A close-up photograph of various grilled meats on a metal grill. In the foreground, there are several skewers of meat, including what appears to be chicken and pork, with some charred edges. In the background, several sausages are cooking. The lighting is warm, highlighting the textures and colors of the food.

# METABOLISMO DOS LIPÍDIOS

Renato Massaharu Hassunuma • Patrícia Carvalho Garcia • Sandra Heloísa Nunes Messias

# METABOLISMO DOS LIPÍDIOS

Prof. Dr. Renato Massaharu Hassunuma  
*Professor Titular do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista – UNIP, Câmpus Bauru*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Carvalho Garcia  
*Coordenadora Auxiliar do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista – UNIP, Câmpus Bauru*

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sandra Heloísa Nunes Messias  
*Coordenadora Geral do Curso de Biomedicina da  
Universidade Paulista – UNIP*

1<sup>a</sup> Edição / 2023  
Bauru, SP

© Renato Massaharu Hassunuma.

**Conselho Editorial**

ENF. ESP. FÁBIO APARECIDO DA SILVA

*Especialista em Enfermagem em UTI Neonatal e em Ginecologia e Obstetrícia pela Faculdade de São Marcos – FACSM.*

BIOMÉDICA ESP. MARYANA LOURENÇO BASTOS DO NASCIMENTO

*Especialista em Bacteriologia Clínica pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo (FAMEESP).*

**Capa e Design**

PROF. DR. RENATO MASSAHARU HASSUNUMA

**Créditos da foto da capa, folha de rosto, páginas capitulares e contracapa**

Fonte: RDNE Stock project. 4 de julho dia da independência bacon churrasco [Internet]. 2021 Jun 28 [acesso 09 set 2023]. Disponível em: <https://www.pexels.com/photo/4-de-julho-dia-da-independencia-bacon-churrasco-8522770/>. Figura registrada como: *Free to use. Attribution is not required.*

Catálogo na Publicação (CIP)  
(BENITEZ Catálogo Ass. Editorial, MS, Brasil)

---

H284m Hassunuma, Renato Massaharu  
1.ed. Metabolismo dos lipídios [livro eletrônico] / Renato Massaharu  
Hassunuma, Patrícia Carvalho Garcia, Sandra Heloísa Nunes Messias. –  
1ª ed. - Bauru: Canal 6, 2023.  
PDF

Bibliografia.  
ISBN 978-85-7917-626-5  
DOI 10.52050/9788579176265

1. Metabolismo. 2. Nutrição aplicada. 3. Lipídios. I. Garcia, Patrícia  
Carvalho. II. Messias, Sandra Heloísa Nunes. III. Título.

12-2023/06

CDD 613.283

---

Índice para catálogo sistemático:  
1. Metabolismo : Lipídios : Nutrição aplicada : Ciências médicas 613.283

Bibliotecária : Aline Grazielle Benitez CRB-1/3129


## Sumário


Lista de abreviaturas .....	06
1. Digestão dos lipídios .....	07
2. Distribuição dos lipídios I .....	08
3. Distribuição dos lipídios II .....	09
4. Lipólise dos triacilgliceróis .....	10
5. Lipólise dos ácidos graxos saturados I .....	11
6. Lipólise dos ácidos graxos saturados II: via da beta-oxidação ou ciclo de Lynen .....	12
7. Lipólise dos ácidos graxos insaturados .....	13
8. Cetogênese .....	14
9. Via de utilização dos corpos cetônicos .....	15
10. Lipogênese .....	16
11. Síntese de glicerol 3-fosfato .....	17
12. Síntese de triacilgliceróis .....	18
13. Colesterogênese .....	19
Referências e sugestões de leitura .....	20


# METABOLISMO DOS LIPÍDIOS



**Lista de abreviaturas**

 : reação irreversível

 : reação reversível

 : linha tracejada preta ou vermelha indica representação simplificada de uma reação

⊕ : enzima regulatória ou marcapasso

(-): ação inibitória

(+): ação ativadora

Acil-CoA: acil-coenzima A

ACP: proteína transportadora de acila

ADP: adenosina difosfato

ATP: adenosina trifosfato

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

CoA: coenzima A

E1: malonil/acetil-CoA-ACP transferase

E2: β-cetoacil-ACP sintase

E3: β-cetoacil-ACP redutase

E4: β-hidroxiacil-ACP desidratase

E5: enoil-ACP redutase

E6: tioesterase

FAD: flavina adenina dinucleotídeo no estado oxidado

FADH<sub>2</sub>: flavina adenina dinucleotídeo no estado reduzido

H<sup>+</sup>: íon hidrogênio

H<sub>2</sub>O: água

HS-CoA: coenzima A, sendo que esta abreviatura destaca o grupamento tiol (-SH)

IDL: lipoproteína de densidade intermediária

HDL: lipoproteína de alta densidade (colesterol bom)

HMG-CoA: 3-hidroxi-3-metilglutaril-coenzima A

LDL: lipoproteína de baixa densidade (colesterol ruim)

