

**QUERCETINA: UM POTENTE  
ANTIOXIDANTE?**

GILSON GIOMBELI

2009

**GILSON GIOMBELI**

**QUERCETINA: UM POTENTE ANTIOXIDANTE?**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras , como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Nutrição Humana e Saúde, para a obtenção do título de especialização.

Orientador : Prof. Michel Cardoso de Angelis Pereira

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

**2009**

**GILSON GIOMBELI**

**QUERCETINA: UM POTENTE ANTIOXIDANTE?**

Trabalho de conclusão de curso ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Nutrição Humana e Saúde, para a obtenção do título de especialização.

APROVADA em outubro de 2009

Prof. \_\_\_\_\_

Prof. \_\_\_\_\_

Orientador : Prof. Michel Cardoso de Angelis Pereira

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS – BRASIL**

**2009**

## DEDICATÓRIA

Às pessoas que ajudam a melhorar a qualidade de vida das pessoas com uma alimentação saudável e com alimentos que possuem um alto valor biológico.

Às pessoas que disseminam o espírito de aprendizado sobre alimentos naturais e saudáveis.

Às pessoas que estudam e divulgam o conhecimento sobre alimentos, em especial sobre os alimentos funcionais.

A todos que fazem uso consciente da alimentação para ter mais vida e com qualidade.

## AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos sinseros à minha família: Antônio (pai), Nair (mãe) e, irmãos: Idair, Roseli e Gilberto. Todos possuem morada no meu coração.

Agradecimento especial à minha segunda grande família: Silvana e Gabriel.

Agradeço a oportunidade que a UFLA me ofereceu e em especial ao meu Orientador Michel Cardoso de Angelis Pereira.

UM AGRADECIMENTO ESPECIAL À MÃE NATUREZA, POR NOS PROVER O ALIMENTO QUE PREVINE E ATÉ PREVINE ALGUMAS DE NOSSAS DOENÇAS COM SUAS SUBSTÂNCIAS FUNCIONAIS.

COMO É BOM SER FILHO DA TERRA E IRMÃO DA NATUREZA.

QUE POSSAMOS AJUDAR A FECHAR TUAS FERIDAS NESTES TEMPOS TÃO DIFÍCEIS.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Alimentos Que Desafiam a Ciência.....	3
2.2 Alimentos Funcionais: Visão Geral.....	6
2.3 Espécies Reativas de Oxigênio.....	10
2.4 Compostos Fenólicos: Substâncias Funcionais.....	13
2.4.1 Definindo Compostos Fenólicos.....	13
2.5 Flavonóides: substâncias Antioxidantes.....	15
2.5.1 Efeitos Biológicos dos Flavonóides.....	16
2.5.2 Biodisponibilidade dos flavonóides.....	17
2.6 Quercetina: Uma Substância Funcional.....	19
2.6.3 Biodisponibilidade da Quercetina.....	21

2.6.3 Mecanismo de Ação da Quercetina.....	23
2.6.4 Fontes alimentares de quercetina.....	26
2.6.5 quercetina e associações.....	28
2.6.6 Estrutura química da quercetina.....	29
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS.....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Paradoxo francês.....	4
FIGURA 2 – Esqueleto básico dos compostos fenólicos.....	14
FIGURA 3 – Estrutura química da quercetina.....	29

## RESUMO

GIOMBELI, Gilson. **Quercetina: um antioxidante potente?** 2009. 35 p. Monografia (Especialização em Nutrição e Saúde Humana). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.<sup>1</sup>

O objetivo central deste trabalho foi pesquisar os polifenóis, em especial os flavonóides e seus grupos. Dentro destes grupos, os flavonóis e em especial a quercetina. Foi pesquisada desde sua relação com as substâncias funcionais e sua ação antioxidante. O estudo abrange aspectos como: a biodisponibilidade, mecanismos de ação, fontes alimentares, associações e estrutura química desta substância funcional. A quercetina é um antioxidante e possui várias ações no organismo. Pode ser encontrada em alimentos como a cebola, o vinho tinto, entre outros.

Palavras-chave: Quercetina, substâncias funcionais, polifenóis, flavonóides, antioxidantes.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Michel Cardoso de Angelis Pereira

## 1 INTRODUÇÃO

A escolha por alimentos funcionais não foi por acaso. Anteriormente, já havia conhecido os cursos da UFLA, com estudos de Pós-Graduação em Plantas Medicinais: Manejo, Uso e Manipulação. Contudo, a escolha desta Pós-Graduação também não foi por acaso. Outra área de grande interesse são os alimentos. E, saber que nos alimentos são encontradas substâncias antioxidantes suscita curiosidades e vontades de aprofundar com estudos. Nutrição por si só é um fascínio. Saber dos alimentos funcionais foi um grande estímulo.

Durante os estudos sempre são encontradas citações que direcionam estudos e o interesse pela pesquisa. A opção inicial foi pela variedade de substâncias: os compostos fenólicos. Assim, havia um grande leque de possibilidades.

