

A ciência dos antioxidantes



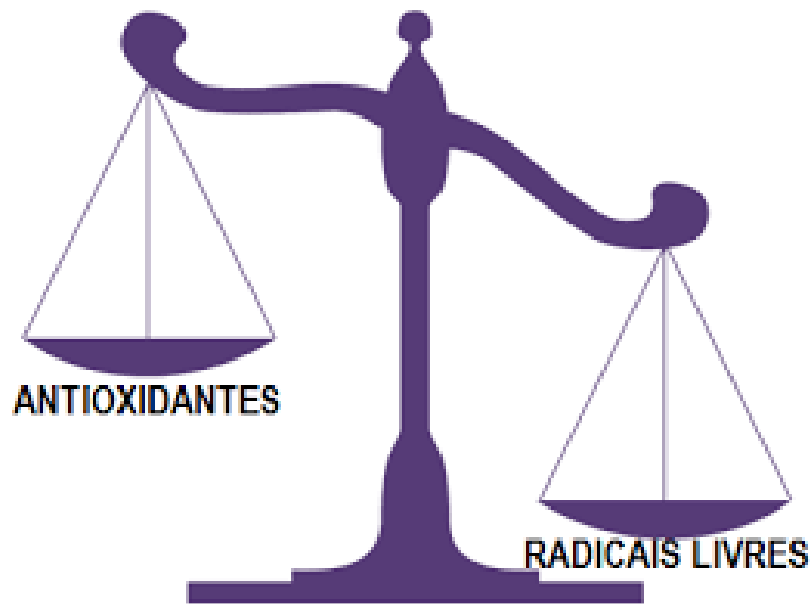
Doutoranda: Thaiza Serrano

O que são antioxidantes?

- Substância que retarda o aparecimento de alteração oxidativa no alimento (ANVISA).
- Substâncias utilizadas para preservar alimentos através do retardamento da deterioração, rancidez e descoloração decorrentes da autooxidação (FDA).

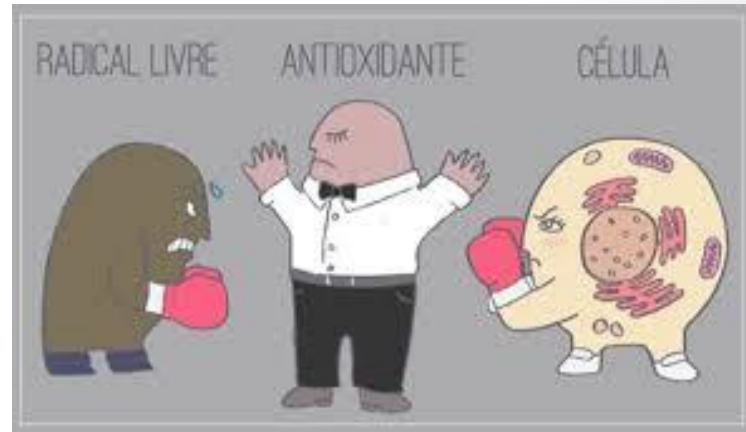
Como ocorre a alteração oxidativa?

- A partir do estresse oxidativo, ocasionado pela produção excessiva de moléculas prejudiciais, chamadas radicais livres.



Radicais livres

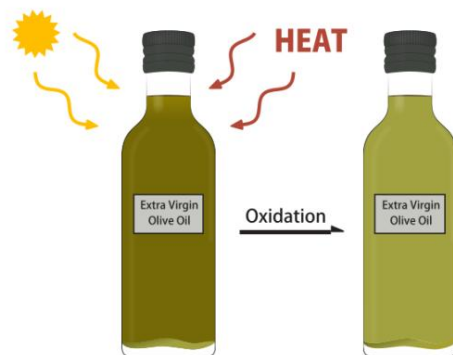
- **Características:**



- ✓ Contêm O_2 chamados de espécies reativas de oxigênio (ROS);
- ✓ Altamente instáveis;
- ✓ Recebem ou doam e^- ;
- ✓ Prejudicam as células, proteínas e DNA.