NAD<sup>+</sup>: nicotinamida adenina dinucleotídeo no estado oxidado

NADH: nicotinamida adenina dinucleotídeo no estado reduzido

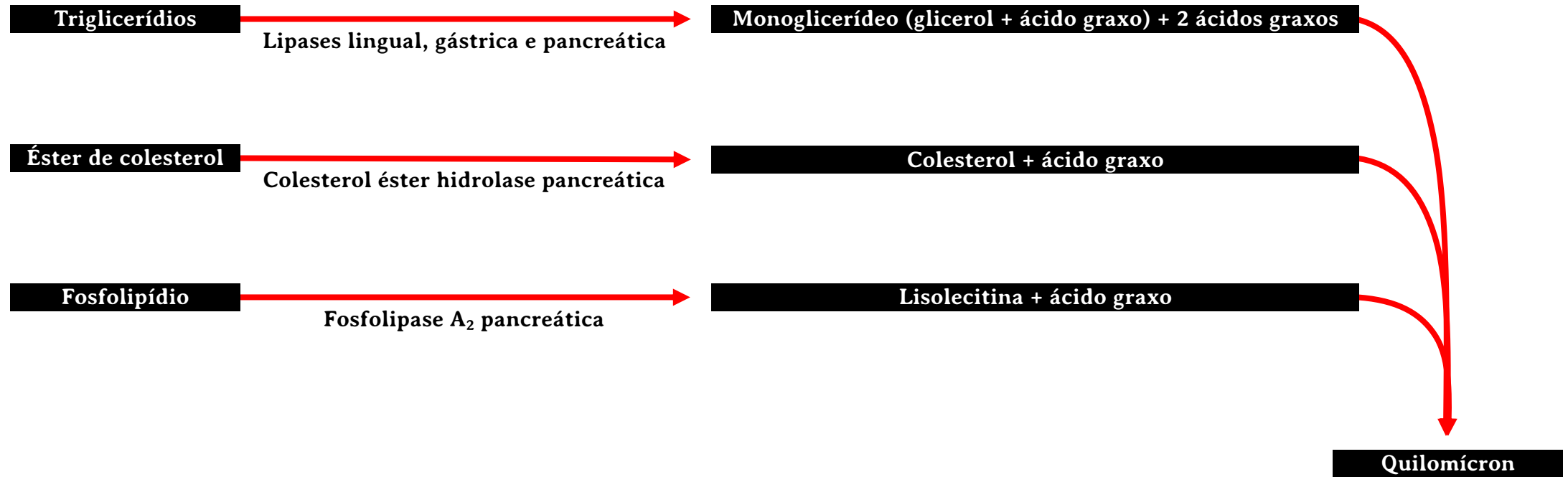
VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade

NADP<sup>+</sup>: nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato no estado oxidado

NADPH: nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato no estado reduzido