Contudo, ao estudar os compostos fenólicos veio a percepção de que havia vários grupos entre os compostos fenólicos e que havia muitas substâncias. Só para citar, como exemplo, os flavonóides (segundo, Carvalho & Almança (2003, p. 156), flavus, significa, amarelo).

*“Existem atualmente mais de 4000 tipos de flavonóides com estruturas conhecidas. Eles merecem uma atenção especial porque estão presentes em praticamente todas as plantas, incluindo-se os vegetais e as frutas, que compõem uma dieta normal.”* (Camargo, 2007, p. 18)

Portanto, pode-se perceber que os flavonóides fazem parte da alimentação humana. Assim, devem ser conhecidos os seus efeitos. São substâncias que devem ser estudadas. É importante entender a ação destas no organismo.

Carvalho (2004, p. 119) corrobora a argumentação de (Camargo, 2007) e enfatiza:

*“As plantas produzem uma grande variedade de substâncias antioxidantes contra os danos moleculares causados por ERRO (espécies reativas de oxigênio). Os compostos fenólicos compreendem o principal grupo de compostos antioxidantes de origem vegetal e, entre os fenóis, os flavonóides são compostos encontrados em muitas plantas, frutos e grãos comestíveis e são parte integrante da dieta humana.”* (Carvalho, 2004, p. 119)

Contudo, com um pouco mais de pesquisa e haviam afirmações que cativam qualquer pesquisador. Em especial, uma substância: a quercetina. Segundo Angelis (2006), dentre os flavonóides

*“a quercetina parece ser o mais potente antioxidante”.* (Angelis, 2006, p. 86)

Assim, a opção de pesquisa estava definida. Tema estabelecido. E, dentre tantos flavonóides e antioxidantes, um será estudado: a quercetina. Será realmente a quercetina um potente antioxidante?

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Alimentos Que Desafiam a Ciência

O interesse e o conhecimento sobre alimentação esta cada vez mais presente no dia-a-dia das pessoas. As pesquisas científicas cada vez mais avançam em busca de substâncias presentes nos alimentos que se consumidos regularmente podem prevenir determinadas doenças. Inclusive, surgem pesquisas que testam estas substâncias como remédio preventivo. O objetivo do estudo conduzido por Camargo (2007, p. 32) foi de:

*“realizar tratamento agudo de camundongos com quercetina e acetaminofeno (acetaminofeno é N-acetil-p-aminofenol, paracetamol, é um fármaco usado como analgésico e antipirético que em doses terapêuticas é seguro. Contudo, pelo consumo exagerado é a segunda principal causa de transplante de fígado e causa morbidade e mortalidade), utilizando óleo de cozinha como veículo para administração da quercetina, para verificar o possível efeito preventivo deste flavonóide sobre o dano hepático provocado pelo acetaminofeno.”* (Camargo, 2007, p. 32)

O interesse pelo estudo das substâncias presentes nos alimentos, muitas vezes, é causado por questões bem definidas. Por exemplo, como explicar que:

*“os homens franceses têm um terço a menos de ataque cardíaco do que os norte-americanos.” Este é o chamado “paradoxo francês”. (Carper, 1995, p. 41-42)*

No estudo conduzido por Schleier (2004), também relata o “paradoxo francês”, e, afirma: os franceses possuem:

*“uma culinária rica em manteiga, creme de leite e queijos gordos.”* (Schleier, 2004, p. 9)

E, afirma que mesmo assim apresentam números menores de morte por problemas cardíacos quando comparados aos americanos, ingleses, dinamarqueses, finlandeses e alemães. (Schleier, 2004, p. 9)

O médico e estudioso, Drauzio Varella, também fala do “paradoxo Francês”. Segundo Varella, os franceses consomem muita manteiga, creme de leite, queijos e carne, mas apresentam baixos índices de doenças coronarianas.

O enólogo e estudioso em vinhos, João Filipe Clemente, apresenta uma tabela da Organização Mundial da Saúde que compara a taxa de mortalidade e o consumo de vinho per capita dos franceses, espanhóis e americanos. Veja a Figura 1:

<b>PARADOXO FRANCÊS: Grandes consumidores de comidas calóricas, os franceses têm uma das mais baixas taxas de mortes por problemas de coração. Uma das razões, descobriram os cientistas, é o consumo elevado de vinho. A tabela compara três países.</b>		
<b>País</b>	<b>Taxa de mortalidade por doenças do coração (por 100.000 habitantes)</b>	<b>Consumo per capita de vinho por ano (em litros)</b>
<b>FRANÇA</b>	<b>47</b>	<b>57</b>
<b>ESPANHA</b>	<b>65</b>	<b>34</b>
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	<b>118</b>	<b>7,5</b>

**Fontes: Organização Mundial de Saúde e Office International de La Vigne et du Vin**

FIGURA 1 – Paradoxo francês

Fonte: <http://falandodevinhos.wordpress.com>

Contudo, Drauzio Varella destaca que há vários fatores envolvidos no “paradoxo Francês”. Ele afirma:

*“esse fenômeno, o ‘paradoxo francês’, tem sido atribuído ao consumo de vinho tinto, fatores genéticos, tamanho das porções da cozinha francesa, etc.” (Varella, 2002)*

Outro exemplo é a “dieta do Mediterrâneo”. Ao falar de dieta do Mediterrâneo, é uma referência a alimentação típica dos povos do litoral do Mar Mediterrâneo. A área compreende o Mediterrâneo, que consiste em 3 continentes e mais de 15 países. O povo da Grécia, particularmente, Creta, que até 1960, tinha a maior expectativa de vida do mundo, é um destaque. Depois, Creta era seguida, em expectativa de vida, pelas populações do sul da Itália, Espanha e França. Estes povos são referência mundial em expectativa de vida. (Varella, 2002)

Outro exemplo são os japoneses. Eles se destacam pela longevidade e pela boa forma. Quando comparados com os americanos 60% acima do peso, os japoneses acima do peso são somente 5%. Segundo a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais, os japoneses e os povos orientais são considerados os mais longevos do mundo. Isto estaria associado ao consumo de soja. Além da longevidade, a mesma sociedade destaca que há menor incidência de doenças nestes povos.

O consumo de soja entre os povos orientais é milenar, e estudos epidemiológicos realizados em países como Japão e China mostram que a incidência de vários tipos de câncer, doenças cardiovasculares e osteoporose entre os japoneses e chineses é significativamente menor quando comparada com dados da população de países ocidentais, onde o consumo de soja é baixo. Além disso, os povos orientais têm mais um ponto a seu favor, são considerados os mais longevos do mundo. (Schleier, 2004, p. 9 - 11)

Cabe destacar que há vários fatores envolvidos nestes casos. Nem tudo ainda está devidamente e cientificamente explicado. Contudo, já se sabe que há

substâncias funcionais envolvidas nestes casos citados. Segundo, Angelis (2005), as substâncias funcionais são aquelas que conferem as características funcionais aos alimentos que as possuem. Por exemplo: os japoneses consomem soja. Este alimento possui isoflavonas em sua composição. Segundo, Angelis (2005), a isoflavona é um flavonóide. Os franceses consomem vinho tinto e este possui compostos fenólicos em sua composição. Como na dieta do Mediterrâneo são consumidos grãos integrais, cereais, verduras e frutas. Estes são alimentos ricos em flavonóides. Há o consumo de outras substâncias funcionais. Como não é o objetivo do trabalho somente foram citadas. Aqui não há o interesse em esgotar ou discutir o assunto. Somente é um fio condutor e para mostrar como a utilização da alimentação de forma consciente e racional pode melhorar a qualidade de vida e prevenir determinadas doenças. E, que ao consumir alimentos funcionais podem prevenir determinadas doenças e ajudar o organismo de várias maneiras ainda nem bem conhecidas.

Agora cabe a ciência explicar o porquê estes povos são mais saudáveis e mais longevos. O que há no alimento que são consumidos para possibilitar tal realidade? São realmente determinadas substâncias que se consumidas frequentemente utilizadas junto com os alimentos fazem esta diferença?

Quais são estas substâncias? Quanto deve ser ingerido e quando?

## **2.2 Alimentos Funcionais: Visão Geral**

Nos primórdios o ser humano comia baseado no empirismo. Aquilo que lhe causava algum desconforto era excluído, abandonado. O alimento que lhe trazia conforto era consumido. Entretanto, nem sempre de imediato pode-se perceber o benefício ou malefício para a saúde com o consumo de um alimento. Alguns alimentos podem conter anti-nutrientes ou substâncias que se

consumidas regularmente podem trazer bem-estar ou não. Um espaço de tempo grande pode tornar mais evidente os benefícios ou malefícios da alimentação.

Atualmente há uma preocupação científica com a alimentação humana. O alimento precisa possuir um alto valor biológico. Este alimento não pode estar contaminado. Precisa ser conservado de maneira adequada. Preparado de modo correto. Consumido em quantidades suficientes e sem exageros. E, há outros aspectos relevantes e todos estudados pela ciência.

O empirismo foi sendo substituído por conhecimento científico. Hoje, além do conhecimento científico sobre a nutrição, há um conhecimento científico sobre determinadas substâncias presentes nos alimentos. Este conhecimento e estes alimentos devem fazer frente aos riscos de saúde e doenças da atualidade. (Moraes & Colla, 2006, p. 109 - 111)

*“Inúmeros fatores afetam a qualidade da vida moderna, de forma que a população deve conscientizar-se da importância de alimentos contendo substâncias que auxiliam a promoção da saúde, trazendo com isso uma melhora no estado nutricional. A incidência de morte devido a acidentes cardiovasculares, câncer, acidente vascular cerebral, arteriosclerose, enfermidades hepáticas dentre outras, pode ser minimizada através de bons hábitos alimentares.”* (Moraes & Colla, 2006, p. 109)

Na atualidade as preocupações são outras. Há desafios apresentados que precisam ser conhecidos e superados para se ter mais saúde e qualidade de vida. Há problemas impostos pelo estilo de vida atual e pela alimentação que impõe novos desafios à ciência. Como dizem os autores, é preciso ter “bons hábitos alimentares”. Assim, é preciso saber quais são os alimentos que constituem bons hábitos alimentares. Além destes, é preciso conhecer quais são os alimentos que “auxiliam a promoção da saúde”. (Moraes & Colla, 2006, p. 109 - 110)

Do ponto de vista científico já se sabe que nos alimentos há substâncias funcionais que ajudam a reduzir risco à saúde e que podem produzir benefícios e manter o bem-estar do indivíduo.

