USO DOS LIPÍDEOS NA NUTRIÇÃO DE CÃES E GATOS

RICARDO SOUZA VASCONCELLOS

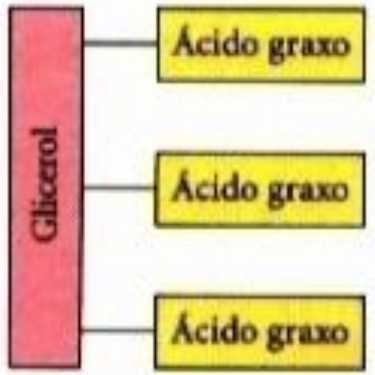
RICARDO.SOUZA.VASCONCELLOS@GMAIL.COM

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA - UEM

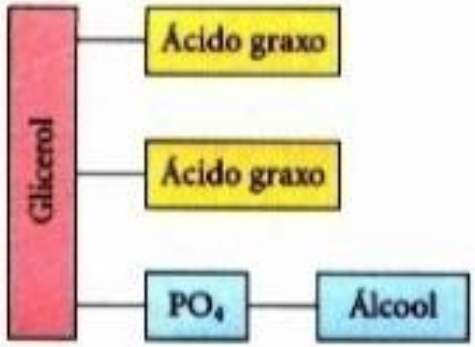
Introdução

Funções gerais

- Fonte de energia
- Palatabilidade
- Absorção de vitaminas
- Fonte de ácidos graxos essenciais
- Constituinte de membrana
- Precursor de mediadores inflamatórios
- Constituinte estrutural do Sistema nervoso



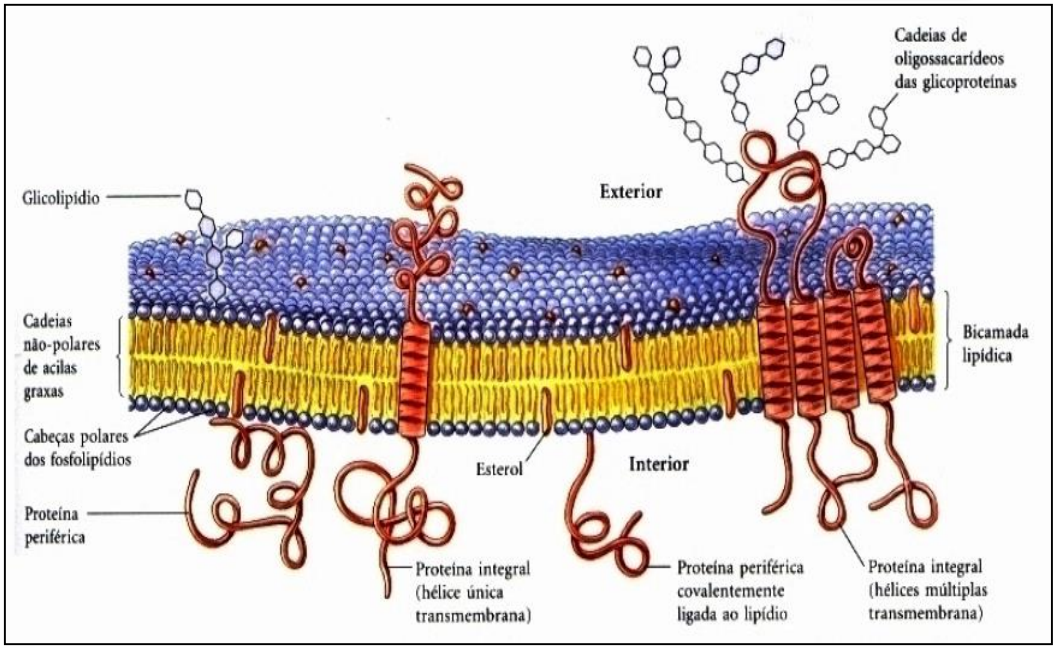
triglicerídeos

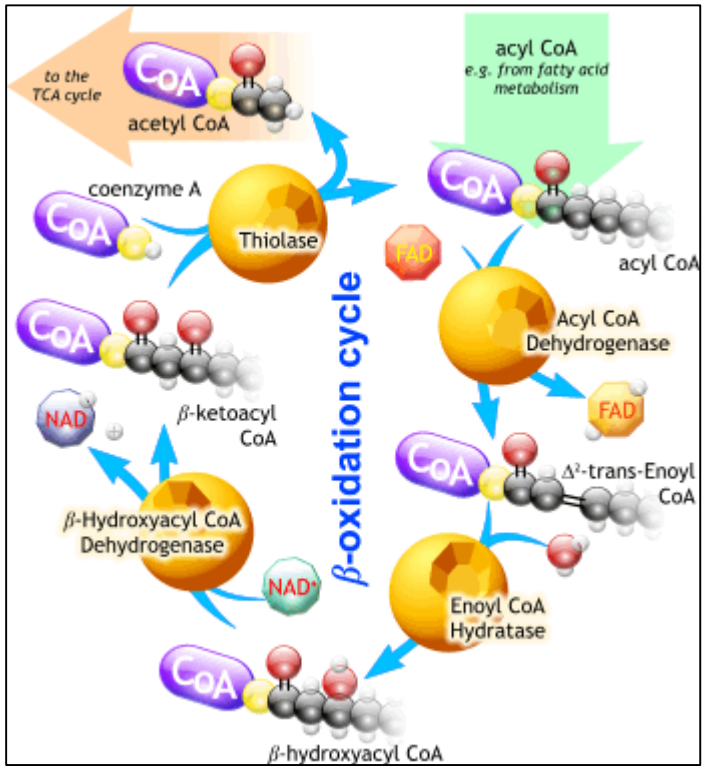


Fosfolipídeos

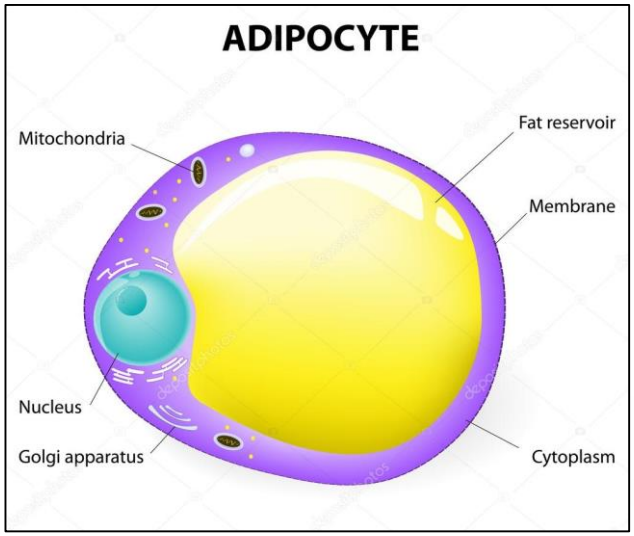
Classificação

Constituinte de membrana





Fonte de energia



Reserva energética

Classificação

Classificação dos ácidos Graxos

- Tamanho da cadeia carbônica: 2 à 36 carbonos
- Número de duplas ligações
- Sítio da primeira dupla ligação

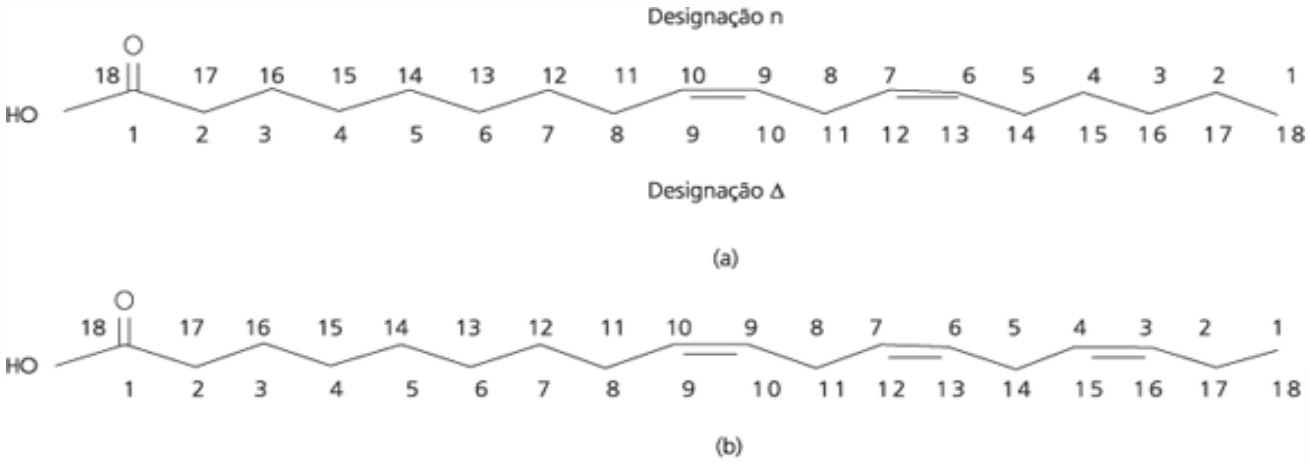


Figura 1. Estruturas dos ácidos linoléico (a) e alfa-linolênico (b).

Ácidos graxos essenciais

		Cães		Gatos	
		crescimento	**adulto**	**crescimento**	**adulto**
Ácido linoleico	18:2n-6	1,30	1,32	0,55	0,50
Ácido araquidônico	20:4n-6	0,03		0,02	0,006
Ácido alfa-linolênico	18:3n-3	0,08		0,02	
Ácido eicosapentaenóico	20:5n-3	0,05		0,01	
Ácido docosahexaenóico	22:6n3				

FEDIAF, 2016

Os ácidos graxos essenciais

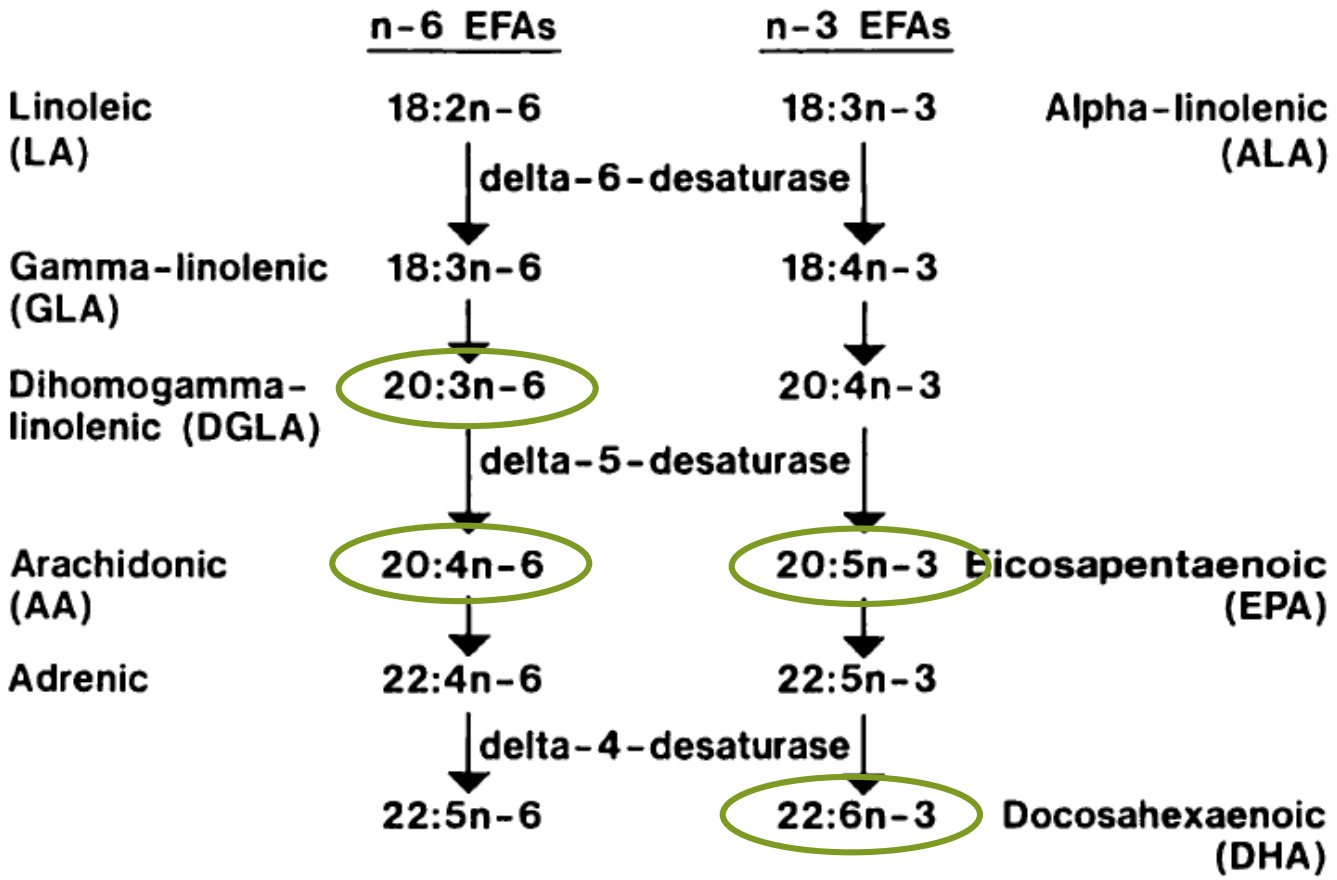
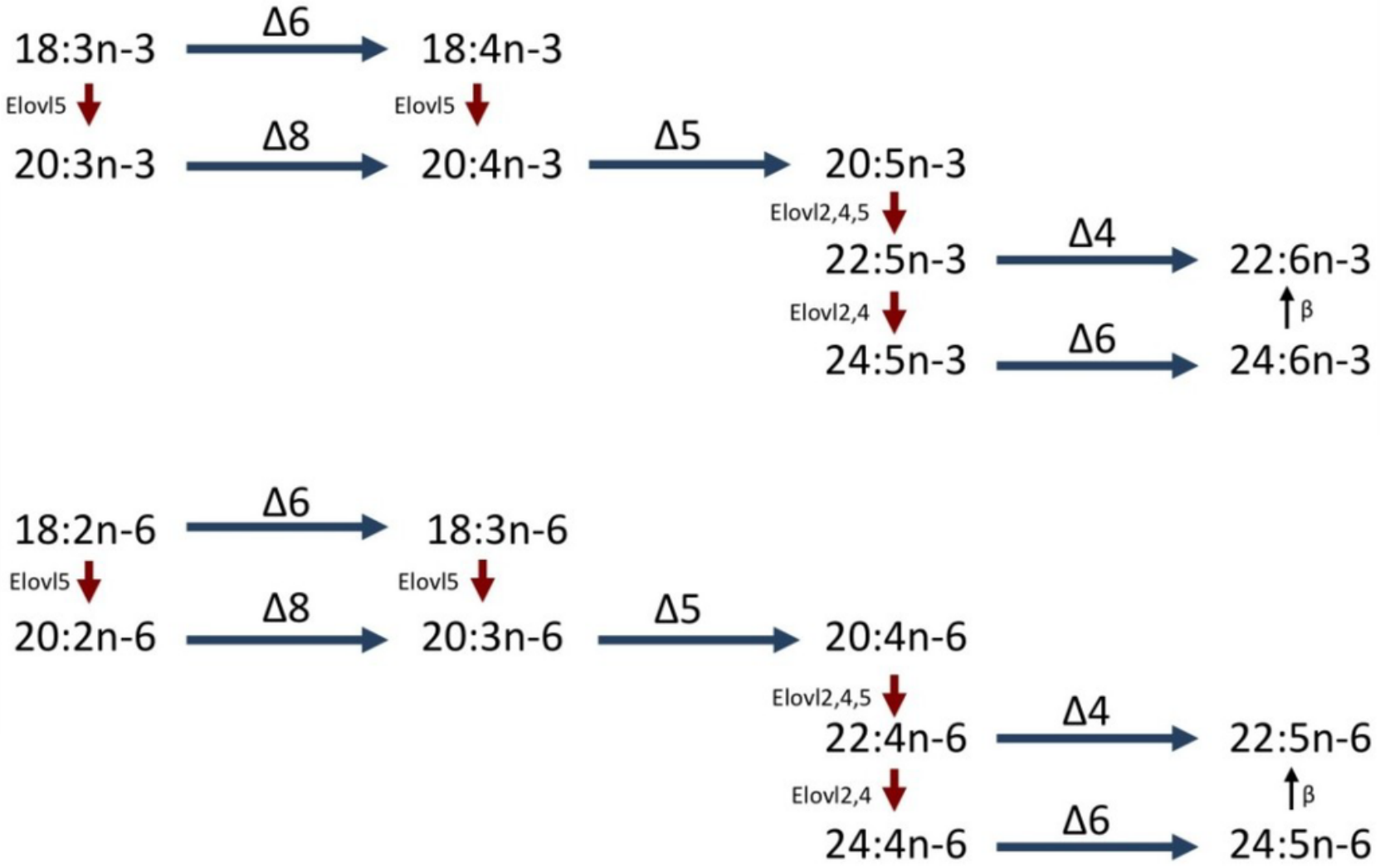