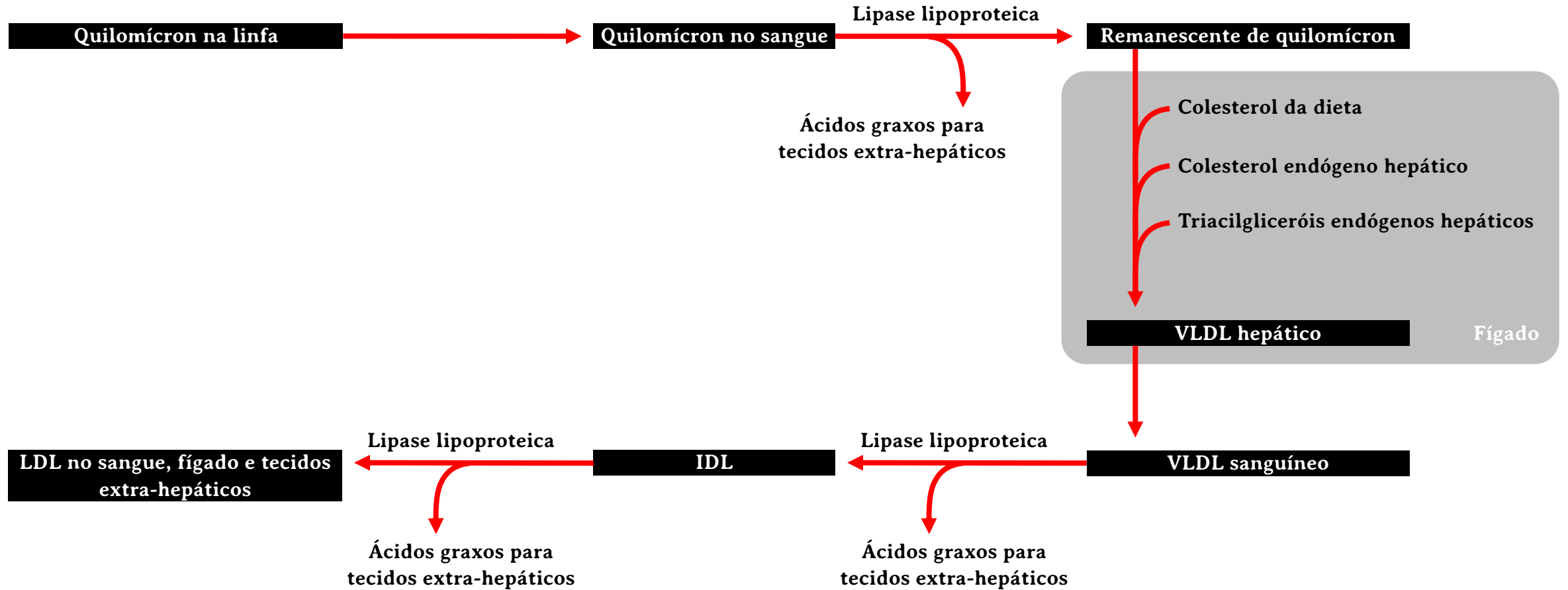
Pi: fosfato inorgânico

PPi: pirofosfato

**1. Digestão dos lipídios****Local onde ocorre:** interior do tubo digestório

**2. Distribuição dos lipídios I**

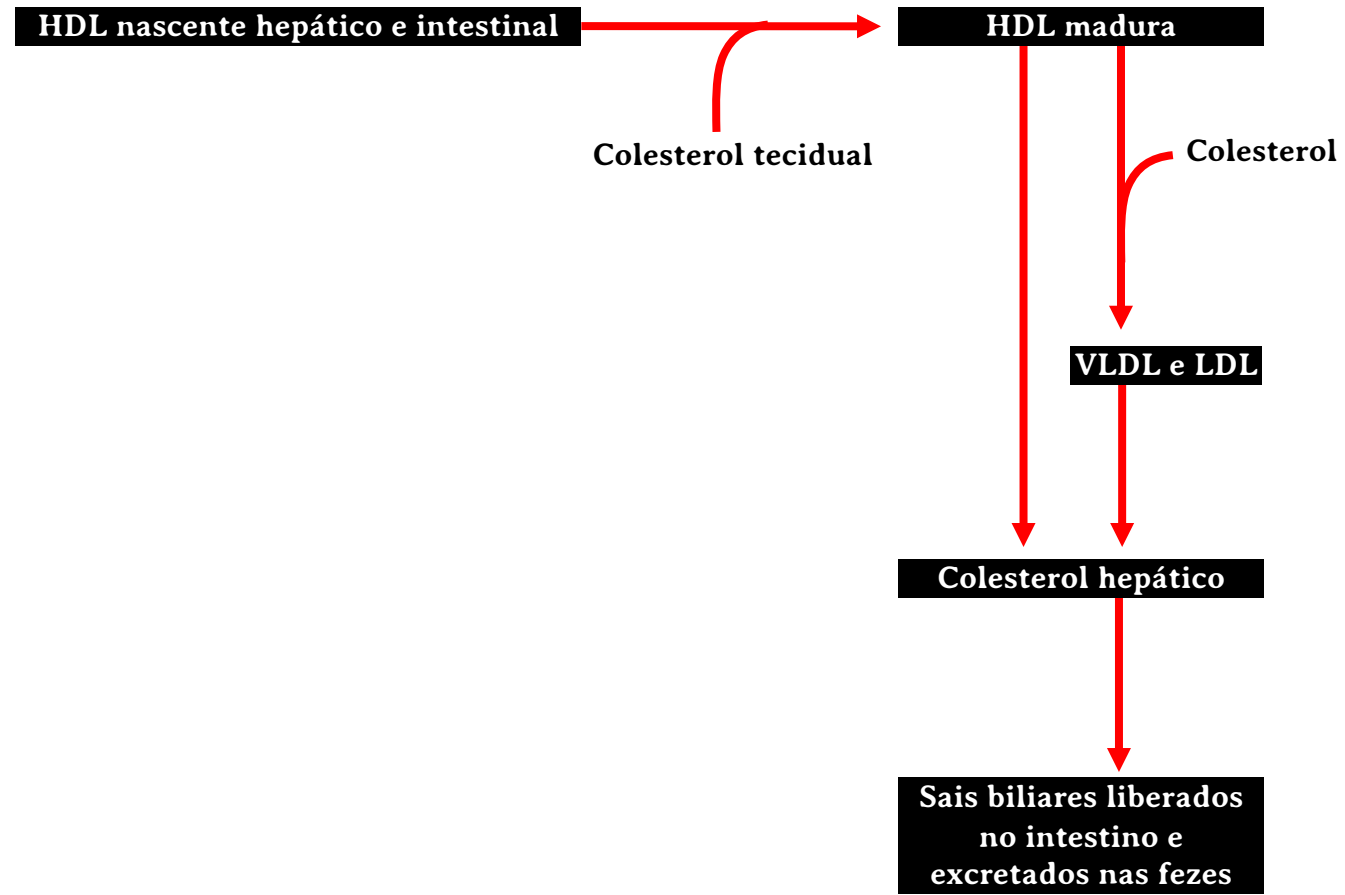
**Local onde ocorre:** linfa, sangue, tecidos hepáticos e extra-hepáticos





### 3. Distribuição dos lipídios II

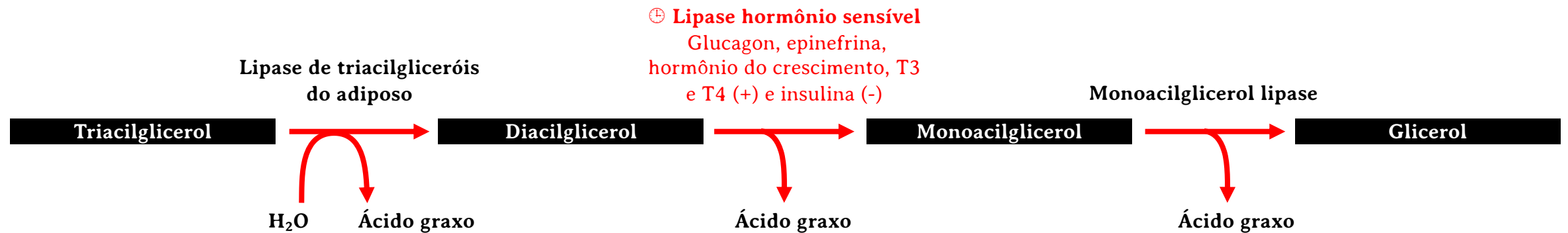
**Local onde ocorre:** linfa, sangue, tecidos hepáticos e extra-hepáticos



#### 4. Lipólise dos triacilgliceróis

**Local onde ocorre:** citosol

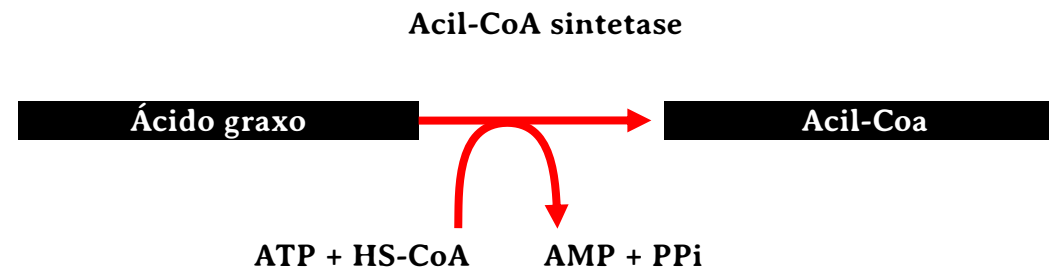
**Outras informações:** o glicerol produzido na lipólise pode ser utilizado na gliconeogênese para produção de glicose

