



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ CAMPUS URUÇUÍ**

HELLEN RIBEIRO DIAS

**SUBSTÂNCIAS ANTIOXIDANTES EM ALIMENTOS E SEUS BENEFÍCIOS
PARA A SAÚDE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**URUÇUÍ
2020**

HELLEN RIBEIRO DIAS

**SUBSTÂNCIAS ANTIOXIDANTES EM ALIMENTOS E SEUS BENEFÍCIOS
PARA A SAÚDE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Pós- Graduação *Latu Sensu* em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Uruçuí. Prof. Orientador Dr. Tancredo Augusto de Carvalho Fontineles.

URUÇUÍ 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Dias, Hellen Ribeiro
D541s Substâncias antioxidantes em alimentos e seus benefícios para a saúde :
 uma revisão bibliográfica / Hellen Ribeiro Dias. - 2020.
 46 p.: il. color.
 Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências)
 - Instituto Federal do Piauí, Campus Uruçuí, 2020.
 Orientador : Prof. Dr. Tancredo Augusto de Carvalho Fontineles.
 1. Antioxidantes - prevenção doenças. 2. Antioxidantes - alimentos. 3.
 Substâncias antioxidantes - benefícios . I. Título.

CDD - 507

Elaborado por Aldeide Costa dos Santos Sousa CRB 3/1423

HELLEN RIBEIRO DIAS

**SUBSTÂNCIAS ANTIOXIDANTES EM ALIMENTOS E SEUS BENEFÍCIOS
PARA A SAÚDE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do título de Pós- Graduação *Latu Sensu* em Ensino
de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Piauí. Campus Uruçuí.
Orientador Dr. Tancredo Augusto de Carvalho
Fontineles.

Data da aprovação: 06 / 08 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tancredo Augusto de Carvalho Fontineles
Orientador – Instituto Federal do Piauí – IFPI

Prof^a. Ms. Michele Bezerra Silva
Membro 1 – Instituto Federal do Piauí – IFPI

Prof. Esp. Max Wagno Mascarenhas dos Santos
Membro 2 – Instituto Federal do Piauí – IFPI

Dedico este trabalho a minha família: meus irmãos e, em especial, meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por estar presente em todos os momentos, e por me proporcionar vida, saúde e determinação para alcançar meus objetivos e por ter permitido que eu chegasse até aqui.

Aos meus Pais, Alfredo Porfírio Dias Neto e Maria Anita Ribeiro Dias pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A minha família, meus irmãos, amigos e professores, e todos aqueles que me ajudaram diretamente e indiretamente a concluir este trabalho.

Agradeço o Orientador Prof. Dr. Tancredo Augusto de Carvalho Fontineles, pelos ensinamentos e pelo tempo que reverteu em meu auxílio.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, pela oportunidade de fazer o curso.

A todos pela colaboração, compreensão e estímulo que me ofereceram.

A minha gratidão!

RESUMO

Os antioxidantes são substâncias que inibem a ação dos radicais livres no organismo impedindo o envelhecimento celular e o aparecimento e prevenção de doenças como o câncer. Podem ser encontrados nos alimentos naturais, nos suplementos de vitaminas e minerais e nos cremes rejuvenescedores. Para realizar este estudo, nos questionamos: Quais os benefícios dos alimentos que apresentam substâncias antioxidantes para a saúde humana? O estudo procurou explicitar acerca da formação dos antioxidantes, sob a ótica das reações químicas e vitaminas, pigmentos naturais, minerais e outros compostos vegetais. As substâncias antioxidantes impedem a oxidação de outras substâncias químicas, processo esse que ocorre durante as reações metabólicas, inserindo as enzimas presentes nessas substâncias e bloqueando o efeito nocivo dos radicais livres. Sendo assim, viu-se através desse estudo que a ingestão de alimentos fontes de antioxidantes, como: mamão, brócolis, laranja, cenoura, tomate, morango e espinafre, ricos em vitaminas A, C, E, carotenoides e compostos fenólicos estão diretamente relacionados à prevenção de diversos tipos de doenças degenerativas, isso porque suas substâncias são capazes de anular o efeito nocivo dos radicais livres e diminuir o chamado “estresse oxidativo”, promovendo a implantação das funções metabólicas celulares.

Palavras chave: Antioxidantes. Alimentos. Saúde.

ABSTRACT

Antioxidants are substances that inhibit the action of free radicals in the body preventing cell aging and the appearance and prevention of diseases such as cancer. they can be found in natural foods, vitamin and mineral supplements and rejuvenating creams. To conduct this study, we asked ourselves: What are the benefits of foods that contain antioxidant substances for human health? The study sought to explain about the formation of antioxidants, from the perspective of chemical reactions and vitamins, natural pigments, minerals and other plant compounds. Antioxidant substances prevent the oxidation of other chemical substances, a process that occurs during metabolic reactions, inserting the enzymes present in these substances and blocking the harmful effect of free radicals. Thus, it was seen through this study that the intake of food sources of antioxidants, such as: papaya, broccoli, orange, carrot, tomato, strawberry and spinach, rich in vitamins A, C, E, carotenoids and phenolic compounds are directly related to the prevention of several types of degenerative diseases, this is because their substances are able to cancel the harmful effect of free radicals and reduce the so-called "oxidative stress", promoting the implantation of cellular metabolic functions.

Keywords: Antioxidants. Food. Health.

FIGURAS

Figura 01 – Imagem que explica sobre antioxidantes.....	18
Figura 02 - Explicação dos radicais livres.....	18
Figura 03 – Estrutura química da Vitamina A (Retinol)	24
Figura 04 – Estrutura química da β -caroteno.....	26
Figura 05 – Estrutura química da Vitamina C (Ácido Ascórbico)	27
Figura 06 – Estrutura Química da Vitamina E (α -tocoferol)	29
Figura 07 – Estrutura Química da Vitamina E (α -tocotrienol).....	30
Figura 08 – Estrutura base dos Flavonóides.	32
Figura 09 – Estrutura química da Quercetina (Flavonóide).	33
Figura 10 – Estrutura química da Miricetina (Flavonóide).....	34

TABELAS

Tabela 1 – Vitaminas antioxidantes e as fontes alimentares.	21
Tabela 2 – Alimentos com antioxidantes minerais.	34
Tabela 3 – Antioxidantes presentes em frutas e hortaliças.	37

SIGLAS E ABREVIATURAS

CAT	Catalase
CDC	Centers for disease prevention and control
Cu/ZnSOD	Cobre, zinco e sódio
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DC	Doenças crônicas
GSH	L-Glutationa
H	Hidrogênio
HDL	Lipoproteína de alta densidade
H_2O_2	Fórmula química do peróxido de hidrogênio
IDR	Ingestão diária recomendada
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MDA MB 468	Tumor de mama humano
NO	Óxido nítrico
OMS	Organização Mundial da Saúde
O_2	Molécula de oxigênio
O_2^-	Ânion superóxido
OH	Hidroxila
PUFA	Ácido graxos poli-insaturados
ROO	Peróxido
RLO	Radicais livres de oxigênio
SE-GPX	Cofator da enzima glutathione peroxidase
SOD	Superóxido dismutase
UVB	Radiação ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 METODOLOGIA.....	16
2.1 TIPO DE PESQUISA	16
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 ANTIOXIDANTES	18
3.2 ESTRESSE OXIDATIVO	21
3.2.1 Radicais livres de oxigênio (RLO).....	21
3.2.2 Dano oxidativo	21
3.2.3 Antioxidantes exógenos ou dietéticos	20
3.3 VITAMINAS ANTIOXIDANTES.....	21
3.3.1 Vitamina A	23
3.3.2 Vitamina C	25
3.3.3 Vitamina E	27
3.3.4 Flavonoides.....	30
3.3.5 Antioxidantes minerais	33
3.4 EFEITOS DOS ANTIOXIDANTES NO ESTRESSE OXIDATIVO	36
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O corpo humano produz substâncias chamadas radicais livres, que são “átomos ou moléculas altamente reativos formados em processos necessários do organismo, como a respiração e a digestão dos alimentos” (MAGALHÃES, 2007, p. 85) ou por defeitos na respiração mitocondrial, nos sistemas enzimáticos. Os radicais livres também podem ser formados a partir de fatores exógenos, tais como: poluição; hábito de fumar; ingestão de álcool, drogas, agrotóxicos ou mesmo de uma nutrição inadequada (PEREIRA *et. al*, 2009).

Os radicais livres são moléculas instáveis, que podem prejudicar as estruturas celulares. Para controlar a taxa desses radicais, entram em ação as moléculas denominadas antioxidantes, que são capazes de anular os danos causados pelos radicais livres. O processo ocorre através da doação de elétrons pelos antioxidantes aos radicais livres, levando-os à neutralização (CARVALHAL, 2018).

Os alimentos são a melhor fonte de antioxidantes naturais, e uma alimentação rica em frutas, vegetais e grãos, fornecem para o corpo os antioxidantes necessários para prevenir doenças. Os estudos a respeito das substâncias antioxidantes mostram que tais substâncias previnem doenças e o envelhecimento (WARDLAW *et. Al*, 2013; SALVADOR, 2004). O que demonstra que uma alimentação rica em vegetais, incluindo frutas diversas, leguminosas, cereais e hortaliças é a melhor forma de se proteger contra os radicais livres.

Além da redução aos fatores externos, tais como: a poluição ambiental; o raio-X e radiação ultravioleta; o cigarro; o álcool; os resíduos de pesticidas; as substâncias presentes em alimentos e bebidas (aditivos químicos, conservantes, hormônios); o stress; o consumo de gorduras saturadas, como frituras e o consumo de gordura animal, causadores da formação de radicais e não incluso na dependência do uso de antioxidantes. Portanto, como podemos observar, uma alimentação rica em vegetais, incluindo frutas diversas, leguminosas, cereais e hortaliças é a melhor proteção contra os radicais livres.