FIG 1. An outline of essential fatty acid (EFA) metabolism.

Horrobin, 1993

Elongação e Dessaturação



Gamma linolênico

- Chamberlin e Bauer, 2014

✓ Avaliaram a deposição de ARA em diferentes tecidos;

Table 1. Experimental diet nutrient and PUFA profiles (g/kg DM)

Diet component	Diet		
	GL	HL	LL (control)
	g/kg DM	g/kg DM	g/kg DM
Crude protein	346	355	349
Fat	185	199	182
Ash	71	77	70
Fibre	21	18	20
PUFA			
n-6			
LA (18 : 2*n*-6)	20·0	65·8	18·7
GLA (18 : 3*n*-6)	3·8	0·2	<0·1
ARA (20 : 4*n*-6)	0·30	0·31	0·31
n-3			
ALA (18 : 3*n*-3)	1·2	1·8	1·3
Other *n*-3	<0·1	<0·1	<0·1
	%	%	%
Moisture	7·7	8·7	8·4
	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg
Energy	18480·7	18058·1	18062·3

Principais achados

- GLA foi precursor do ARA, DGLA e GLA no útero
- GLA não foi capaz de aumentar AA no ovário e tecido adiposo.
- Δ-5 dessaturase parece ser ativa em alguns tecidos de gatos.

Ômegas 3 vs. Ômegas 6

- Pawloski et al., 1997 – in vivo em gatos

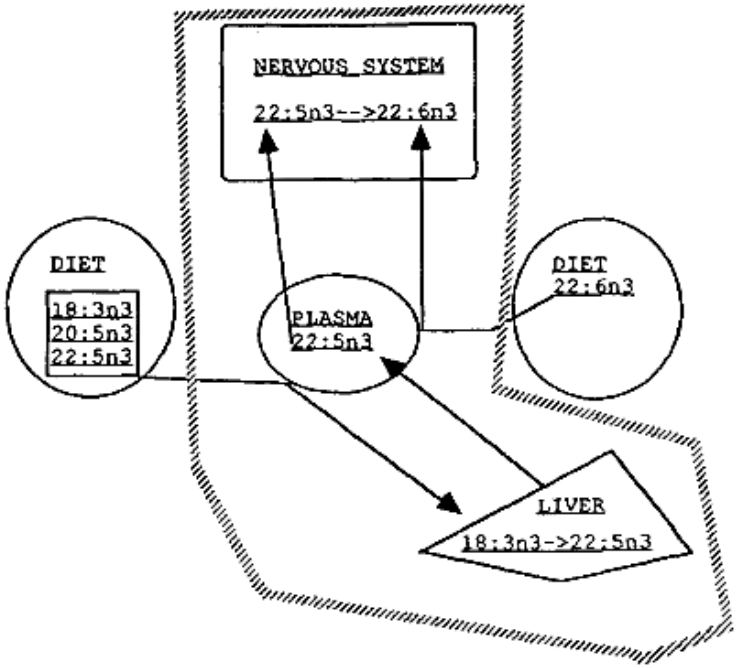


Fig. 7. A schematic indicating possible sources of 22:6n-3 in the cat brain.

Principais achados

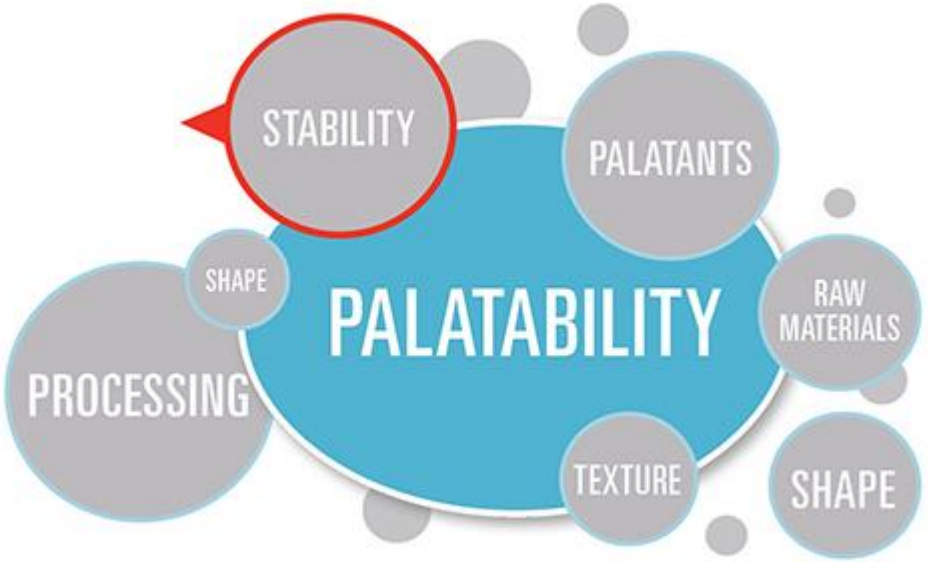
- 22:4n-3 e 22:4n-6 no plasma
- 22:6n-3 elevado no SNC
- Fígado e SNC atuam em conjunto na síntese de AGCL.

Fontes de AGEs

	Ômega-6 (%)			Ômega-3 (%)		
	LA	**AA**	**GLA**	**Ln**	**EPA**	**DHA**
Gordura de aves	20,0	1,0		1,5		
Óleo de soja	50,6			8,2		
Óleo de linhaça	17,4			50,6		
Óleo de borragem	34,0		21,3	1,5		
Óleo de salmão	11,0	15,1		0,6	12,0	13,8
Óleo de anchova	11,5	20,0		0,8	12,2	7,9
Algas (*Schizochytrium spp.)*	8,24	2,29		0,5	0,56	27,2

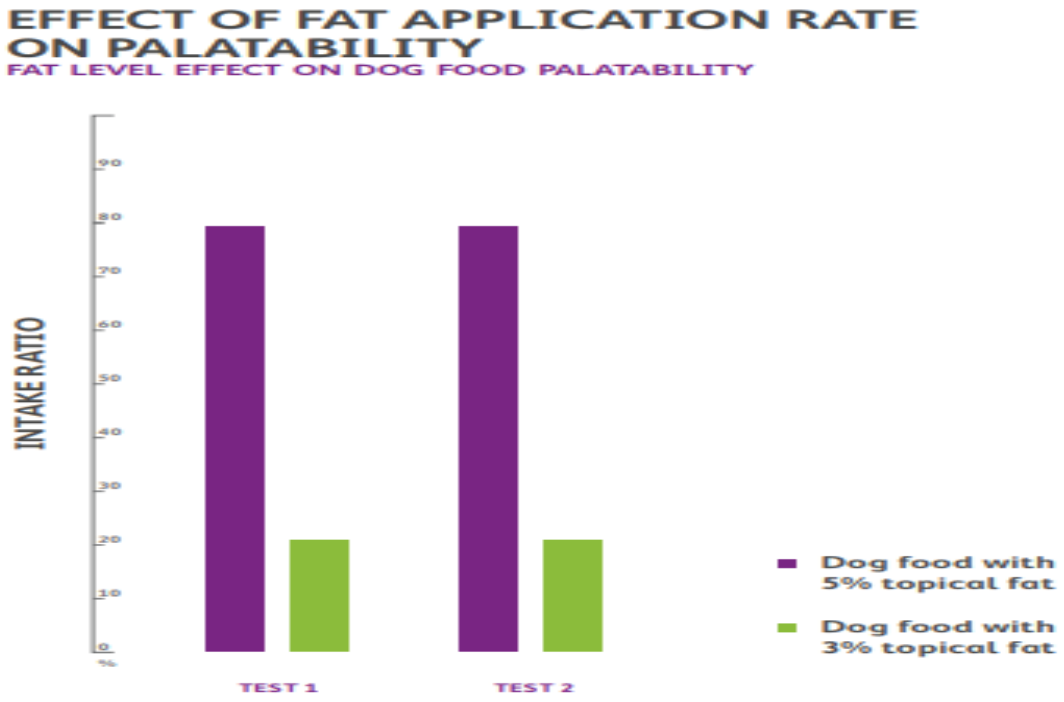
Principais pontos a considerar

- Palatabilidade
- Digestibilidade
- Funcionalidade
- Estabilidade no processo
- Vida de prateleira



Palatabilidade

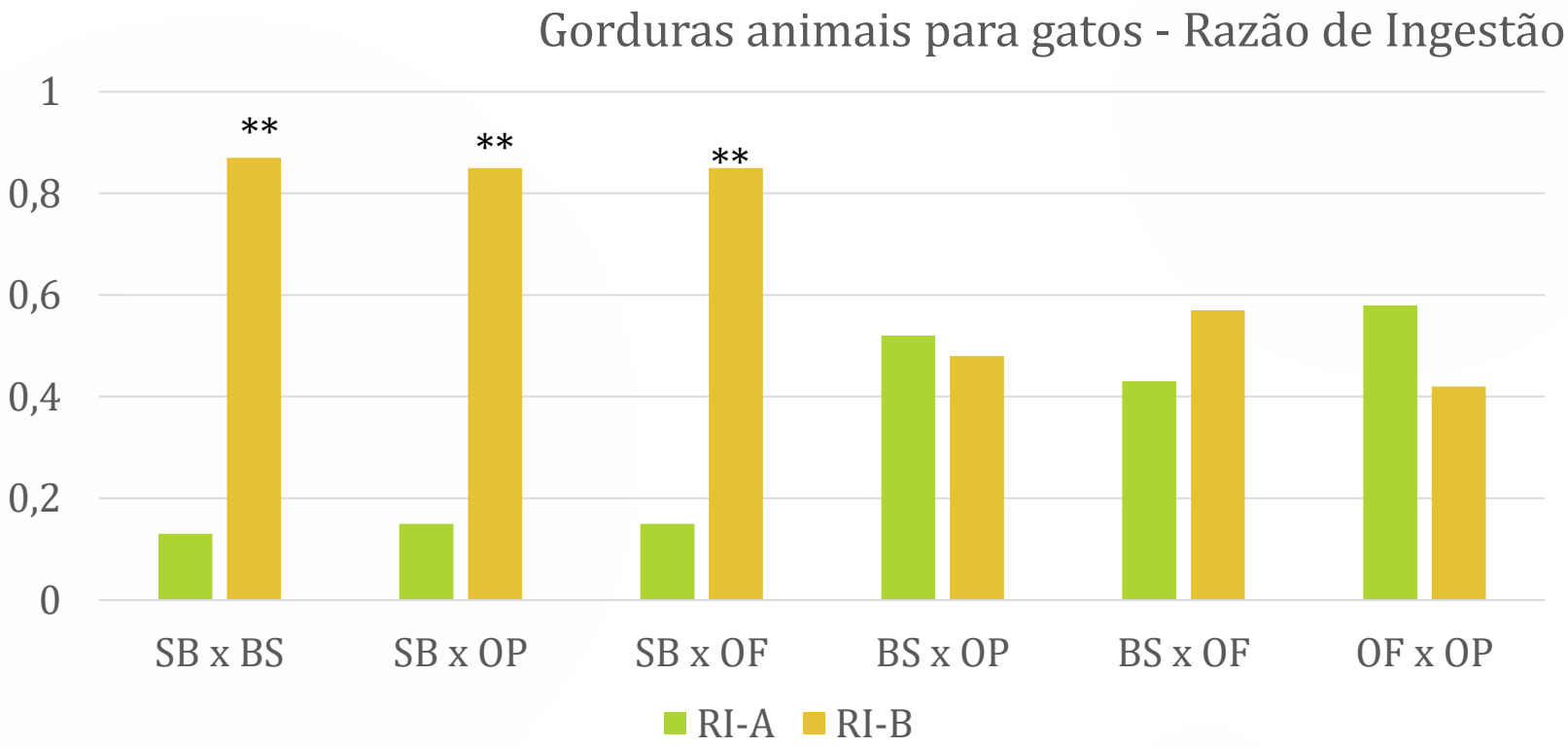
- Fonte de gordura
- Qualidade de extração e oxidação
- Forma de aplicação



