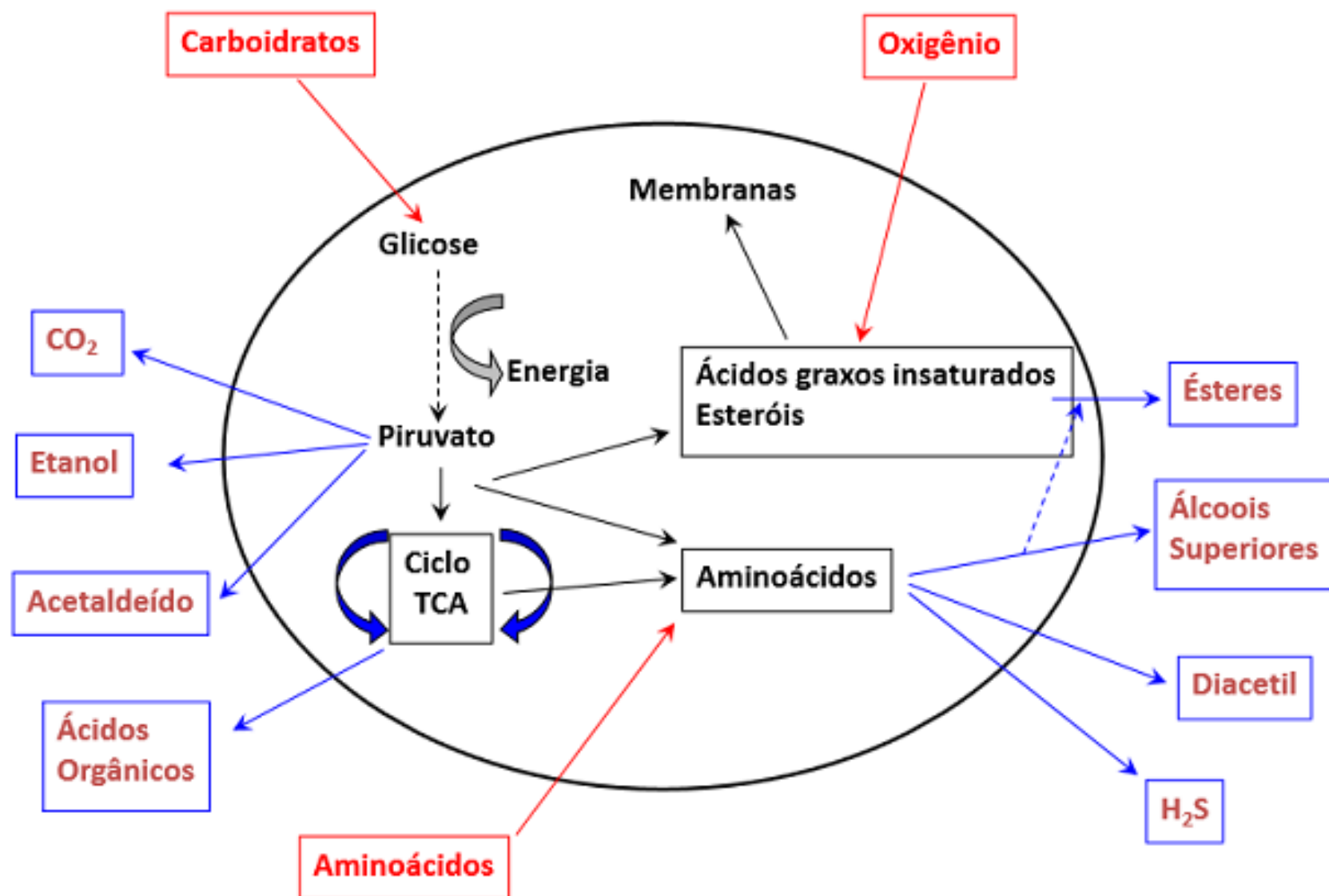
# logurte

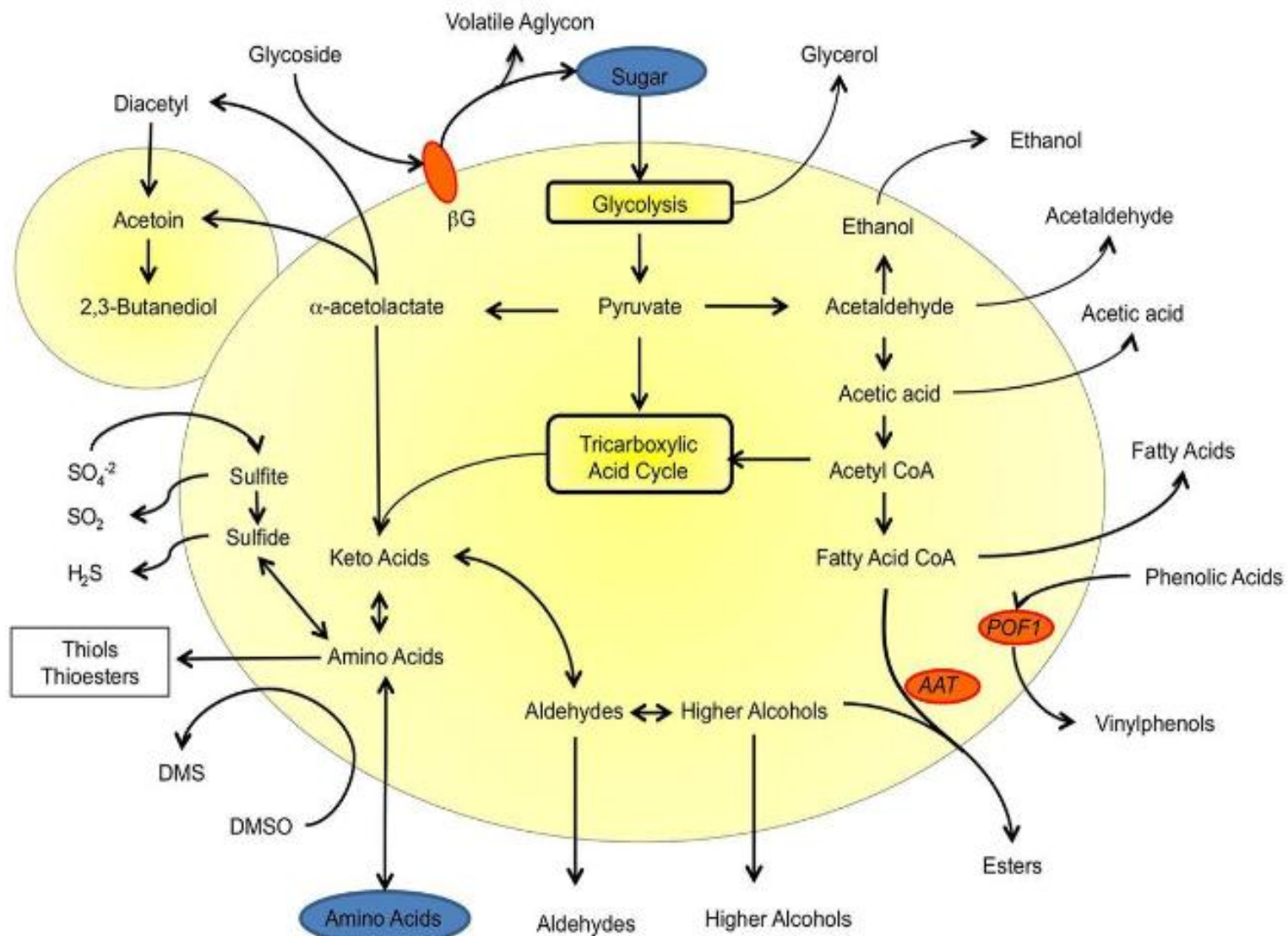
- Fermentação láctica
  - Leveduras
  - Tómulas
  - Bactérias lácticas
- Fermentação alcoólica
  - Leveduras
  - Tómulas
  - Bactérias lácticas