“Os antioxidantes de baixo peso molecular, especialmente as vitaminas

E, C e A, estão presentes em número e concentração maior que os

antioxidantes enzimáticos e são distribuídos em ambientes lipofílicos e hidrofílicos” (OLIVEIRA, et.al, 2009, p. 66).

Estas substâncias podem ser encontradas nos alimentos naturais, nos suplementos de vitaminas e minerais e nos cremes anti-idade. Podem também, atuar em sinergia, isto é, pode haver uma combinação benéfica entre os alimentos e na proteção das células e tecidos, como as vitaminas C e E (MIRANDA, 2010, p. 98).

A vitamina C encontrada em grande quantidade nas frutas cítricas e vegetais verde escuros (laranja, limão, lima, acerola, caju, kiwi, morango, couve, brócolis, tomate, etc) e a vitamina E encontrada principalmente no germe de trigo (fonte mais importante), óleos de soja, arroz, algodão, milho e girassol, amêndoas, nozes, castanha do Pará, gema, vegetais folhosos e legumes.

Desta forma, o trabalho justifica-se por conhecer os benefícios dos alimentos que apresentam essas substâncias para a saúde humana, assim como fazer uma reflexão sobre a prática da alimentação saudável.

Portanto, este trabalho objetiva fazer um estudo bibliográfico sobre os benefícios para a saúde humana das substâncias antioxidantes, assim como abordar os alimentos que contém essas substâncias antioxidantes, correlacionando estes alimentos com a prevenção de doenças, ressaltando a importância das substâncias antioxidantes para a saúde e por fim refletir a prática da alimentação saudável.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

O estudo foi realizado por meio de revisão bibliográfica integrativa, fundamentada em livros, monografias e artigos disponíveis em meio eletrônico sobre as substâncias antioxidantes e sua influência na saúde. Trata-se de um estudo com coleta de dados realizada a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento bibliográfico e baseado na experiência vivenciada pelas autoras por ocasião da realização de uma revisão integrativa (CARVALHO et al, 2010).

A base de dados será ampla e diversificada, contemplando a procura em bases eletrônicas, busca manual em periódicos, as referências descritas nos estudos selecionados, sendo importantes indicadores da confiabilidade e da fidedignidade dos resultados (CARVALHO et al, 2010). Dentre os principais descritores utilizados na pesquisa, podemos citar: antioxidantes e radicais livres. O idioma de referência utilizado foi o Português.

Conforme esclarece Boccato (2006, p. 266), a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de reunir as informações e dados para a construção da investigação proposta a partir do tema. Segundo Gil (2010, p. 24): “Consiste em pesquisa bibliográfica porque se baseou em materiais já publicados, compostos especialmente por livros, revistas, artigos científicos, tese e por informações especializadas em sites”.

A pesquisa recorreu-se, a obras de especialistas na temática, contando com conexões que se baseiam nas obras destes autores. Partindo disso, buscou-se o aprimoramento da revisão bibliográfica. A coleta foi realizada em materiais impressos e meios eletrônicos. Os dados foram adquiridos de forma

qualitativa, através de interpretações dos registros dos especialistas do tema, procurando atender aos objetivos destacados inicialmente. A pesquisa está estruturada em quatro (04) partes: introdução; fundamentação teórica; metodologia e considerações finais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ANTIOXIDANTES

Cotidianamente, fala-se muito em antioxidantes e na sua importância, não só na saúde mas também, na alimentação. A aplicação deles é tão vasta que é difícil encontrar uma definição para o termo, no entanto, segundo Santos e Cruz (2001):

antioxidantes são substâncias que mesmo presentes em baixas concentrações, são capazes de atrasar ou inibir as taxas de oxidação e sua classificação mais utilizada é a que as divide em dois sistemas: o enzimático, composto pelas enzimas produzidas no organismo, dentre elas, a coenzima Q-10; e o não enzimático, formado pelas vitaminas C (ácido ascórbico), compostos fenólicos como os flavonoides, carotenoides e o mineral selênio. (SANTOS, p. 105, 2001)

Os autores deixam claro a definição do termo 'antioxidantes' e explicitam sobre sua classificação. Ainda em relação a essas substâncias, Distante e Rigano (2010, p. 122), afirmam que elas estão presentes em todos os seres vivos, como um sistema de contenção e combate a ação de espécies reativas de oxigênio no interior da célula.

A inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância, e uma alimentação saudável está relacionada com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres. "Nos alimentos é encontrada uma grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção das células e dos tecidos" (BIANCHI; ANTUNES, 1999, p. 157).

Substâncias antioxidantes são consideradas as principais substâncias ativas usados em formulações cosméticas no combate aos radicais livres. Além das vitaminas nos produtos cosméticos com propriedades antioxidantes, os extratos vegetais, ricos em compostos fenólicos e taninos também são veiculados em cosméticos tendo sua eficácia comprovada (COLEPICOLO, et.al., 2007).

Antioxidante é um conjunto heterogêneo de substâncias formado por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e, ainda, enzimas, que bloqueiam o efeito danoso dos radicais livres, formados nas

reações metabólicas ou por fatores exógenos ao organismo (PEREIRA; CARDOSO, 2012). A figura 1 a seguir, explica sobre antioxidantes.

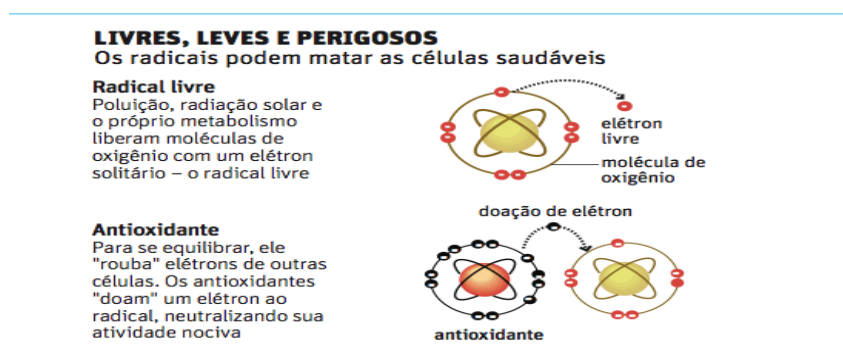
Figura 01 - Imagem que explica sobre antioxidantes



Fonte: Copacabana runners (2011)

O conjunto dessas substância é capaz de interceptar os radicais livres - moléculas altamente reativas que podem interferir em reações normais do organismo causando alterações. Sua reatividade se deve a instabilidade da molécula, por possuir elétrons desemparelhados:

Figura 02 - Explicação dos radicais livres



Fonte: Clínica Fortaleza

Agindo desse modo os antioxidantes irão captar e neutralizar o radical livre prevenindo o ataque do alvo biológico (HIRATA; SANTOS; SATO, 2004). De acordo com Cerqueira et al, as substâncias antioxidantes são eficazes na

prevenção de doenças crônicas associadas ao estresse oxidativo quando administrados a grupos que apresentem concentrações plasmáticas inadequadas (CERQUEIRA *et.al*, 2007).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define as doenças crônicas (DC) como “doenças de longa duração e de progressão, geralmente, lenta” e o CDC (*Centers for Disease Prevention and Control*) nos EUA, define-as como “condições que não curam, uma vez adquiridas... e que duram 3 meses ou mais”. (DORAM, 2018, USP). É oportuno salientar que existem vários tipos de doenças crônicas, mas há duas, que são consideradas como principais:

Condições congênitas: (aquelas que já se nasce com ela ou se desenvolve nos primeiros meses de vida), como: a fenilcetonúria, espinha bífida e cardiopatias congênitas, por exemplo e Doenças crônicas não congênitas: aquelas que tem percurso longo e muitas vezes o processo de cura é lento ou até inexistente, tornando uma condição permanente. (DORAM, 2018, USP).

O autor em suas afirmações faz a diferenciação entre as duas principais doenças crônicas. Doenças essas que podem ser divididas em transmissíveis e não transmissíveis. A primeira tem início a partir de um processo infeccioso ou parasitário e a segunda é caracterizada pela progressão de acometimentos fisiológicos que acabam desencadeando a doença.

Pode-se relacionar a título de exemplificação, como sendo doenças crônicas não transmissíveis: asma; doença pulmonar obstrutiva crônica (bronquite crônica, enfisema pulmonar); doenças cardiovasculares (hipertensão, insuficiência cardíaca, AVC, doença vascular periférica; diabetes; câncer; doenças renais crônicas; doenças neuropsiquiátricas (como depressão, distúrbios relacionados ao abuso de álcool e outras drogas, etc) e Doença de Parkinson e Alzheimer.

Os antioxidantes agem interagindo com os radicais livres antes que estes possam reagir com as moléculas biológicas, evitando que ocorram as reações em cadeia ou prevenindo a ativação do oxigênio a produtos altamente reativos (RATNAM *et al.*, 2006, p. 87).

Segundo Ratnam *et al* (2006, p. 49) “o sistema de defesa antioxidante humano não é completo sem os antioxidantes dietéticos”, isto é, sem as substâncias encontradas nos alimentos que possuem betacaroteno, como:

(cenoura, manga e espinafre), licopeno como o (tomate) e nas vitaminas A, C e E, o que confirma a importância da ingestão diária destes compostos. Dessa forma, o consumo de antioxidantes apresenta vários benefícios, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida da população.

3.2 ESTRESSE OXIDATIVO

O estresse oxidativo é a relação de desequilíbrio entre a liberação de espécies reativas de oxigênio e a capacidade de ação dos sistemas de defesa antioxidante. Quando os radicais livres são liberados em excesso provocam várias doenças como: isquemia, inflamação, trauma, morte celular e insuficiência cardíaca e respiratória (KOURY E DONANGELO, 2003).

Este estresse oxidativo pode ser definido como o excesso de radicais livres que podem causar danos às células, assim, este pode ser relacionado com o envelhecimento, diabetes, câncer e etc. O estresse oxidativo é capaz de provocar lesões nas células, ocorre por desgastes físicos, por exemplo insônia, estresse e má alimentação (Kumar, 2013).