AFB, 2016

Palatabilidade

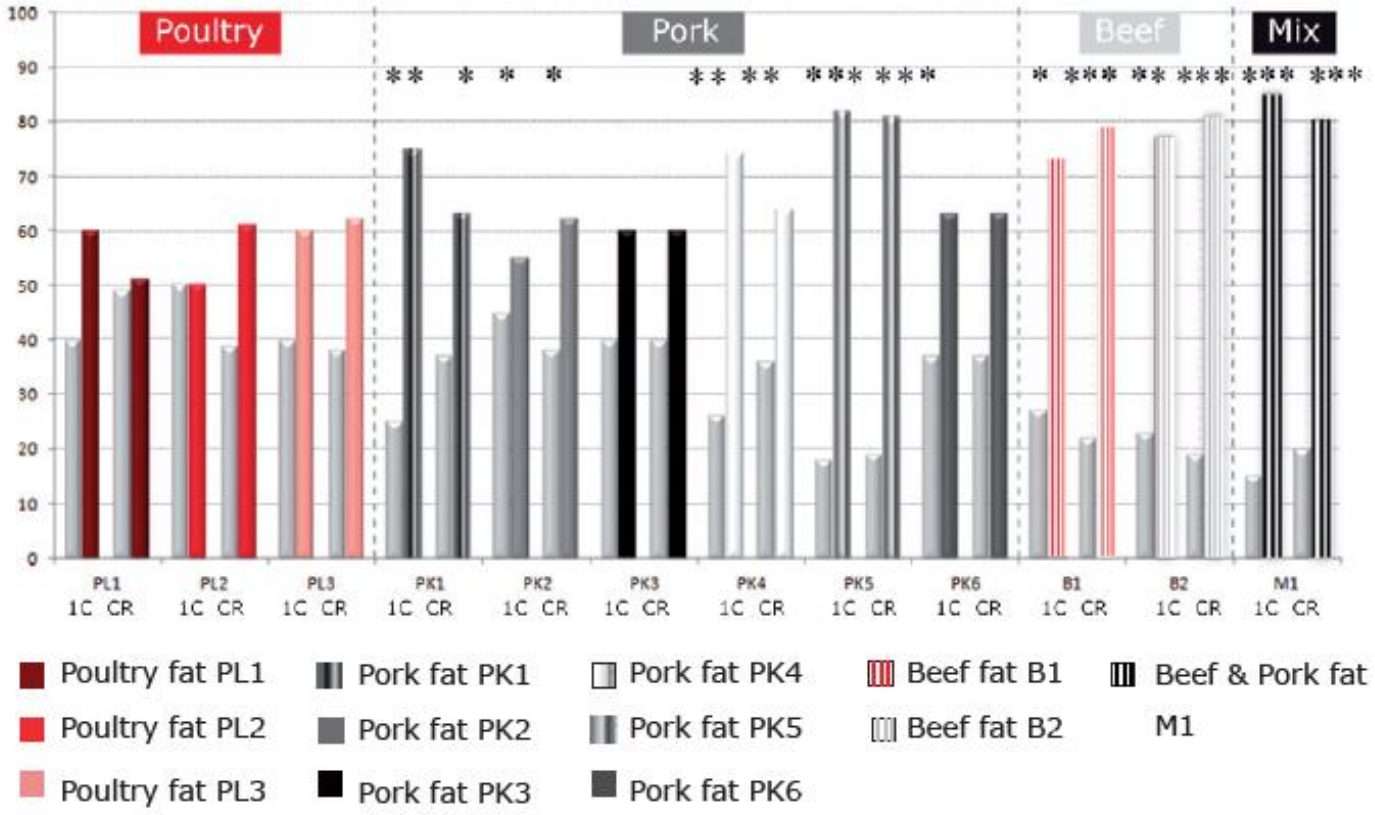
- Fontes de gordura animal para gatos



MENOLLI, 2017

Palatabilidade

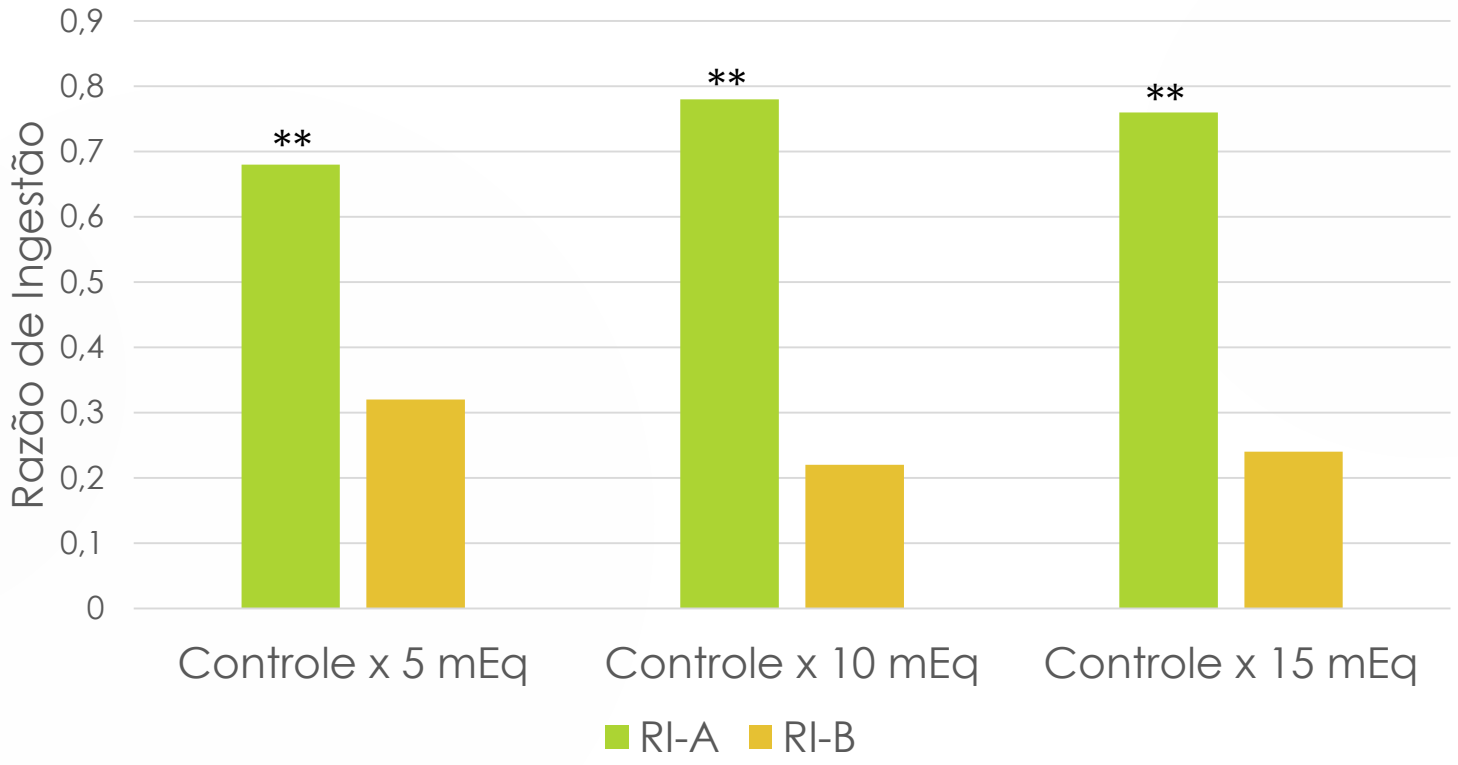
- Fontes de gordura



Fournier, SPF

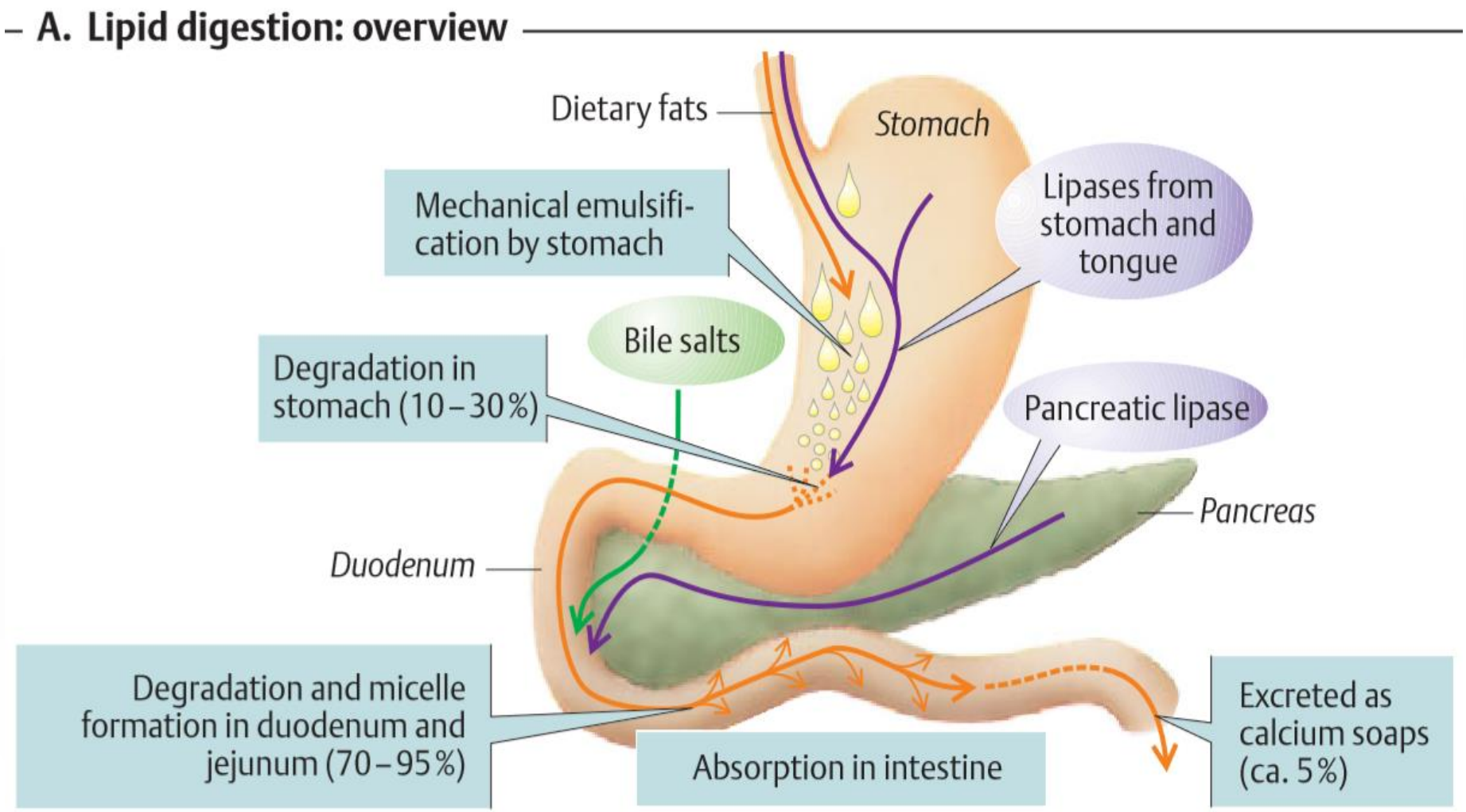
Palatabilidade

- Fontes de gordura animal para gatos



UANA, 2018

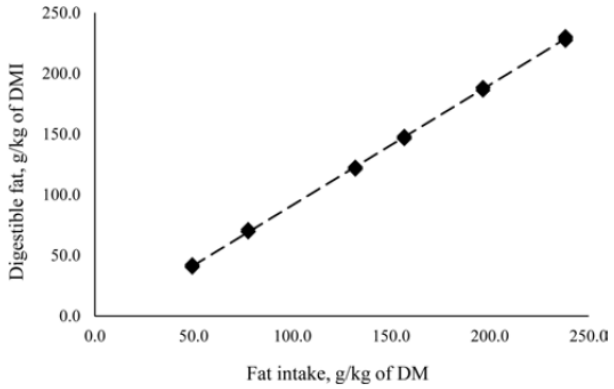
Digestibilidade dos lipídeos



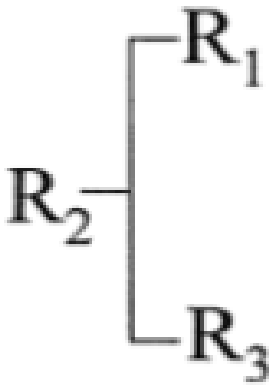
Digestibilidade

Digestibilidade dos lipídeos é superior a 95%

- A digestibilidade dos ácidos graxos depende da sua posição no TG
- Digestibilidade verdadeira ~100%