# Diacetilo

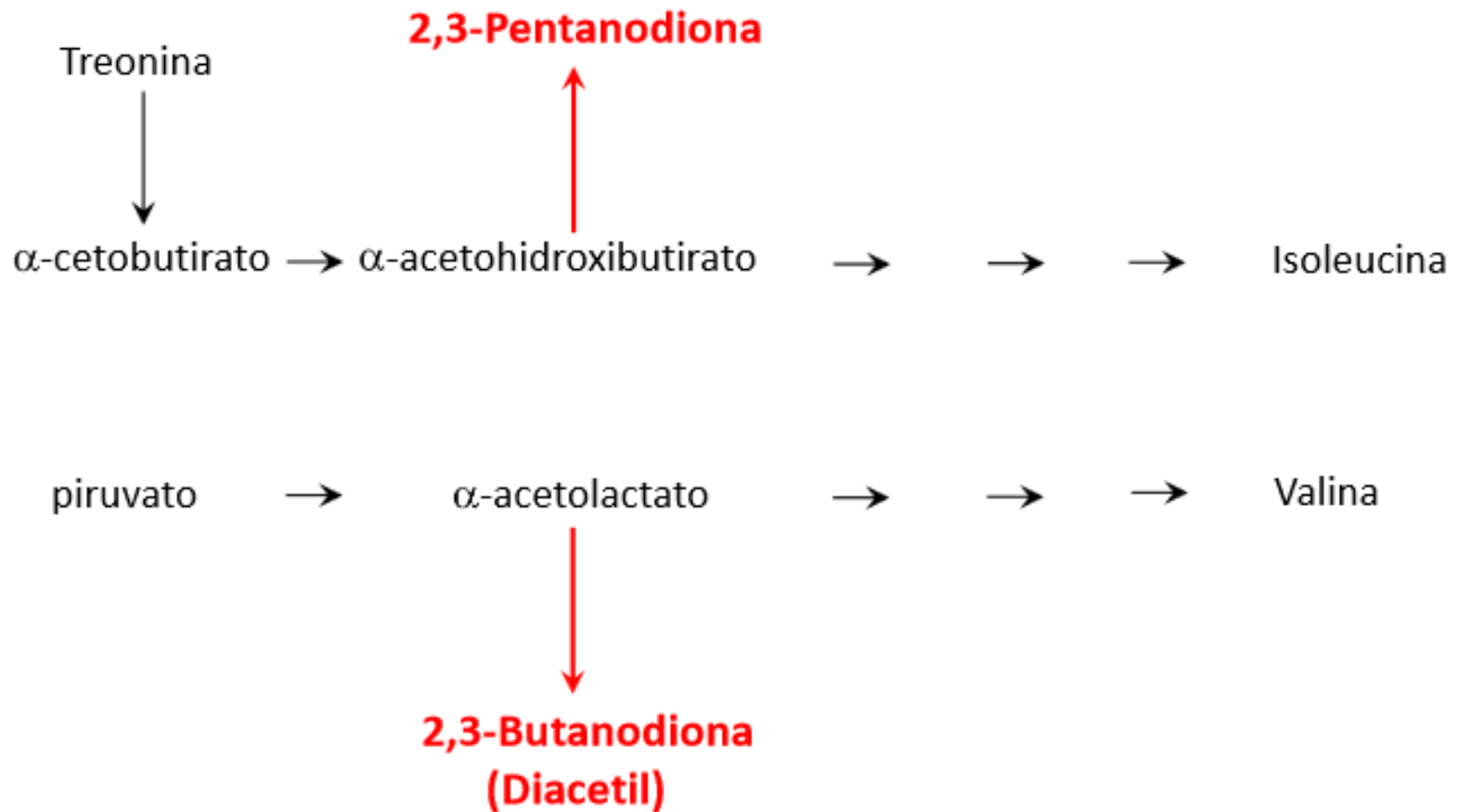


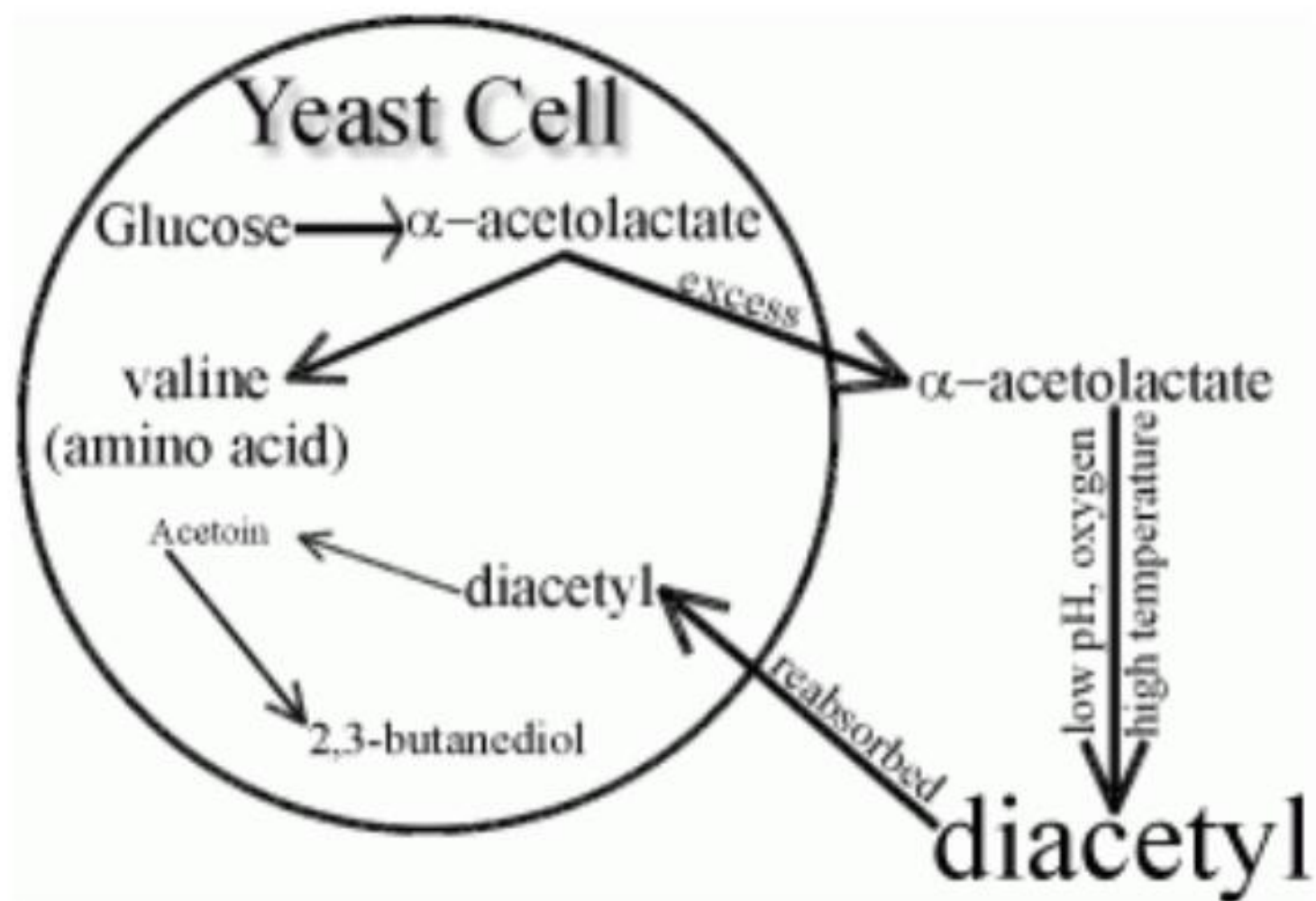




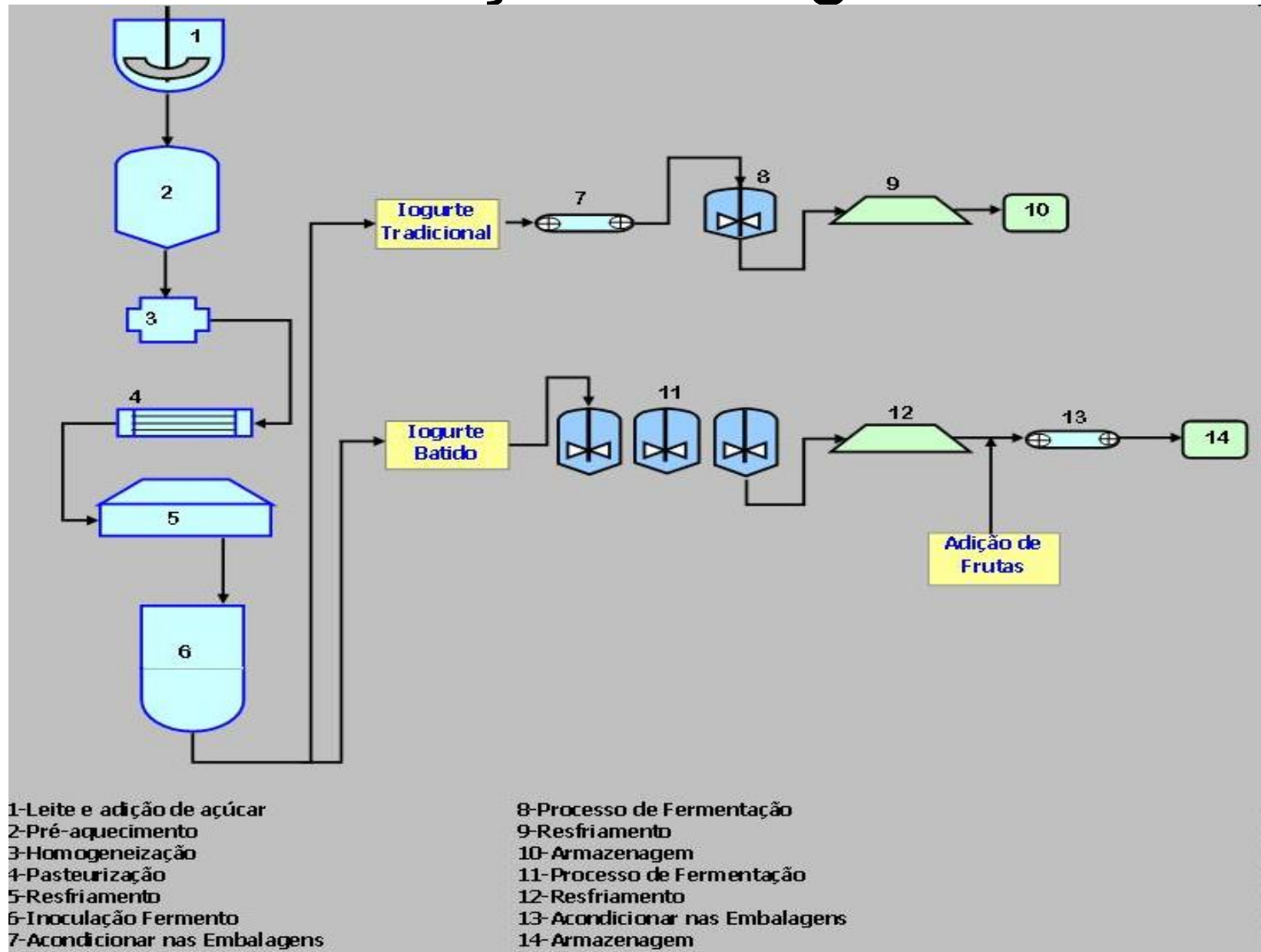


## *Dicetonas Vicinais*



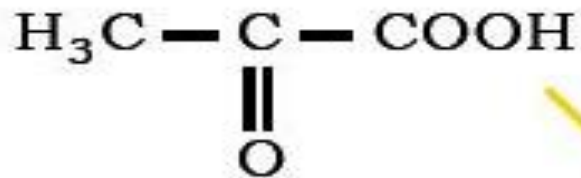


# Produção do iogurte

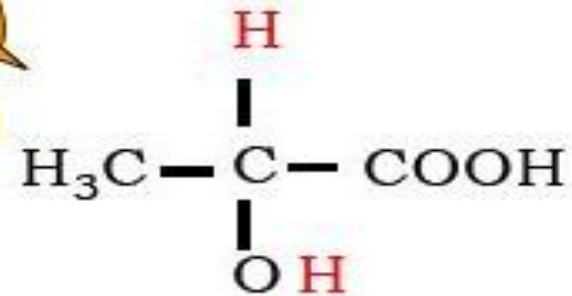


# Fermentação Láctica

Ácido pirúvico



Lático  
desidrogenase



Streptococcus

Ácido láctico



**Glicose**  
( $C_6H_{12}O_6$ )

**2 Piruvato**  
( $C_3H_4O_3$ )

Leveduras  
(*Saccharomyces* sp.)

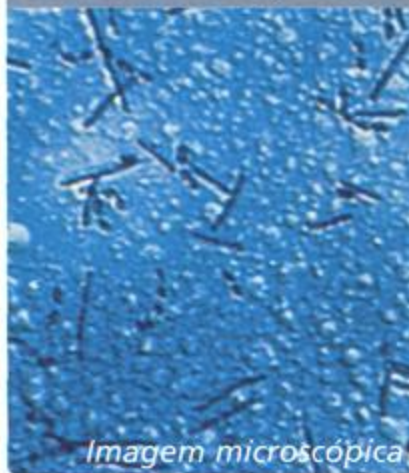


**Álcool etílico**

Fermentação alcoólica

**EX.:** Produção de vinho e  
cerveja

Células musculares  
Bactérias lácticas  
(*Lactobacillus bulgaricus*)



**Ácido láctico**

Fermentação láctica

**EX.:** Utilização na produção  
de iogurtes

Bactérias do vinagre  
(*Acetobacter aceti*)



**Ácido acético**

Fermentação acética

**EX.:** Transforma o vinho  
em vinagre

Bactéria  
(*Clostridium* sp.)

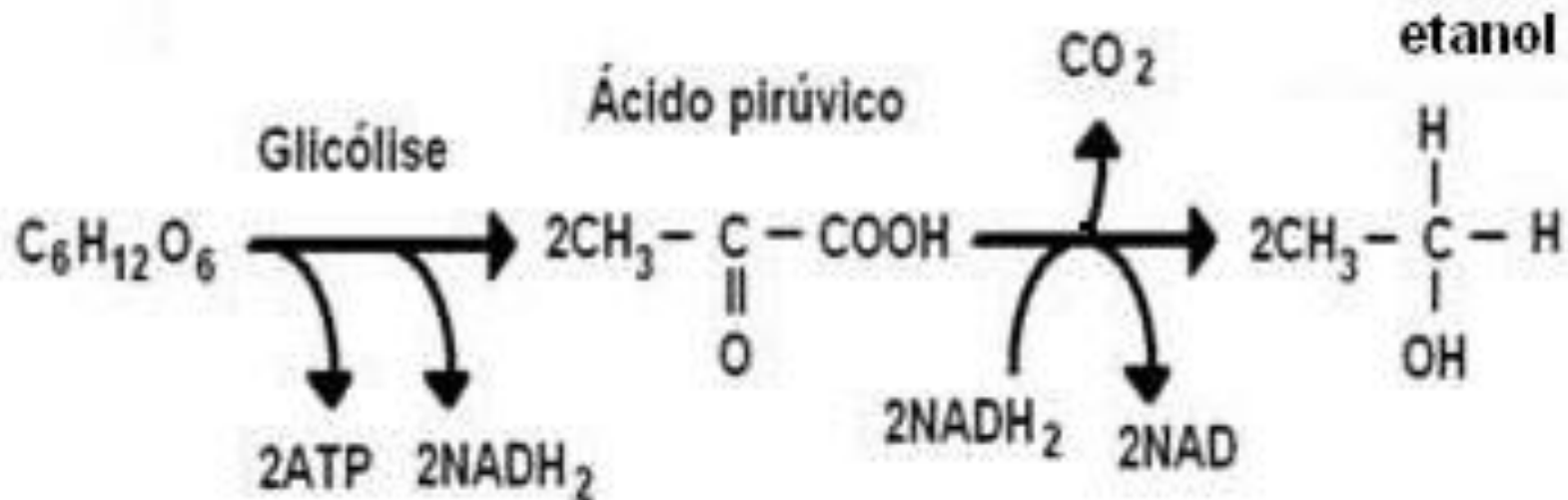


**Ácido butírico**

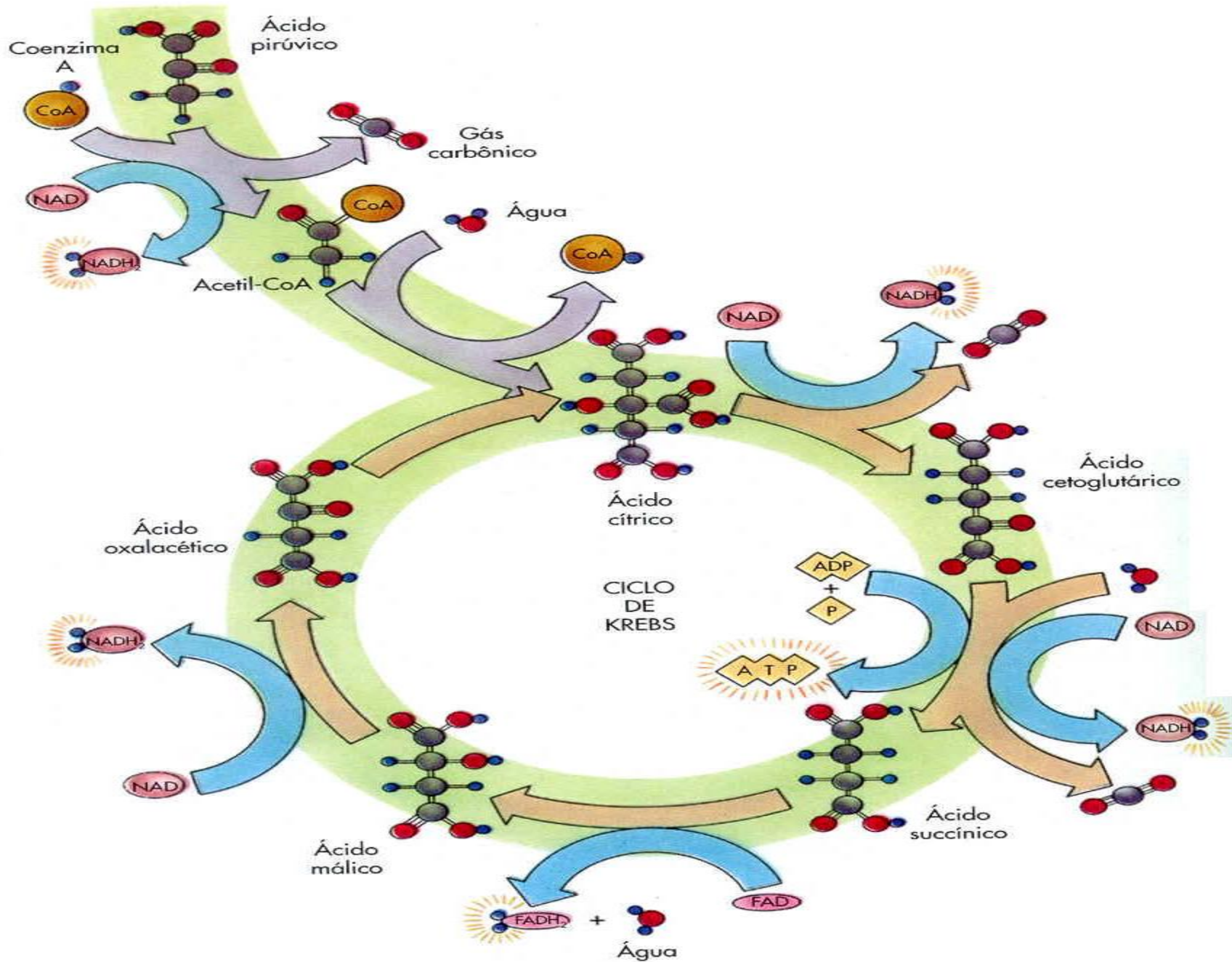
Fermentação butírica

**EX.:** Altera a manteiga

# Fermentação alcoólica



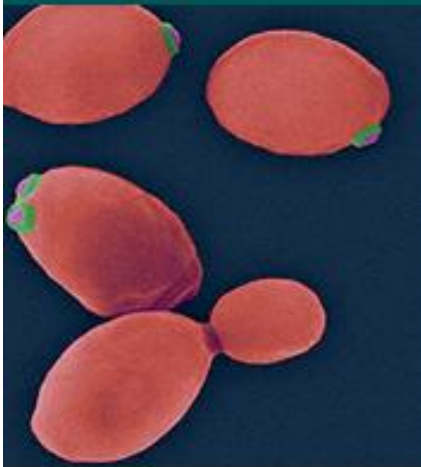




Glicose ( $C_6H_{12}O_6$ )