3.2.1 Radicais livres de oxigênio (RLO)

RLOS são produzidos em nosso organismo por meio de processos metabólicos oxidativos. São átomos, íons ou moléculas de oxigênio com um elétron não pareado, em sua órbita externa, de grande instabilidade e alta reatividade. Essas espécies tendem a se ligar formando receptores (oxidantes) e doadores (redutores) de elétrons.

Como produtos, existem espécies reativas de oxigênio ou agentes pró-oxidantes, sendo eles: radical hidroxila (OH), peróxido de hidrogênio (H₂O₂), ânion superóxido (O₂⁻), óxido nítrico (NO), peróxido (ROO) e ozônio (GUTIÉRREZ; 2002; KOURY; DONANGELO, 2003).

3.2.2 Dano oxidativo

O estresse oxidativo possui um importante papel no desenvolvimento de doenças crônicas, por meio da destruição de várias biomoléculas. O dano oxidativo atua na destruição das membranas e causa alterações na estrutura

das membranas. Já que a membrana é um dos componentes celulares mais atingidos pelos RLO, isso graças à peroxidação lipídica, que corresponde à destruição oxidativa das estruturas ricas em ácidos graxos poli-insaturados na permeabilidade das membranas celulares.

Por consequência, ocorre perda da seletividade na troca iônica, liberando o conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas dos lisossomos, e formação de produtos citotóxicos (como o malonaldeído), culminando com a morte celular (UPRITCHARD et al., 2003). O dano oxidativo é particularmente elevado em alvos moleculares específicos, tais como o DNA e membrana mitocondrial, podendo conduzir ao envelhecimento do tecido através de apoptose e necrose (SASTRE et al., 2003).

3.2.3 Antioxidantes exógenos ou dietéticos

Diferentes alimentos são estudados por possuírem vitaminas e minerais com função antioxidante. Segundo Engelman et al. (2005, p. 47). Os principais nutrientes com essa função são o ácido ascórbico (vitamina C), os flavonoides, o β -caroteno, o α -tocoferol, o zinco, o manganês, o cobre e o selênio. Assim, pesquisas nutricionais objetivam, quase que exclusivamente, a amenização de deficiências nutricionais também com a finalidade de prevenir doenças crônicas (KENNEDY, 2006).

Os antioxidantes exógenos são aqueles que necessitam ser absorvidos por uma alimentação apropriada. Nestes casos quando são consumidos, tem a função de prevenir doenças. Portanto, atuam como moléculas suicidas, neutralizando o radical livre. Sendo assim, a reposição deles deve ser contínua, mediante a ingestão de alimentos que os contém.

Dessa forma, estudos epidemiológicos concluem que estilos de vida caracterizados por um alto consumo de frutas e hortaliças são associados a uma baixa incidência de vários tipos de câncer (GUTIÉRREZ et al 2002).

Em vários estudos encontrados na literatura viu-se que consumir frutas e hortaliças promove a prevenção contra doenças crônicas, inclusive o câncer. Dragsted et al. (2004) também afirmam que uma dieta rica em frutas e hortaliças poderia levar a uma substancial queda na injúria oxidativa de estruturas chave no organismo, como lipídeos, proteínas e DNA.

Sendo assim, a intervenção com nutrientes antioxidantes, como vitamina C, α -tocoferol, e β -caroteno pode proteger contra doenças crônicas (TESORIERE et al., 2004). O consumo de alimentos com nutrientes que apresentam antioxidantes em sua constituição podem proteger o nosso organismo contra doenças.

3.3 VITAMINAS ANTIOXIDANTES

As vitaminas são substâncias orgânicas essenciais para a manutenção das funções metabólicas dos seres humanos, sendo que elas atuam como cofatores de reações enzimáticas (AHAN; SCOTT-STUMP, 1998).

Conforme Steiner (2002, p.103), “a associação entre vitaminas e a saúde é conhecida há bastante tempo, porém, apenas recentemente se evidenciou sua eficácia no tratamento da pele”. A tabela 03 a seguir, retrata as vitaminas antioxidantes e suas fontes de alimentos.

Tabela 1. Vitaminas antioxidantes e as fontes alimentares.

Vitamina	Fontes
A	Óleo de fígado de bacalhau, fígado de frango, fígado de vaca, fígado de vitela, vegetais de folhas amarelas e verdes, frutas amarelas e vermelhas, cenoura, ovos e produtos de leite integral.
C	Frutascítricas, goiaba, kiwi, couve-flor, repolho.
E	Óleos vegetais, ovos, leite, fígado.

Fonte: PENTEADO, 2003

Os sistemas podem ser enzimáticos ou não, o sistema enzimático de defesa é composto pelas seguintes enzimas: catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase, esta última sendo a enzima antioxidante mais abundante no corpo humano; os antioxidantes naturais ou não-enzimáticos obtidos da dieta, são as vitaminas A, C e E. O sistema antioxidante, evita

danos celulares, alterações proteicas e o desenvolvimento de patologias, essa defesa também protege a pele da formação dos radicais, estimulada pelos raios ultravioletas. Contudo, ao longo dos anos esse potencial antioxidante natural vai reduzindo sua função (DOLINSKY et al., 2009).

Para que as enzimas endógenas realizem seu trabalho de forma satisfatória é necessária à presença de alguns minerais como zinco, cobre e selênio, e também quantidades de proteínas de boa qualidade e vitaminas.

Nos alimentos, encontra-se grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergia, na proteção das células e tecidos, como as vitaminas C e E. (BRAZACA, 2007).

O cobre e o zinco, dois minerais, também são importantes para a produção da superóxido dismutase dentro da mitocôndria, onde a maior parte dos radicais livres é produzida. A enzima do superóxido dismutase (SOD) acelera o desproporcionamento do superóxido em oxigênio (o) e peróxido em hidrogênio (H) por tanto é uma importante defesa antioxidante na maioria das células expostas ao oxigênio. Já o selênio é essencial para formação da glutathione peroxidase que é uma enzima sintetizada pelo próprio corpo reciclando antioxidantes, como a vitamina C, o ácido lipóico, os flavonoides, fazendo parte do sistema de defesa antioxidante enzimático celular mantendo o corpo livre de toxinas e outros elementos nocivos.

A vitamina C e outras do complexo B são necessárias para produção de catalase extra (DOLINSKY, 2009). Os antioxidantes obtidos da dieta são indispensáveis para a defesa apropriada contra oxidação, e, portanto, tem importante papel na manutenção da saúde. Acredita-se que pelo menos parte do efeito benéfico de uma dieta rica em frutas e vegetais está na variedade de antioxidantes vegetais que podem funcionar como suplementos benéficos para o ser humano. Eles previnem os danos provocados pelos radicais livres oferecendo a estes o elétron que lhes faltam, assim o radical livre estabiliza-se, não rompendo os elétrons de outras células (SHILS, et al., 2009).

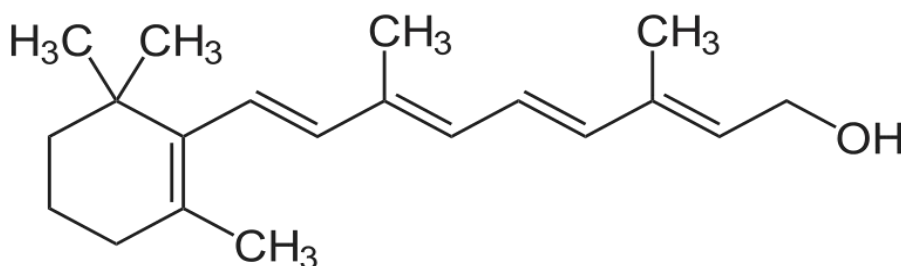
As vitaminas C, E e o β -caroteno são consideradas excelentes antioxidantes, capazes de sequestrar os radicais livres com grande eficiência. Entretanto, há ainda outras substâncias que atuam como antioxidantes como os flavonóides, coenzima Q10, licopeno, as isoflavonas, as catequinas, entre outras. (NEDEL; 2005; BIANCHI e ANTUNES, 1999).

3.3.1 Vitamina A

A vitamina A, também conhecida como retinol, foi a primeira vitamina a ser reconhecida e faz parte do grupo das vitaminas lipossolúveis. É essencial para o ser humano e encontra-se na natureza apenas em alimentos de origem animal; nos alimentos de origem vegetal são encontradas as pró-vitaminas A ou carotenóides, cujo principal exemplo é o β -caroteno. Dentre os carotenoides há aqueles que não são considerados pró-vitamina A e incluem a zeaxantina, aluteína e o licopeno (PENTEADO, 2003).

Essa vitamina contribui para a boa visão, pois protege a córnea e para o desenvolvimento do feto. Sendo considerada de grande importância no organismo. Ela é essencial para a pele e prevenir infecções (Figura 3).

Figura 03 – Estrutura química da vitamina A (Retinol)



Fonte: Infoescola

A vitamina A é sensível à oxidação na presença de luz, instável ao calor e em meio ácido, e estável em meio alcalino. Os carotenoides também são estruturas muito instáveis e podem ser alterados ou parcialmente destruídos pelas mesmas causas e ainda pela presença de oxigênio, esse desgaste causa a perda da atividade pró- vitamina A, e possuem atividade antioxidante, e o β -caroteno é o mais conhecido e estudado em virtude de seu potencial antioxidante (DOLINSKY, 2009 E PENTEADO, 2003). São os alimentos de origem vegetal, nos quais são convertidas em vitamina A. A ação antioxidante dessa vitamina contribui para que ela tenha efeito de proteção. Como a vitamina A tem efeito oxidante ela evita que os radicais livres atuem para causar doenças como catarata, tumor e etc.

Os carotenoides possuem a capacidade de desativar o oxigênio singlete e neutralizar radicais peroxil, reduzindo a oxidação do DNA e lipídios, que está

associada a doenças degenerativas, como câncer e doenças cardíacas. O betacaroteno age sobre as células imuno-competentes, aumentando os linfócitos e as células killers, a partir dessas propriedades é possível que o β -caroteno tenha uma atividade antienvelhecimento (DOLINSKY, 2009).