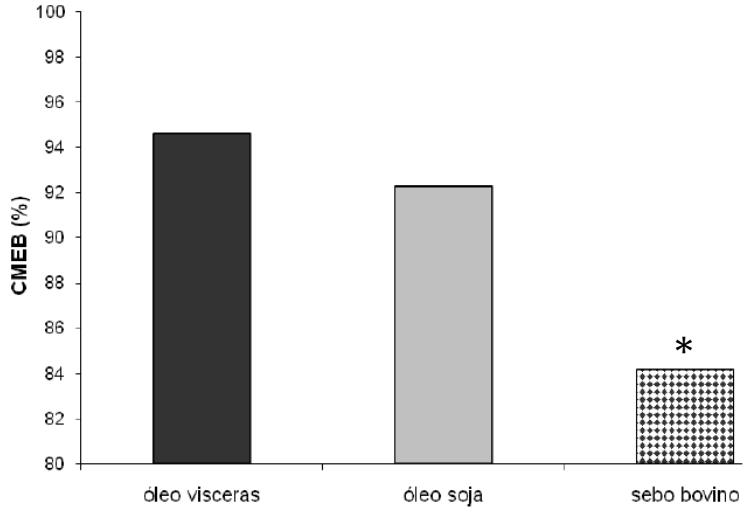
Marx et al., 2017

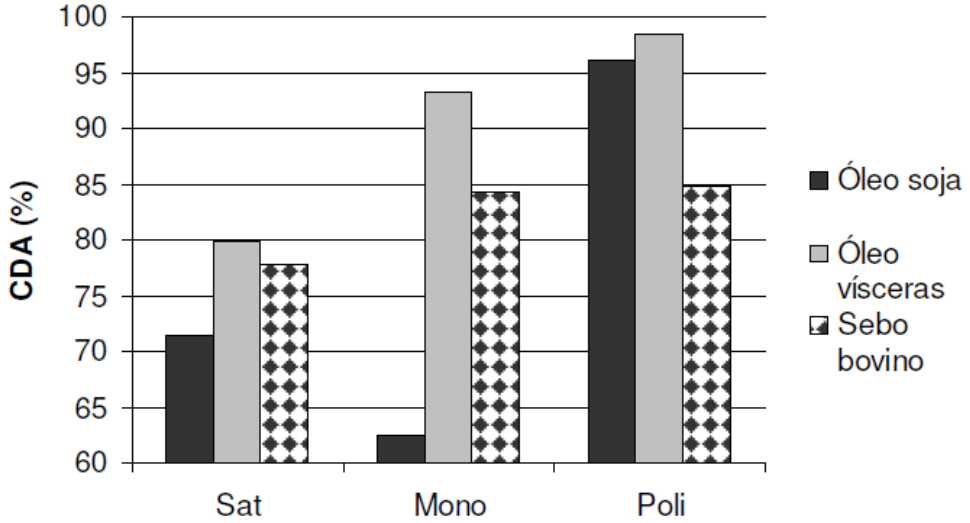


Triglicerídeo

Digestibilidade

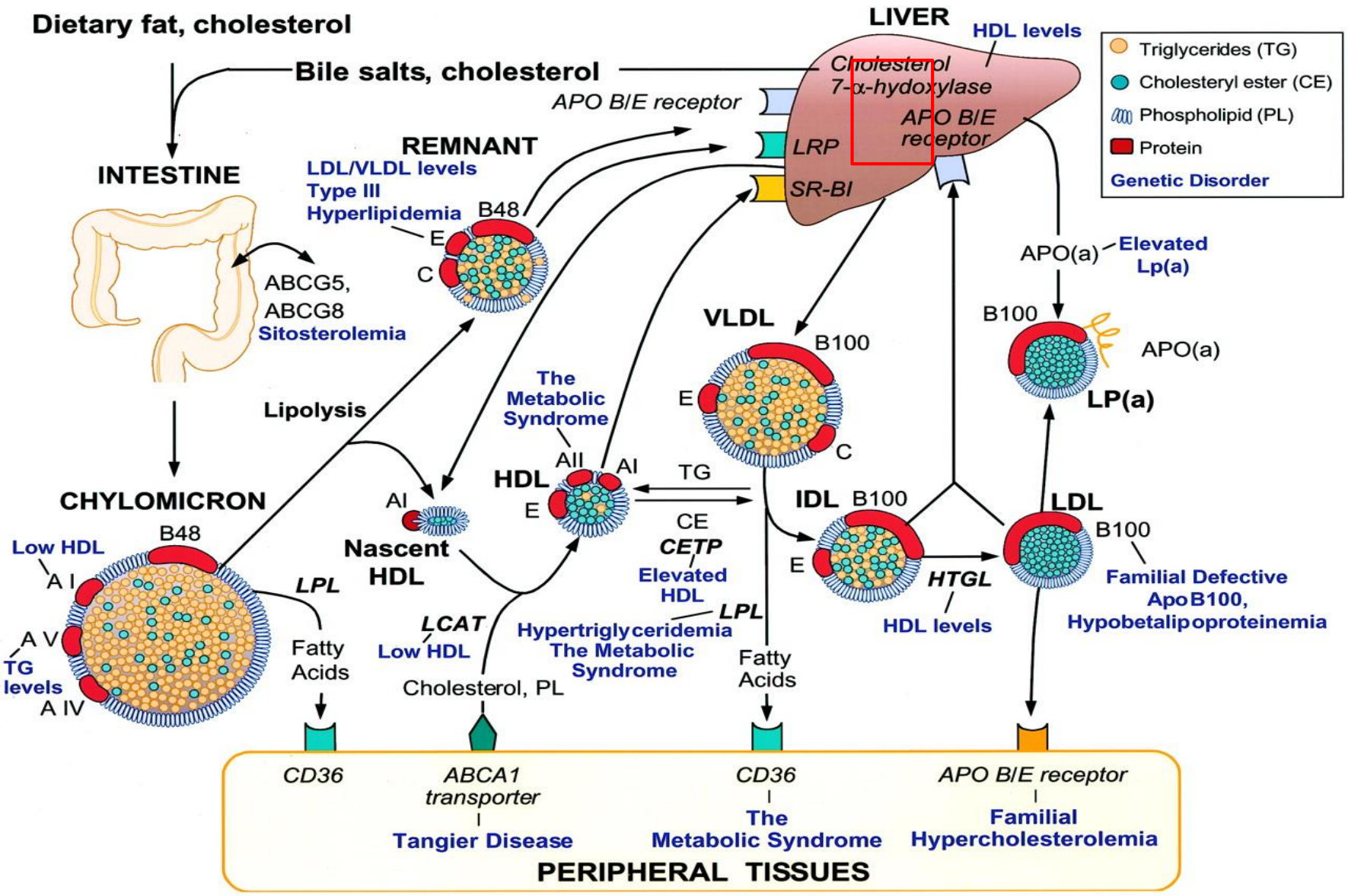
- Digestibilidade dos ácidos graxos em gatos





Pontieri, 2008

Metabolismo das lipoproteínas



Deposição de ácidos graxos

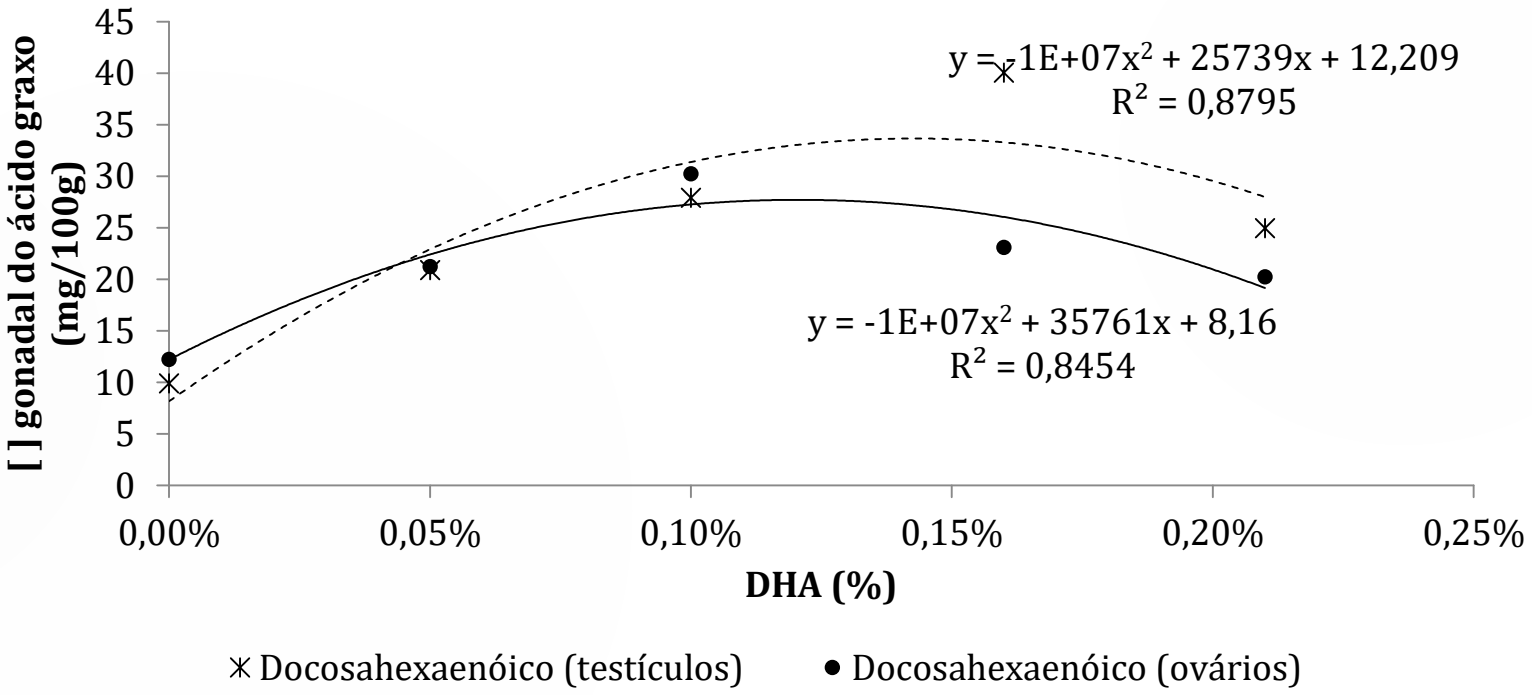
Tabela 3 - Perfil de ácidos graxos em diferentes componentes lipídicos dos gatos (% do total de ácidos graxos)

Ácido graxo	AG* total plasma[1]	AG eritrócitos[1]	AG rim (dieta frango/peixe)[2]	AG rim (dieta gordura saturada)[2]	Plasma EC** (dieta óleo girassol)[3]	Plasma EC (dieta óleo peixe)[3]
16:0	11,7	18,3	13,2	12,7	4,6	9,2
18:0	21,1	18,2	25,5	20,1	0,8	1,0
18:1 (n9)	7,53	8,59	20,0	38,5	8,0	15,3
18:2 (n6)	46,0	31,2	12,0	4,5	78,1	44,6
18:3 (n3)	0,14	0,03	0,2	0,1	0,1	0,6
20:3 (n6)	1,79	1,40	0,4	0,6	-	-
20:4 (n6)	1,46	9,97	14,3	4,0	2,9	8,0
20:5 (n3)	0,32	0,39	1,6	0,6	0,2	14,3
22:5 (n3)	0,11	0,19	0,7	0,2	-	-
22:6 (n3)	0,71	0,29	3,0	0,1	0,0	15,3

*AG – ácidos graxos; **EC – ésteres de colesterol.

[1] MacDonald et al. (1983); [2] Sinclair et al. (1981); [3] Plantinga et al. (2003)