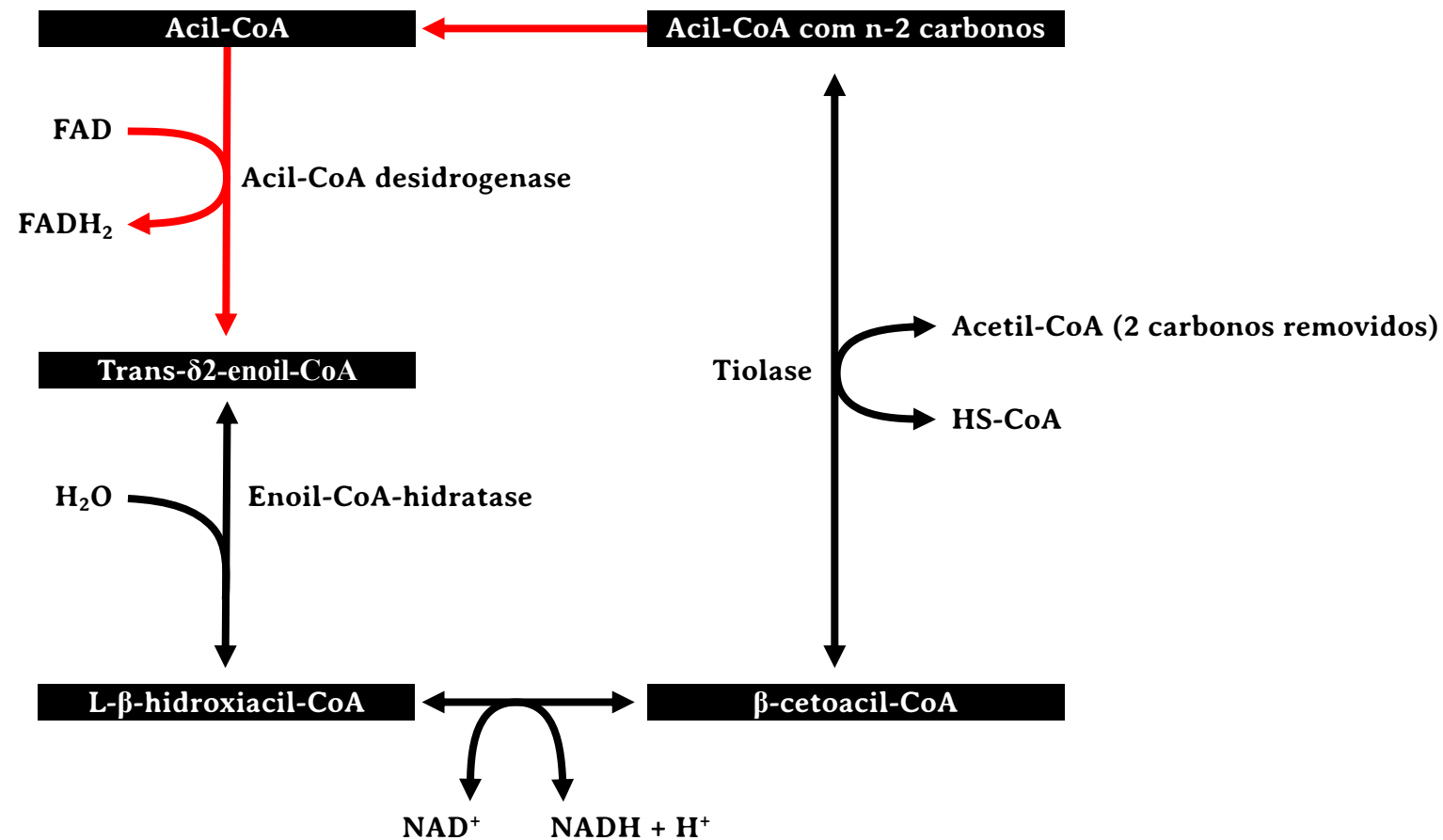


### 5. Lipólise dos ácidos graxos saturados I

**Local onde ocorre:** citosol

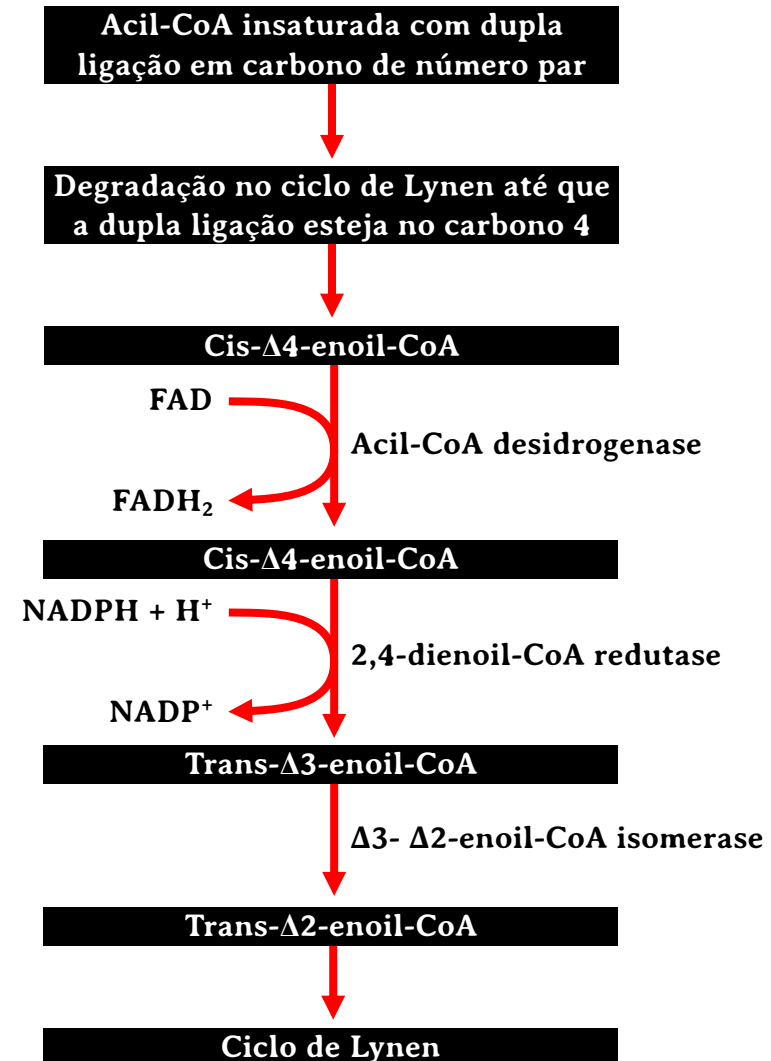
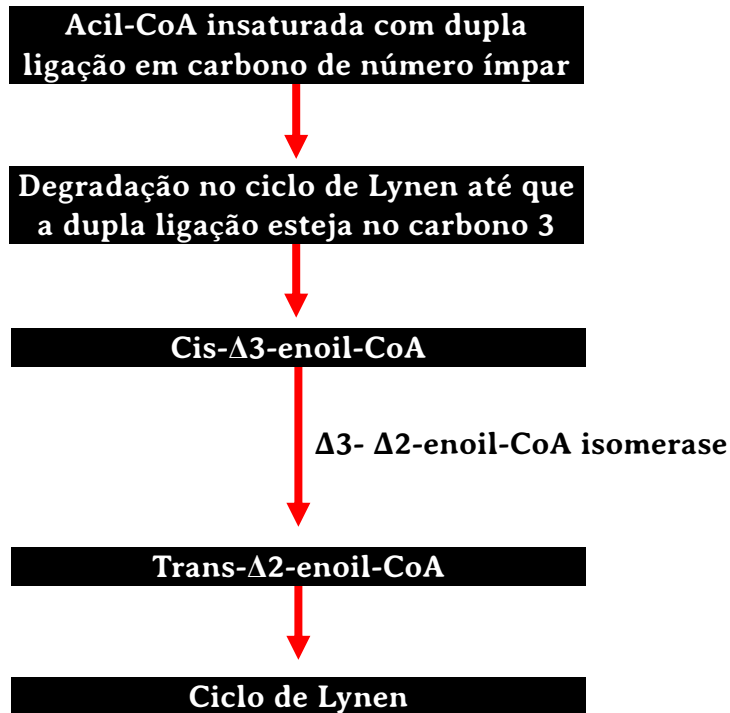
**Outras informações:** a acil-CoA é transportada para a matriz mitocondrial com a participação de uma molécula de carnitina