Em várias pesquisas realizadas constatou-se que a vitamina A previne o câncer, pois a ação antioxidante contribui para a proliferação e diferenciação celular de maneira correta no qual altera a célula do câncer e faz como que estas não se tornem mais cancerígenas (FIGUEREDO, 2001).

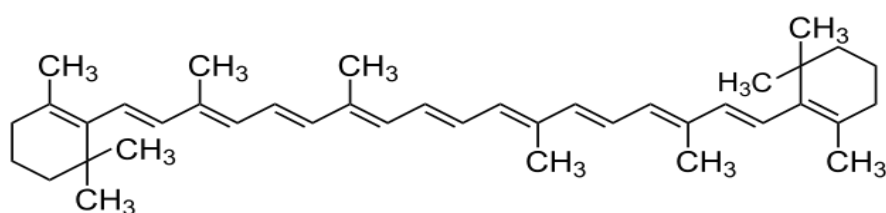
Já a vitamina A e seus carotenóides precursores têm a capacidade de reagir em baixas concentrações e baixa pressão parcial de oxigênio, como ocorre na maioria dos tecidos sob condições fisiológicas (VASCONCELOS, et.al, 2007).

São sintetizados por todos os micro-organismos, grande parte dos alimentos concentrados utilizados na alimentação animal contém pouco carotenoides. Este micronutriente atua no desenvolvimento dos ossos, melhora a visão, fortalecimento do sistema imunológico.

Além dessa propriedade antirradicalar, a vitamina A participa do processo de formação da pele, unhas e cabelo, atua na queratinização e estimula a microcirculação cutânea. Ultimamente conseguiram-se formas mais estáveis e ativas desta substância, de maneira a aumentar seu potencial de ação (SCOTTI; VELASCO, 2003 E STEINER, 2002).

β -Caroteno é a pró-vitamina A, presente em fontes vegetais, como cenoura, batata doce, abóbora, pêssego, melão. Evidências epidemiológicas sugerem que os carotenoides do soro sanguíneo são potenciais antioxidantes e que tem um papel protetor no desenvolvimento de doenças crônicas, visto que alguns estudos mostraram que a concentração de β -caroteno (Figura 04) em tecidos adiposos estava significativamente mais baixa em pacientes que tiveram infarto do miocárdio do que nos controles (KRAUSE, 2005).

Figura 04 – Estrutura química da β -caroteno



Resultados de um estudo realizado por Zhao et al. (2006) indicam que a suplementação de carotenoides reduz a injúria no DNA e que a combinação de carotenoides (β -caroteno e licopeno) ingeridos e alcançados pela dieta ou em largas doses de carotenoides individuais (12mg) poderiam proteger contra a injúria no DNA. O β -caroteno é altamente lipossolúvel e transportado largamente com o colesterol LDL (75%) e com o HDL (25%). Possui função antioxidante de captador de radicais livres, para reduzir a extensão de injúria nuclear e para inibir a peroxidação lipídica induzida pelas enzimas fontes de radicais livres, como a xantina oxidase (CHAO, 2002). al., 2004).

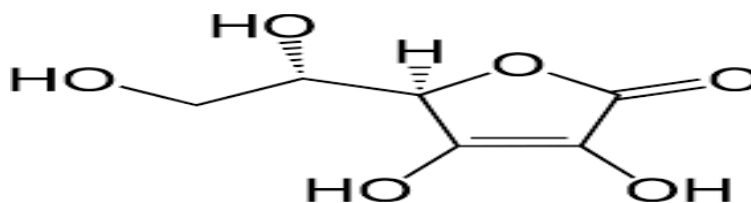
3.3.2 Vitamina C

A vitamina C traz inúmeros benefícios à saúde. Dentre eles vale destacar: o combate à oxidação das células por ser uma grande doadora de elétrons; a proteção de proteínas, lipídios e outros elementos importantes para a manutenção das células e atuação na síntese de colágeno, que é um componente importante para ossos, vasos sanguíneos, pele, tendões e ligamentos.

A vitamina E, é composta por oito substâncias diferentes, quatro tocoferóis e quatro tocotrienóis. É possível consumir todas elas por meio de alimentação variada. No entanto, ao optar-se com alimentação complementar, será consumida apenas uma das substâncias. São consideradas fontes deste tipo de vitamina: as folhas verdes, dentre elas, o espinafre; o agrião e a rúcula. Os óleos vegetais e derivados, cereais integrais, oleaginosas; castanha-do-pará; avelã; amêndoa, nozes e sementes.

Vitamina C é o nome genérico dado ao ácido ascórbico, uma vitamina hidrossolúvel essencial para a saúde do ser humano, mas não é sintetizada pelo organismo, então, deve-se adquiri-la de forma exógena, através da dieta (PENTEADO, 2003 E SHILS et al., 2009):

Figura 05 – Estrutura química da Vitamina C (Ácido Ascórbico)



Fonte: Infoescola

A vitamina C é uma molécula ácida, com forte atividade redutora, derivada de açúcares (Figura 6). É um componente essencial na maioria dos tecidos, e ocorre naturalmente em alimentos na forma reduzida de ácido L-ascórbico e seu produto de oxidação inicial é o ácido de hidro ascórbico, ambos apresentando atividade vitamínica (PENTEADO, 2003).

A deficiência da ingestão de vitamina C é conhecida como escorbuto e normalmente resulta da falta de ingestão de frutas e vegetais fontes da vitamina. Mas mesmo, espécies incapazes de sintetizar a vitamina C, conseguem obter a quantidade suficiente através de uma dieta rica em verduras e legumes (SHILS et al., 2009 E PENTEADO, 2003).

Entre suas diversas funções, a vitamina C atua na fase aquosa como um excelente antioxidante sobre os radicais livres. Assim, ela participa do sistema de proteção antioxidante e dentre suas diversas funções está a de reciclar a vitamina E (PENTEADO, 2003).

A vitamina C é considerada o mais importante e potente antioxidante nutricional hidrossolúvel que atua diretamente nas membranas celulares, por impedir a iniciação da peroxidação lipídica, ou indiretamente na regeneração da vitamina E (GORDON, 2012).

O papel da vitamina C no tecido conjuntivo é reconhecido há bastante tempo, mas somente a partir do século XVI essa evidência ganhou força, com o consumo de frutas cítricas para prevenção do escorbuto. É uma vitamina essencial para o funcionamento das células, e isso é evidente no tecido conjuntivo e durante a formação do colágeno, pois ela é um cofator fundamental na hidroxilação da prolina e lisina, aminoácidos essenciais para estrutura, manutenção e função do colágeno (STRUTZEL et al., 2007 E MANELAAZULAY et al., 2003).

A vitamina C é uma doadora de elétrons, ou agente redutor, ela doa em sequencia dois elétrons e quando perde esses elétrons, a vitamina é oxidada e outra substância é reduzida, impedindo a oxidação da substância reduzida. Ela também é capaz de diminuir a peroxidação lipídica. (BARROS et al.,2012)

A recomendação dietética de vitamina C é de 65 mg/dia para mulheres e 75mg/dia para homens, adultos e saudáveis. Gestantes e lactantes necessitam de um maior aporte da vitamina. Se cinco porções de frutas e vegetais forem ingeridas diariamente, ocorrerá a ingestão de 200 a 300mg/dia de vitamina C, atingindo facilmente a recomendação diária (PENTEADO, 2003 E SHILS, 2009).

O ácido ascórbico está presente nas frutas cítricas, nos tomates, nos melões, nos morangos, na goiaba, etc. É um antioxidante hidrossolúvel que reage diretamente não apenas com radical superóxido e hidroxila, mas também com radical tocoferoxil, resultando na regeneração de tocoferol (CHAO, 2002; KRAUSE E MAHAN, 2005).

Achados sugerem que a vitamina C tem efeito anti-inflamatório e está associada à redução da disfunção endotelial em homens com histórico de doenças cardiovasculares ou diabetes (WANNAMETHEE et al., 2006). Ainda, é considerável que a suplementação combinada de β -caroteno (15mg/dia), vitamina C (50mg/dia) e vitamina E (400mg/dia) por seis semanas pode ser usada como uma tentativa clínica na hiperlipidemia de fumantes, para eliminar o estresse oxidativo e o dano celular (CHAO et al., 2002).

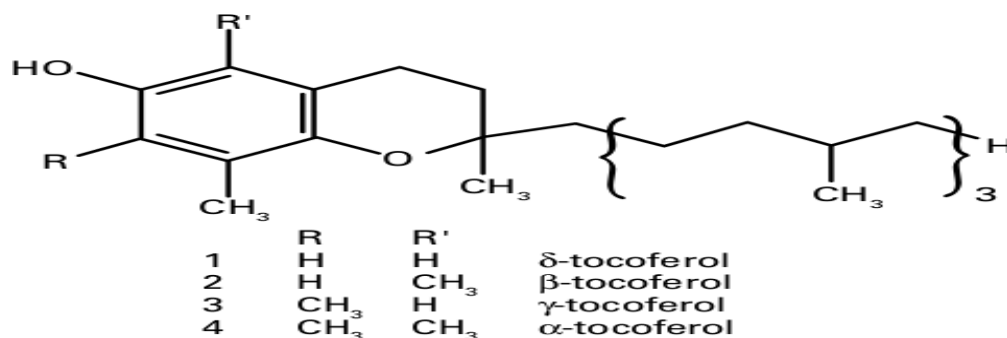
3.3.3 Vitamina E

Vitamina E é o termo genérico empregado para designar 8 compostos lipossolúveis naturais que apresentam, a mesma atividade biológica que o alfa tocoferol. É uma vitamina razoavelmente resistente ao calor e a ácidos e instável a álcalis, luz ultravioleta e oxigênio, ela é destruída quando há presença de gorduras rançosas, chumbo e ferro (PENTEADO, 2003; MAHAN E SCOTTSTUMP, 1998).