*“Os alimentos funcionais e os nutracêuticos comumente têm sido sinônimos, no entanto, os alimentos funcionais devem estar na forma de alimento comum, serem consumidos como parte e produzir benefícios específicos à saúde, tais como a redução do risco de diversas doenças e a manutenção do bem-estar físico e mental.”* (Moraes & Colla, 2006, p. 109)

Pode-se observar que os autores enfatizam o “alimento comum”, ou seja, aquele consumido diariamente e, não uma cápsula “milagrosa” que contenha determinada substância funcional. O que deve ser consumido e incluído na alimentação é: uma dieta nutricional que contenha todos os nutrientes (cabe destacar que na Resolução número 2 de 7 de janeiro de 2002 da ANVISA, “nutriente: é a substância química encontrada em alimento, que proporciona energia, e ou é necessária para o crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde e da vida, e ou cuja carência resulte em mudanças químicas ou fisiológicas características.”) necessários para a manutenção do organismo e suas funções; hábitos saudáveis; alimentos reconhecidos como funcionais e que possuem substâncias funcionais. Em Angelis (2005), encontra-se uma afirmação bem conclusiva:

*“É preciso entender que comer bem não é nem consumir alimentos em excesso e nem acreditar em fórmulas mágicas. Os alimentos devem ser consumidos com moderação e, especialmente, variar muito para não deixar que falem nutrientes essenciais e protetores. No entanto, assumir que alguns alimentos tenham poderes para resolver as principais necessidades com efeitos até benéficos para tudo é mito.”* (Angelis, 2005; pág. 39)

Outro mito que a autora questiona são as suplementações de vários nutrientes.

*“Vitaminas, minerais, ácidos graxos, aminoácidos, fibras e fitoquímicos estão balanceados bioquimicamente nos alimentos por meio de reações em equilíbrio de oxidação e redução, além da presença de outros inúmeros componentes.*

*Existem ‘fantasias’ de que megassuplementos de vitaminas, isoladamente ou em combinações, são os milagrosos protetores da saúde.”* (Angelis, 2005; págs. 39 – 40)

É dentro desta perspectiva que são colocados os alimentos funcionais. Eles devem ser buscados nos alimentos, com uma boa variação e tudo com bom senso. (Moraes & Colla, 2006, p. 109 - 111)

Baseado nas Resoluções 18 e 19 da ANVISA de 30 de abril de 1999, os alimentos funcionais podem ser definidos com duas alegações.

1ª alegação de propriedade funcional: é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano.

2ª alegação de propriedade de saúde: é aquela que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde.

Uma observação importante: é preciso salientar de que tais substâncias, fisiologicamente ativas, devem estar presentes nos alimentos funcionais, em quantidades suficientes e adequadas, para produzir o efeito fisiológico desejado. Em outras palavras, não é suficiente que um determinado alimento contenha determinadas substâncias com propriedades funcionais fisiológicas, para que ele seja imediatamente classificado como funcional. Às vezes, a substância esta presente naquele alimento. Contudo, a presença é muito restrita e limitada. Assim, a propriedade atribuída não vai ser atingida. (Moraes & Colla, 2006, p. 110 - 113)

Segundo Angelis (2005),

*“conceituar alimentos funcionais é difícil e polêmico. (...) Alimento funcional pode ser descrito como alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da dieta usual, capaz de produzir demonstrados efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além das suas funções nutricionais básicas.”* (Angelis, 2005, pág. 176)

Esta seria, segundo a autora, uma definição utilizada para permitir e estabelecer idéias centrais sobre os alimentos funcionais.

Em seguida há uma definição de substância funcional.

*“Complementando a definição pode-se falar em ‘ingrediente funcional’, que seria o composto responsável pela ação biológica contida no alimento.”* (Angelis, 2005, pag. 176)

Assim, substância funcional é o composto responsável pela ação fisiológica no organismo humano e que está presente no alimento.

### **2.3 Espécies Reativas de Oxigênio**

O oxigênio é sinônimo de vida. Não há vida humana sem ele. Contudo, não é só a humanidade que depende deste gás.