Deposição de ácidos graxos

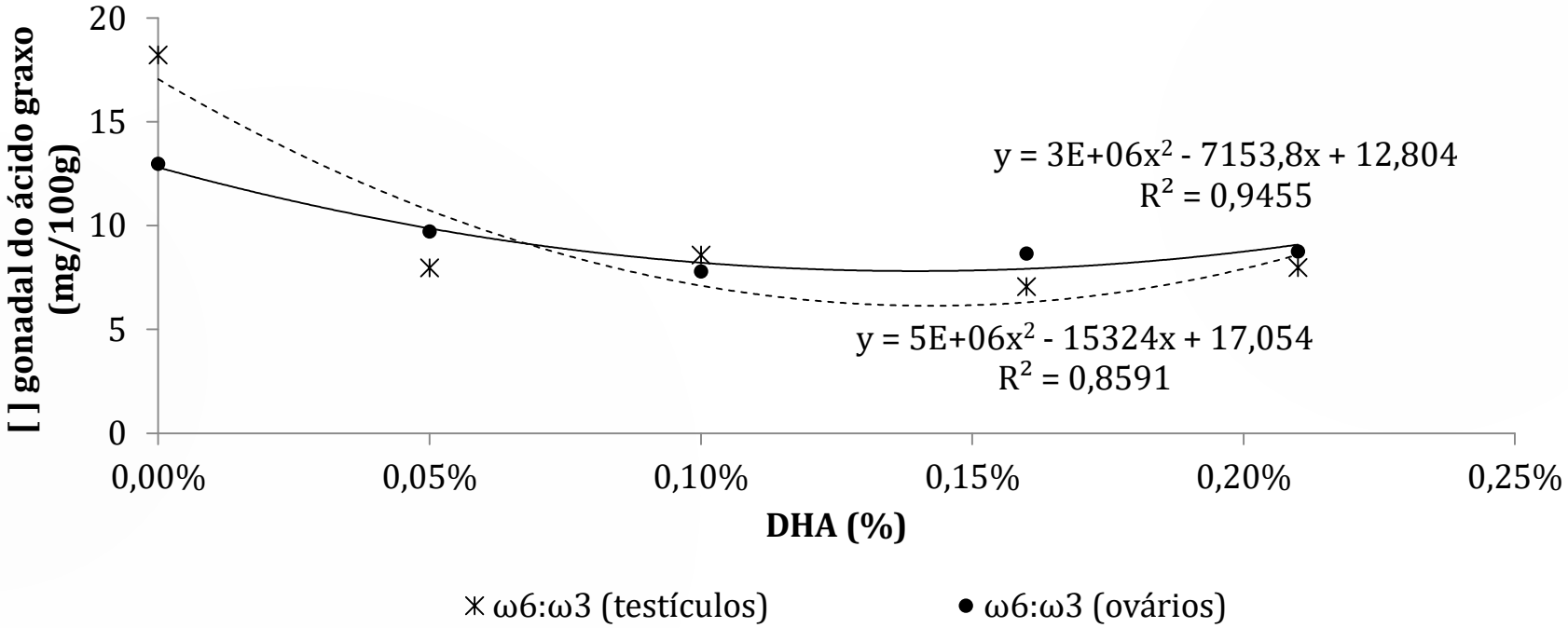


Máxima deposição

Machos – 0,14% DHA

Fêmeas – 0,12% DHA

Deposição de ácidos graxos



Mínima relação n-6:n-3

Machos e fêmeas – 0,14% DHA

Propriedades Funcionais

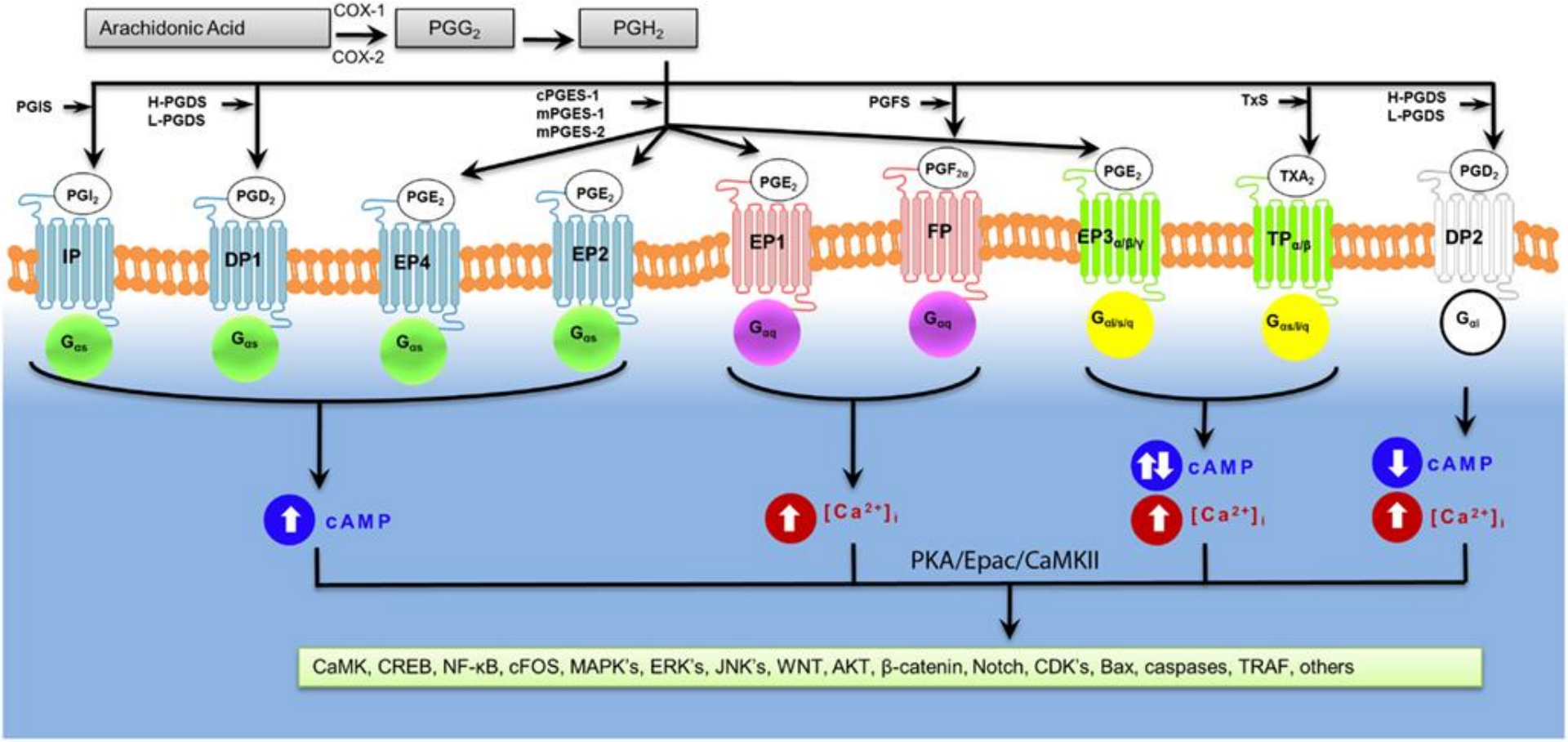
Relacionadas ao AG e perfil de AG dietético

- Ácido linoléico
- Ácido araquidônico
- Ácido gamma-linolênico
- Ácido linolênico
- Ácido eicosapentaenóico
- Ácido docosahexaenóico
- Relação ômega-6 e ômega-3

Resultados in vitro e in vivo divergentes

Síntese de eicosanóides

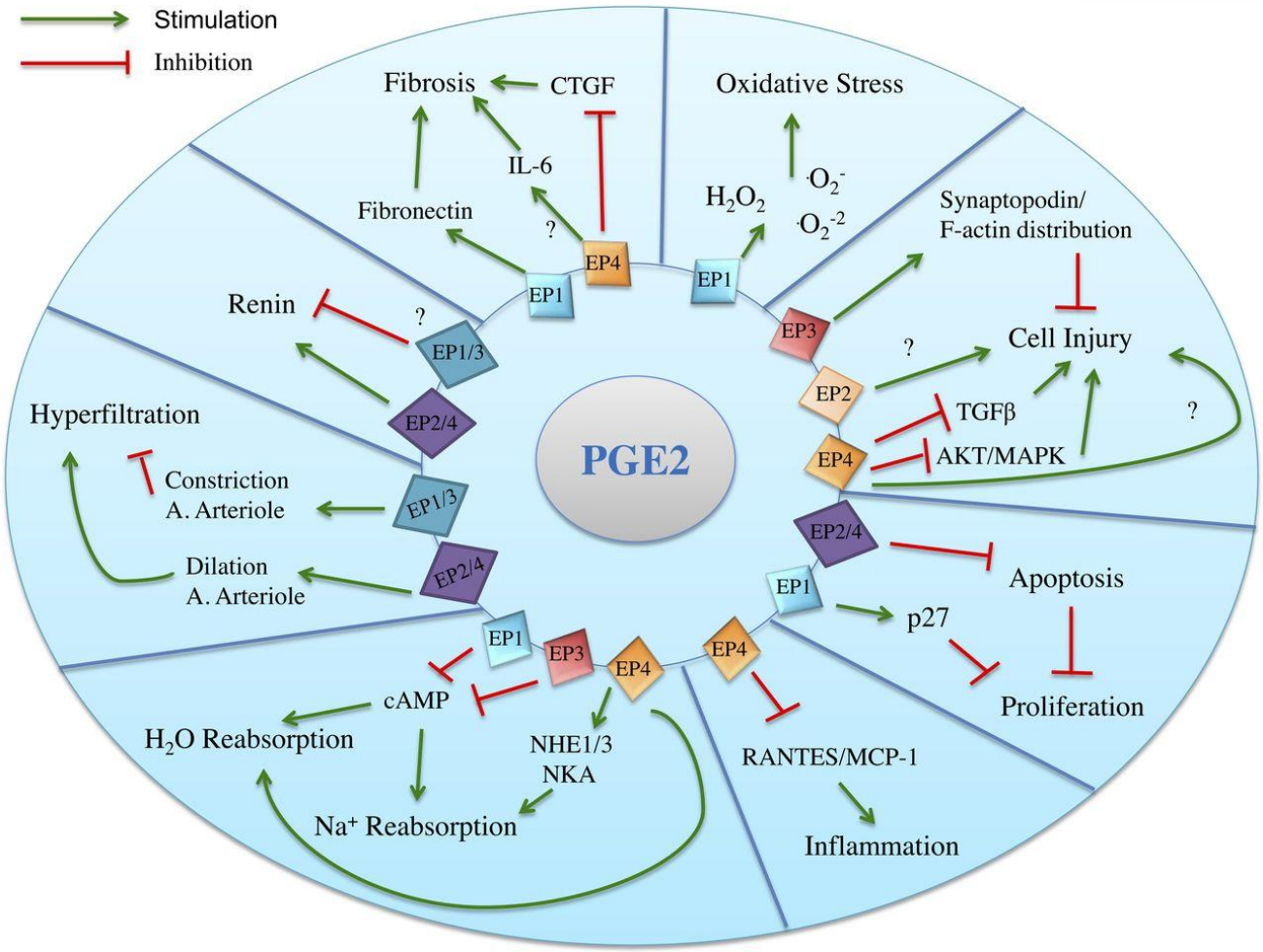
- Receptores de prostaglandinas

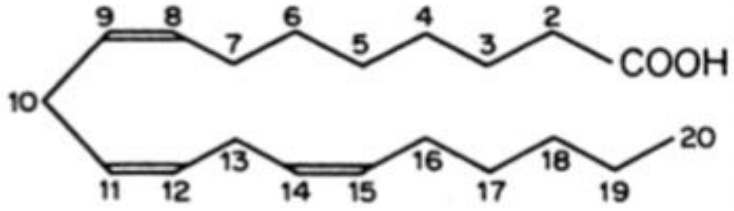
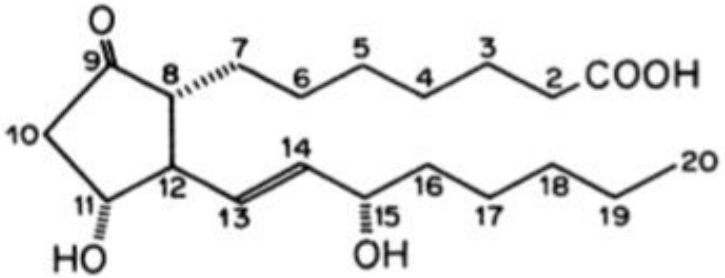
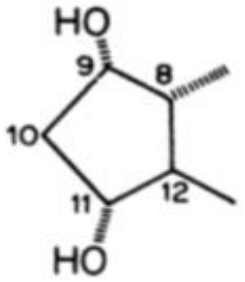
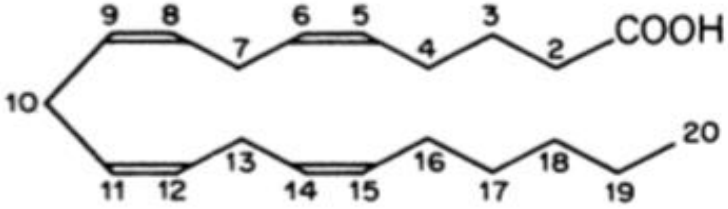
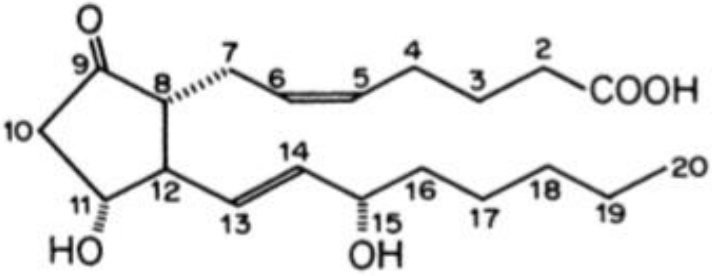
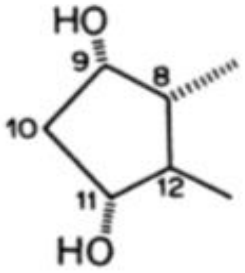
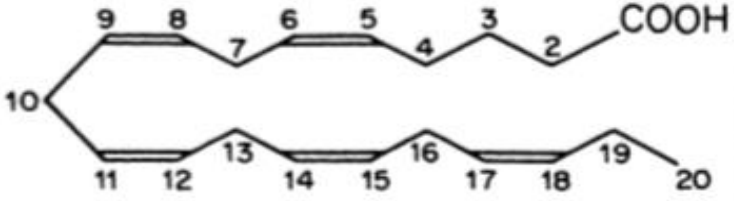
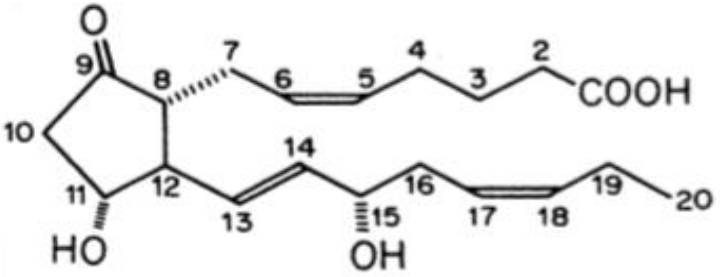
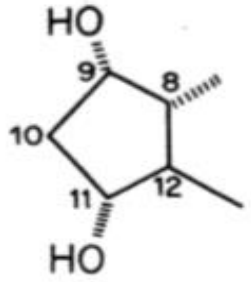


Ativam em geral AMPc ou Fosfolipase C

Síntese de eicosanóides

- Funções gerais PGE_2

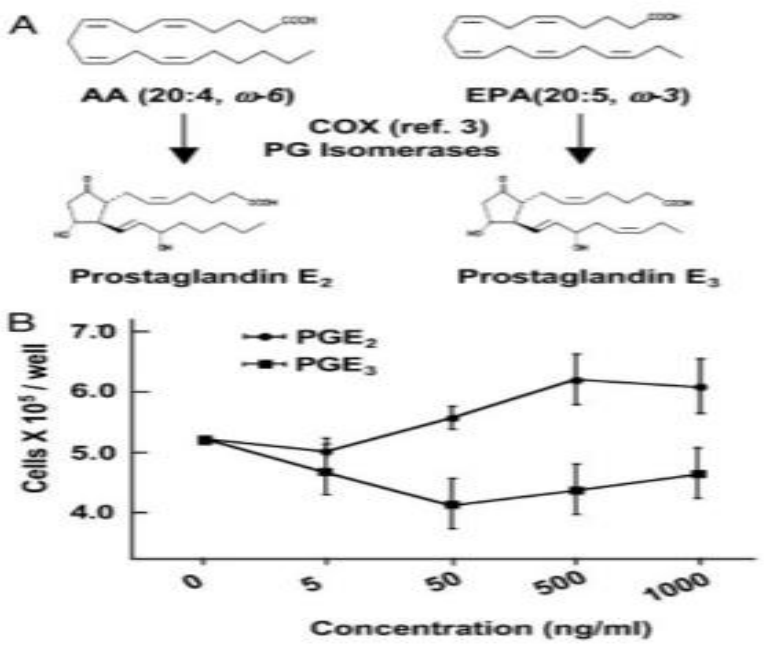


Precursor	E series	F series
 Dihomo-γ-linolenic acid (all-*cis*-8,11,14$_{C_{20:3}}$)	 E_1	 F_{1a}
 Arachidonic acid (all-*cis*-5,8,11,14$_{C_{20:4}}$)	 E_2	 F_{2a}
 Eicosapentaenoic acid (EPA) all-*cis*-5,8,11,14,17$_{C_{20:5}}$	 E_3	 F_{3a}