Aplicação dos antioxidantes na indústria

- Tem a finalidade de inibir ou retardar a oxidação lipídica de óleos, gorduras e alimentos gordurosos.
- Causa ranço em óleos e gorduras.



O que é oxidação lipídica?

- **Oxidação lipídica:**
 - ✓ Desenvolve sabores e odores desagradáveis tornando os alimentos impróprios para consumo;
 - ✓ Provoca alterações que afetam a qualidade nutricional e a segurança dos alimentos, ao formar compostos poliméricos tóxicos.

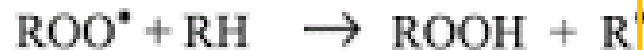
Oxidação lipídica

Iniciação



Formação de radicais livres;
Consumo pequeno e lento de O_2 ;
Baixo nível de peróxidos;
Aroma e sabor do alimento inalterados

Propagação



Alto consumo de O_2 ;
Alto teor de peróxidos;
Início da alteração de sabor e aroma

Término

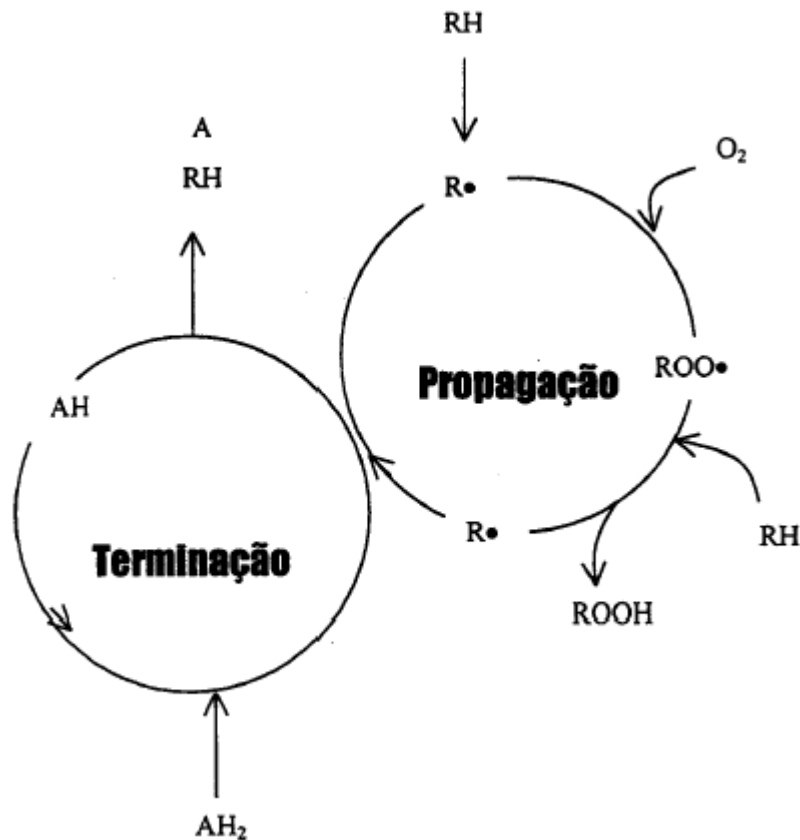


Produtos
Estáveis

Diminuição do consumo de O_2 ;
Redução da concentração de peróxidos;
Alteração de sabor, aroma e consistência.

Implicação nutricional

- Consumo de substâncias oxidadas e de RL $\longrightarrow$ Doenças degenerativas

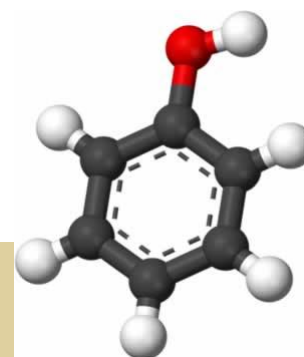


Mecanismos de ação dos antioxidantes

- Primários
- Sinergistas
- Removedores de oxigênio
- Biológicos
- Agentes quelantes
- Mistos

Antioxidante primário

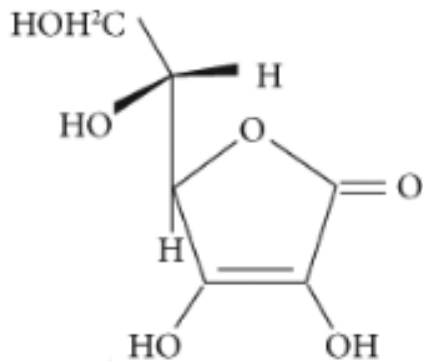
- Compostos fenólicos – remoção ou inativação dos RL (iniciação ou propagação),
- Doação de átomos de H a estas moléculas, interrompendo a reação em cadeia.