*“As oxidações biológicas realizadas através do oxigênio molecular representam a principal fonte de energia utilizada pela grande maioria de plantas e animais.”* (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

Entretanto, as reações bioquímicas do oxigênio, como a respiração mitocondrial geram produtos reativos que são lesivos ao organismo. (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

*“Tanto através da produção biológica de oxigênio pelo processo fotossintético, como através da utilização do oxigênio pela respiração mitocondrial em plantas e animais, as reações bioquímicas se desenvolvem de tal maneira que geram produtos secundários, na ordem*

*de 2% dos produtos finais ( $H_2O$  e  $CO_2$ ).*” (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

Estes produtos secundários são espécies reativas de oxigênio, conhecidos como ERRO, que:

*“possuem reatividade químicas marcadamente mais acentuadas que o oxigênio molecular.”* (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

As espécies reativas de oxigênio são as seguintes:

- a) O radical ânion superóxido ( $O_2^{\cdot-}$ );
- b) O peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ );
- c) O radical hidroxil ( $\cdot OH$ );
- d) O radical peroxil ( $ROO\cdot$ );
- e) O oxigênio singlete ( $^1O_2$ ). (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

Assim, conclui-se que a geração de espécies reativas de oxigênio (ERRO) é um processo normal na vida dos organismos vivos. (Carvalho, 2004, p. 105 – 110)

Portanto, é preciso conhecer estas espécies reativas de oxigênio. Além disto, é preciso saber eliminá-las do organismo, pois podem lesá-lo e provocar o surgimento de doenças.

*“Os radicais livres podem prejudicar as membranas celulares. Esta situação modifica a capacidade de levar os nutrientes para o interior celular e de remover os produtos. Isto prejudica sua reprodução, e toda esta condição acelera seu envelhecimento.”* (Angelis, 2005; pág. 91)

Percebe-se que há conseqüências diretas quando não são removidos estas espécies reativas de oxigênio. Em Yunes & Calixto (2001, p. 318),

encontra-se a caracterização química destas espécies reativas de oxigênio (ERRO):

*“Os três primeiros são produtos da redução seqüencial univalente do oxigênio molecular ( $O_2$ ), por adição de um elétron, originando  $O_2^{\cdot-}$ , por adição de dois elétrons originando  $H_2O_2$ , e adição de três elétrons, originando  $\cdot OH$  e água. A redução total, tetravalente do oxigênio molecular, produz água. O radical peroxil e o oxigênio singlete são produtos secundários da cadeia bioquímica de reações de ERRO, também conhecida como processo de lipoperoxidação.”* (Yunes & Calixto, 2001, p. 318)

Os mesmos autores vão além da caracterização química e relacionam os produtos à sua reatividade e atuação.

*“Das espécies acima mencionadas, três são radicais livres de oxigênio, oxiradicais ou ERRO:  $O_2^{\cdot-}$ ,  $\cdot OH$ ,  $ROO$ ; o primeiro é um ERRO pouco reativa, atuando quimicamente como um redutor suave, enquanto os outros dois são oxiradicais de reatividades químicas capazes de proporcionar reações de iniciação. O  $H_2O_2$  é uma molécula estável, com capacidade de reagir como o ubíquo  $Fe^{2+}$  dos sistemas biológicos, produzindo o radical hidroxil, através de reação de Fenton ( $H_2 O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + HO^{\cdot} + \cdot OH$ ) devendo, por isso, ser considerado um radical livre ‘encoberto’. O oxigênio singlete é um estado eletrônico excitado do oxigênio molecular, que possui alta reatividade e capacidade oxidante.”* (Yunes & Calixto, 2001, p. 318-319)

Como nos organismos vivos, estes processos de formação de espécies reativas de oxigênio são normais, estas devem ser removidas. Esta remoção pode ser feita pelos antioxidantes presentes nos alimentos.

Além das espécies reativas de oxigênio, há outras que são oxidantes ao organismo. Os autores, citados acima vão além à descrição destas espécies reativas de oxigênio e afirmam:

*“Paralelamente e mais recentemente, ficou evidenciada a contribuição deletéria de espécies reativas de nitrogênio (ERN) ou óxido nítrico (NO), mas principalmente através de sua combinação com o  $O_2^{\cdot-}$*

*formando peroxinitrito (ONOO<sup>-</sup>), o qual, mesmo não sendo um radical, é uma forma muito reativa.” (Yunes & Calixto, 200, p. 319)*

## **2.4 Compostos Fenólicos: Substâncias Funcionais**

Há um grupo de substâncias conhecido pela ciência como funcionais. Este grupo, rico em substâncias, é conhecido como compostos fenólicos.

### **2.4.1 Definindo Compostos Fenólicos**

*Os “compostos fenólicos pertencem a uma classe de compostos que inclui uma grande diversidade de estruturas, simples e complexas, que possuem pelo menos um anel aromático no qual, ao menos, um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila.” (Simões et al, 2007, p. 519)*

Os compostos fenólicos estão:

*“amplamente distribuídos no reino vegetal e nos microrganismos.” (Simões et al, 2007, p. 519)*

Estes vegetais e a:

*“maioria dos microrganismos têm a capacidade de sintetizar o anel benzênico, e, a partir dele, principalmente, compostos fenólicos.” (Simões et al, 2007, p. 519)*