**6. Lipólise dos ácidos graxos saturados II: via da beta-oxidação ou ciclo de Lynen****Local onde ocorre:** citosol**Outras informações:** a acetil-CoA, gerada como produto deste ciclo, pode ser utilizada no ciclo de Krebs para produção de energia

7. Lipólise dos ácidos graxos insaturados

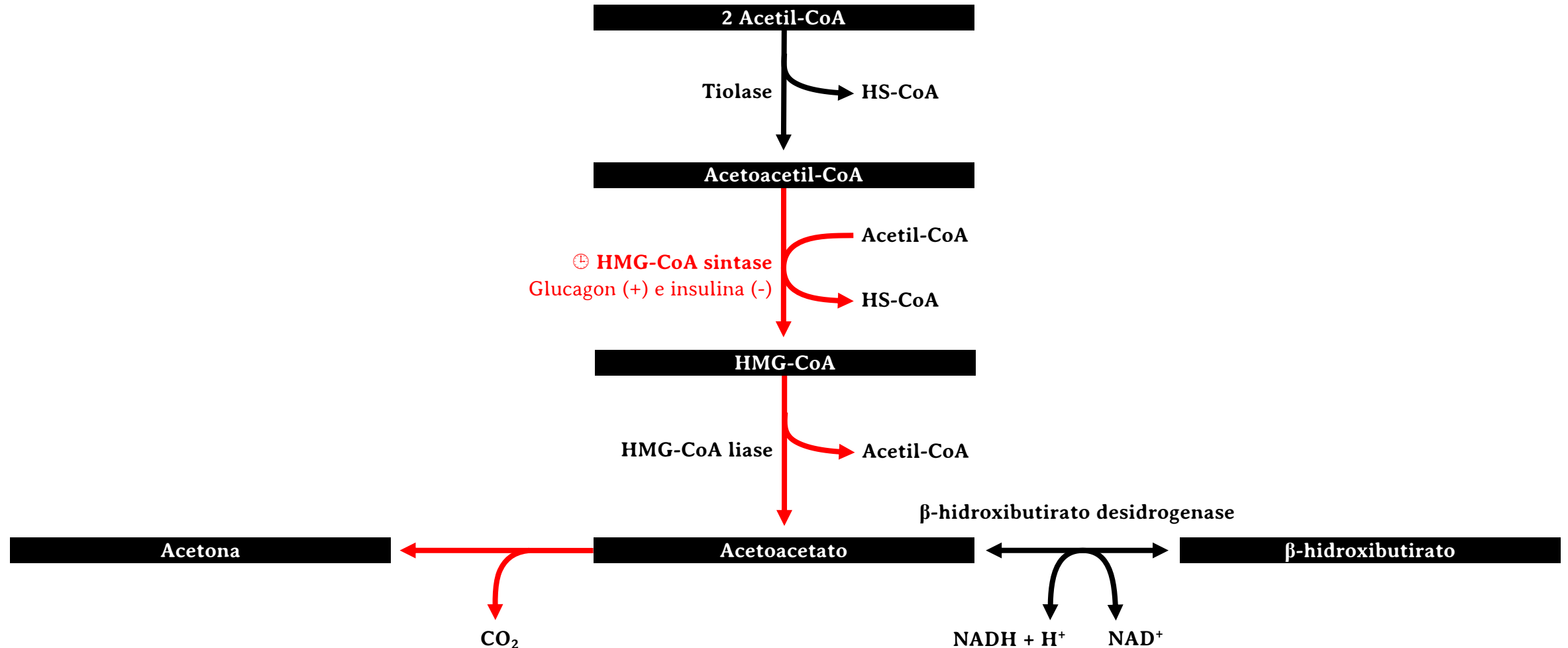
Local onde ocorre: citosol



## 8. Cetogênese

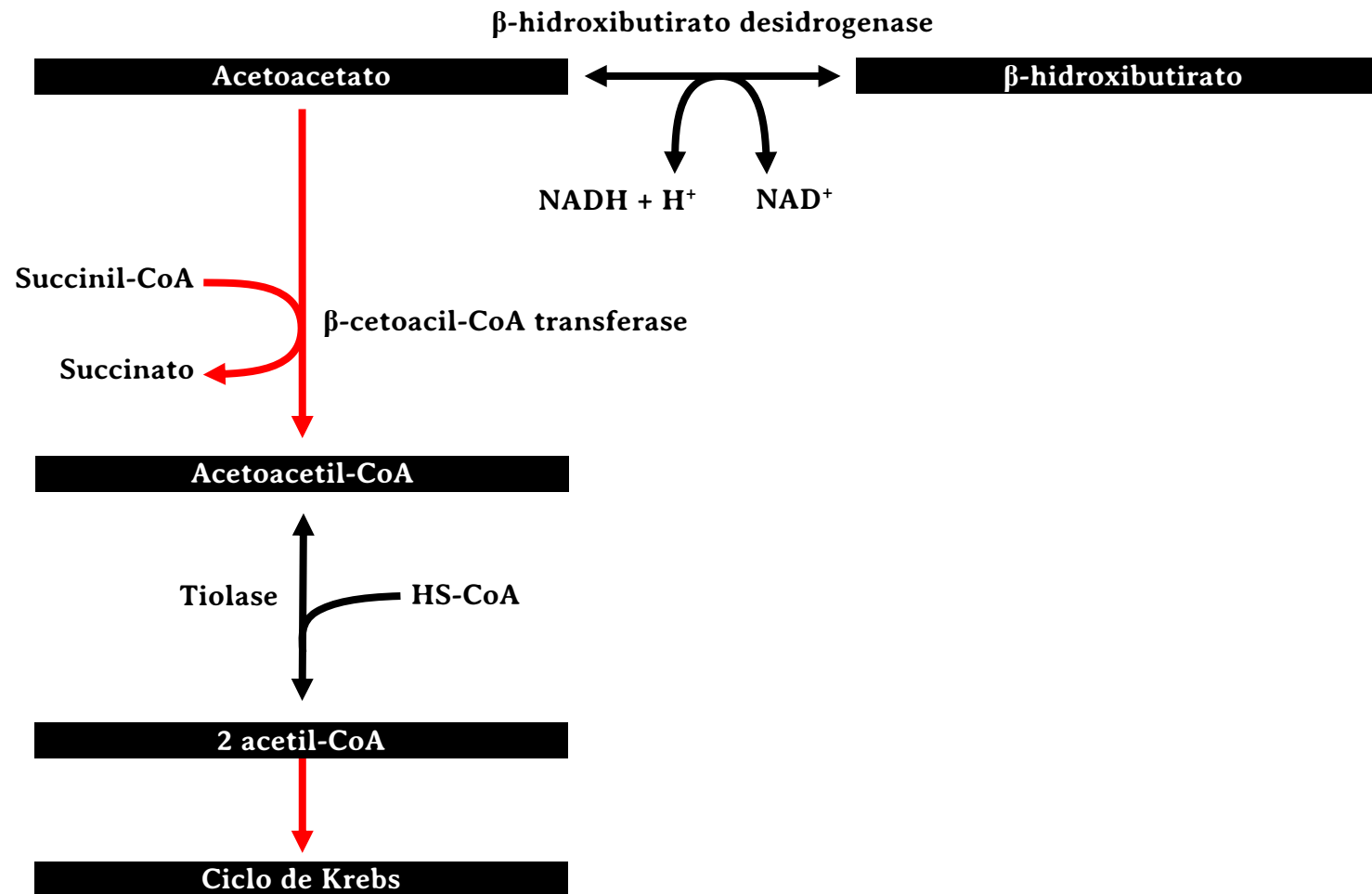
**Conceito:** via de produção de corpos cetônicos, a partir da acetil-CoA que provém da lipólise da via da beta-oxidação