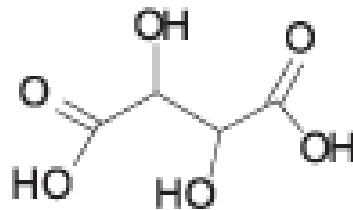
onde: $\text{ROO}^{\bullet}$ e $\text{R}^{\bullet}$ - radicais livres; AH - antioxidante com um átomo de hidrogênio e $\text{A}^{\bullet}$ - radical inerente

Antioxidante sinergista

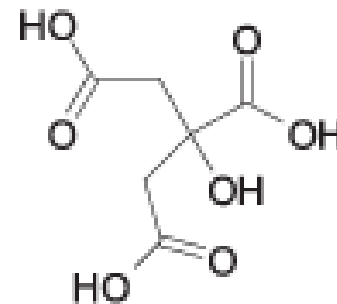
- Substâncias com pouca atividade antioxidante que aumenta a atividade antioxidante, quando usados em combinação adequada.



Ácido ascórbico



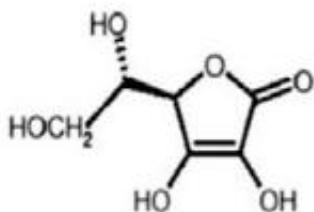
Ácido Tartárico



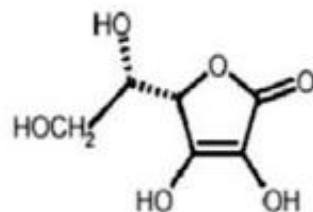
Ácido Cítrico

Removedores de oxigênio

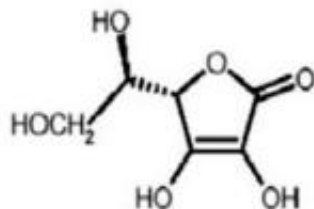
- Atuam capturando o O_2 presente no meio, através de reações químicas estáveis, tornando-os indisponíveis para atuarem como propagadores da autoxidação.



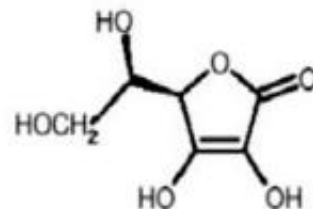
Ácido L-ascórbico



Ácido L-*iso*-ascórbico



Ácido D-ascórbico

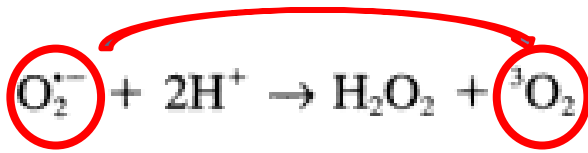


Ácido D-*iso*-ascórbico

Antioxidantes biológicos

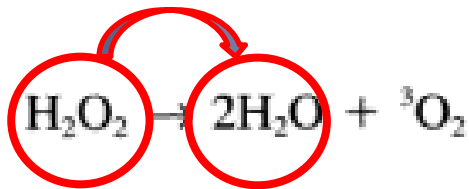
- Removem O_2 ou compostos altamente reativos de um sistema alimentício. Ex. algumas enzimas:

✓ Superoxidase dismutase



Remove radical superóxido, convertendo em oxigênio triplete.