Ômegas 3 vs. Ômegas 6

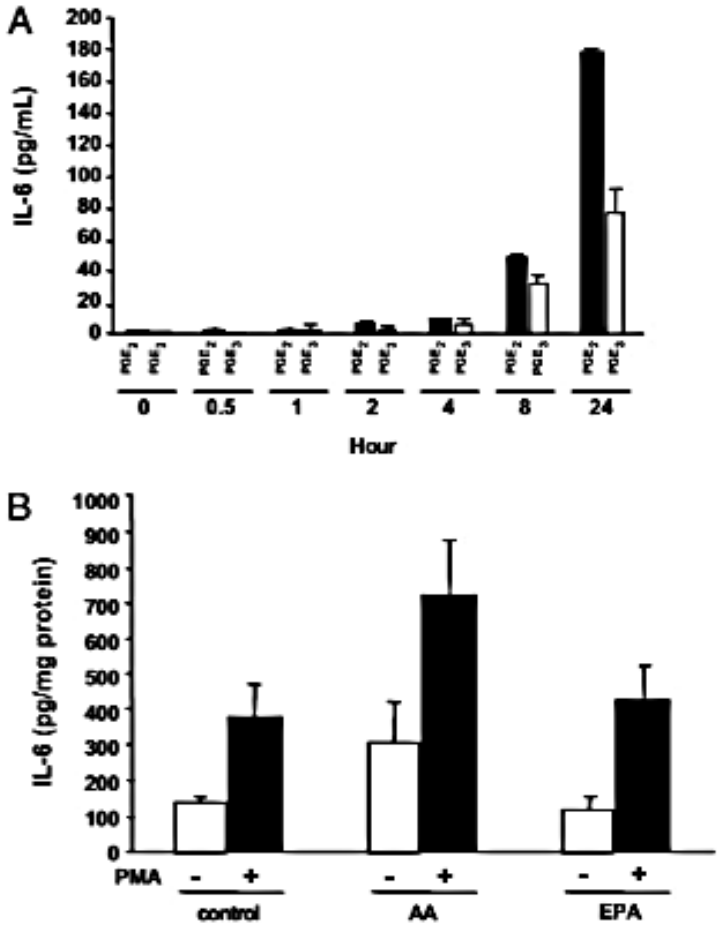
- Bagga et al., 2003 – in vitro

✓ Avaliaram in vitro a formação de PGE2, PGE3 e COX-2 em fibroblastos;



Ômega-3 e PGE_3

Ações da PGE_3



Efeitos PGE_3

- Antiproliferativo
- Pro-apoptótico
- Antiagregador
- Induz menos dor
- Induz menor vasodilatação

Ômegas 3 vs. Ômegas 6

- Hawcroft et al., 2010 – in vitro

- ✓ Avaliaram in vitro a inclusão de EPA vs. AA em culturas de células de câncer colorretal;
- ✓ EPA apresentou efeito proapoptótico e antiproliferativo
- ✓ EPA+Celecoxib (COX_{2i}) inibiu os efeitos do EPA
- ✓ Níveis depositados de EPA não correlacionam com a bioatividade.

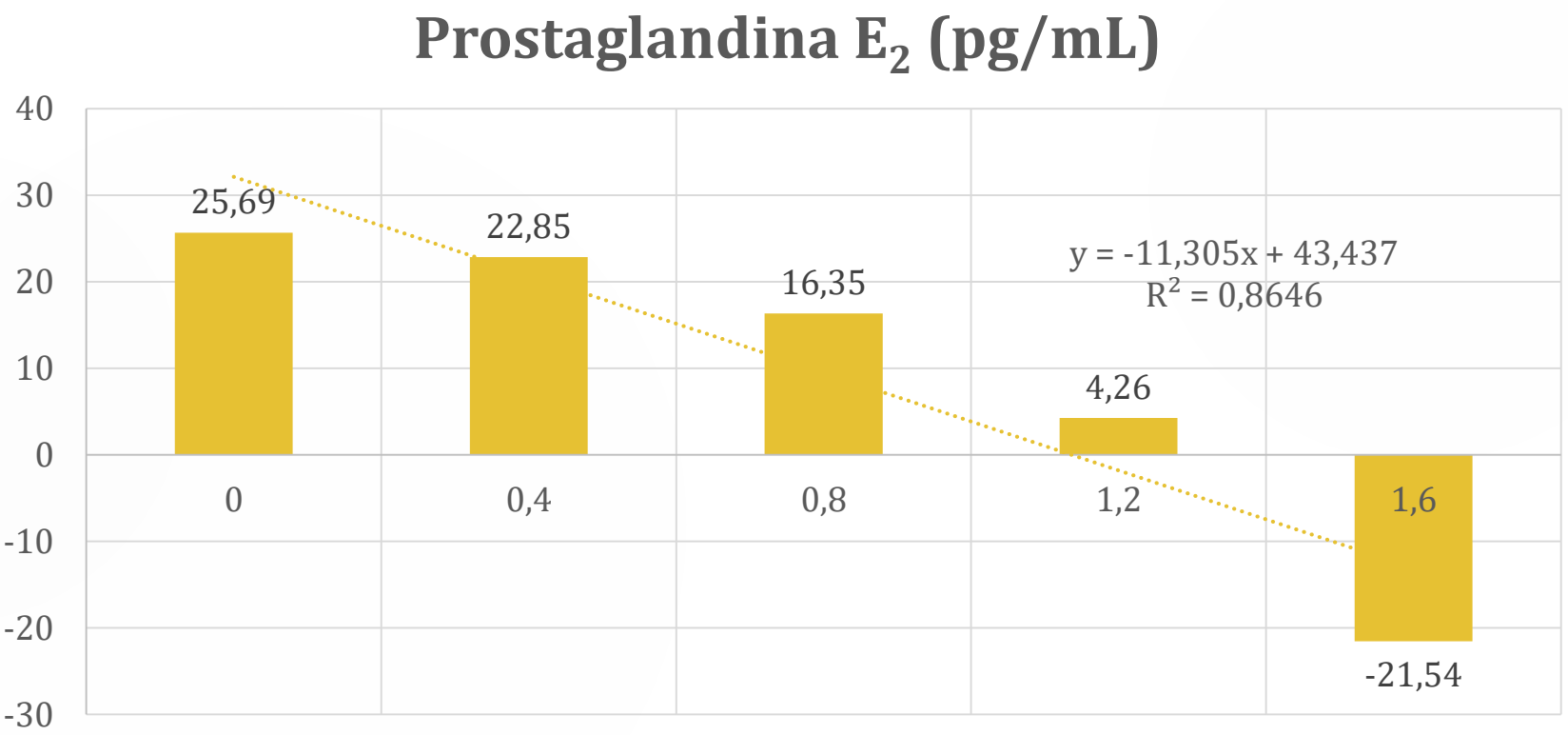
Estudos meta-analíticos

- Ômega-3

Autor	AG	Análise	Conclusão
Alexander et al., 2017	EPA/DHA	Risco cardiovascular (35 estudos)	Efeito significativo em reduzir o OR em populações de maior risco e prevenção foi associada com maior ingestão
Chowdhury et l., 2014	Óleo de peixe	Prevenção de doenças cerebrais	Associação inversa entre consumo de peixe e OR doenças cerebrais, mas não para ômega-3 isolados como biomarcadores.
Kwak et al., 2012	EPA/DHA	Risco cardiovascular (14 estudos)	Insuficiente evidência de efeitos na redução do Risco cardiovascular

Ômega-3 e PGE2

Incremento de PGE_2 Pré vs. Pós-operatório



Propriedades funcionais

Aprendizado em filhotes de cães (Zicker et al., 2012)

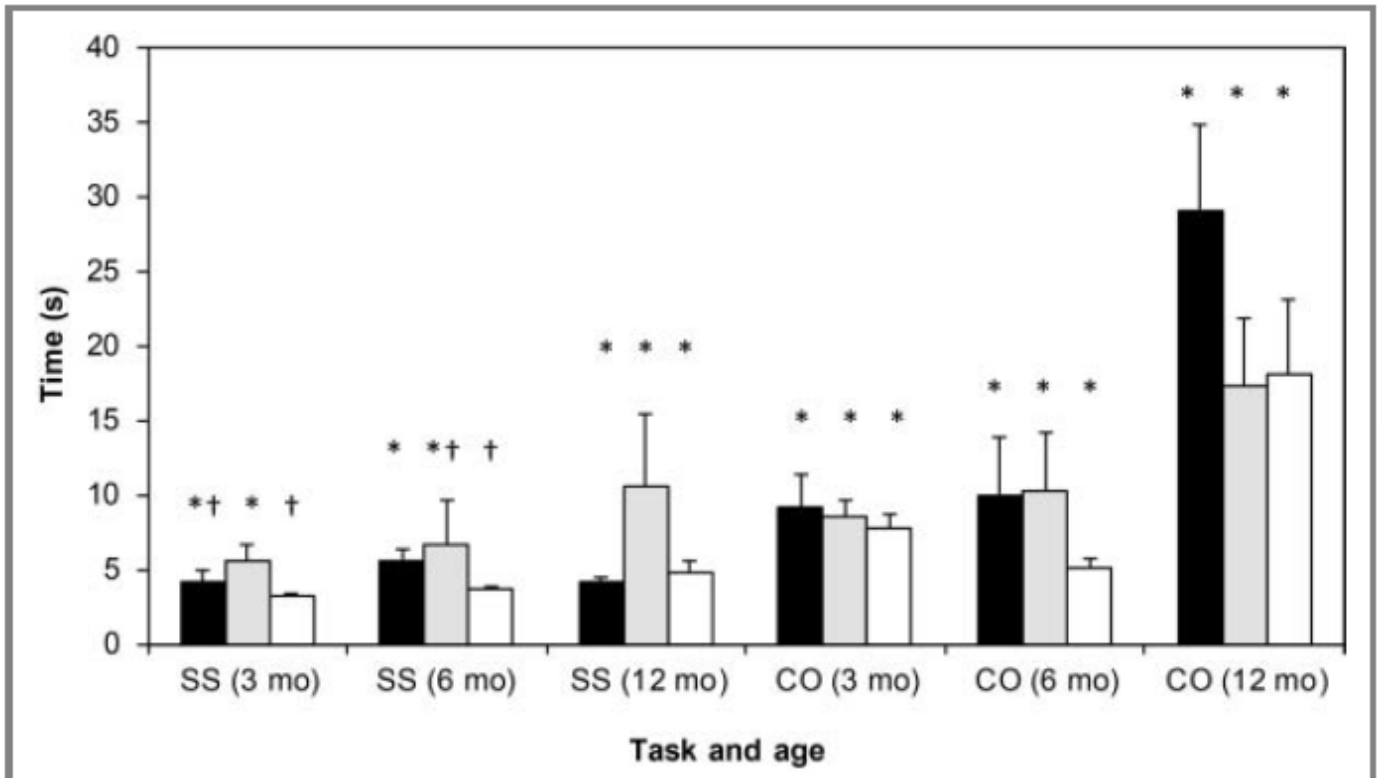
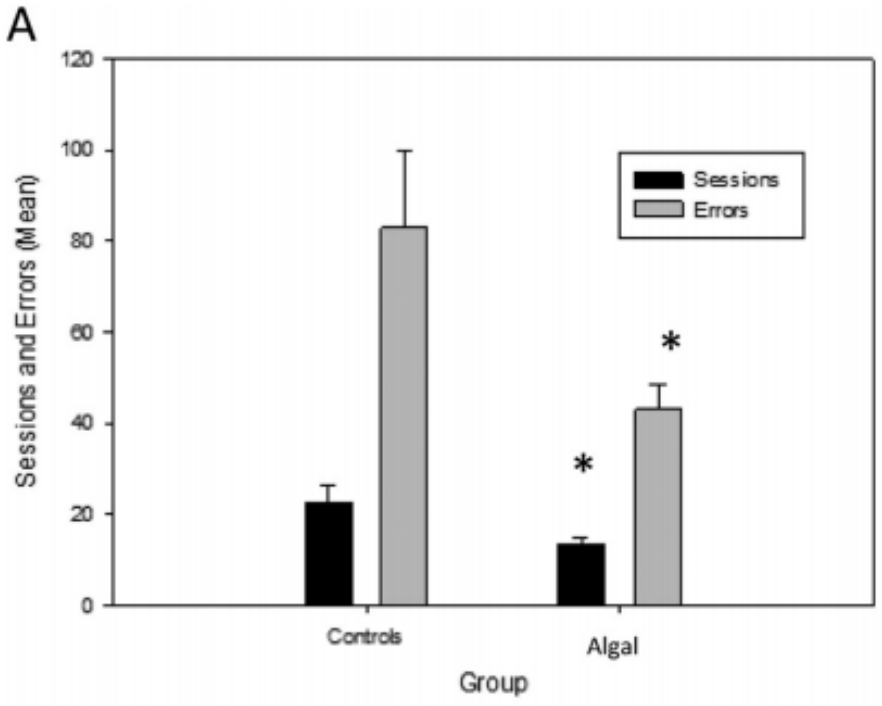
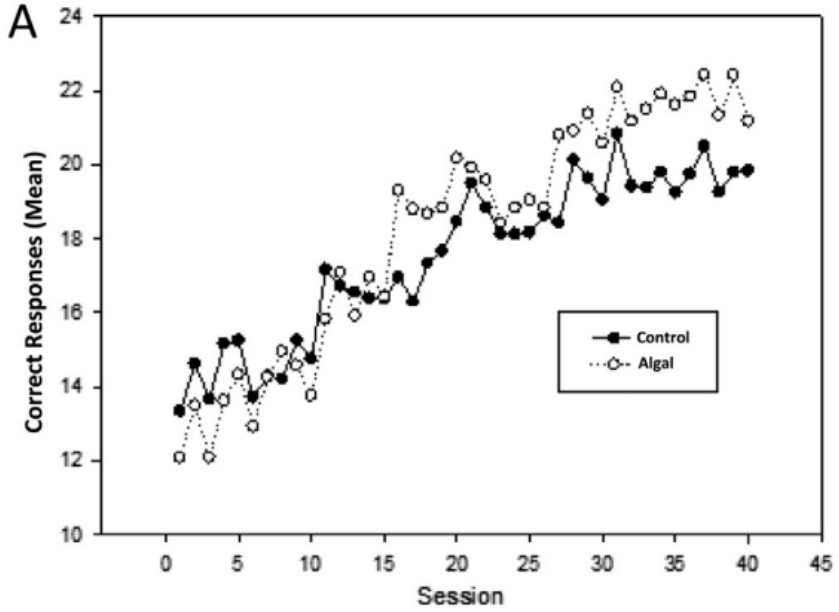


Figura: Tempo de execução de duas diferentes tarefas

Propriedades funcionais

Cognição em adultos (Hadley et al., 2017)





Ácido araquidônico e envelhecimento

- Das, 2018 – importante para a produção de mediadores moduladores das funções citoprotetoras e imunes.