Pertencem aos compostos fenólicos os ácidos fenólicos, derivados da cumarina, pigmentos hidrossolúveis das flores, dos frutos e das folhas; ligninas e taninos;

*“ainda, estruturas fenólicas são encontradas fazendo parte de proteínas, alcalóides e terpenóides.” (Simões et al, 2007, p. 519)*

Os compostos fenólicos

*“podem ser classificados segundo o tipo do esqueleto principal, onde C6 corresponde ao anel benzênico e CX à cadeia substituinte co X átomos de carbono.” (Simões et al, 2007, p. 519-250)*

Confira a classificação dos compostos fenólicos, observando a Fig. 2:

Classificação dos compostos fenólicos de acordo com o esqueleto básico	
Esqueleto básico	Classe de compostos fenólicos
C6	fenóis simples, benzoquinonas
C6-C1	ácidos fenólicos
C6-C2	acetofenonas e ácidos fenilacéticos
C6-C3	fenilpropanóides: ácidos cinâmicos e compostos análogos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas e cromonas
C6-C4	naftoquinonas
C6-C1-C6	xantonas
C6-C2-C6	estilbenos, antraquinonas
C6-C3-C6	flavonóides e isoflavonóides
(C6-C3) <sub>2</sub>	lignananas
(C6-C3-C6) <sub>2</sub>	diflavonóides
(C6) <sub>n</sub>	melaninas vegetais
(C6-C3) <sub>n</sub>	ligninas
(C6-C1) <sub>n</sub>	taninos hidrolisáveis
(C6-C3-C6) <sub>n</sub>	taninos condensados

FIGURA 2 – Esqueleto básico dos compostos fenólicos

Fonte: Simões *et al*, 2007, pág. 520

*“Outro tipo de classificação está relacionada com a ocorrência desses compostos no reino vegetal. Assim, podem ser divididos em:*

- a) Compostos fenólicos amplamente distribuídos, como os derivados de ácidos benzóicos e de ácidos cinâmicos, cumarinas, flavonóides, e derivados de polimerização (taninos e ligninas).*
- b) Compostos fenólicos de distribuição restrita, abrangendo as classes de substâncias não citadas no item anterior.*

*Cada classe de compostos apresenta ampla variação estrutural, principalmente pela presença de diferentes substituintes (hidroxilas ou metoxilas) em seu esqueleto aromático comum.” (Simões *et al*, 2007, p. 520)*

Dentre os ácidos fenólicos há o ácido clorogênico, ácido caféico, ácido ferúlico. Segundo, Simões *et al* (2007), há relatos científicos sobre eles tendo-os como antioxidantes.

*“Os ácidos fenólicos derivados do ácido cinâmico, geralmente sob a forma de heterósidos fenilpropanóicos (C<sub>6</sub>.C<sub>3</sub>), os mais difundidos na natureza, são o ácido p-cumárico, o ácido caféico, o ácido ferúlico e o ácido sináptico.”* (Cunha *et al*, 2007, pág. 53)

Estes ácidos citados, presentes em plantas, são usadas, para colesterol alto, como coleréticas e antioxidantes.

*“Tradicionalmente, as plantas contendo estes compostos, os ácidos fenólicos, como é o caso do alecrim e da alcachofra, são empregues como coleréticos e hipocolesteromiantes. Mais recentemente, estes compostos têm sido estudados em relação à atividade antioxidante.”* (Cunha *et al*, 2007, pág. 54)

## **2.5 Flavonóides: substâncias Antioxidantes**

Os flavonóides estão presentes no dia-a-dia das pessoas. Esta presença pode ser observada através da alimentação. Nos alimentos encontram-se muitas substâncias que pertencem a este grupo.

Os pigmentos amarelos, vermelhos, azuis e até violeta dos vegetais, frutas, legumes e outros podem ter presença marcante e terem uma relação e constituírem este grupo.

*“Neste grupo de constituintes poder-se-ão referir os compostos com uma origem biogenética comum e com o mesmo elemento estrutural de base, o 2-fenilcromano, isto é, o dos pigmentos dos vegetais mais vulgares, os flavonóides amarelos (chalconas, auronas e flavonóis amarelos) e as anocianinas vermelhas, azuis ou violetas.”* (Cunha *et al*, 2007, págs. 59 – 60)

Cabe destacar que até as isoflavonas fazem parte deste grupo.

*“O termo flavonóides engloba um grupo de compostos polifenólicos complexos que apresenta uma estrutura comum caracteriza por dois anéis aromáticos (A e B) e um heterociclo oxigenado (anel C).”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 321)

Portanto, os flavonóides pertencem aos compostos fenólicos. E, dentre eles incluem vários subgrupos. O grupo dos flavonóides:

*“inclui os subgrupos flavanois, flavanonas, antocianidinas, flavonas e flavonóis.”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 322)

Nestes subgrupos alguns possuem uma porcentagem mais ampla de presença.