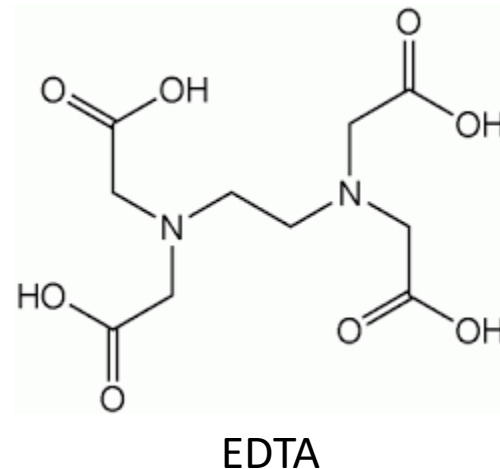
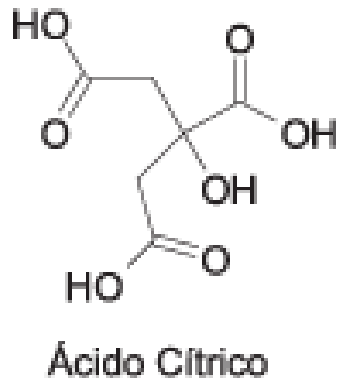
✓ Catalase



Converte o peróxido de hidrogênio em água.

Agentes quelantes

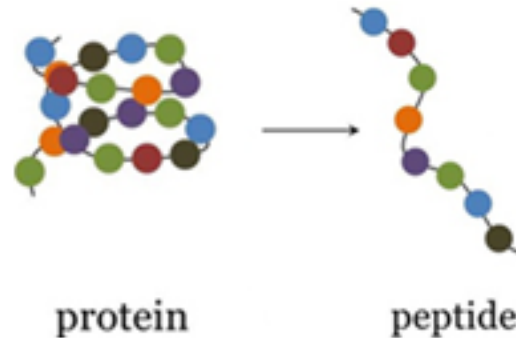
- Complexam íons metálicos (Cu, Fe), que catalisam a oxidação lipídica.
- Um par de e^- não compartilhado na sua estrutura molecular promove a ação de complexação.



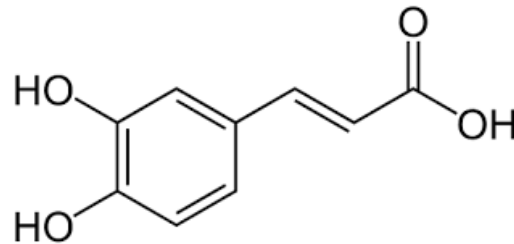
Antioxidantes mistos

- São compostos de plantas e animais que tem sido estudados como antioxidantes para alimentos.

✓ Proteína hidrolisada



✓ Ácido cafeico



Antioxidantes mais utilizados

- **Sintéticos:**

- ✓ BHA (butil-hidrixi-anisol);
- ✓ BHT (butil-hidrixi-tolueno);
- ✓ TBHQ (terc-butil-hidroquinona);
- ✓ PA (palmitato de ascorbila).

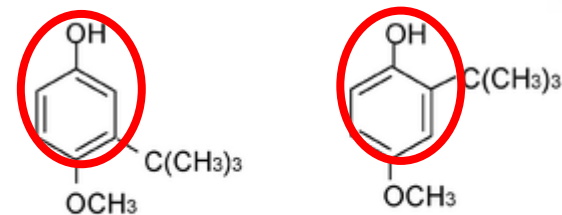
- **Naturais:**

- ✓ Ácidos fenólicos;
- ✓ Carotenóides;
- ✓ Tocoferóis.

Antioxidantes sintéticos

- BHA

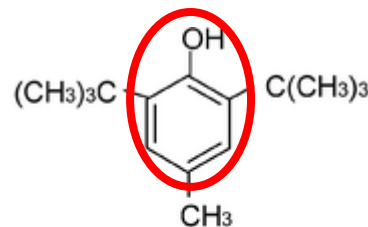
- ✓ age como sequestrante de radicais peróxidos;
- ✓ pouca estabilidade em altas temp.
- ✓ máx. 200 mg/Kg