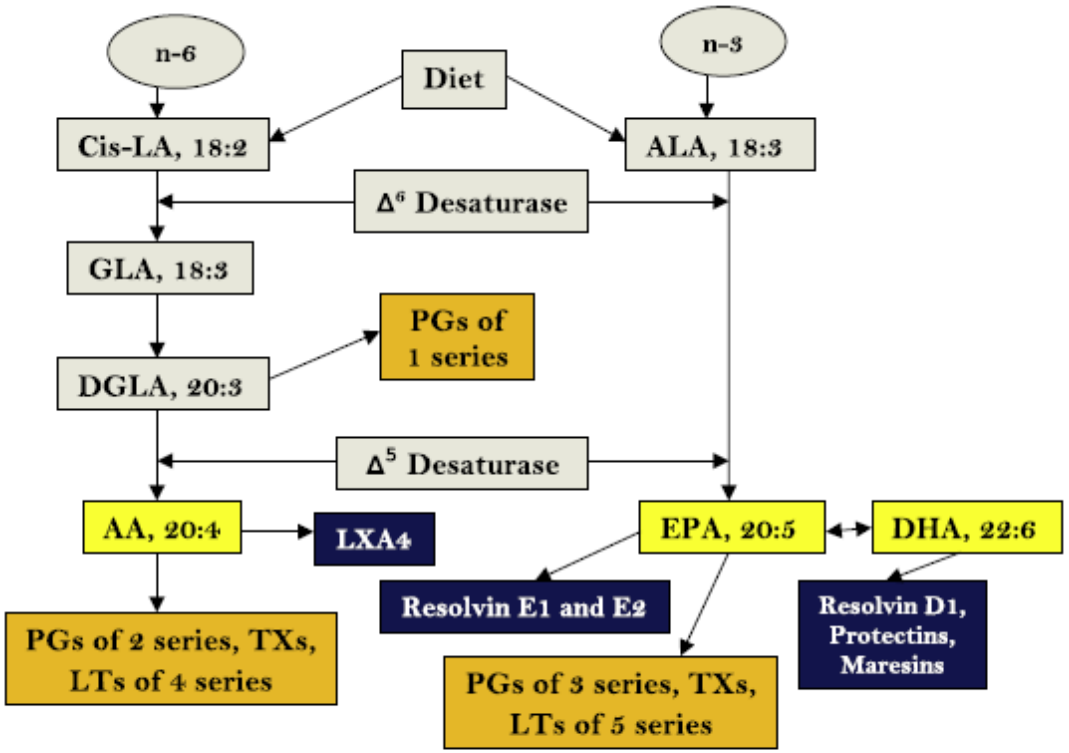


Fig. 1. Scheme showing metabolism of essential fatty acids, their role in inflammation and cytoprotection of endothelial cells.

Qualidade da gordura

Aspectos que interferem na oxidação

- Luminosidade
- Temperatura
- Posição da dupla ligação no ácido graxo
- Oxigênio
- Substâncias pro e antioxidantes
- Umidade e Aw

Table 3.26. Induction period and relative rate of oxidation for fatty acids at 25 °C

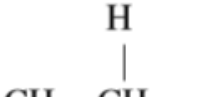
Fatty acid	Number of allyl groups	Induction period (h)	Oxidation rate (relative)
18:0	0		1
18:1 (9)	1	82	100
18:2 (9, 12)	2	19	1,200
18:3 (9, 12, 15)	3	1.34	2500

Processo oxidativo

Por que ácidos graxos insaturados são mais susceptíveis a oxidação

Quanto mais baixa a energia de abstração de H do ácido graxo, maior a taxa de oxidação.

Table 3.27. Energy requirement for a H-atom abstraction

	$D_{R\text{-}H}$, (kJ/mole)
	422
	410
	322
	272

Taxas de oxidação de diferentes ácidos graxos

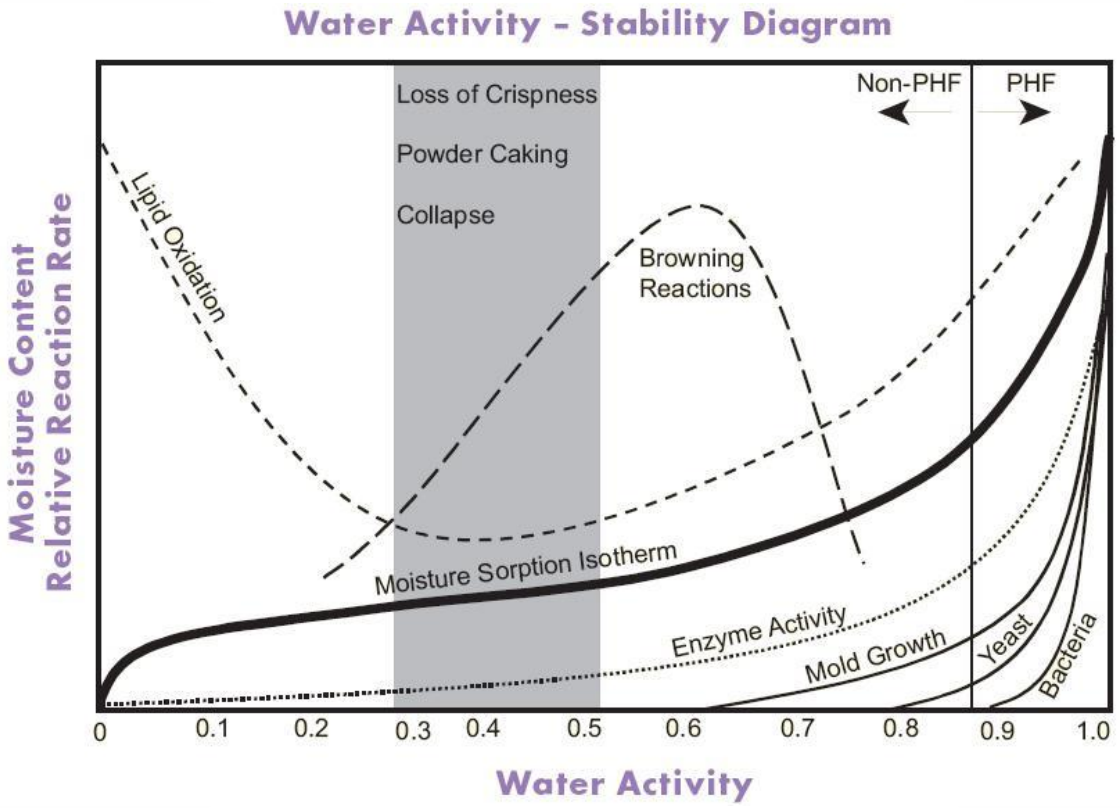
- Refletida pelo número de ligações CH_2 oxidáveis;

Acido graxo	CH2 oxidáveis	K relativa de oxidação
LIN	1	1
ARA	3	3,2
EPA	4	4,0
DHA	5	5,4

- Colesterol é o mais oxidável de todos

Vida de prateleira

Relação entre oxidação e umidade do alimento e Aw



Estabilidade de Pet Food

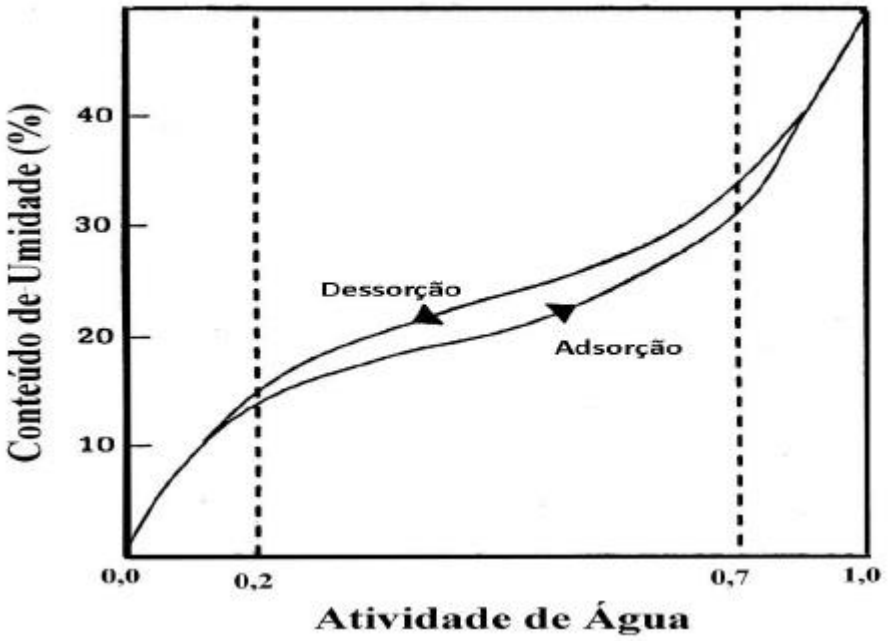
Isoterma e residual de antioxidantes (Uana, 2018)

- ✓ 11 alimentos para cães e gatos por 365 dias;

$R^2 - 0,54$

Residual	Tempo de prateleira
70	4
100	99
150	256
200	413
250	570
300	727
400	1041

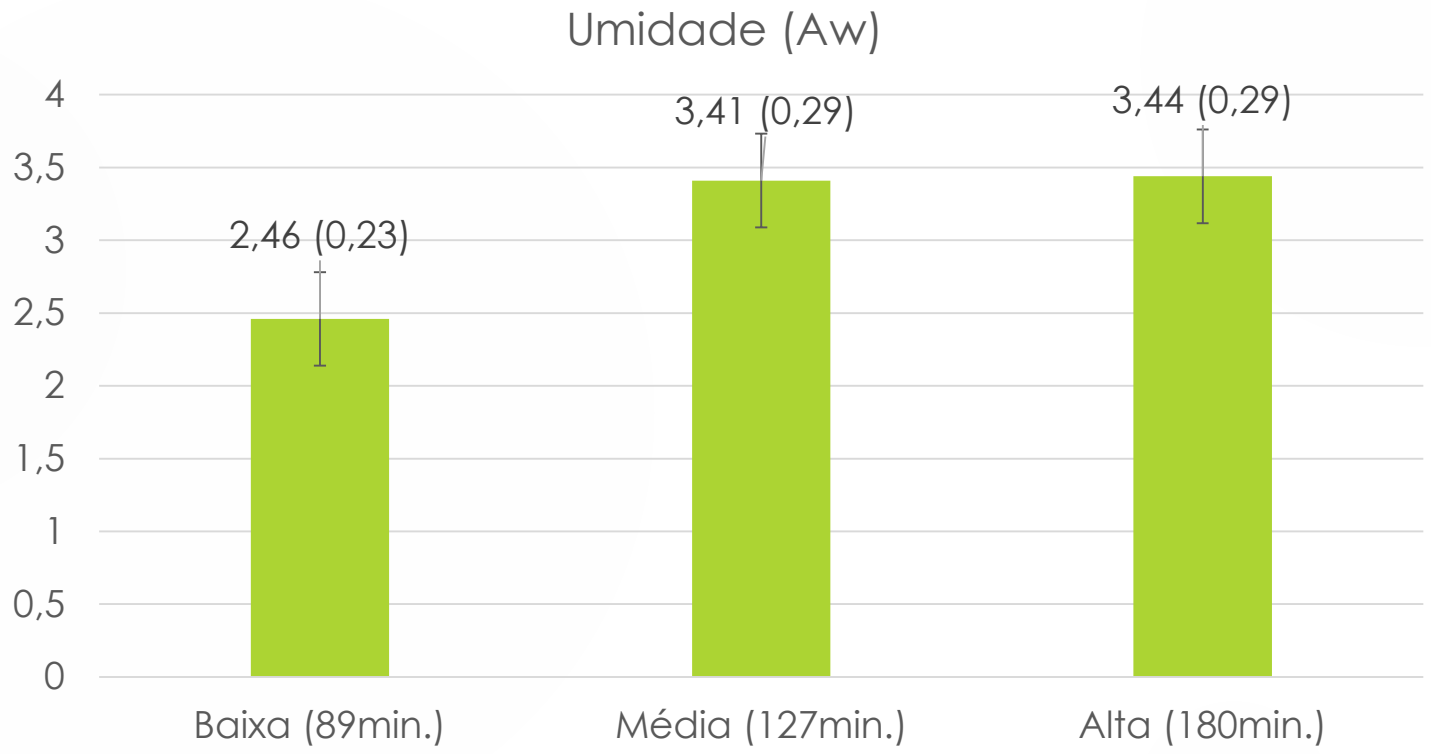
$R^2 - 0,89$ à $0,97$



Estabilidade de ingredientes

- Farinha de vísceras de aves (Ribeiro, 2018)

✓ 100 amostras de 4 estabelecimentos;



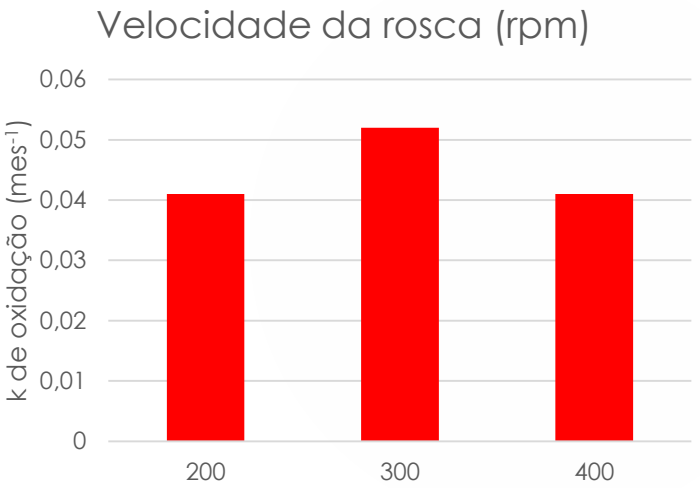
Processamento de Pet Food

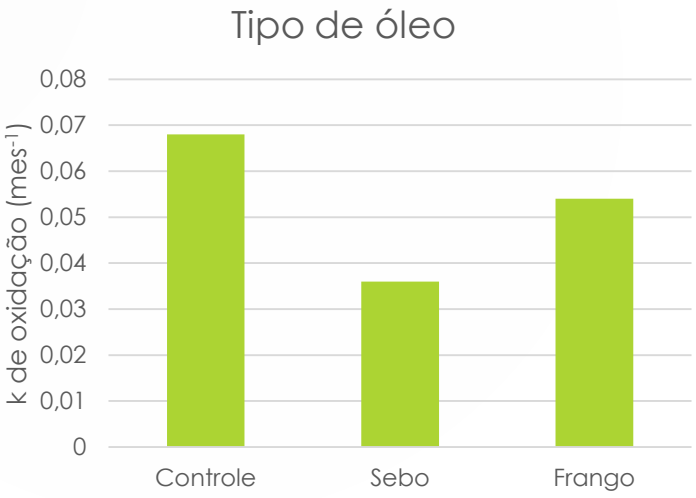
- Hsieh e Huff (1998) – dietas a base de milho/soja.