2 Piruvato ( $C_3H_4O_3$ )

*Saccharomyces cerevisiae*

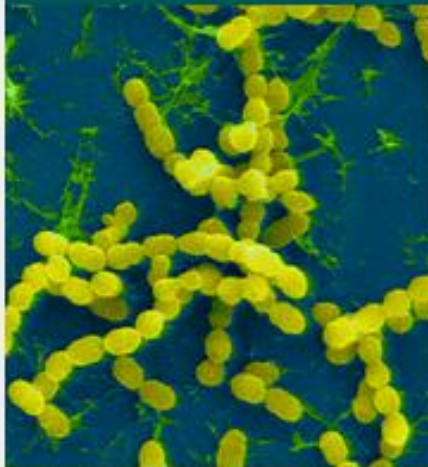


Álcool etílico

Fermentação alcoólica

Produção de vinho e cerveja

*Lactobacillus bulgaricus*



Ácido láctico

Fermentação láctica

Produção de iogurtes

*Acetobacter aceti*



Ácido acético

Fermentação acética

Transforma o vinho em vinagre

*Clostridium* sp.



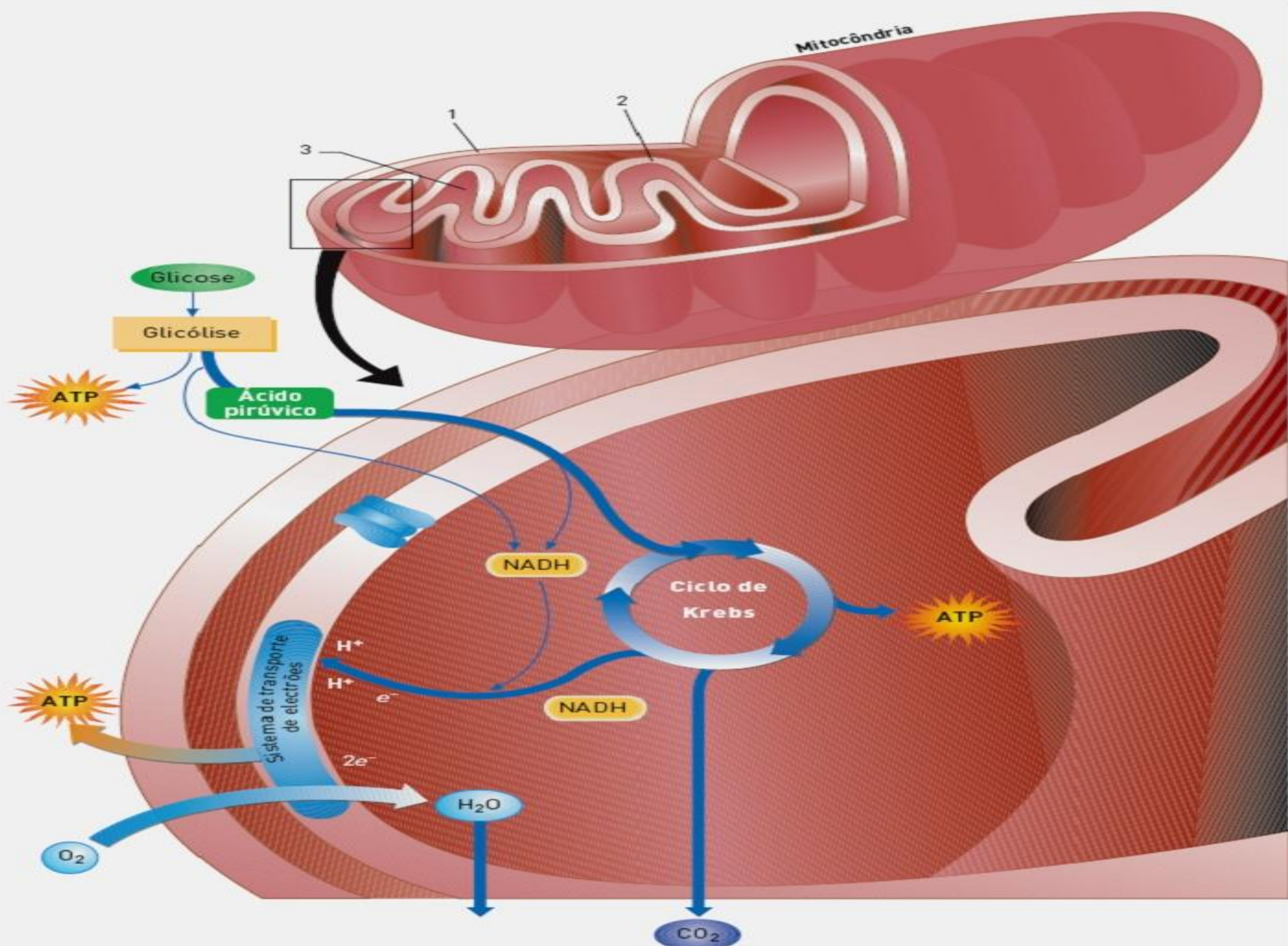
Ácido butírico

Fermentação butírica

Altera a manteiga

netxplica.com





# Bioquímica da deterioração de alimentos

- Alterações
  - **Lipídios**
    - Oxidação
    - Rancinificação
    - Fermentação butírica
  - **Carboidratos**
    - Hidratação transição vítrea(amorfo)
    - Fermentação
    - Complexação

# Alterações nos Alimentos

- **Proteínas**
  - Desnaturação
- **aw –**
  - Aumenta ou diminui
  - Desenvolvimento de M.O.
- **Minerais –**
  - Catalizam reações de catabolismo e anabolismo
  - Complexam com proteínas
- **Vitaminas –**
  - Atividade funcional

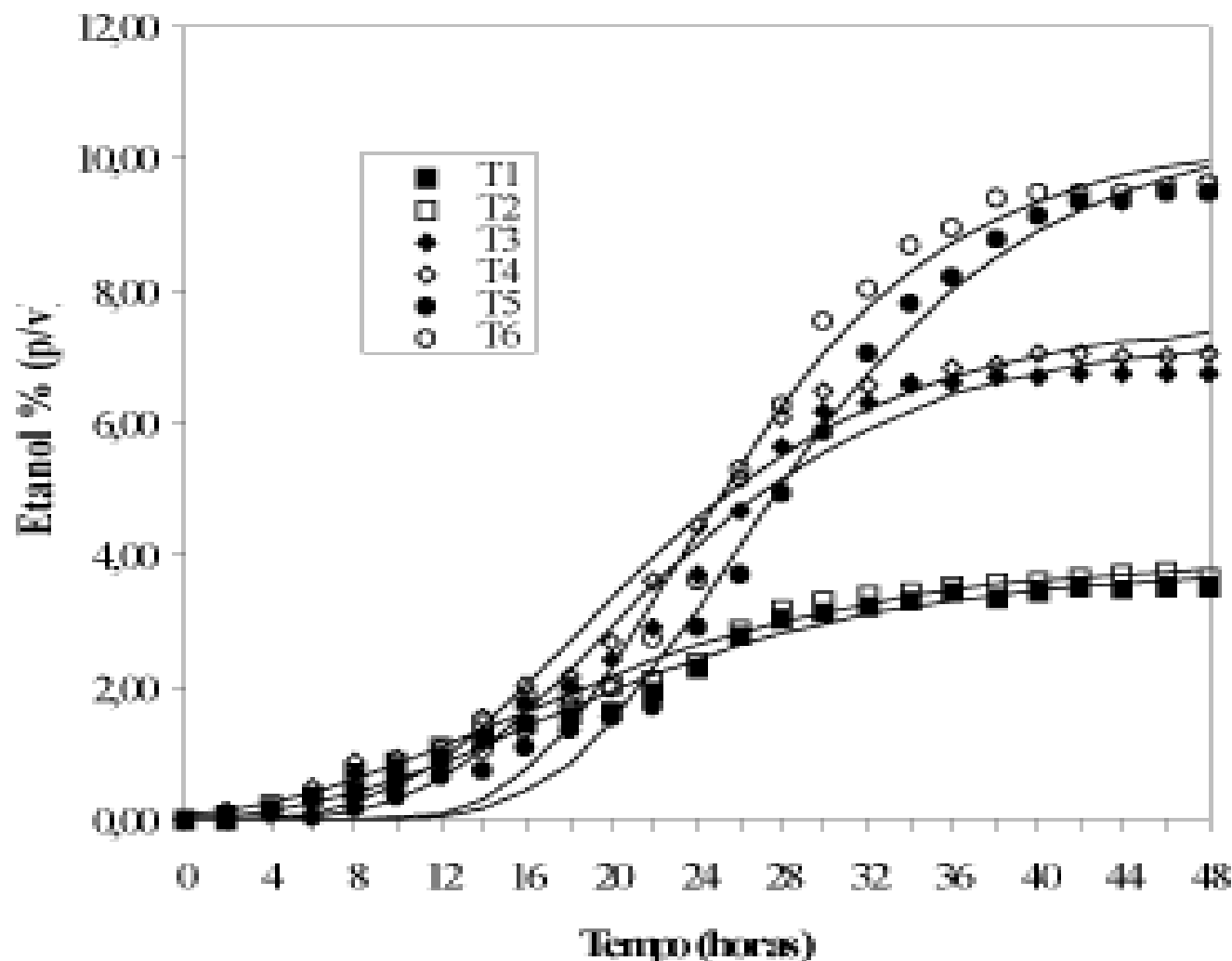
# Fermentação alcoólica

**TABELA 1.** Consumo de açúcares totais, produção de etanol, rendimento e eficiência da fermentação alcoólica de mostos de kiwi em seis tratamentos.

Tratamento	Açúcares consumidos %(p/v)*	Etanol produzido % (p/v)*	Etanol teórico% (p/v)	Rendimento %	Eficiência %	Produtividade (g/L.h)
T 1	9,159	3,540	4,681	38,650	75,624	0,738
T 2	9,113	3,648	4,657	40,031	78,333	0,760
T 3	15,498	6,742	7,921	43,502	85,137	1,404
T 4	15,426	7,054	7,884	45,728	89,484	1,469
T 5	20,286	9,483	10,368	46,746	91,482	1,975
T 6	20,338	9,605	10,394	47,226	92,409	2,001

\*Média de cinco repetições

# Fermentação alcoólica



**FIGURA 1.** Produção de etanol e duração da fermentação alcoólica de mostos de kiwi nos seis tratamentos analisados.

# Produção de Ácido Acético

**TABELA 2.** Consumo de etanol, produção de ácido acético, rendimento e produtividade da fermentação acética de vinhos de kiwi em processos gerador e submerso.

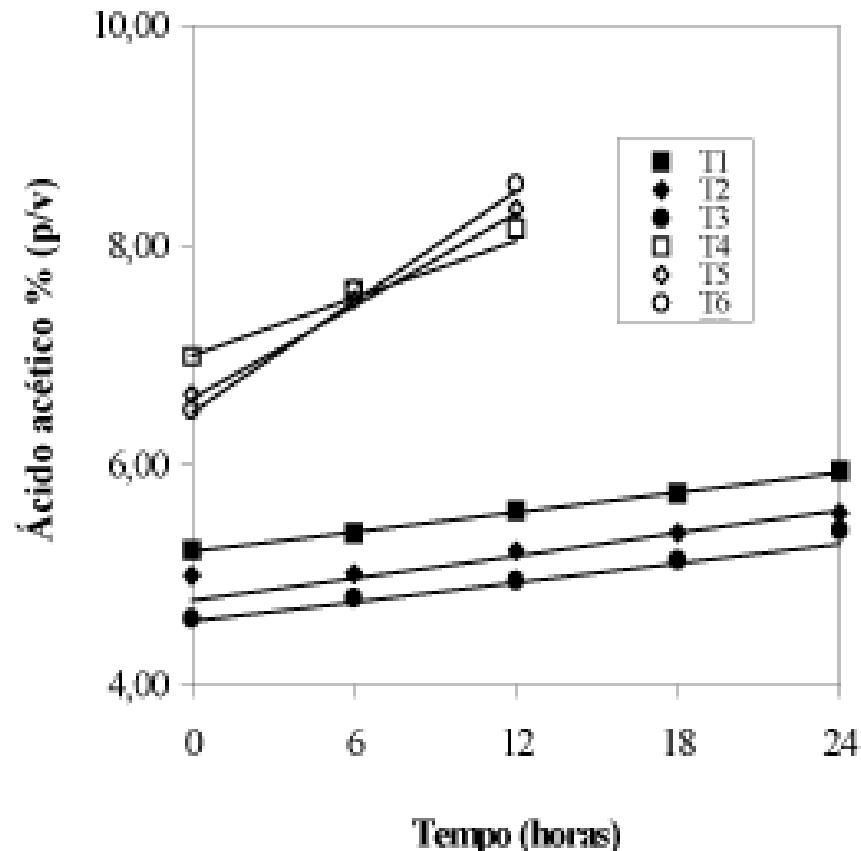
Tratamento	Etanol <sup>(*)</sup> consumido %(p/v)	Ácido acético <sup>(*)</sup> produzido %(p/v)	Ácido acético teórico % (p/v)	Rendimento %	Produtividade (g/L.h)
T A	0,68	0,72	0,88	81,81	0,30
T B	0,65	0,75	0,85	88,23	0,31
T C	0,65	0,70	0,85	82,35	0,29
T D	0,82	1,00	1,06	94,33	0,83
T E	1,39	1,78	1,81	98,34	1,48
T F	1,71	2,07	2,22	93,24	1,73

Média de cinco repetições

\*



# Produção de ácido acético



**FIGURA 4.** Produção média de ácido acético% (p/v) e duração (h) da fermentação acética de vinhos de kiwi nos processos gerador e submerso para diferentes tratamentos.