A vitamina E é composta por oito substâncias diferentes. Estas substâncias pertencem a dois grupos de compostos. O primeiro grupo é derivado do tocol e apresenta uma cadeia lateral saturada contendo 16 átomos

de carbono. Esse grupo inclui quatro dos oito compostos, sendo eles o α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol e o δ -tocoferol (Figura 06).

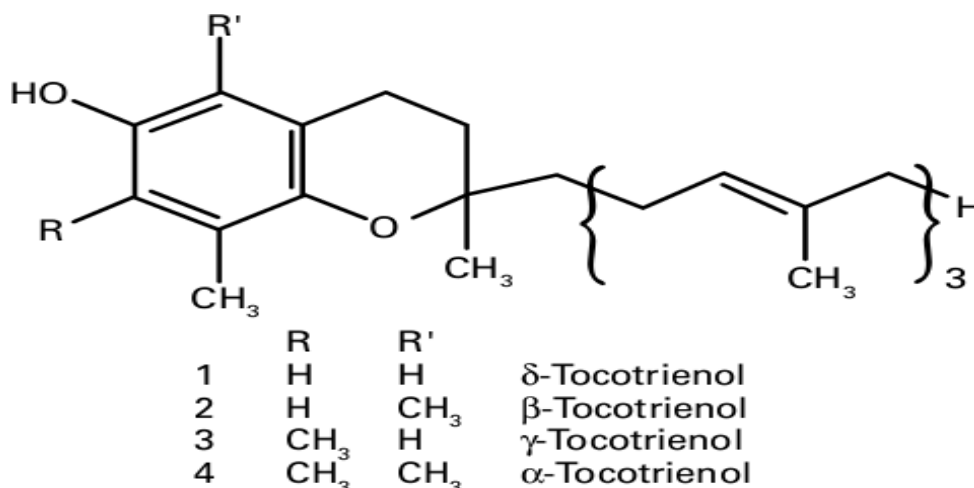
Figura 06 – Estrutura Química da Vitamina E (α -tocoferol)



Fonte: Infoescola

O α -tocoferol é a forma mais biologicamente ativa da vitamina E é o mais abundante antioxidante lipossolúvel nos tecidos, plasma e o principal antioxidante da lipoproteína de baixa densidade (LDL). (BONI, et.al, 2010). O segundo grupo de substâncias com atividade biológica da vitamina E são derivadas do tocotrienol. Este grupo inclui as restantes quatro moléculas que fazem parte da vitamina E, sendo elas o α -tocotrienol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol e o δ -tocotrienol (Figura 7).

Figura 07 – Estrutura Química da Vitamina E (α -tocotrienol)



Fonte: Infoescola

Segundo Penteado (2003, p. 78) há numerosos estudos acerca da ação antioxidante da vitamina E no organismo, favorecendo o retardo do envelhecimento precoce e a proteção contra danos ao DNA. A vitamina E tem como principal função a ação antioxidante. Este nutriente age para combater os radicais livres, que são substâncias que podem causar muitas doenças degenerativas.

A vitamina E, sendo lipossolúvel está presente em alimentos como óleo de germe de trigo, vegetais verdes, gema de ovo, gordura do leite, manteiga, carne, nozes e óleos vegetais, presente no sangue e em membranas celulares e age sinergicamente com outros antioxidantes na célula contra a injúria oxidativa.

Esta vitamina E é transportada em lipoproteínas plasmáticas e sofre participação para o interior das membranas e locais de armazenamento de gorduras, onde apresenta único papel de proteger os ácidos graxos poli-insaturados da oxidação (SHILS *et al.*, 2009).

Como os ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) são suscetíveis à oxidação, o consumo de alimentos ricos nesse tipo de lipídeos aumenta os requerimentos de vitamina E, tendo em vista seu importante papel antioxidante. Desse modo, a vitamina E atua na prevenção da lipoperoxidação das membranas biológicas (IBRAHIM *et al.*, 1999).

O tocoferol é o principal antioxidante lipossolúvel no plasma e na membrana dos tecidos. Atua como antioxidante predominante na partícula LDL, por apanhar radicais livres peroxil (CHAO, 2002; KRAUSE e MAHAN, 2005). Segundo um estudo elaborado por John *et al.* (2001), o tratamento com vitamina E reduz a lipoperoxidação em ratos intoxicados e a atividade da SOD, CAT e GSH aumentou em ratos intoxicados com pesticidas. Ainda, resultados de um estudo com ratos, realizado por MacDonald-Wicks e Garg (2003), apresentaram evidências para o papel antioxidante da vitamina E desenvolvido em situações de estresse.

A vitamina E também protege a gordura, o colesterol, já que se for oxidado pode causar arteriosclerose, pois se acumula nas artérias. A vitamina age na proteção da pele, na manutenção do sistema imunológico e contribui para o funcionamento dos tecidos ósseos e músculos.

Alguns estudos demonstraram o potencial benéfico da vitamina E na função das plaquetas, mas muitas tentativas clínicas falham em mostrar melhora cardiovascular como resultado da suplementação com α -tocoferol. A forma dietética da vitamina E em maior quantidade é o γ -tocoferol e possui propriedades diferentes do α -tocoferol (CLARKE et al., 2006).

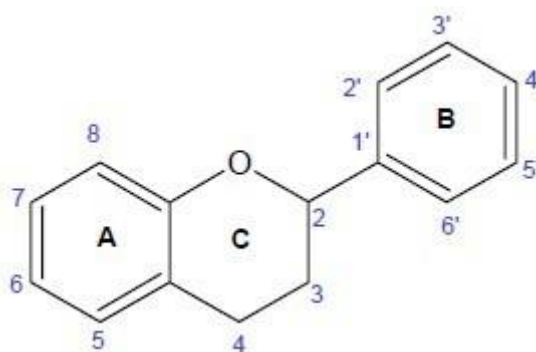
No entanto, segundo Upritchard et al. (2003), altas doses de vitamina E têm mostrado aumento na resistência à oxidação do LDL e aumento na capacidade antioxidante, auxiliando na redução do estresse oxidativo.

3.3.4 Flavonoides

Flavonoides constituem um largo grupo de compostos polifenólicos que são encontrados em frutas, hortaliças, café, chás, chocolates, vinhos e sucos de uva. O consumo de alimentos ricos em flavonoides está associado com a redução do risco de várias doenças crônicas, sendo que o efeito protetor desses alimentos é devido, em parte, às suas propriedades antioxidantes e à sua capacidade em reduzir o estresse oxidativo (HALLIWELL et al., 2005).

O termo flavonóide é um nome coletivo dado aos pigmentos de plantas que consistem de um esqueleto de di-fenil propano ($C_6C_3C_6$) com dois anéis benzênicos ligados a um anel pirano (Figura 08).

Figura 08 – Estrutura base dos Flavonóides



Fonte: Infoescola

Os flavonóides são antioxidantes efetivos devido à suas propriedades seqüestrantes de radicais livres e por quelar íons metálicos, protegendo assim os tecidos dos radicais livres e da peroxidação lipídica. (KANDASWAMI E MIDDLETON, 1994). A propriedade antioxidante é direcionada sobre o radical

hidroxil (OH) e o ânion superóxido (O₂⁻), que são espécies altamente reativas envolvidas na iniciação da peroxidação lipídica.

Os flavonóides englobam uma parte muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza, unicamente em vegetais (BOBBIO E BOBBIO, 2003).

O teor de flavonóides em alimentos consumidos diariamente é: 44 mg em cereais, 79 mg em batatas, 45 mg em grãos e nozes e 162 mg em vegetais e ervas. A maior parte dos flavonóides consumidos provêm do cacau, cola, café, chá preto, cerveja e vinho, aproximadamente 420 mg/dia, com um adicional de 290 mg/ dia provenientes de frutas e sucos. (PIERPOINT, 1986).

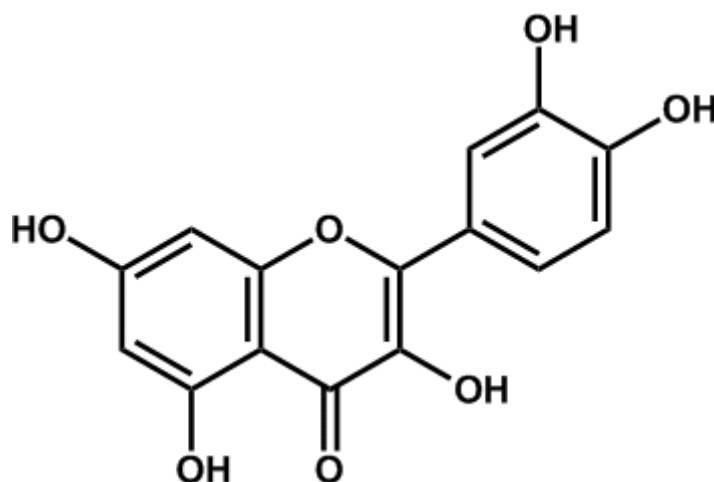
Em pesquisa realizada por Castilla et al. (2006), concluiu-se que a suplementação da dieta com suco de uva vermelha concentrado reduz a oxidação de LDL, podendo favorecer a redução do risco de doenças cardiovasculares. Uma considerável parte da literatura científica aceita a influência do estresse oxidativo em muitas patologias, bem como o combate aos radicais livres por meio da dieta rica em polifenóis, devido ao seu papel antioxidante (SCALBERT; JOHNSON E SALTMARSH, 2005).

Estudos recentes evidenciam o cacau como alimento fonte de flavonoides e outros antioxidantes (KEEN, 2005). O café, de acordo com Andersen et al. (2006), é a maior fonte de antioxidantes da dieta, podendo inibir a inflamação e, assim, reduzir o risco de doenças cardiovasculares e outras doenças inflamatórias em mulheres pós-menopausa.

Alguns dados epidemiológicos sugerem que dietas relativamente alta sem derivados de soja estão associadas com a diminuição do risco de doenças cardiovasculares, infarto do miocárdio e das concentrações do LDL total, devido ao seu conteúdo de flavonoides (KRIS-ETHERTON E VITA, 2005).