*“Cerca de 80% por cento dos flavonóides incluem as flavonas, os flavonóis e as flavanonas encontrando-se normalmente sob uma forma osídica. São exemplos de flavonas a apigenina e a luteolina; dos flavonóis, o campferol e a quercetina; e das flavanonas, a naringenina.”* (Cunha et al, 2007, págs. 60)

### **2.5.1 Efeitos Biológicos dos Flavonóides**

Em Yunes & Calixto (2001), encontram-se relatados vários efeitos biológicos dos flavonóides. Yunes & Calixto (2001) mencionam várias atividades funcionais dos flavonóides, entre elas:

*“Existem vários relatos de que os flavonóides exibem uma grande variedade de efeitos biológicos, incluindo ação antibacteriana, antiviral, antiinflamatória e antialérgica e vasodilatadora, além disto, eles inibem in vitro a peroxidação lipídica; a agregação plaquetária, a permeabilidade e a fragilidade capilar e a atividade de enzimas, como a ciclo-oxigenase e a lipoxigenase. Os flavonóides exercem esses efeitos como antioxidantes, seqüestradores de ERRO (“scavengers”), quelantes de cátions divalentes, proteção ao DNA; e também como ‘ecavengers de peroxinitrito (ONOO). Estudos clínicos e epidemiológicos têm demonstrado uma significativa correlação inversa entre o consumo de flavonóides e a mortalidade por doenças.”*(Yunes & Calixto, 2001, pág. 323 – 324)

Com esta citação percebe-se uma vasta e diversificada ação biológica dos flavonóides. Ao mesmo tempo são muitos pesquisadores ou grupos de pesquisadores que confirmam propriedades importantes deste grupo de substâncias funcionais.

Em especial, será citado um estudo epidemiológico sobre a ação dos flavonóides. Cabe destacar que este estudo é significativo: 9.959 pessoas participaram e acompanhados por 24 anos. Neste estudo mostra que o consumo de flavonóides reduz a incidência de câncer. Veja:

*“Um estudo epidemiológico do efeito de flavonóides alimentares sobre o risco de câncer de pulmão e outros neoplasmas malignos foi conduzido por Knelt et al. (1997). Os indivíduos foram representados por 9.959 homens e mulheres finlandeses com idades entre 15 e 19 anos que inicialmente não tinham câncer. O consumo de alimento durante o ano anterior foi estimado pelo método histórico alimentar. Os padrões alimentares continuaram a ser monitorados durante o período de acompanhamento de 24 anos. Durante esse tempo, um total de 1.148 casos de câncer foi diagnosticado entre os participantes. Uma associação inversa foi observada entre o consumo de flavonóides alimentares e a incidência combinada de todos os tipos de câncer.” (Schulz, et al, 2002, págs. 346 – 347)*

### **2.5.2 Biodisponibilidade dos flavonóides**

Estas substâncias funcionais precisam ser absorvidas para que exerçam suas ações biológicas no organismo. Há etapas a serem superadas para que possam agir no metabolismo e nas espécies reativas de oxigênio.

*“Para a absorção intestinal, a solubilização dos flavonóides é considerada um pré-requisito, e os derivados glicosilados devem ser primeiro hidrolisados. Alguns componentes adicionais presentes na alimentação podem também afetar a solubilidade e, conseqüentemente, a absorção dos flavonóides, como por exemplo, o etanol e as fibras. A hidrólise da ligação açúcar-aglicona ocorre na porção distal do íleo e do cecum, catalisada por glicosidases bacterianas. Essa ação das enzimas bacterianas é de fundamental importância para a absorção,*

*pois os tecidos dos mamíferos são incapazes de sintetizar tais hidrolases.” (Yunes & Calixto, 2001, pág. 322)*

Além da etapa de absorção que é importante, há necessidade que haja a metabolização destas substâncias. Assim, outros órgãos estão envolvidos. Também estão envolvidas determinadas enzimas específicas no metabolismo dos flavonóides. Assim, é preciso entender a absorção, metabolismo e a excreção destas substâncias.

*“O fígado parece ser o principal órgão envolvido no metabolismo dos flavonóides. No entanto, outros tecidos como mucosa intestinal e rins, também contêm enzimas como uridina-difosfo-glicuronil (UDP) transferase, catecol-O-metil transferase e citocromo P-450 mono-oxigenases.” (Yunes & Calixto, 2001, pág. 323)*

Segundo Gomes (1998), há absorção, mas não é clara ainda a extensão desta absorção. Ou seja, é preciso saber se realmente são ativos e se fazem algum efeito fisiológico.

*“Apesar de os estudos da excreção urinária de flavonóides administrados oralmente serem empregados por pesquisadores como medida da absorção, a excreção de flavonóides também pode ser demonstrada pela bile. Além disso, os flavonóides podem sofrer degradação no intestino para compostos de baixo peso molecular, como hidroxibenzoatos e hidroxicinamatos, que são rapidamente absorvidos e excretados na urina.” (Gomes, 1998, págs. 7-8)*

Assim, pode-se perceber que são levantadas questões sobre a possível não ação destas substâncias devido a degradação e a inativação no organismo. Segundo Gomes (1998), são diversos os mecanismos químicos que podem alterar as estruturas dos flavonóides. Veja:

*“São vários os mecanismos químicos que alteram as estruturas dessas substâncias: conjugação, hidrólise, redução, oxidação e metilação.” (Gomes, 1998, pág. 8)*

Contudo, se for considerado que os flavonóides são substâncias estranhas ao organismo, podem estar envolvidos nos processos de eliminação, outros sistemas, como o fígado e os intestinos. Segundo, Gomes (1998), o fígado e a microflora intestinal são os maiores sistemas metabólicos de xenobióticos em mamíferos. Cabe destacar que xenobióticos são substâncias que são estranhas ao organismo.