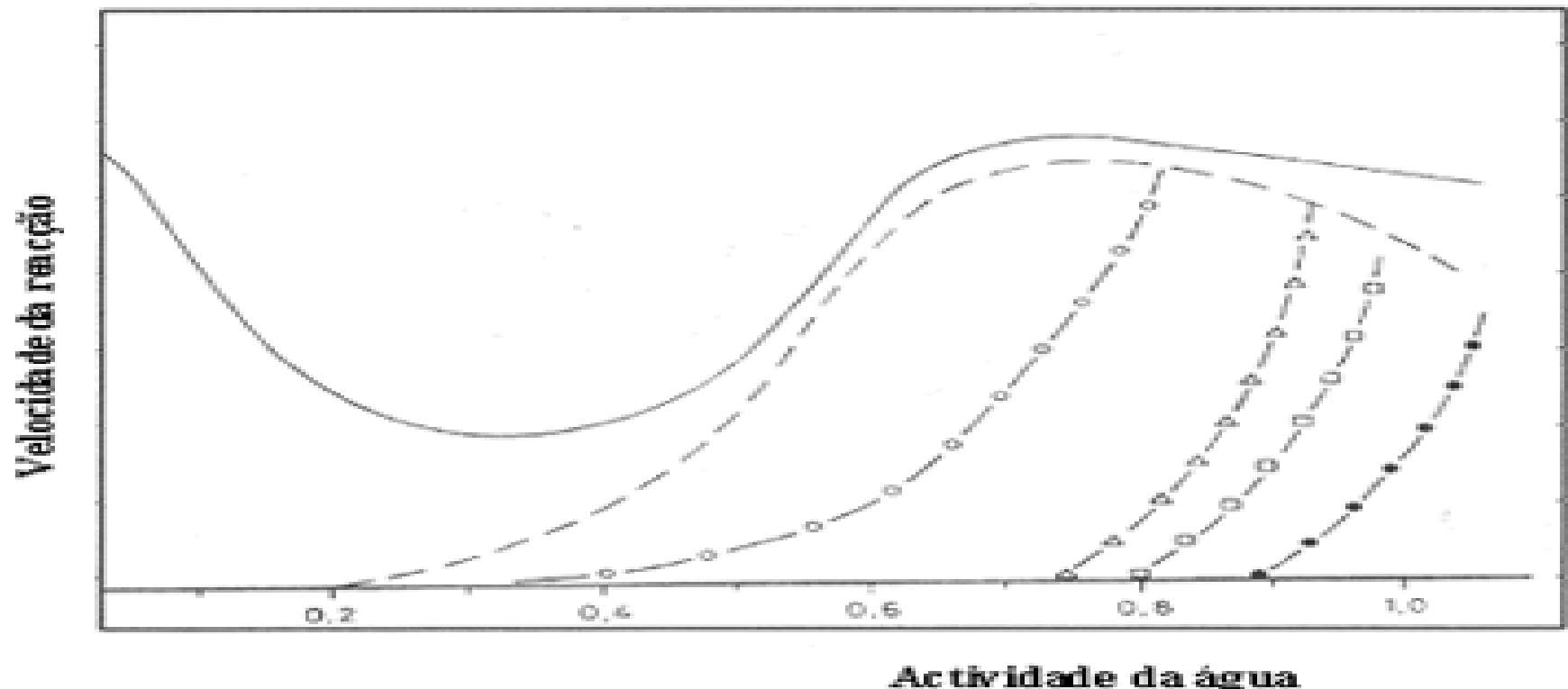
# COLESTEROL

**TABELA 5** – Médias de colesterol (mg/100 g) e erros padrão ( $\pm$  EP), na matéria natural e matéria seca, de frangos de corte.

<b>Métodos de Cocção</b>	<b>Matéria Natural</b>	
	<b>Peito</b>	<b>Coxa</b>
Cru	66,79 <sup>b</sup> $\pm$ 8,41	91,97 $\pm$ 11,16
Cozido em água	104,79 <sup>a</sup> $\pm$ 8,41	118,28 $\pm$ 11,16
Forno convencional	94,50 <sup>a</sup> $\pm$ 8,41	122,00 $\pm$ 11,16
Frito em óleo	116,93 <sup>a</sup> $\pm$ 8,41	122,61 $\pm$ 11,16
Grelhado	94,55 <sup>a</sup> $\pm$ 8,41	128,33 $\pm$ 11,16
Microondas	91,25 <sup>a</sup> $\pm$ 8,41	125,20 $\pm$ 11,16
	<b>Matéria Seca</b>	
Cru	265,45 $\pm$ 26,06	371,35 $\pm$ 37,99
Cozido em água	327,10 $\pm$ 26,06	386,03 $\pm$ 37,99
Forno convencional	291,15 $\pm$ 26,06	388,47 $\pm$ 37,99
Frito em óleo	329,69 $\pm$ 26,06	334,13 $\pm$ 37,99
Grelhado	300,78 $\pm$ 26,06	448,39 $\pm$ 37,99
Microondas	255,42 $\pm$ 26,06	357,22 $\pm$ 37,99

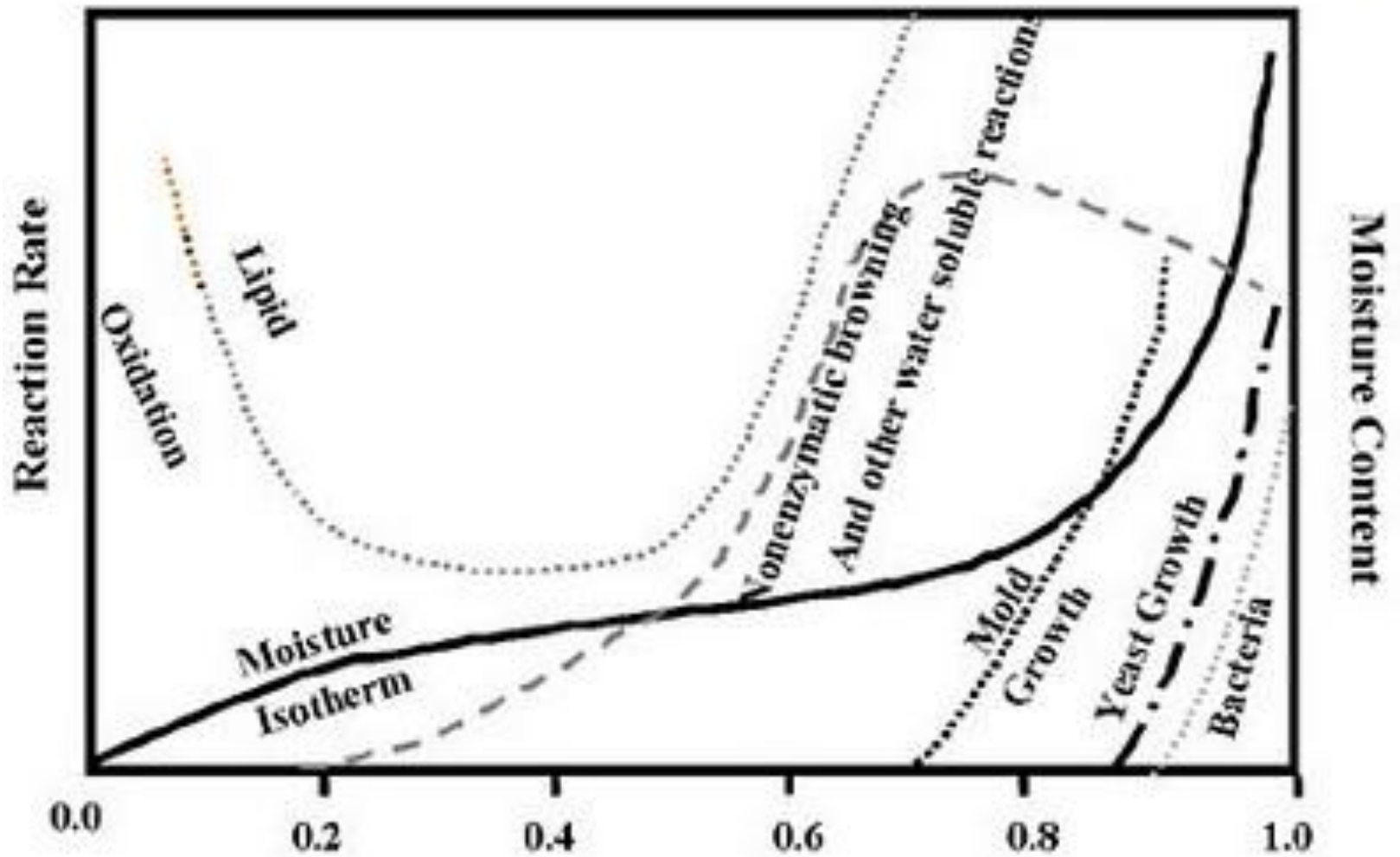
Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste Scott-Knott 5% de significância.