O flavonóide quercetina é um antioxidante geralmente encontrado nos alimentos na forma glicosilada (Figura 09).

Figura 09 – Estrutura química da Quercetina (Flavonóide)



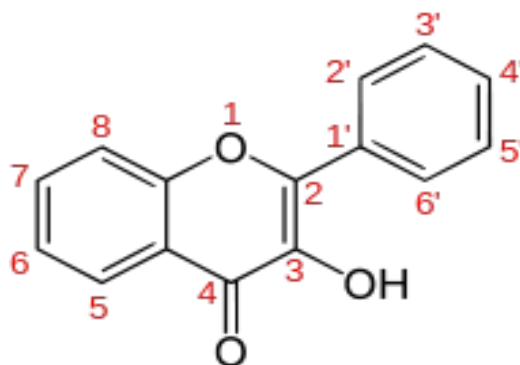
Fonte: Infoescola

A quercetina pode inibir o processo de formação de radicais livres em três etapas diferentes, na iniciação (pela interação com íons superóxido), na formação de radicais hidroxil (por quelar íons de ferro) e na peroxidação lipídica (por reagir com radicais peroxi de lipídeos).

Avila et al. (1994) reportaram que a quercetina inibiu a proliferação celular da linhagem MDA MB 468 (tumor de mama humano). Knekt et al. (2002) encontraram uma relação inversa entre o consumo de flavonóides e a incidência de câncer pulmonar, em homens e mulheres acima de 20 anos de idade, sendo que a quercetina representava cerca de 95% do consumo total de flavonóides neste estudo.

A quercetina, considerado o principal flavonóide da dieta está presente em frutos, vegetais e bebidas. Entre os flavonóides de maior importância antioxidante encontram-se as catequinas, presentes no chá verde, vinho e cacau (LEE et al., 2003).

Figura 10 – Estrutura química da Miricetina (Flavonóide)



Fonte: Infoescola

A miricetina é um tipo de flavonol que possui uma coloração também amarelo pálido (Figura 10). Os flavonóis secretados no solo pelas raízes das leguminosas servem de mediadores na interação das plantas com os microrganismos simbiotes fixadores de nitrogênio (THEUNIS *et al.*, 2004).

Estão presentes em várias fontes, sendo mais comuns em frutas e vegetais. O caju e a pitanga são as melhores fontes entre as frutas, pois são ricos em quecertina, kaempferol e miricetina (HUBER E AMAYA, 2008).

São protetores químicos que absorvem luz em comprimentos de onda mais curtos do que àqueles visíveis ao olho humano, protegendo as células vegetais dos danos causados pela fotoxidação.

3.3.5 Antioxidantes minerais

Os minerais antioxidantes auxiliam na prevenção do estresse oxidativo, influenciam benéficamente a saúde e a beleza da pele, exercendo ação eficaz na proteção solar, cicatrização, prevenção do envelhecimento, melhora na elasticidade, prevenção de rugas, entre outras (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015).

Os minerais antioxidantes são encontrados em alimentos. Assim, a alimentação não é a única maneira de prevenir o estresse oxidativo, visto que, muitas vezes, a população não consegue alcançar a IDR (Ingestão Diária Recomendada) de cada mineral somente através da ingestão dos alimentos comuns (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015).

Dentre os principais minerais com ação antioxidante no organismo, destacam-se: O zinco é um importante cofator da enzima superóxido dismutase (Cu/ZnSOD), que participa de reações no combate aos radicais livres. Estes participa da síntese de proteínas que podem se ligar a metais, como o cobre, impedindo a formação de radicais livres. Quanto menor for a concentração de zinco no organismo maior será a concentração de componentes pró-inflamatórios e menor capacidade de defesa imunológica além de estresse oxidativo aumentado. (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015).

O cobre é um cofator essencial para uma série de enzimas envolvidas em reações metabólicas de integridade do DNA, diferenciação e divisão celular, de transporte de oxigênio e proteção antioxidante. (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015). O zinco e o cobre são importantes componentes estruturais das enzimas superóxido - dismutase citosólica e extracelular, enquanto o manganês compõe a enzima superóxido - dismutase mitocondrial (PANZIERA et al., 2011).

O magnésio participa do metabolismo energético, da regulação dos transportadores de íons e da contração muscular. (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015). Os minerais zinco, selênio, cobre e manganês apresentam atividade antioxidante e atuam como co-fatores para diversas reações enzimáticas que neutralizam radicais livres.

O selênio é um micro nutriente essencial, indispensável a diversas funções metabólicas, tem sido relacionado à regulação do sistema de defesa antioxidante, atua como cofator da enzima glutational peroxidase (Se-GPX), que, em falta, acarreta maior suscetibilidade a lesões oxidativas. Uma das funções é retardar o processo de envelhecimento da pele. (ALBION HUMAN NUTRITION, 2015).

O selênio, por sua vez, é um importante co-fator para a enzima glutational- peroxidase, que no interior da célula converte compostos tóxicos em atóxicos, água e oxigênio, resultando na redução de radicais livres (PANZIERA, 2011). Além disso, os efeitos dos minerais traços, como manganês, zinco e cobre, em enzimas antioxidantes (catalase e superóxido dismutase) têm sido bem estabelecidos. O selênio também tem recebido muita atenção pelo seu papel na formação da glutational peroxidase (CHENG et al., 2001).

Tabela 2. Alimentos com Antioxidantes

Antioxidantes Minerais	Alimentos
Zinco	Alimentos ricos em proteína como carnes, frango e peixe.
Cobre	Fígado, carne, marisco, feijão, farinha de soja e cereais integrais, trigo, farelo de amêndoas, abacate, cevada, alho, nozes, aveia e etc.
Selênio	Castanha-do-pará, salmão, farelo de trigo, sementes de girassol (secas), ostras cruas, farinha de centeio, fígado de bovino, camarão e milho.
Magnésio	Legumes, nozes, verduras, alimentos de grãos integrais, frutos do mar.

Fonte: Infoescola

Os minerais são substâncias nutritivas indispensáveis ao organismo, pois promovem desde a constituição de ossos, dentes, músculos, sangue e células nervosas até a manutenção do equilíbrio hídrico. Na tabela 01 a seguir, encontram-se os alimentos com antioxidantes minerais.

Conforme a tabela acima, o cobre é um ótimo antioxidante, além de componente de diversas enzimas envolvidas na produção de energia celular, na formação de tecidos conectivos e na produção de melanina.

O magnésio é importante, pois intervém para regular a atividade de mais de 300 reações enzimáticas; intervém, igualmente, na duplicação dos ácidos nucléicos, na excitabilidade neural e na transmissão de influxo nervoso, agindo sobre as trocas iônicas da membrana celular.

O selênio é o “novo” oligoelemento por excelência. Entre as funções desempenhadas, destacam-se a participação na síntese de hormônios tireoideanos, a ação antioxidante e o auxílio a enzimas que dependem dele para terem um bom funcionamento.

Aproximadamente 100 enzimas dependem do zinco para realizar reações químicas vitais. O mineral tem papel importante, por exemplo, no crescimento, na resposta imune do organismo, na função neurológica e na reprodução.

3.4 EFEITOS DOS ANTIOXIDANTES NO ESTRESSE OXIDATIVO

Os antioxidantes de frutas e hortaliças são aditivos aos efeitos protetores endógenos do organismo humano, minimizando o efeito dos radicais livres. Nesse sentido:

o consumo regular de frutas, sementes oleaginosas e hortaliças está associado com o baixo risco de incidência e mortalidade por câncer e doenças cardíacas, devido à presença de compostos oriundos do metabolismo secundário que apresentam grande atividade antioxidante e anti-inflamatória, regulam a expressão de genes envolvidos na proliferação celular e, assim, contribuem na prevenção de várias doenças (JACQUES et al., 2013).

De acordo com os autores, o uso de frutas, sementes e oleaginosas está associado ao baixo nível de ocorrência e mortalidade causado por câncer ou doenças cardíacas, permitindo-se concluir que o uso constante destes alimentos são essenciais para a saúde humana.

Brazaca afirma que “nos alimentos, encontra-se grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergia, na proteção das células e tecidos, como as vitaminas C e E”. (BRAZACA, 2007, p. 59).

A vitamina C, é uma vitamina hidrossolúvel, ou seja, é solúvel em água. Ela não pode ser sintetizada pelos seres humanos, sendo assim, a única maneira de obtê-la é pela alimentação. Após ser ingerida, a vitamina C participa de diversas ações bioquímicas vitais para o organismo, atua na melhora do sistema imunológico, na pele, no humor e evita problemas oftalmológicos e derrames. São nas frutas e vegetais que se encontram melhores fontes desta vitamina. A título de exemplificação se pode enumerar o camu-camu (fruta da Amazônia) a acerola, a goiaba, o kiwi, o morango, a laranja, o pimentão, o brócolis, a couve-de-bruxelas, o goji berry, cranberry e o caju.

A vitamina E é importante para o organismo porque atua como antioxidante poderoso e é bem mais forte que a vitamina C. Possui várias funções e dentre elas se podem relacionar a prevenção de doenças cardiovasculares, a melhoria da pele e o fortalecimento do sistema imunológico. Os alimentos ricos em vitamina E são principalmente os de origem vegetal ricos em gordura, como as sementes de girassol, as avelãs e a castanha. Porém, alguns alimentos de origem animal, como salmão, bacalhau e ovo cozido também são ricos desta vitamina. O quadro 02 a seguir, demonstra alguns alimentos ricos em antioxidantes que são benéficos à saúde.

“Evidências epidemiológicas têm mostrado que existe uma correlação inversa entre o consumo regular de frutas e hortaliças e a prevalência de algumas doenças degenerativas” (TEMPLE, 2000, p. 43). Lima afirma que “o efeito protetor exercido pelos alimentos (frutas e hortaliças), tem sido atribuído à presença dos compostos antioxidantes” (LIMA et al., 2004, p.109).