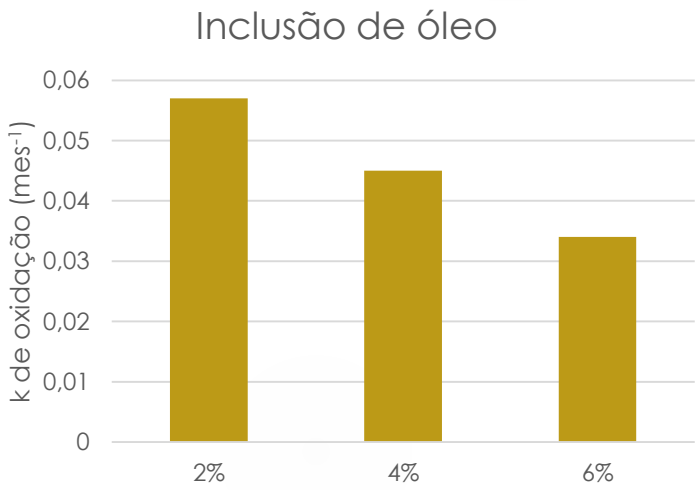
✓ Cisalhamento (200-400rpm);

✓ Adição de gordura (2%, 4%, 6%);

✓ Tipo de gordura (frango ou sebo);

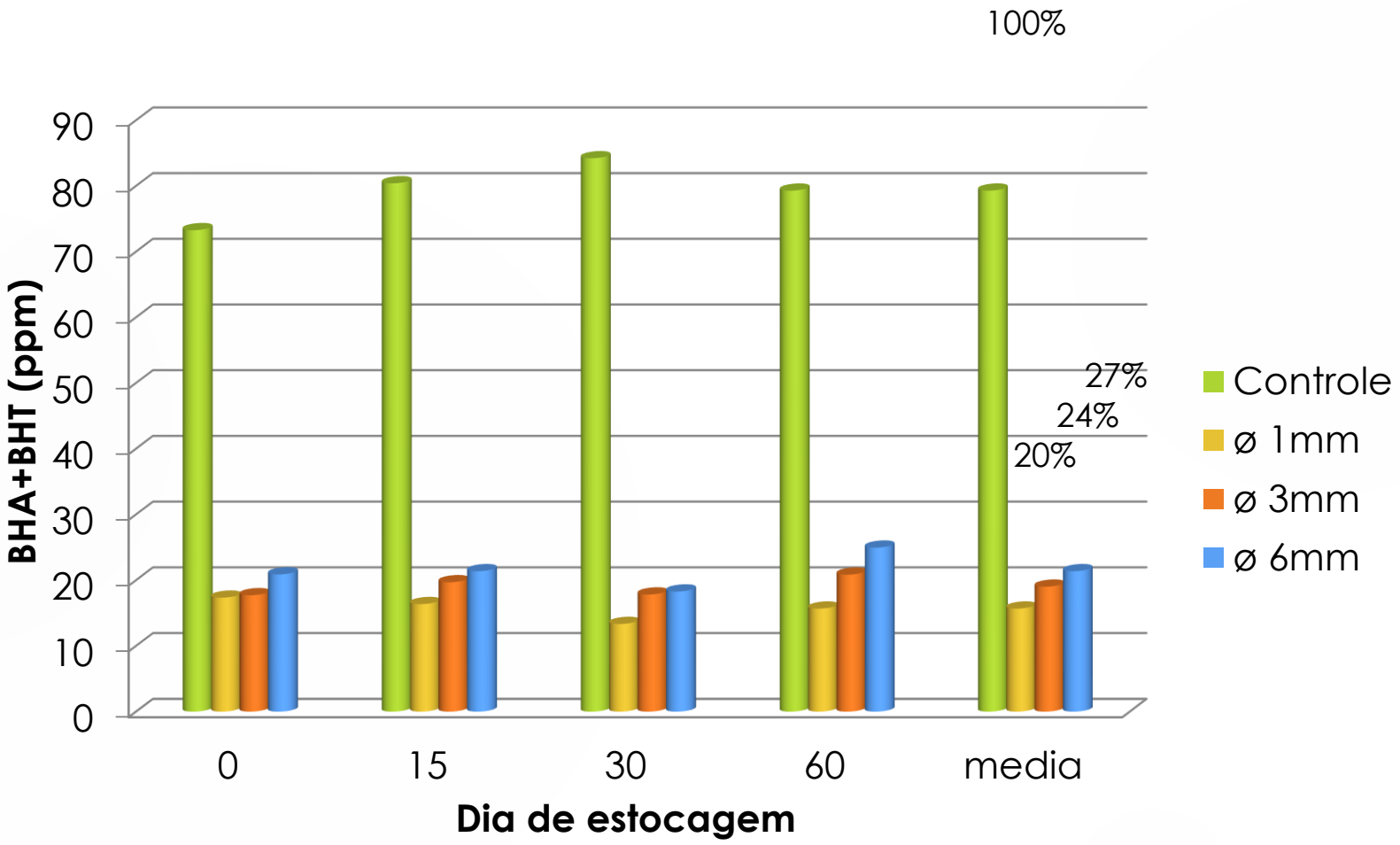






Processamento de Pet Food

- Carciofi (2016) – Perdas de BHA e BHT na extrusão.

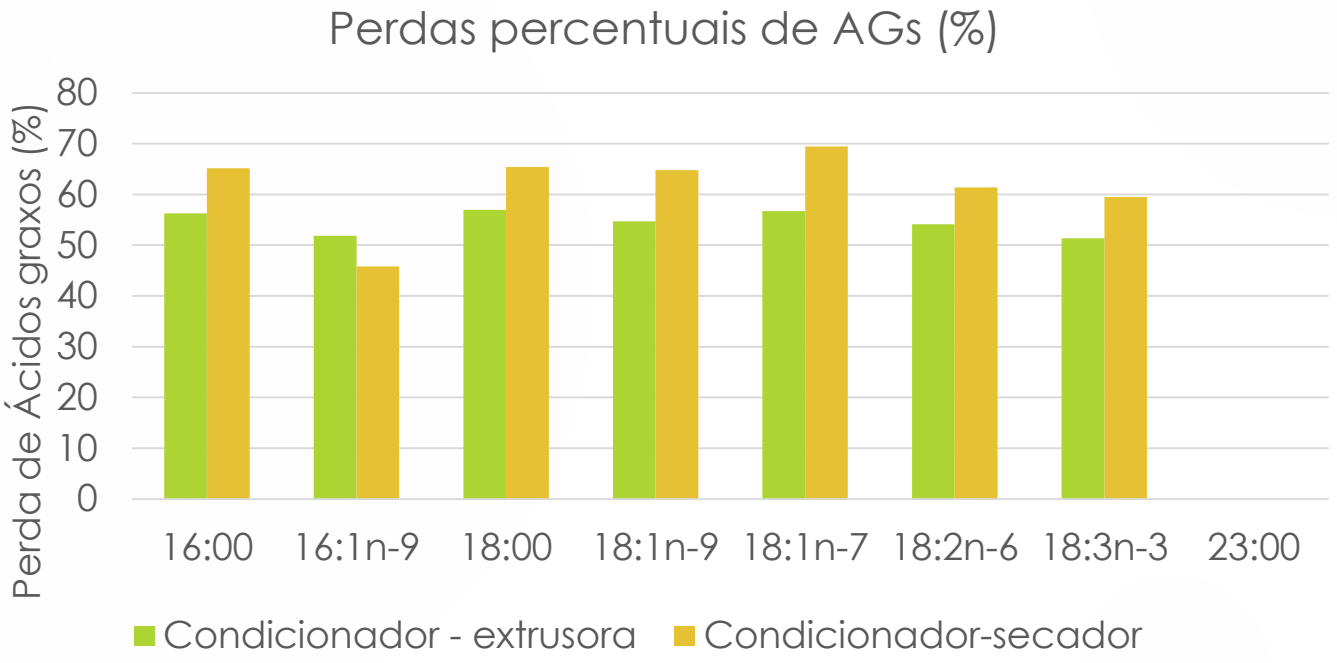


Processamento de Pet Food

- Ribeiro (2018) – EME 9, 20 e 35 kWh/ton.

✓ Perda significativa de ácidos graxos;

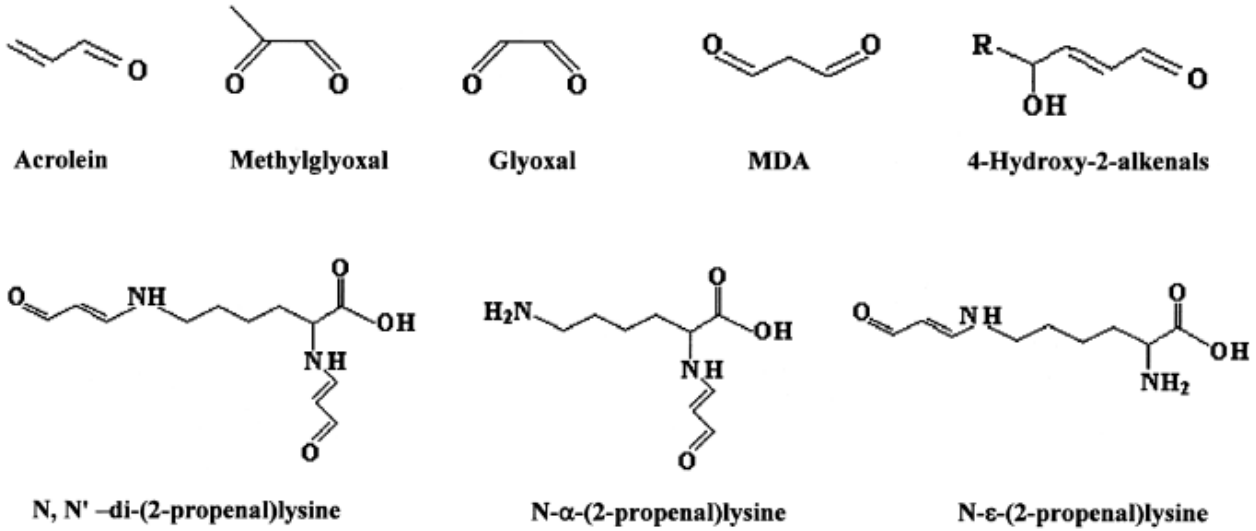
✓ Papel fundamental dos antioxidantes;



Ingestão de gordura oxidada

- São muitos os produtos avançados da oxidação

TABELA 2 – VALORES LIMIARES DE AROMAS DE POSSÍVEIS PRODUTOS DA OXIDAÇAO DE ÁCIDO LINOLÉICO EM ÓLEO PARAFÍNICO	
Composto	**Limiar**
Hexanal	0,08 – 0,6
Heptanal	0,04 – 0,055
Octanal	0,04 – 0,6
trans-2-Nonenal	0,04 – 0,4
cis-2-Decental	0,1
trans,trans-2,4-Nonadienal	0,46
trans,cis-2,4-Decadienal	0,02



Estes produtos são absorvidos e compõem as lipoproteínas como dienos conjugados. GSH é a primeira linha de defesa no TGI.

Kanner, 2007

Ingestão de gordura oxidada

- Efeitos proinflamatórios do MDA-lys em monócitos

↑NF-kB

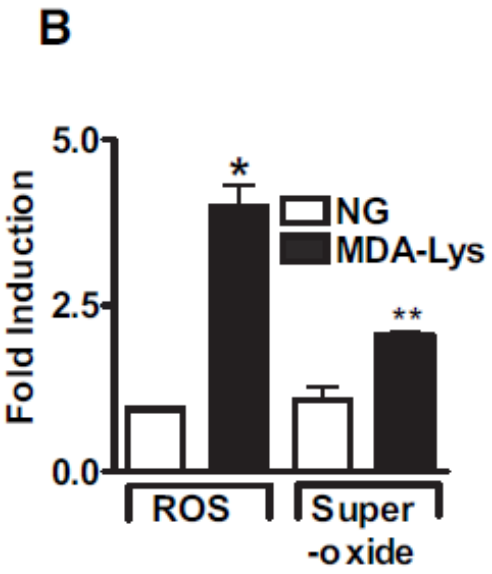
↑IFN-gamma

↑Integrinas B1 e B2

↑COX-2

↑MCP-1

↑Óxido Nítrico Sintase



Shanmugan et al., 2008

Antioxidantes e perfil lipídico da dieta

- GRAS para humanos (Thorat et al., 2013)

✓ **BHA e BHT** = 0,02% do total de lipídeos

✓ **Pet Food** – 0,015% no alimento BHA+BHT

0,0075% Etoxiquim.

AOX	[ ] final (ppm)	Óleo cob. 5%	Mistura alim. *	[ ] Final
BHA+BHT	150	3000	315	150 ppm
Etoxiquim	75	1500	160	75 ppm

FDA, 2018

Conclusões

- Funcionalidade dos ácidos graxos ALA, GLA, EPA e DHA carece mais estudos comprobatórios;

- Qualidade da gordura é fundamental na palatabilidade, perfil de Ags e estado inflamatório;

- Essencialidade de ômega-3 ainda não é reconhecida.

UEM

COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL
cbna®






Obrigado









www.nutrição.vet.br