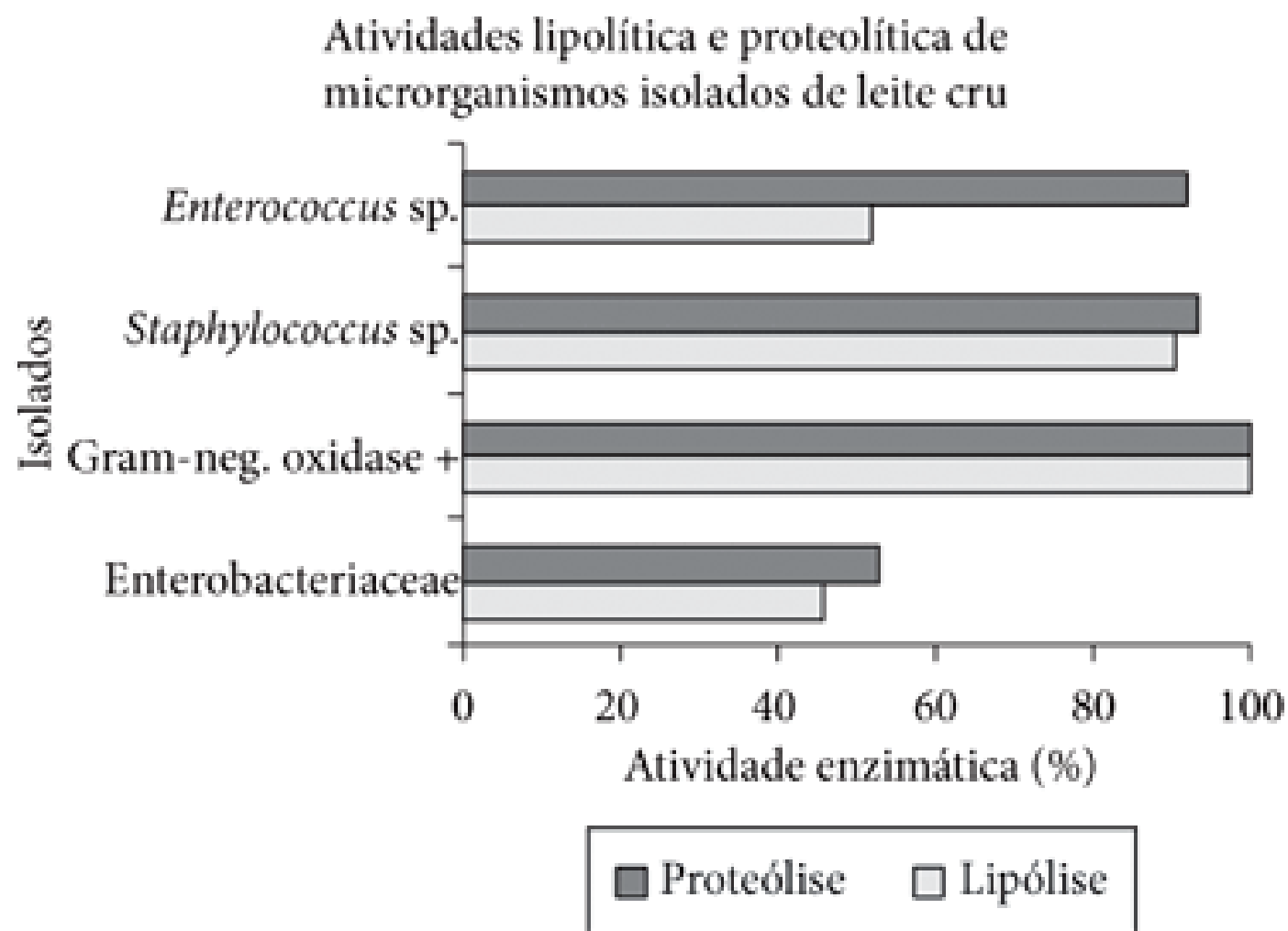
# Atividade de água



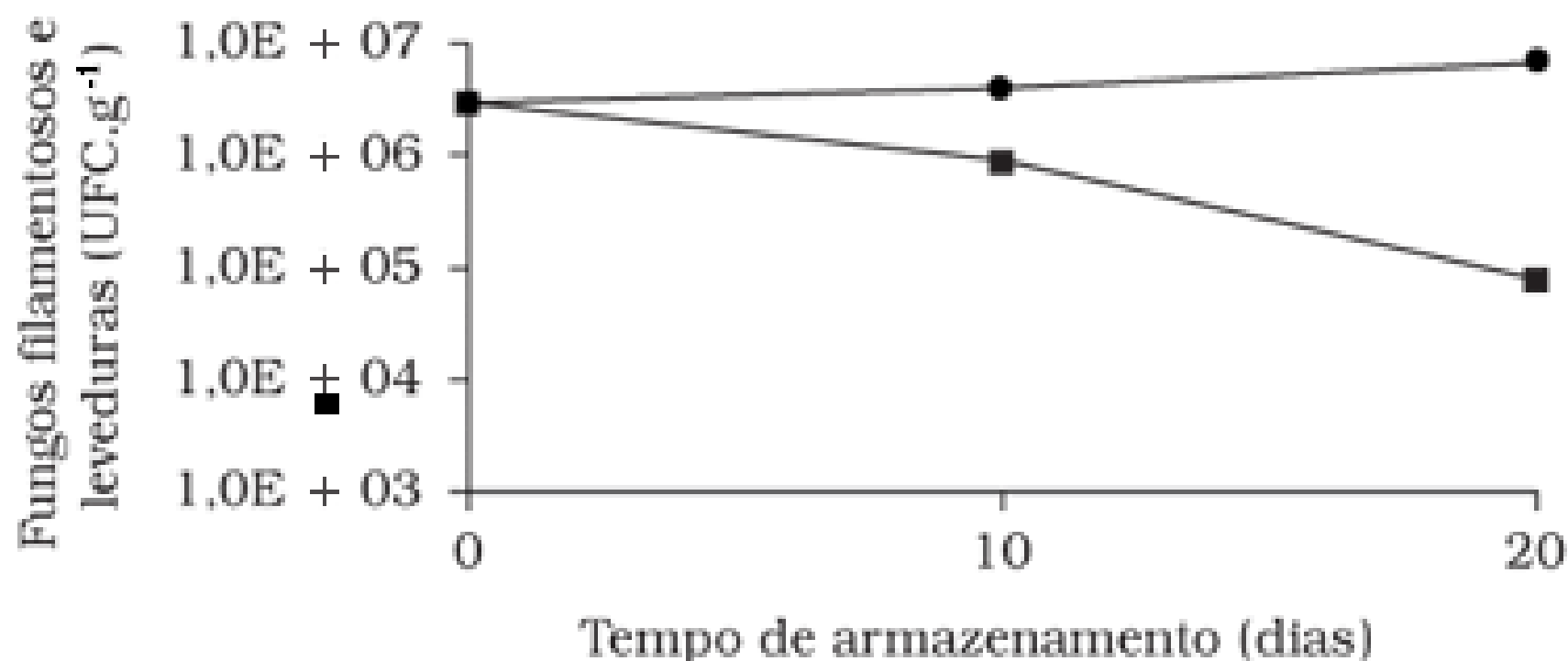
- Oxidação dos lípidos
- - - Escurecimento não enzimático
- Reações de hidrólise
- ▷— Actividade enzimática
- — Crescimento de fungos
- — Crescimento de leveduras
- Crescimento de bactérias

$A_w$





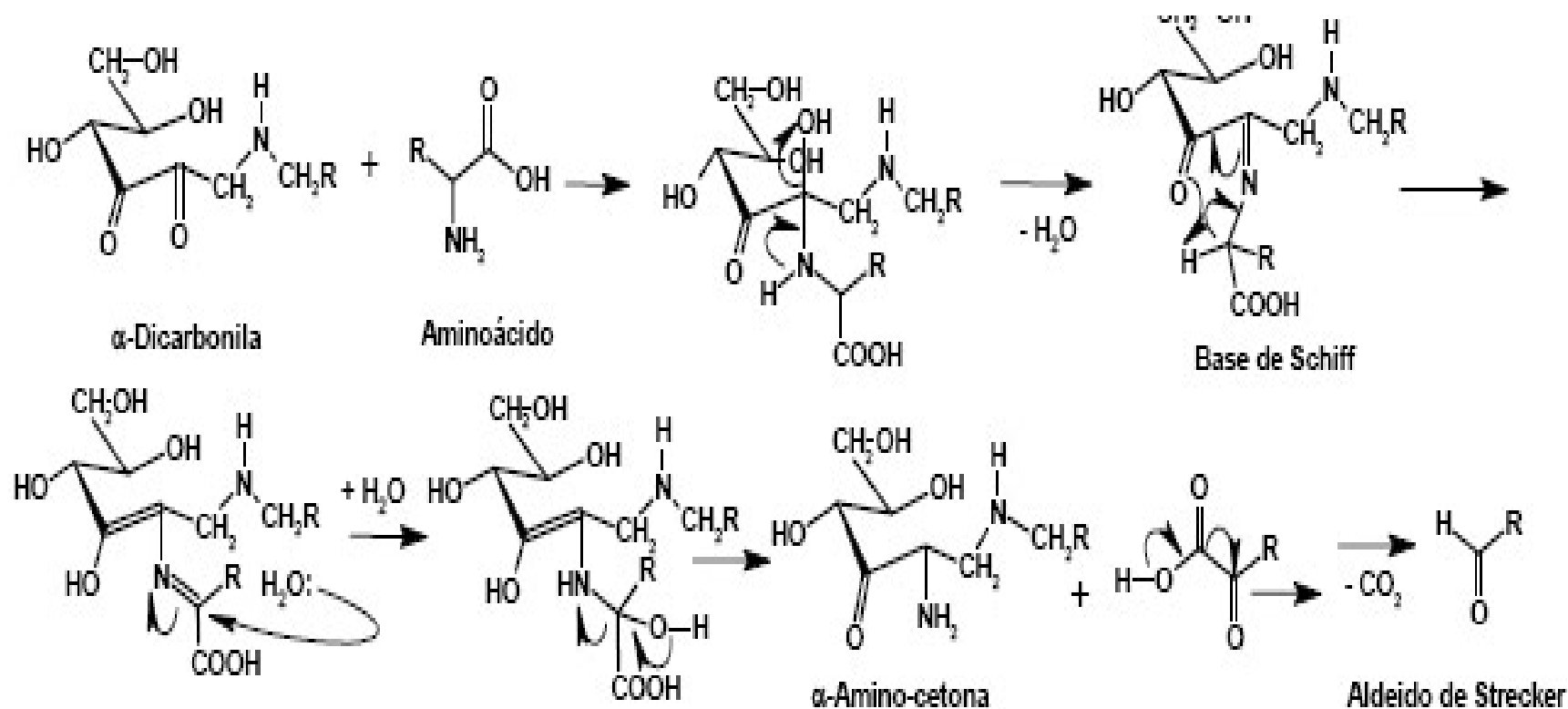
**Figura 1.** Percentagem de atividades lipolítica e proteolítica dos microrganismos isolados de leite.



**Figura 2.** Contagem de fungos filamentosos e leveduras em manteiga envolta no filme controle (●) e filme ativo (■), estocado a  $7 \pm 2$  °C.

**TABELA 2.** Avaliação microbiológica de queijo de manteiga<sup>1</sup> do Estado do Rio Grande do Norte.

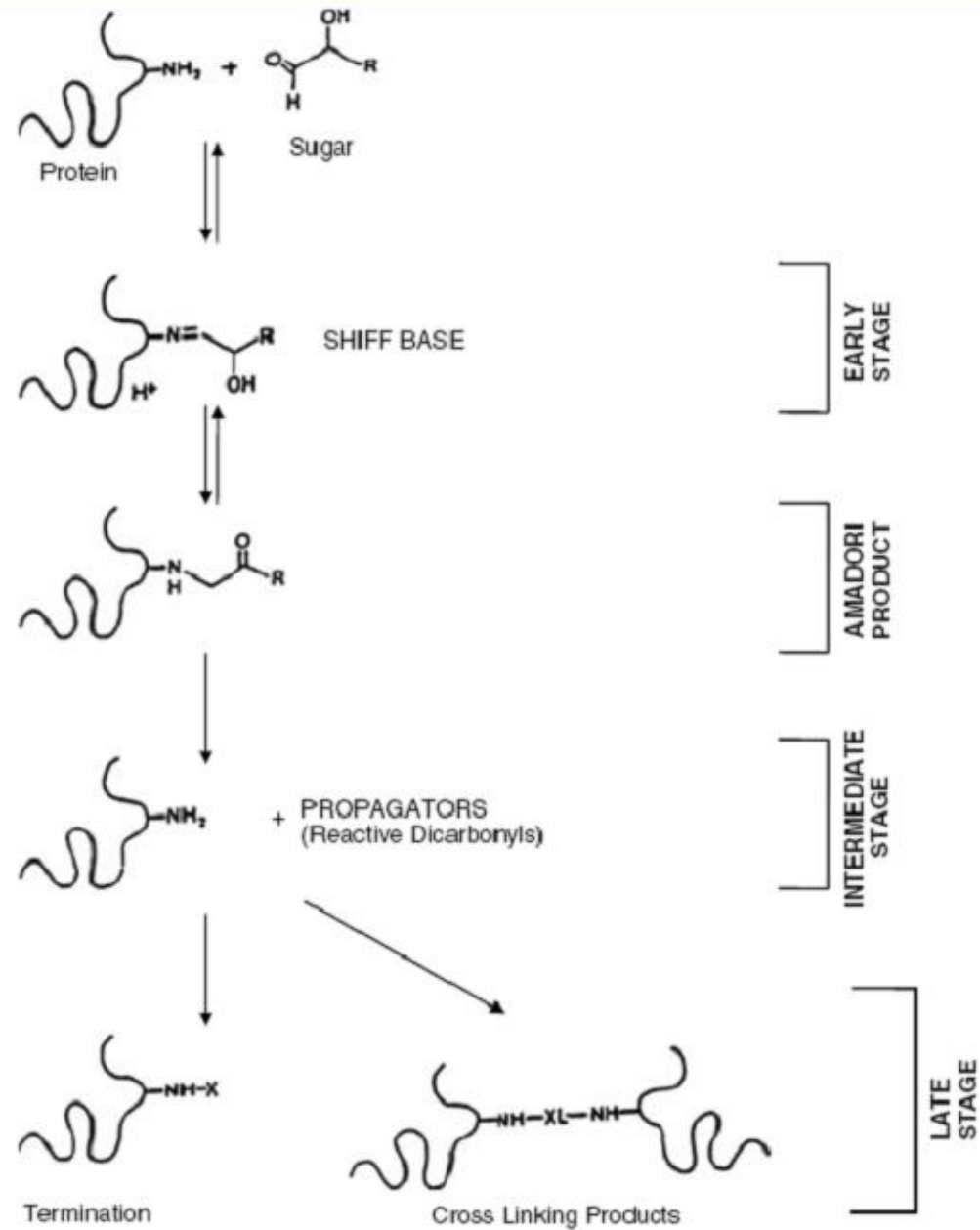
Microrganismos	Contagens	N <sup>o</sup> de amostras	%
Coliformes totais (UFC/g)	< 3	2	15,4
	7 a 100	5	38,8
	100 a $\geq 2400$	6	45,8
Coliformes fecais (UFC/g)	< 3	11	84,6
	4	2	15,4
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3	12	92,3
	4	1	7,7
Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	< 10	2	15,3
	$1,0 \times 10^2$	1	7,7
	$5,6 \times 10^3$ a $8,6 \times 10^6$	10	77,0
<i>Salmonella</i> sp. (em 25g)	Ausência	11	84,6
	Presença	2	15,4
<i>Listeria</i> (em 25g)	Ausência	11	85%
	Presença	2	15%
<i>L. monocytogenes</i> (em 25g)	Ausência	13	100
	Presença	0	0
Bolores e leveduras (UFC/g)	$1,5 \times 10^4$ a $2,8 \times 10^8$	13	100



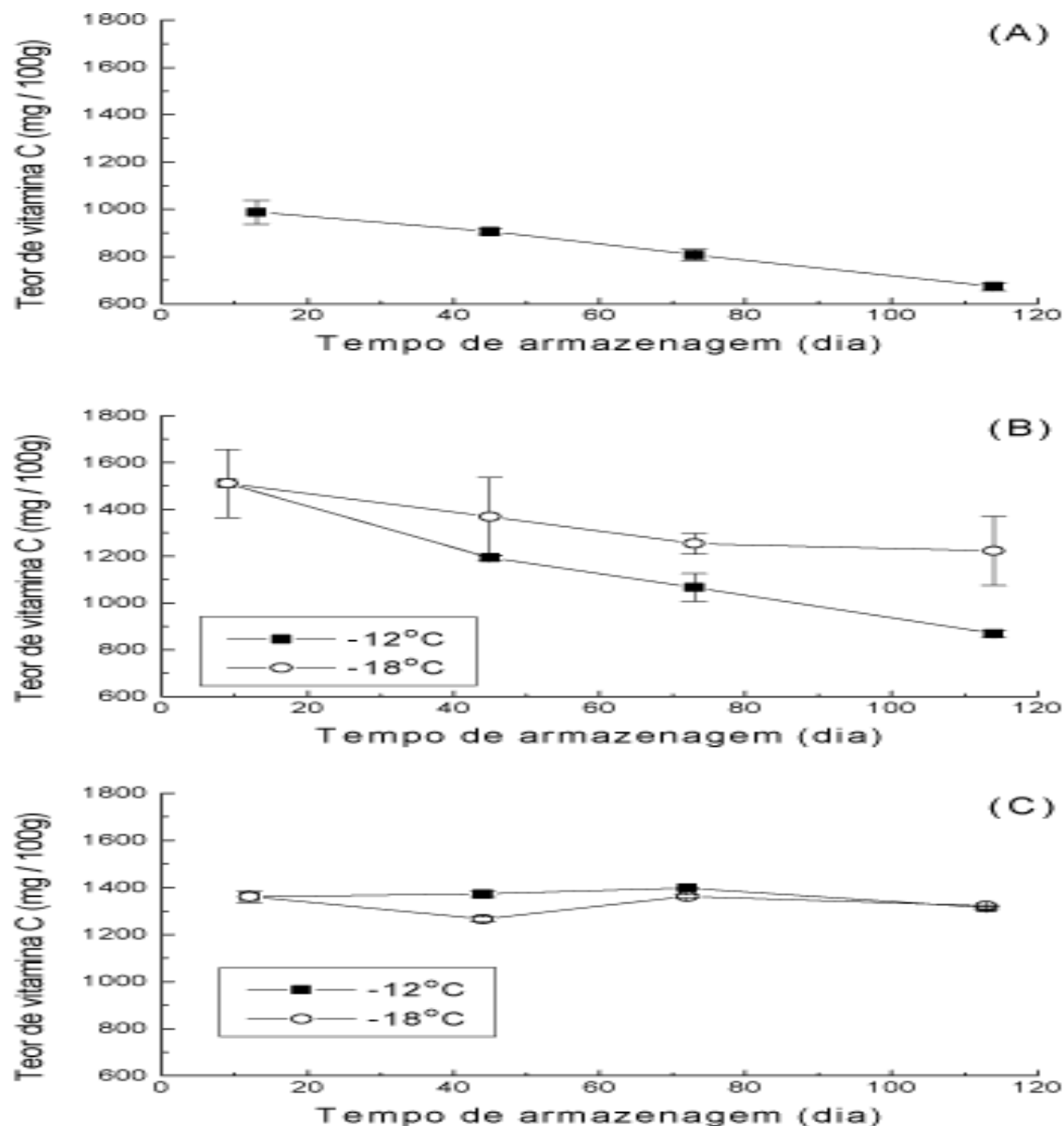
**Figura 11** – Mecanismo da degradação de Strecker.