**Local onde ocorre:** citosol de células hepáticas para disponibilizar energia para coração, cérebro e músculos em períodos de jejum, privação de oxigênio muscular ou quadro diabético



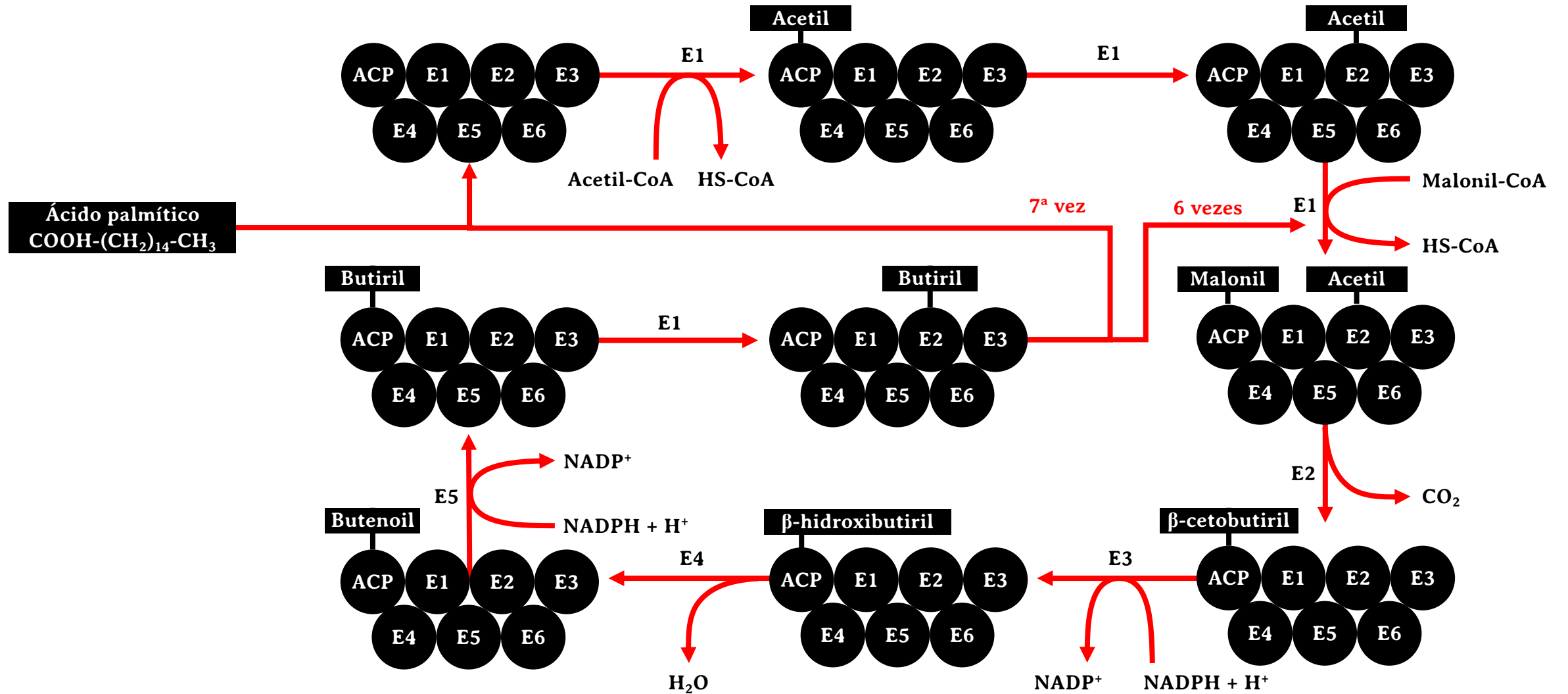
### 9. Via de utilização dos corpos cetônicos

**Local onde ocorre:** células do coração, cérebro e músculos em períodos de jejum, privação de oxigênio muscular ou quadro diabético