BHA

- BHT

- ✓ age como sinergista, ou regenerador de radicais BHA;
- ✓ máx. 100 mg/Kg

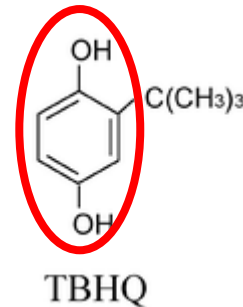


BHT

Antioxidantes sintéticos

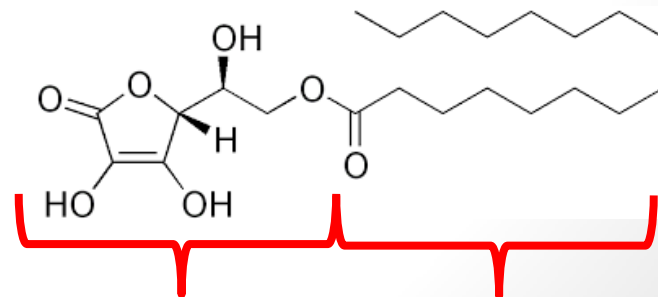
- TBHQ

- ✓ eficaz em óleos vegetais
- ✓ estável em alta temp.
- ✓ máx – 200 mg/Kg



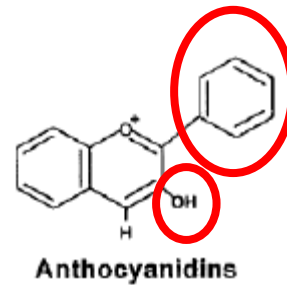
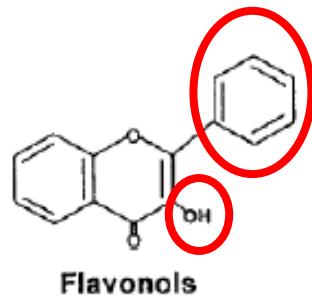
- PA

- ✓ composto obtido a partir do ácido palmítico e o ácido ascórbico;
- ✓ máx. – 0,02% [gordura]

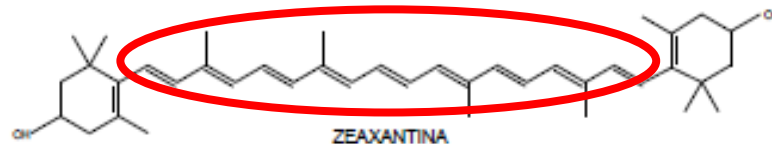
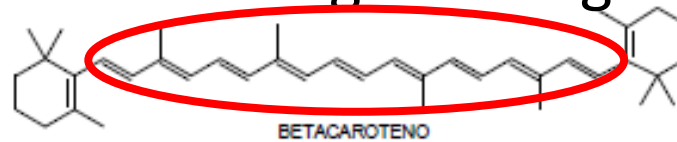


Antioxidantes naturais

- Ácidos fenólicos
 - ✓ doam e recebem e^- – funcionam como sequestradores de radicais ou como quelantes.

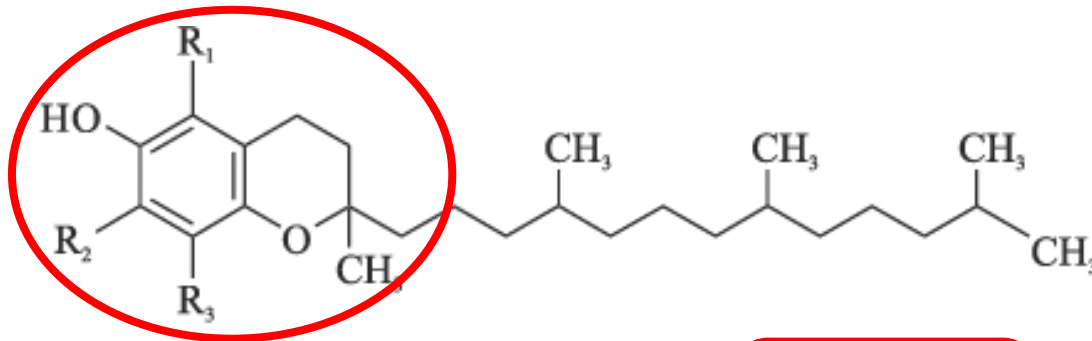


- Carotenóides
 - ✓ atuam absorvendo oxigênio singlet.