# Reação de Maillard



Scheme 1. Maillard reaction pathway.



**FIGURA 1.** Variação do Teor de Vitamina C em Produtos de] Acerola: suco (A) a temperatura ambiente, acerola *in natura* (B) e polpa (C) congeladas.

**TABELA 2.** Resultados das análises físico-químicas, médias de 3 repetições

Amostras	Ácido ascórbico mg/100mL	Ácido cítrico g/100 mL	Absorvância 420 nm*	pH	* Brix
Adoçadas					
60 dias	28,2	5,29	0,087a	2,66	42,5
30 dias	28,5	5,43	0,069bac	2,80	43,1
15 dias	27,2	5,51	0,055dc	2,80	42,1
1 dia	25,6	5,49	0,049d	2,77	41,6
Naturais					
60dias	28,7	5,48	0,076ab	2,66	9,1
30 dias	29,5	5,59	0,060bdc	2,70	8,9
15 dias	31,3	5,56	0,052dc	2,74	8,5
1 dia	30,3	5,46	0,052dc	2,66	8,8
Fresca	34,0	5,56	0,045d	2,75	8,9

\* Letras diferentes na coluna indicam diferenças entre as amostras ao nível de 5%.

**Tabela 2 - Conteúdo de gorduras, ácidos graxos e colesterol em manteigas e margarinas**

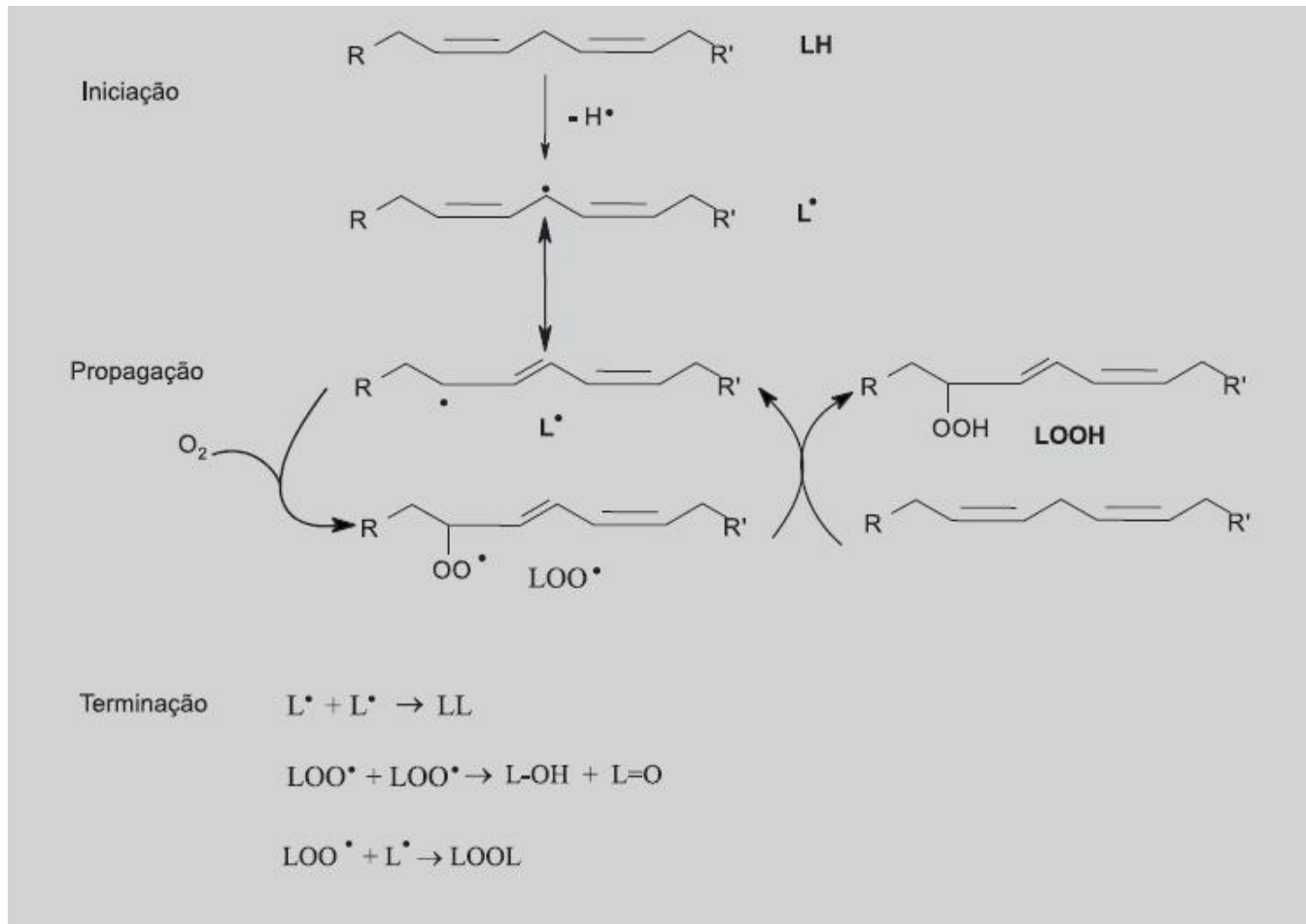
	Manteiga com e sem sal	Margarina com e sem sal
Gorduras (g/100g)	83 ± 2	59 ± 18*
Saturadas	55 ± 2	19 ± 8*
Monoinsaturadas	21 ± 1	16 ± 7
Poli-insaturadas	1,7 ± 0,2	21 ± 4*
Ácidos graxos (g/100g)		
Palmitico	29 ± 1	7 ± 2*
Mirístico	9 ± 1	0,3 ± 0,3*
Oleico	20 ± 1	16 ± 7
Linolêico	0,9 ± 0,2	19 ± 4*
Elaidico	2,0 ± 0,1	6 ± 5
Translinolêico	0,2 ± 0,0	0,9 ± 0,5
Ômega 3	0,8 ± 0,0	1,7 ± 0,4*
Colesterol (mg/100g)	222 ± 2	-

*Dados são apresentados com média ± desvio-padrão; \* = P < 0,05 em relação à manteiga.*

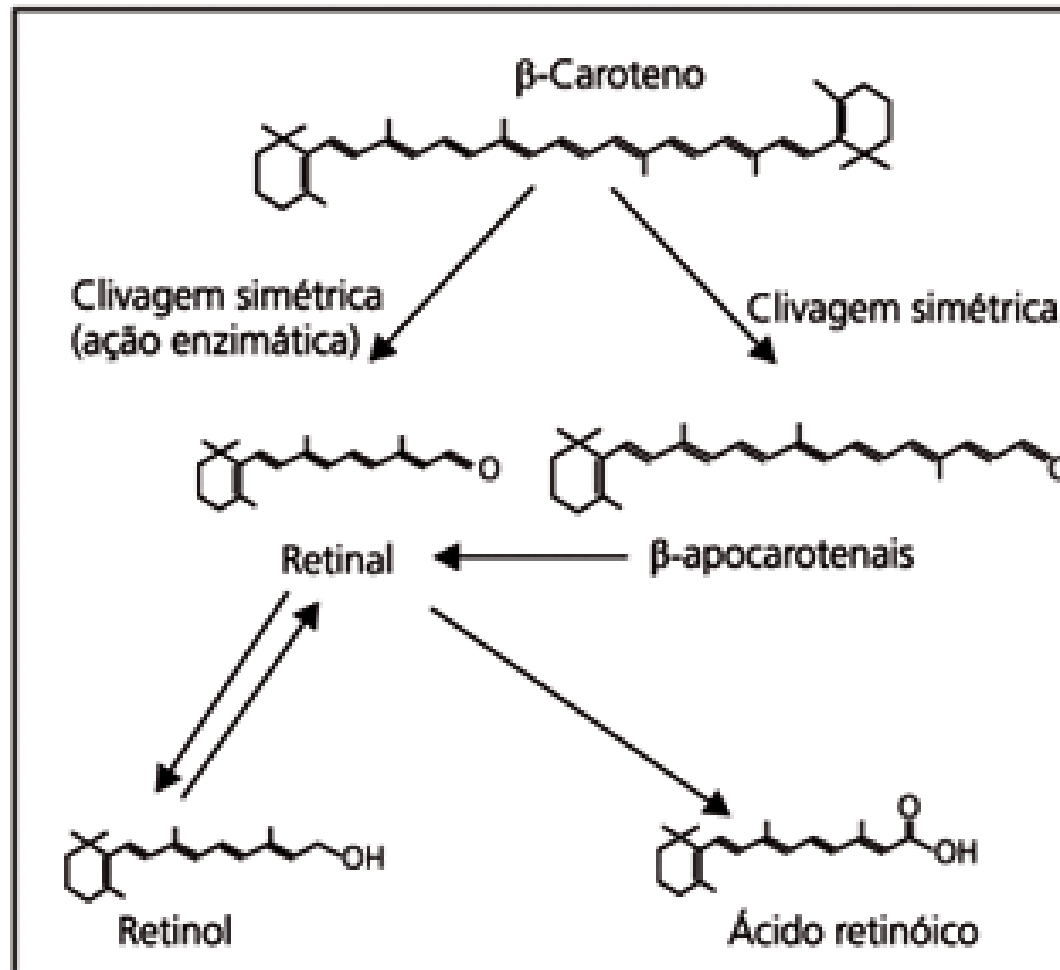
**Tabela 5 - Conteúdo de gorduras, ácidos graxos e colesterol em ovos**

	Caipira	Granja	40%	20%
Gorduras (g/100g)	8,4	10,2	9,9	9,4
Saturadas	2,84	3,67	3,34	3,03
Monoinsaturadas	3,47	4,08	3,58	4,05
Poli-insaturadas	0,61	0,69	1,25	0,73
Ácidos graxos (g/100g)				
Palmitico	2,1	2,72	2,24	2,21
EPA	0,02	0,02	0,08	0,05
Oléico	3,1	3,73	3,34	3,66
Linoléico	0,47	0,6	0,99	0,54
Elaidico	0,01	0,01	-	0,02
Mirístico	0,02	0,04	0,02	0,02
Translinoléico	0,01	0,01	0	0,02
Ômega 3	0,02	0,02	0,14	0,09
Colesterol (mg/100g)	400	405	390	378