10. Lipogênese

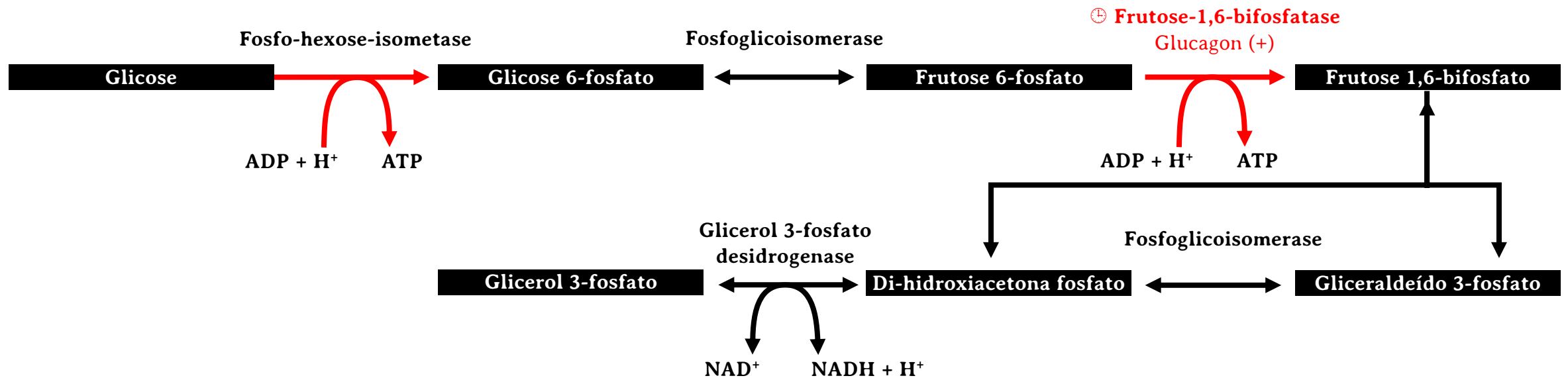
Local onde ocorre: citosol de células do fígado, tecido adiposo e glândula mamária ativa, principalmente