Os autores deixam claro em suas afirmações, o quanto é importante o uso contínuo de frutas, sementes e hortaliças na prevenção de doenças. A seguir, a tabela 02, relacionando alguns antioxidantes, presentes em frutas e hortaliças:

Tabela 3. Antioxidantes presentes em frutas e hortaliças

Alimento	Antioxidante
Mamão	β -caroteno
Brócolis	Flavonoides
Laranja	Ácido Ascórbico
Cenoura	β -caroteno
Tomate	Carotenóides
Uva Pimentão	Resveratrol Astaxantina
Salsa	Flavonoides
Espinafre	Clorofilina
Morango	Ácido Ascórbico

Fonte: Adaptado de Bianchi e Antunes (1999)

É importante salientar que os antioxidantes que o corpo produz, não são suficientes para sua proteção e por isso, é essencial que a alimentação seja rica deste composto para que o corpo seja totalmente protegido contra os perigos dos radicais livres. A Tabela 1 retrata alimentos compostos por antioxidantes do tipo: Resveratrol; Carotenoides, Astaxantina e Flavonoides.

O resveratrol se encontra em alimentos como uva, cacau e vinho tinto e é um antioxidante que age no organismo protegendo o cérebro e o sistema nervoso por ter a capacidade de romper a barreira sangue-cérebro. Também é muito eficaz no processo de retardamento do envelhecimento, por isso, é conhecido como “fonte da juventude”.

Ainda atua contra a propagação do câncer de próstata; na redução da pressão arterial; na manutenção do coração saudável; na prevenção da doença de Alzheimer, na normalização da resposta anti-inflamatória e na melhorada elasticidade dos vasos sanguíneos. Este tipo de antioxidante pode ser consumido por meio da ingestão dos alimentos citados explicitados ou por complementação.

Os carotenoides são compostos que fornecem às frutas e legumes os tons de vermelho, amarelo e laranja. Na verdade, são mais de 700 pigmentos que aparecem naturalmente em plantas, bactérias e algas que realizam fotossíntese. Eles não são sintetizados pelo organismo e a única forma de obtê-los é por meio do consumo de alimentos ou de complementos alimentares. Agem no organismo, protegendo a visão, contra a deterioração das células, contra o envelhecimento precoce e contra algumas doenças crônicas.

Apesar das fontes dos carotenóides serem alimentos com a coloração alaranjada, vermelha e amarela, como o tomate, a cenoura, a laranja, o pêssego e a abóbora, alguns alimentos contêm o nutriente e não contam com essa coloração, dentre eles: a chlorella (uma poderosa microalga verde), o inhame, o espinafre e a couve (MADEIRA, UFP, 2015).

A astaxantina é um carotenóide vermelho, considerado um dos antioxidantes mais importante e é conhecido como “rei dos carotenóides”, e supera em até 500 vezes a vitamina E e 50 vezes o beta-caroteno. Ele promove a saúde e protege o sistema nervoso e vascular. A astaxantina além de possuir um grande poder antioxidativo promove muitos benefícios à saúde, onde se pode relacionar: a proteção da célula contra raios UVB e redução de danos ao DNA; reduz as inflamações nas articulações e nos tendões; age nos inflamatórios, como artrite reumatoide, doença cardíaca, esclerose múltipla, diabetes, mal Alzheimer; protege o sistema imunológico; reduz o risco de vários tipos de câncer; age na recuperação de lesões do sistema nervoso central; alivia a indigestão e o refluxo; age na saúde do olho, protegendo contra catarata, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade, causa mais comum de cegueira e age no controle dos níveis de triglicerídeos (MORAIS, CET, 2006).

Os flavonoides são substâncias produzidas por vegetais que protegem contra a ação maléfica da radiação solar e contra organismos patógenos. Elas inibem a atividade das enzimas responsáveis pela produção de radicais livres. São fontes de flavonoides: frutas de coloração avermelhada, como o morango, a uva, a maçã, o mirtilo (blueberry), a romã, a framboesa e os vegetais: brócolis, couve, espinafre e salsa. As oleaginosas como nozes; as sementes, dentre elas a linhaça e as bebidas como café, vinho e chás. (MADEIRA, UFP, 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos compostos antioxidantes encontrados na dieta ou mesmo sintéticos são estratégias de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados nas indústrias de alimentos, cosméticos, bebidas e também na medicina.

Evidenciou-se que estes compostos são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular e que por isso são muito importante na interceptação destes radicais.

Assim sendo, pode-se inferir que a ingestão de alimentos fontes de substâncias antioxidantes (vitaminas A, C e E, carotenoides, compostos fenólicos e minerais) está diretamente relacionada à prevenção de diversos tipos de doenças degenerativas. Oportuna-se afirmar que a potencialidade das frutas e hortaliças na promoção da saúde humana envolve grande quantidade destas substâncias e seus efeitos benéficos para a saúde humana, já foram comprovados.

Diante das informações explicitadas acerca da importância das substâncias antioxidantes, vê-se que é necessário à saúde humana o consumo de frutas, hortaliças e oleaginosas, porque são alimentos que fornecem vitaminas e minerais que ajudam na redução do risco de doenças.

Por fim é importante enfatizar que mais estudos são necessários para que a população brasileira tenha conhecimento profundo sobre essas substâncias, conheça seus benefícios e faça uso de forma eficaz dos alimentos ricos em antioxidantes, no entanto, considerando os aspectos da biodisponibilidade e do sinergismo dos compostos.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante do café**. Ciência e Agrotecnologia, v. 34, p. 414-420, 2010;
- AMORIM, S. L.; OLIVEIRA, A. C. P.; RIET- CORREA, F. **Distrofia muscular nutricional em ovinos na Paraíba**. Pesquisa Veterinária Brasileira, rio de Janeiro, v. 25, n. 2, 2005;
- AFANAS'EV, I.B. at al. **Chelating and free radical scavenging mechanism of inhibitory action of rutin and quercetin in lipid peroxidation**. Biochem. Pharmacol., v. 38, p. 1763-1769, 1989;
- AVILA, M.A. et al. **Quercetin mediates the down regulation of mutant p53 in the human breast cancer cell line MDA-MB468**. Cancer Res., v.54, p. 2424-2428, 1994;
- BÄCHTOLD, Guilherme. **Introdução aos antioxidantes**. 2013. Disponível em: <https://radicaislivres97.wordpress.com/2013/05/26/introducao-aos-antioxidantes/>. Acessado em: 25 de outubro de 2019.
- BONI A, PUGLIESE C, CLÁUDIO C.C, PATIN, R.V, OLIVEIRA F.L.C. **Vitaminas antioxidantes e prevenção da arteriosclerose na infância**. Rev Paul Pediatr. 2010; 28(4):373-80;
- BRAZACA, S. G. C. **Antioxidantes previnem doenças e envelhecimento**. In: Visão agrícola nº7 jan | jun. 2007;
- BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Introdução à química de Alimentos**. 3. ed., São Paulo: Varela, 2003. p. 202-215;
- BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação**. Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006;
- BARROS, Cintia Meneses; BOCK, Patrícia Martins. **Vitamina C na prevenção do envelhecimento cutâneo**. 2012. Disponível em <http://www.crn2.org.br/pdf/artigos/artigos1277237393.pdf>. Acesso em: 10 abril . 2019;
- BIANCHI, Maria de Lourdes; ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. **Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta**. Revista de Nutrição, Campinas, maio/ago, 1999;
- CERQUEIRA, Fernanda Menezes; MEDEIROS, Marisa Helena Gennari de; AUGUSTO, Ohara. **Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas**. Química Nova, v. 30, n. 2, p. 441-449, São Paulo, 2007;

COLEPICOLO, P. GUARATINI, T; MEDEIROS M.H.G. **Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: uso e avaliação de sua eficácia.**In: Quím. Nova [online]. vol. 30, n.1, pp. 206-213. 2007;

COPACABANA Runners. **Radicais livres e antioxidantes.** 2011. Disponível em: <http://professorrobertodecarvalho.webnode.com.br/news/radicaais-livres-e-antioxidantes/>. Acesso em: 25 de outubro de 2019;

CHAO, J. C. J. et al. **Effects of β -carotene, vitamin C and E on antioxidant status in hyperlipidemic smokers.**Journal of Nutritional Biochemistry, v. 13, p. 427- 434, 2002;

CLARKE, M. W. et al. **Supplementation with mixed tocopherols increases serum and blood cell g-tocopherol but does not alter biomarkers of platelet activation in subjects with type 2 diabetes.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 83,n. 1, p. 95-102, 2006;

COLLINS, A. R. **Assays for oxidative stress and antioxidant status: applications to research into the biological effectiveness of polyphenols.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 81, n. 1, p. 261S-267S, 2005;

COYNE, T. et al. **Diabetes mellitus and serum carotenoids: findings of a populationbased study in Queensland, Australia.**American Journal of Clinical Nutrition, v. 82, n. 3, p. 685-693, 2005;

CHENG, T. Y. et al. **Effects of multinutrient supplementation on antioxidant defense systems in healthy human beings.** Journal of Nutricional Biochemistry, v. 12, p. 388-395, 2001;

CAVALARI, Tainah G. F.*; SANCHES, Rosely Alvim. OS EFEITOS DA VITAMINA C. **Revista Saúde em Foco.** Ano: 2018. Disponível em: http://portal.unisepe.com.br/unifia/wpcontent/uploads/sites/10001/2018/09/086_Os_e_feitos_da_vitamina_C.pdf. Acesso em:25 de outubro de 2019;

DORAM, Sophie. **Quais as doenças crônicas?**.2018.USP-SP. Disponível em:<https://www.sophiederam.com.br/bem-estar/quais-sao-doencas-cronicas/>.Acesso em: 04.nov.2019;

DOLINSKY, Manuela. **Nutrição funcional.** São Paulo: Roca, 2009;

DISTANTE, F; RIGANO, L. **Antioxidantes na prevenção do envelhecimento cutâneo.** In: Cosmectis & Toiletres, São Paulo,v.22,p.42-46. mar/abr. 2010;