# Formação de Radicais Livres- iniciação, propagação e terminação

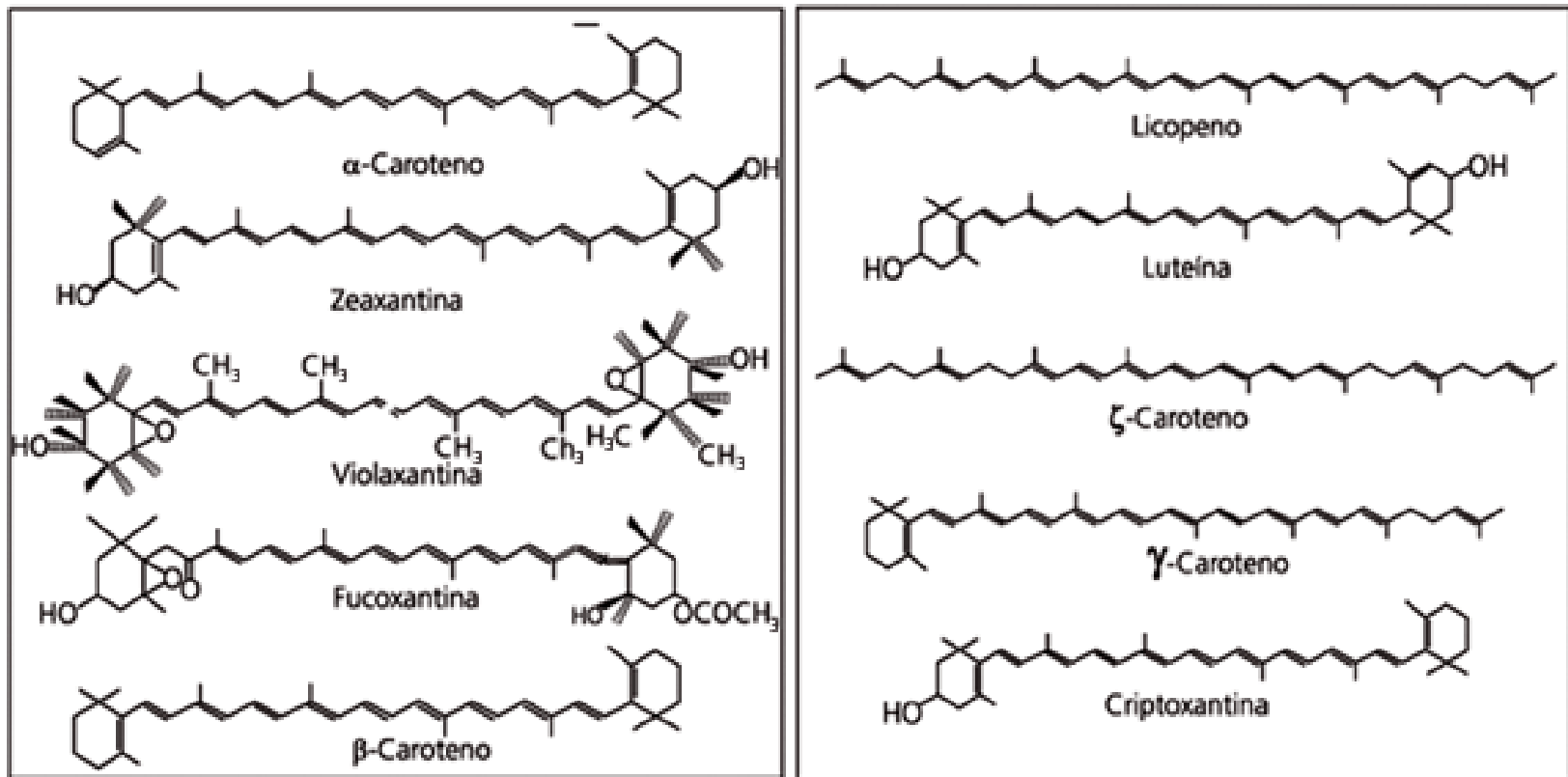


# Oxidação do beta caroteno (pró-vitamina A)



**Figura 3.** Clivagem simétrica e assimétrica do  $\beta$ -caroteno.

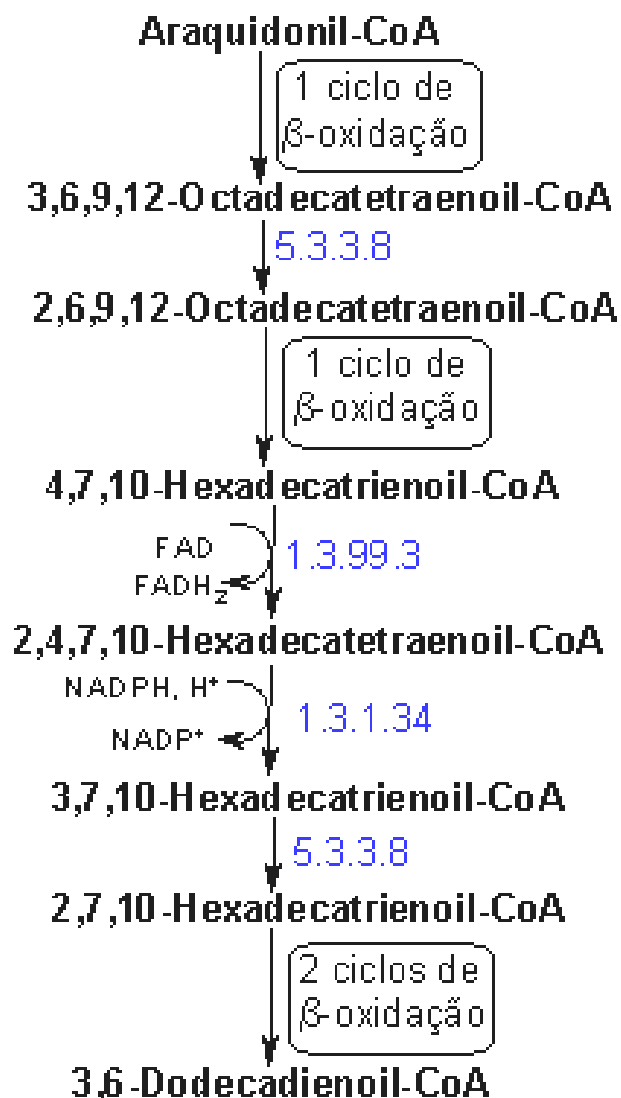
# Carotenóides



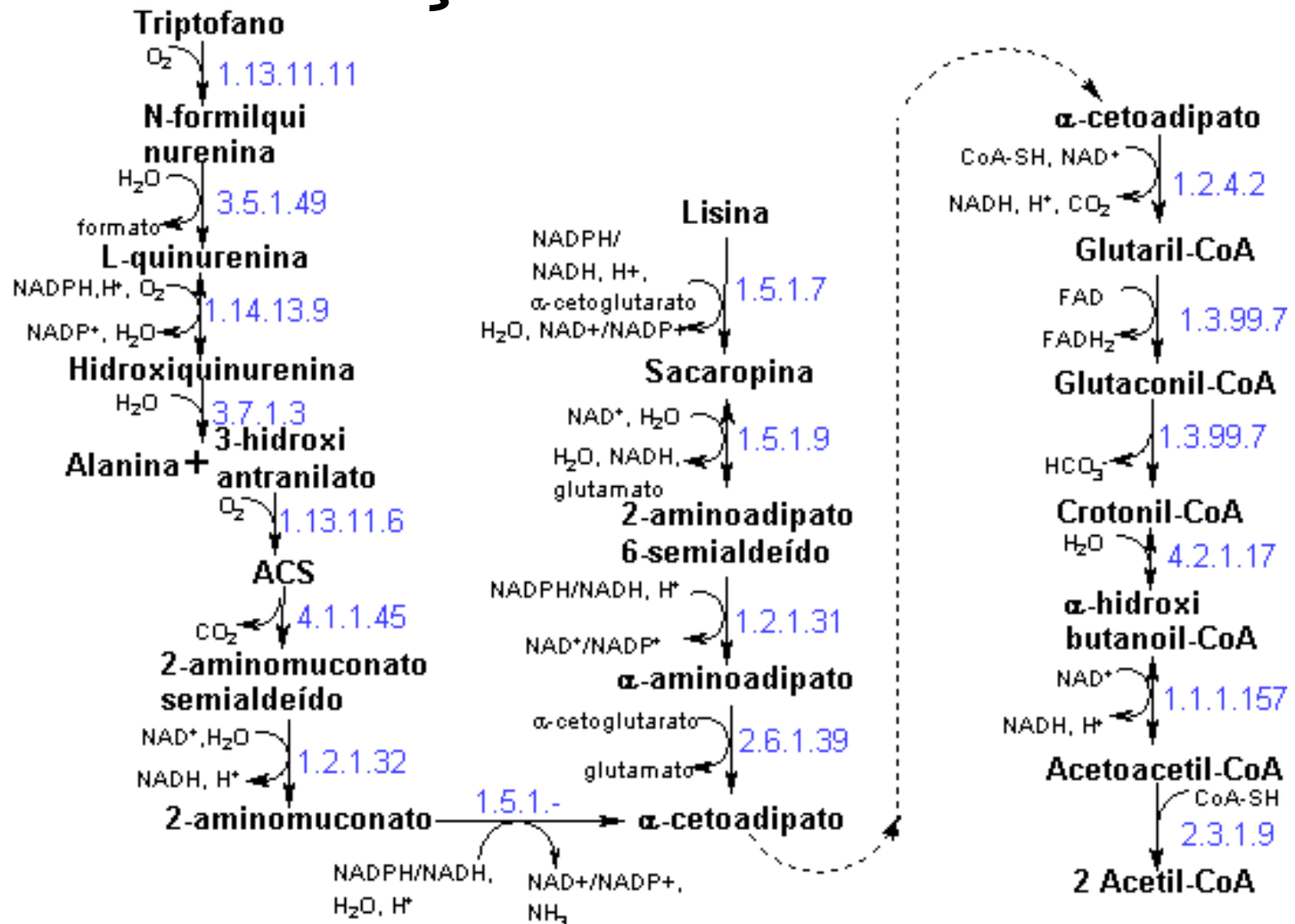
**Figura 1.** Estrutura química de alguns carotenóides.