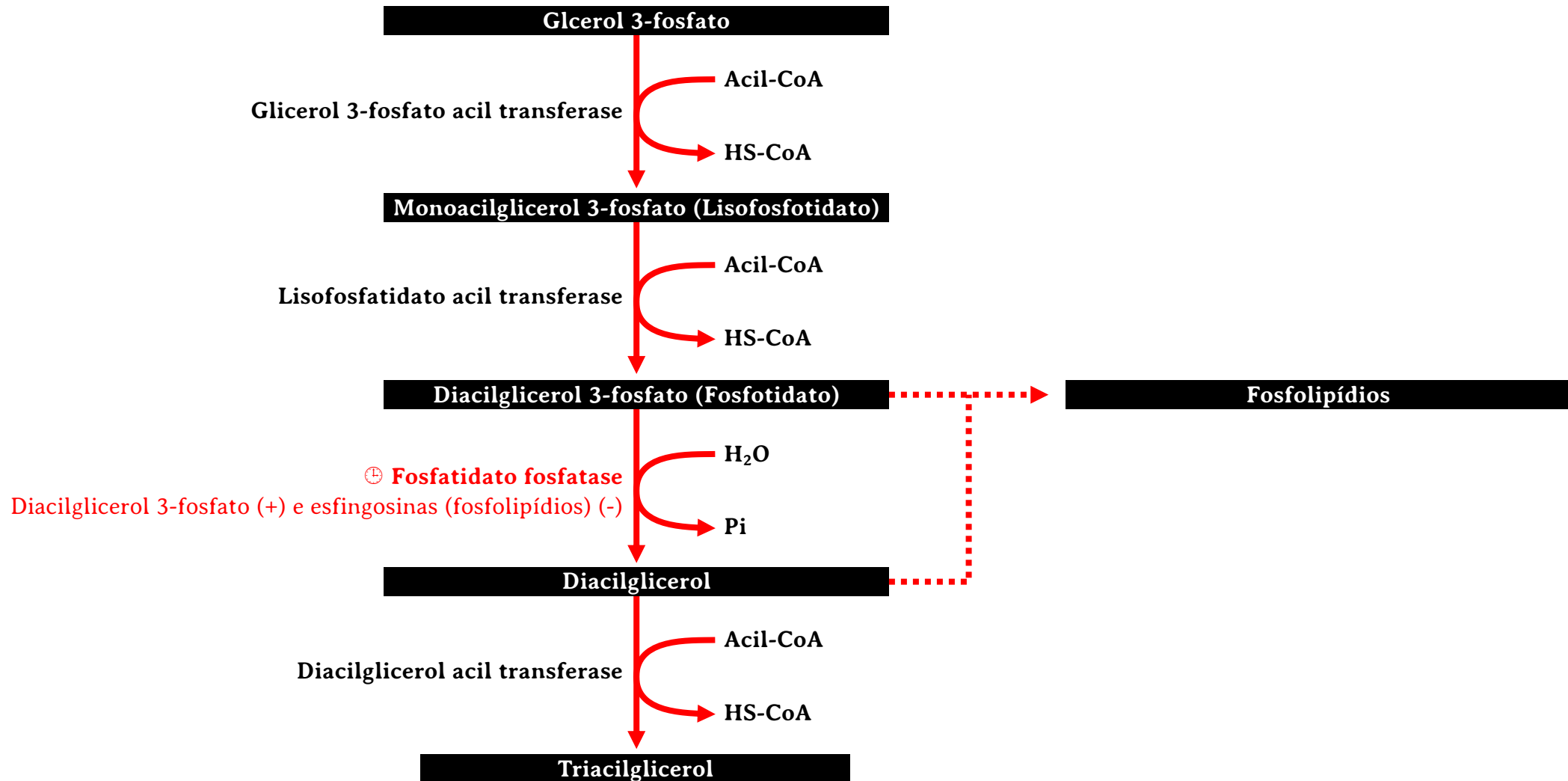
**11. Síntese de glicerol 3-fosfato**

Local onde ocorre: citosol



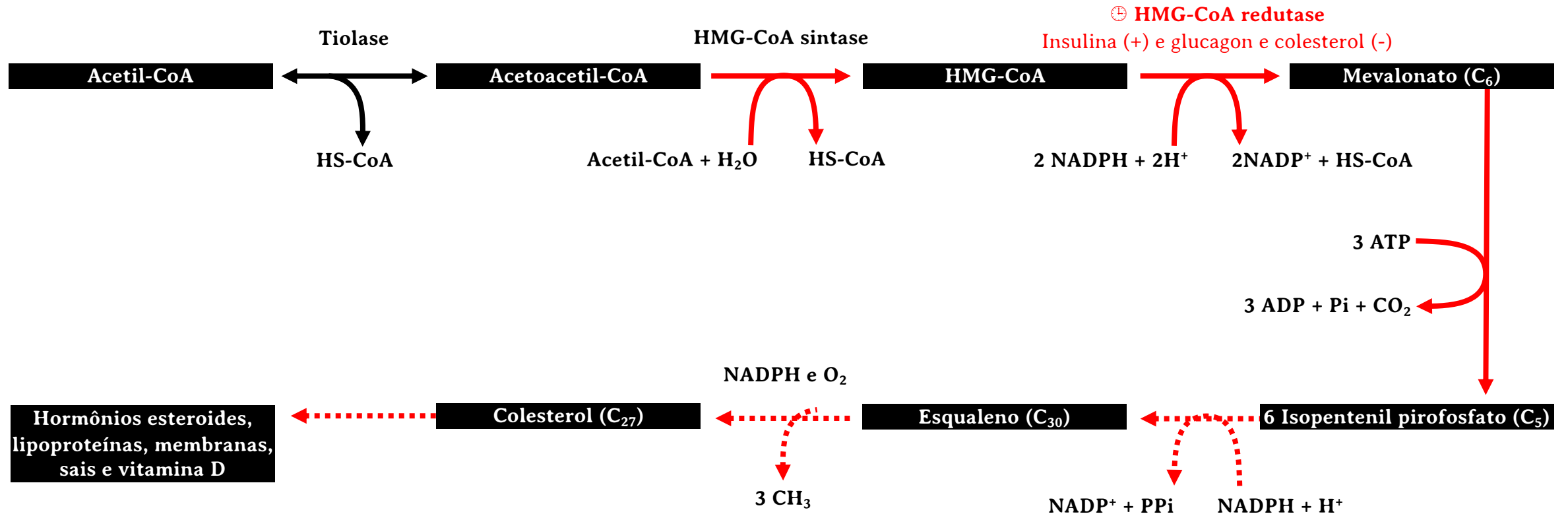
## 12. Síntese de triacilgliceróis

**Local onde ocorre:** retículo endoplasmático liso, citoplasma e em gotículas de lipídios



**13. Colesterogênese**

**Local onde ocorre:** citosol e retículo endoplasmático liso



**Referências e Sugestões de Leitura**

- Baynes JW. Metabolismo oxidativo de lipídios no fígado e no músculo. In: Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. Capítulo 15; p. 185-93.
- Botham KM, Mayes PA. Biossíntese de ácidos graxos e eicosanoides. In: Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica ilustrada de Harper. 30ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2017. Capítulo 23; p. 232-44.
- Botham KM, Mayes PA. Metabolismo de acilgliceróis e esfingolipídeos. In: Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica ilustrada de Harper. 30ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2017. Capítulo 24; p. 245-52.
- Botham KM, Mayes PA. Oxidação dos ácidos graxos: cetogênese. In: Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica ilustrada de Harper. 30ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2017. Capítulo 22; p. 223-31.
- Botham KM, Mayes PA. Síntese, transporte e excreção do colesterol. In: Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica ilustrada de Harper. 30ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2017. Capítulo 26; p. 266-79.
- Botham KM, Mayes PA. Transporte e armazenamento de lipídeos. In: Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Bioquímica ilustrada de Harper. 30ª ed. Porto Alegre: AMGH; 2017. Capítulo 25; p. 253-65.
- Campbell MK, Farrell SO. Bioquímica. 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning; 2017. Capítulo 21. Metabolismo dos lipídeos; p. 593-630.
- Constanzo LS. Fisiologia. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2014. Capítulo 8. Fisiologia gastrointestinal; p. 329-82.
- Dominiczak MH. Lipoproteínas e transporte de lipídios. In: Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. Capítulo 18; p. 219-35.
- Dominiczak MH, Wallace AM. Biossíntese de colesterol e esteroides. In: Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. Capítulo 17; p. 205-18.
- Harvey RA; Ferrier DR. Bioquímica ilustrada. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2012. Capítulo 15. Metabolismo dos lipídeos da dieta; p. 173-80.
- Harvey RA; Ferrier DR. Bioquímica ilustrada. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2012. Capítulo 16. Metabolismo dos ácidos graxos e dos triacilgliceróis; p. 181-200.

- Harvey RA; Ferrier DR. Bioquímica ilustrada. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2012. Capítulo 17. Metabolismo dos lipídeos complexos; p. 201-18.
- Harvey RA; Ferrier DR. Bioquímica ilustrada. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2012. Capítulo 18. Colesterol e metabolismo dos esteroides; p. 219-44.
- Kulkarni UV, Broom I. Biosíntese e armazenamento de ácidos graxos. In: Baynes JW, Dominiczak MH. Bioquímica médica. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. Capítulo 16; p. 195-203.
- Marzzoco A, Torres BB. Bioquímica básica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. Capítulo 16. Metabolismo dos lipídeos; p. 196-220.
- Marzzoco A, Torres BB. Bioquímica básica. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017. Capítulo 20. Regulação das vias metabólicas principais; p. 286-310.
- Motta VT. Bioquímica. 2ª ed. Rio de Janeiro: MedBook; 2011. Capítulo 15. Metabolismo dos ácidos graxos; p. 253-85.
- Motta VT. Bioquímica. 2ª ed. Rio de Janeiro: MedBook; 2011. Capítulo 16. Fosfolipídeos, eisocanoídes, esteroides; p. 287-323.
- Nelson C, Cox MM. Princípios de bioquímica de Lehninger. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2014. Capítulo 17. Catabolismo de ácidos graxos; p. 667-93.
- Nelson C, Cox MM. Princípios de bioquímica de Lehninger. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2014. Capítulo 21. Biossíntese de lipídeos; p. 833-80.
- Riegel RE. Bioquímica. 4ª ed. São Leopoldo: Editora Unisinos; 2006. Capítulo 7. Bioquímica dos lipídios; p. 185-250.
- Voet D, Voet JG. Bioquímica. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2013. Capítulo 25, Metabolismo dos lipídeos; p. 940-1018.

Este livro apresenta de forma ilustrada as principais vias de anabolismo e catabolismo dos lipídeos, indicando para cada uma: um esquema das principais reações químicas com as enzimas que participam, os substratos e os produtos intermediários e finais; o local onde ocorre; a(s) enzima(s) regulatória(s) (incluindo seus inibidores e ativadores); a equação geral; e o rendimento energético. Um prato cheio (de lipídeos) para quem deseja aprender um pouco mais sobre Bioquímica Metabólica.