Antioxidantes naturais

- Tocoferóis
 - ✓ previne a oxidação de AG insaturados;
 - ✓ capacidade em doar seus H aos radicais livres.



α - tocoferol: $R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$
 β - tocoferol: $R_1 = R_3 = \text{CH}_3$; $R_2 = \text{H}$
 γ - tocoferol: $R_1 = \text{H}$; $R_2 = R_3 = \text{CH}_3$
 δ - tocoferol: $R_1 = R_2 = \text{H}$; $R_3 = \text{CH}_3$

**Alfa - maior
poder
antioxidante**

Alimentos antioxidantes

BEBIDAS



Café expresso

	Antioxidant content mmol/100 g ^{a)}
Apple juice	0.27
Black tea, prepared	1.0
Cocoa with milk	0.37
Coffee, prepared filter and boiled	2.5
Cranberry juice	0.92
Espresso, prepared	14.2
Grape juice	1.2
Green tea, prepared	1.5
Orange juice	0.64
Pomegranate juice	2.1
Prune juice	1.0
Red wine	2.5
Tomato juice	0.48

Alimentos antioxidantes

Antioxidant content mmol/100 g ^{a)}	
Barley, pearl and flour	1.0
Beans	0.8
Bread, with fiber/whole meal	0.5
Buckwheat, white flour	1.4
Buckwheat, whole meal flour	2.0
Chestnuts, with pellicle	4.7
Crisp bread, brown	1.1
Maize, white flour	0.6
Millet	1.3
Peanuts, roasted, with pellicle	2.0
Pecans, with pellicle	8.5
Pistachios	1.7
Sunflower seeds	6.4
Walnuts, with pellicle	21.9
Wheat bread, toasted	0.6
Whole wheat bread, toasted	1.0

NOZES, LEGUMES E GRÃOS

Nozes



Alimentos antioxidantes

Antioxidant content mmol/100 g^{a)}

African baobab tree, leaves dry, crushed	48.1
Amla (Indian gooseberry), dried	261.5
Apples	0.4
Apples, dried	3.8
Apricots, dried	3.1
Artichoke	3.5
Bilberries, dried	48.3
Black olives	1.7
Blueberry jam	3.5
Broccoli, cooked	0.5
Chilli, red and green	2.4
Curly kale	2.8
Dates, dried	1.7
Dog rose, products of dried hip	69.4
Dog rose, wild, dried	78.1
Dog rose, wild, fresh	24.3
Fruit from the African baobab tree	10.8

FRUTAS E VEGETAIS



Fruta groselha -
Amla

Mirtilo



Rosa canina



Alimentos antioxidantes

Antioxidant content mmol/100 g^{a)}

Allspice, dried ground 100.4

Basil, dried 19.9

Bay leaves, dried 27.8

Cinnamon sticks and whole bark 26.5

Cinnamon, dried ground 77.0

Clove, dried, whole and ground 277.3

Dill, dried ground 20.2

Estragon, dried ground 43.8

Ginger, dried 20.3

Mint leaves, dried 116.4

Nutmeg, dried ground 26.4

Oregano, dried ground 63.2

Rosemary, dried ground 44.8

Saffron, dried ground 44.5

Saffron, dried whole stigma 17.5

Sage, dried ground 44.3

Thyme, dried ground 56.3

ERVAS

Pimenta da Jamaica



Canela

Cravo



Menta

Conclusão

- A principal aplicação dos antioxidantes é evitar o aparecimento de alteração oxidativa no alimento;
- Os antioxidantes possuem variados mecanismos de ação;
- O consumo de alguns alimentos vegetais podem ajudar no controle do estresse oxidativo.

Bibliografia

- Carlsen et al., 2010. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. **Nutrition Journal**, vol. 3, n. 3.
- A ciência dos antioxidantes. Disponível em:
<http://www.revista-fi.com/materias/485.pdf>
- Dossiê antioxidantes – Os Antioxidantes. Disponível em
<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>
- Ramalho e Jorge, 2006. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, vol.29 n.4.

OBRIGADA!



Thaiza Serrano

Engenheira de Alimentos

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Doutoranda em Alimentos e Nutrição