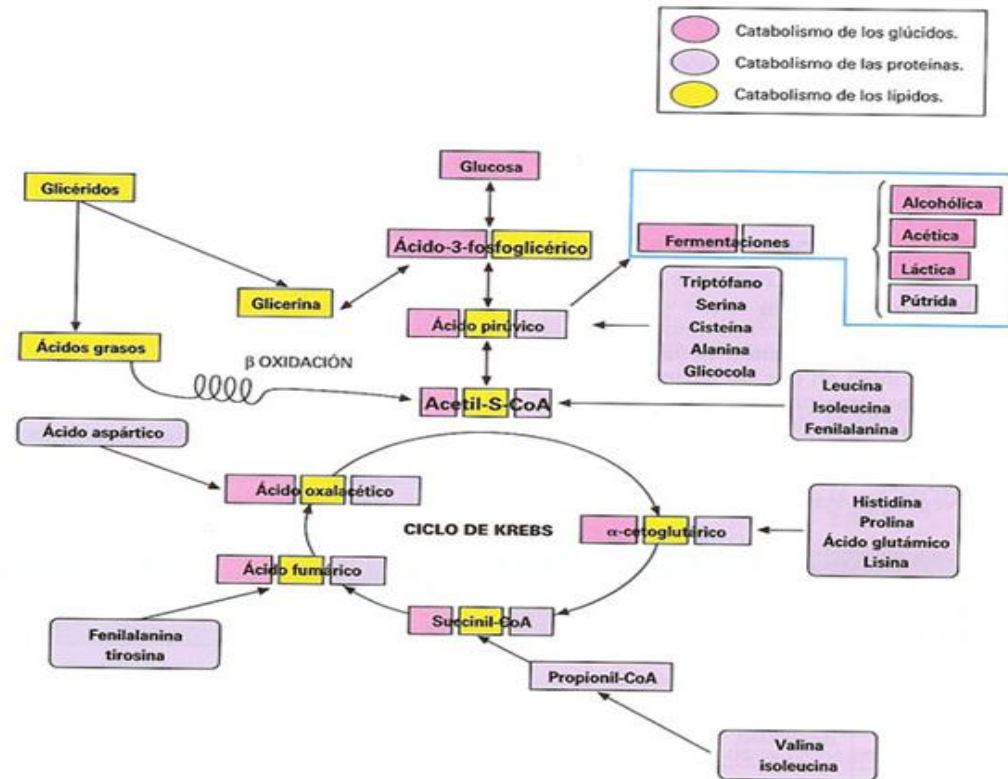
# Oxidação ácidos graxos insaturados



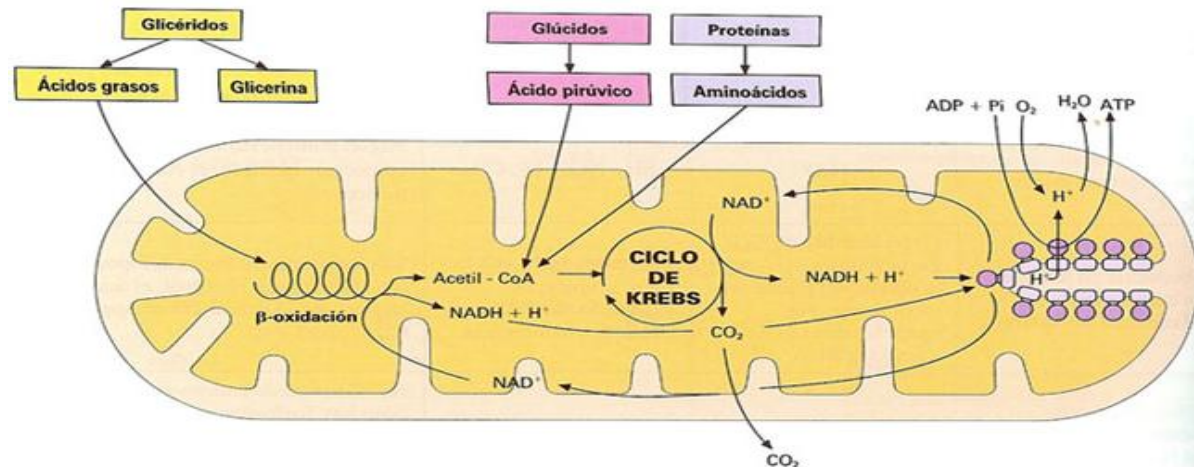
# Oxidação aminoácidos



# Respiração celular



Esquema de la respiración aerobia mitocondrial de los principios inmediatos



# Enzimas do ciclo de Krebs

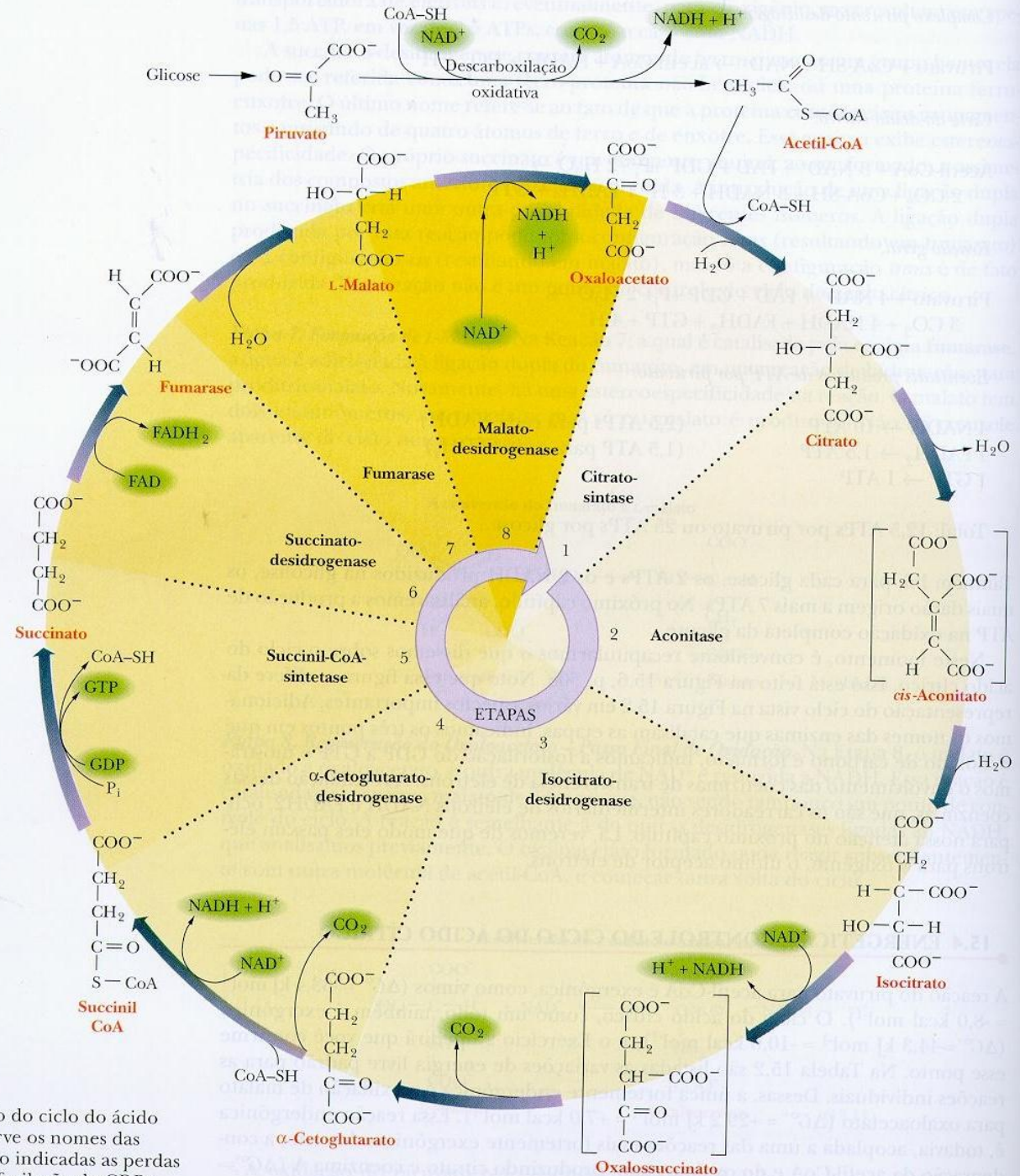
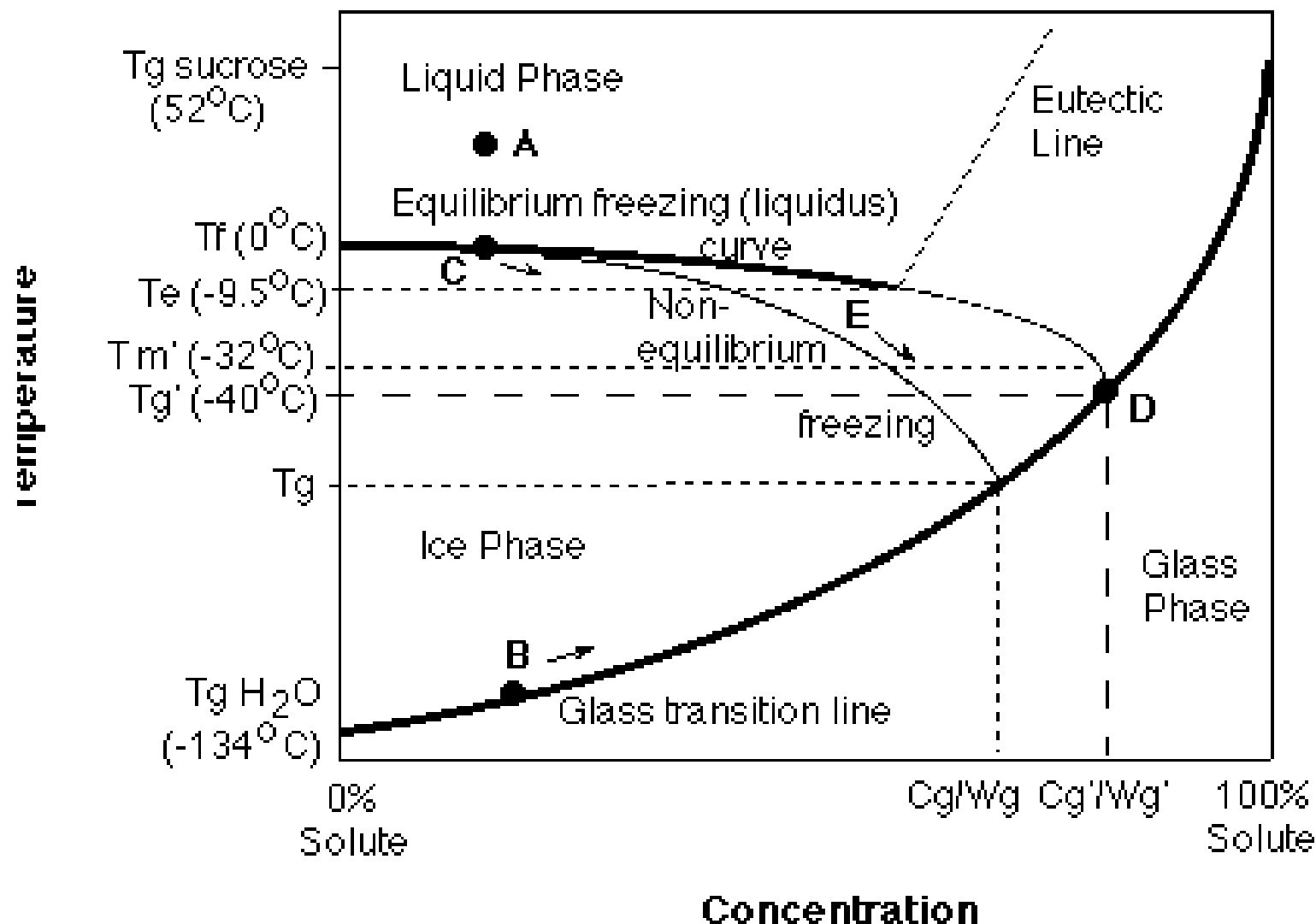


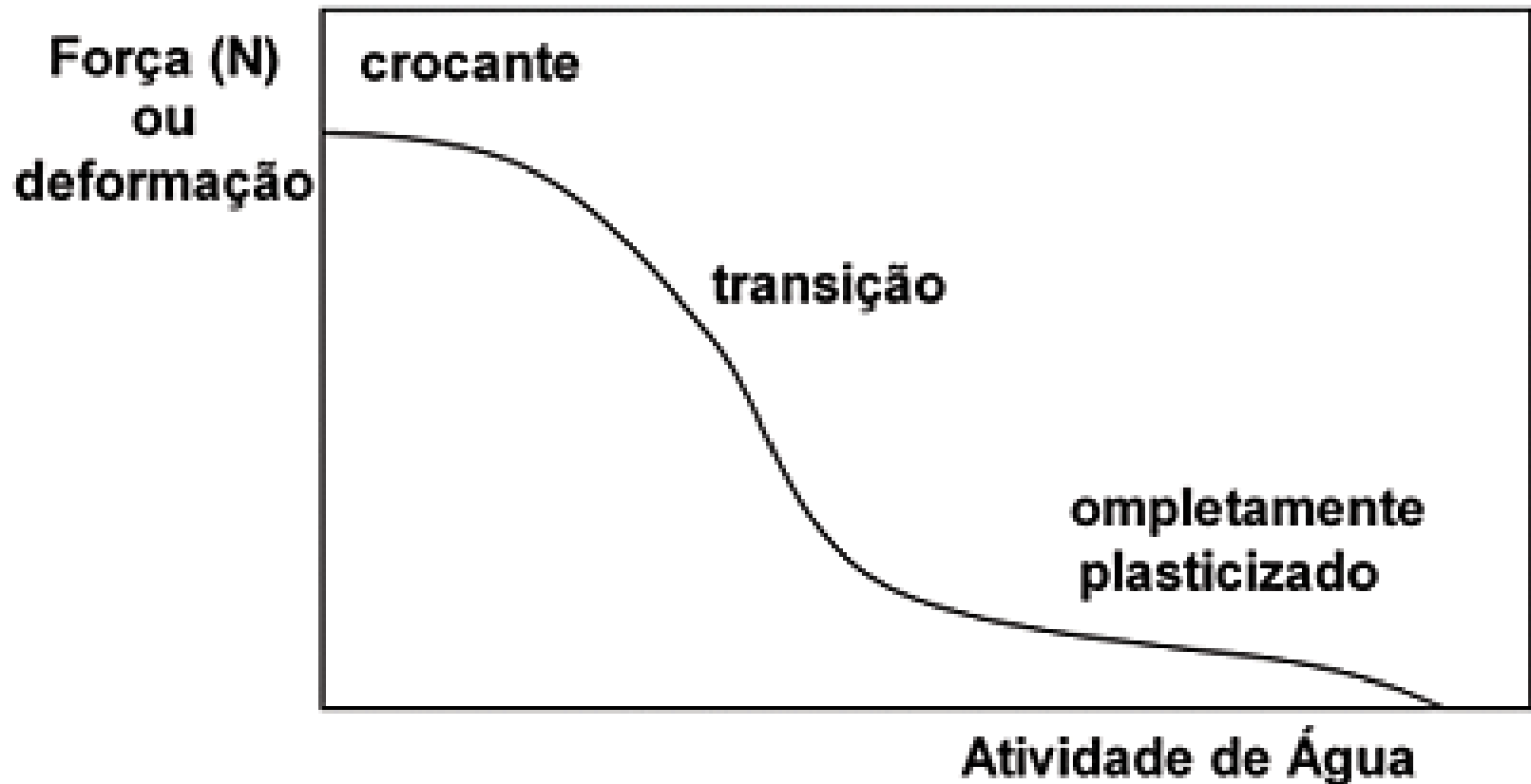
FIGURA 15.6

Resumo do ciclo do ácido tricarbônico. Observe os nomes das enzimas. Estão indicadas as perdas de  $\text{CO}_2$ , a fosforilação do  $\text{GDP}$  a  $\text{ATP}$ .

# Estados físicos da matéria

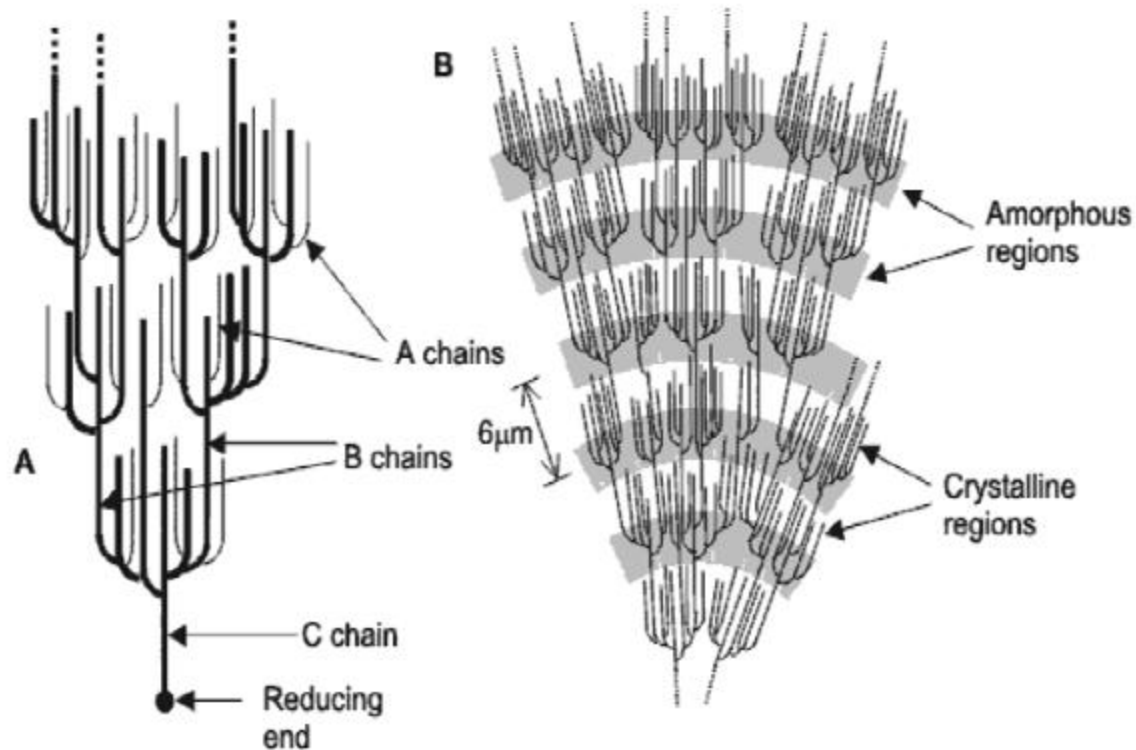


# Transição vítrea



**FIGURA 4.** Forma da curva de plasticização de cereais matinais crocantes [24].

# Regiões amorfas no amido



# Transição vítrea do açúcar