FIGUEREDO, Viviane Alves. **A influência da alimentação como agente precursor, preventivo e redutor do câncer.** In: Centro Universitário de Brasília Faculdade de Ciências da Saúde Brasília, 2001;

FIORINI, Liduina Simmelink.**Dossiê: os minerais na alimentação.** Diretora Técnica e de Assuntos Científicos, Fortitech South America. In: Food Ingredients Brasil Nº 4 - www.revista-fi.com. 2008;

FERREIRA, I. C.F.R; ABREU, R. M. V. **StressOxidativo, Antioxidantes e**

Fitoquímicos. Bioanálise, Bragança, v.2, n.2, p.32-39, jul./dez. 2007;

FERREIRA, Magna Maria Macedo; OLIVEIRA, Adriano Henrique Cruz de; SANTOS, Nádia Souza dos. **Flavonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica.** In: Revista Agro@mbiente On-line, v. 2, n. 2, p. 57-60, jul-dez, 2008. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR www.agroambiente.ufrr.br;

GUTIÉRREZ, J. R. V. **Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes.** Revista Cubana Med militar, v. 31, n. 2, p. 126-33, 2002;

GORDON M.H. **Significance of Dietary Antioxidants for Health.** Int J Mol Sci. 2012; 13(1):173-79;

HALVORSEN, B. L. et al. **Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 84, n. 1, p. 95-135, 2006;

HUBER, L.S.; RODRIGUEZ –AMAYA, D.B. **Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos.** Alimen. Nut. Araraquara, n.1, v.19, 2008. p.97-108;

HIRATA, L. L; SATO, M. E. O; SANTOS, C.A.M. **Radicais livres e o envelhecimento cutâneo.** In: Acta. Farm. Bonaerense, v.23, n.3, p.418-424, 2004;

IBRAHIM, W. et al. **Oxidative stress and antioxidant status in mouse Kidney: effects of dietary lipid and vitamin E plus iron.** Journal of Nutritional Biochemistry, v. 10, p. 674-678, 1999;

JASKI, M; LOTÉRIO, N; SILVA, D. **A ação de alguns antioxidantes no processo do envelhecimento cutâneo.** 2011. Disponível em <http://siaibib01.univali.br>. Acesso em: 06 julho. 2018;

JOHN, S., KALE, M., RATHORE, N., BHATNAGAR, D. **Protective effect of vitamin E in dimethoate and malathion induced oxidative stress in rat erythrocytes.** Journal of Nutritional Biochemistry, v. 12, p. 500-504, 2001;

KNEKT, P. et al. **Flavonoid intake and risk of chronic diseases.** Am. J. Clin. Nutr., Bethesda, v. 76, p. 560- 568, 2002;

KEEN, C. L. **Cocoa antioxidants and cardiovascular health.** American Journal of Clinical Nutrition, v. 81, n. 1, 2005;

KANDASWAMI, C.; MIDDLETON, E.JR. **Free radical scavenging and antioxidant activity of plants flavonoids**. Adv. Exp. Med. Biol., New York, v. 366, p. 351-376, 1994;

KENNEDY, E. T. **Evidence for nutritional benefits in prolonging wellness**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 83, n. 2, 2006;

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M. **Zinco, estresse oxidativo e atividade física**. Revista de Nutrição, Campinas, v. 16, n. 4, 2003;

LEE, K. W.; KIM, Y. J.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. **Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, p.7292–7295, 2003;

LIMA, V.; MELO, E.; MACIEL, M.; SILVA, G.; LIMA, D. **Fenólicos totais e atividade antioxidante do extrato aquoso de broto de feijão-mungo**. (Vigna radiata L.). Revista. Nutricional., v. 17, n. 1, p. 53-57, 2004;

MAHAN, L Kathleen; ESCOTT-STUMP, Sylvia. **Alimentos, Nutrição edietoterapia**. 9ª edição, São Paulo: Roca, 1998;

MANELA-AZULAY, Mônica; FILGUEIRA, Absalom Lima; MANDARIMDE-LACERDA, Carlos Alberto; CUZZI, Tullia; PEREZ, Maurício de Andrade. Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, Rio de Janeiro, maio/jun., 2003;

MOLLER, P.; LOFT, S. **Oxidative DNA damage in human white blood cells in dietary antioxidant intervention studies**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 76, n. 2, p. 303-310, 2002;

MAGALHÃES, I. C. R. **A ação dos radicais livres no organismo humano e suas consequências**. 2007. Disponível em: <http://www.gate.com.br/medicinaesaudefisioterapia/variedades/radicais_>. Acesso em: 06 julho. 2018;

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA – UCB. BRASÍLIA – DF MAR 2003. Disponível em http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/1370886616.pdf. Acesso em julho. 2018;

MIRANDA, M. E. **A vez dos nutricosméticos!**. 2010. Disponível em: <<http://nutrirnews.blogspot.com/>>. Acesso em: 15 de nov. 2010.

NUTRITION, Albion Human. **Os minerais antioxidantes na fortificação de alimentos**. Disponível em :www.albionminerals.com/human-nutrition.FOOD INGREDIENTS BRASIL Nº 33 – 2015;

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R. et al. **Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011;

OLIVEIRA A.C, VALENTIM I.B, GOULART M.O.F, SILVA C.A, BECHARA E.J.H, TREVISAN M.T.S. **Fontes vegetais naturais de antioxidantes**.

- Quim Nova. 2009; 32(3):689-702.] PIERPOINT, W.S. **Flavonoids in the human diet**. Prog. Clin. Biol. Res., v. 213, p. 125-140, 1986;
- PEREIRA, R. J. E CARDOSO, M. G. **Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes**. In: J. Biotecnologia. Biodiversidade. v. 3, N.4: pp. 146-152, Nov. 2012;
- PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. **Antioxidantes alimentares: importância química e biológica**. In: Revista Social Brasileira Alimentação Nutricional. , São Paulo, v. 34, n. 3, p. 231-247, dez. 2009;
- PENTEADO, Marilene de Vuono Cargo. **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. São Paulo: Manole, 2003;
- PANZIERA F.B, DORNELLES M.M, DURGANTE P.C, SILVA V.L. **Avaliação da ingestão de minerais antioxidantes em idosos**.Rev Bras Geriatr Gerontol. 2011;14(1):49-58;
- PERRY J.J.P, SHIN D.S, GETZOFF E.D, TAINER J. A. **The structural biochemistry of the superoxide dismutases**. Biochim Biophys Acta. 2010; 1804(2):245–62;
- PLANETA BIOLOGIA. **Antioxidante- o que são, alimentos ricos em antioxidantes**. Disponível em:<https://planetabiologia.com/antioxidante-o-que-sao-alimentos-ricos-em-antioxidantes/amp/>.Acessado em:15 de nov. 2019;
- RATNAM, D.; ANKOLA, D.; BHARDWAJ, V.;SAHANA, D.; KUMAR, M. **Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective**.In: Journal Control Release., v. 113, n. 2,p. 189-207, 2006;
- SARTORI, L. R. **Avaliação do metabolismo *in vitro* da budleína A e correlatos**. 2013. 111p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013;
- SASTRE, J. et al. **The role of mitochondrial oxidative stress in aging**. Free Radical Biology & Medicine, Velencia, v.35, n.1, p.1–8, jan./mar. 2003;
- SANTOS, H. S. CRUZ, W. M. S. **A terapia nutricional com vitaminas antioxidantes e o tratamento quimioterápico oncológico**. In: Revista Brasileira de Cancerologia,v. 47, n. 3, p. 303-308, Rio de Janeiro. 2001;
- SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M.**Polyphenols: antioxidants and beyond**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 81, n. 1, 2005;
- STEINER, Denise. **Vitaminas antioxidantes e a pele**. Cosmetics e toiletries, edição em português v. 14, jul./ago., 2002;
- STRUTZEL, Elenir; CABELLO, Hérica; QUEIROZ, Lumena; FALCÃO, Mário Cícero. Análise dos fatores de risco para o envelhecimento da pele: aspectos gerais e nutricionais. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. São Paulo, 2007;

SCOTTI, Luciana; VELASCO, Maria Valéria Robles. **Envelhecimento cutâneo à luz da cosmetologia**. São Paulo: Tecnopress, 2003;

SHILS, Maurice E.; SHIKE, Moshe; ROSS, A. Catharine; CABALLERO, Benjamin, COUSINS, Robert J. **Nutrição moderna na saúde e na doença**. 10ª edição, São Paulo: Manole, 2009;

TEMPLE, N. J. **Antioxidants and disease: more questions than answers**. In: Nutrition Research, v. 20, n. 3, p. 449-459, 2000;

TESORIERE, L. et al. **Supplementation with cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit decreases oxidative stress in healthy humans: a comparative study with vitamin C**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 80, n. 2, p. 391-395, 2004;

THEUNIS, M. *et al.* **Flavonoids, NodD1, NodD2, and NodBox NB15 modulate expression of the y4wEFG locus that is required for indole-3-acetic acid synthesis in *Rhizobium* sp. strain NGR234**. Molecular Plant-Microbe interaction, v. 17, n. 10, p. 1153-1151, 2004;

UPRITCHARD, J. E. et al. **Spread supplemented with moderate doses of vitamin E and carotenoids reduces lipid peroxidation in healthy, nonsmoking adults**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 78, n. 5, p. 985-992, 2003;

VITA, J. A. **Polyphenols and cardiovascular disease: effects on endothelial and platelet function**. American Journal of Clinical Nutrition, v. 81, n. 1, 2005;

VASCONCELOS S.M.L, GOULART, M.O.F, MOURA J.B.F, MANFREDINI,V. BENFATO M.S, KUBOTA, L.T. **Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação**. Quim Nova. 2007; 30(5):1323-38;

WILLIAMS, S. R. **Fundamentos de nutrição e dietoterapia**. 6. ed. Porto Alegre:Artes Médicas, 1997;

ZIMMERMANN A.M, KIRSTEN V.R. **Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica**. Disc Scientia. 2008; 9(1):51-68.