Os organismos evoluíram e criaram sistemas de defesa para compensar os possíveis efeitos deletérios associados ao consumo de substâncias como dos flavonóides e outras. (Yunes & Calixto, 2001, pág. 319)

Em Gomes (1998), encontra-se descritas reações de flavonóides no fígado e no citocromo P-450:

*“No fígado de mamíferos, o sistema enzimático está associado ao retículo endoplasmático e composto de isoenzimas da família citocromo P-450 e da flavoproteína NADPH-citocromo redutase, que funcionam na transferência de equivalentes reduzidos de NADPH para o citocromo P-450.*

*O citocromo P-450 catalisa as reações de hidroxilação nas quais um substrato orgânico (RH) é hidroxilado para R-OH, às expensas de um átomo de oxigênio do O<sub>2</sub>; o outro átomo de oxigênio é reduzido, a H<sub>2</sub>O, pelos equivalentes redutores fornecidos pelo NADH ou pelo NADPH, mas usualmente passados para o P-450, por uma proteína ferro-enxofre.” (Gomes, 1998, págs. 8-9)*

## **2.6 Quercetina: Uma Substância Funcional**

A quercetina é um flavonóide. Os flavonóides formam um grupo. Este grupo de substâncias pertence aos compostos fenólicos e estes apresentam funções antioxidantes.

Os flavonóides possuem nomes bem triviais. Na sua grande maioria possuem relação com a planta onde foram extraídos e identificados pela primeira vez. Em Simões *et al* (2007) há citado alguns exemplos:

*“tricina foi isolada de Triticum sp., robinetina de Robinia sp., vitexina de Vitex sp. e quercetina de Quercus sp.”*

Segundo Fetrow (2000, p. 176), a palavra *Quercus* (gênero) é de origem celta.

*“Acredita-se que o nome do gênero, Quercus, tenha a sua origem do celta: que significa (belo) e cuez (árvore).”*

O nome científico do carvalho é: *Quercus robur*.

No carvalho há constituintes como o ácido quecitanico, quercetina, quercina, quercitol e glicosídeo quercitrina; entre outras muitas substâncias. As principais são taninos, catequinas, elagitanino e pro-antocianidina (Fetrow, 2000, p. 174).

Como o carvalho era uma planta sagrada e possui quercetina, deve ser possivelmente, desta árvore que foi isolado primeiramente a substância nomeada de quercetina.

Veja como o autor deixa entrever esta hipótese:

*“O carvalho era uma árvore sagrada para os druidas na Grã-Bretanha pré-histórica, bem como para os gregos e romanos da Antiguidade, e tem sido apreciado desde épocas remotas, na medicina herbárea européia”* (Fetrow, 2000, p. 176).

Cabe destacar que é desta árvore que é retirada a madeira para fazer as pipas onde é conservado o vinho, bebida tão cultuada por vários povos desde a antiguidade.

### 2.6.3 Biodisponibilidade da Quercetina

A biodisponibilidade é um fator de extrema importância para entender a ação dos flavonóides e em especial a quercetina. É importante, pois, senão forem absorvidas estas substâncias funcionais, elas não terão ação no organismo.

*“Após inúmeros resultados inconsistentes sobre a absorção dos flavonóides em seres humanos (provavelmente pela utilização de tecnologias inadequadas), recentes estudos têm demonstrado níveis plasmáticos de até 2 mM de polifenóis totais, após a ingestão de dieta rica em flavonóides”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 322)

Percebe-se que há uma busca no entendimento da absorção e da ação destas substâncias no organismo humano. Isto é necessário pra poder disponibilizar e tornar viável a utilização delas como métodos comprovados de prevenção de doenças ou até para disponibilizar alimentos medicamentos ou para simplesmente que funcionem como antioxidantes.

Há estudos sobre a biodisponibilidade da quercetina. Há até comparações entre substâncias quanto a sua biodisponibilidade.

*“Surpreendentemente, quercetina-glicosídicos foram também detectados no plasma de voluntários. Aparentemente, a catequina é melhor absorvida do que a quercetina em humanos, enquanto que ratos tratados com quercetina e catequina apresentam concentrações hepáticas muito mais baixas do que os valores plasmáticos.”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 322)

E, os autores concluem sobre a importância sobre estes estudos e são enfáticos:

*“Assim sendo, a biodisponibilidade plasmática e celular constituem parâmetros extremamente importantes a serem considerados na avaliação do impacto biológico dos diferentes tipos de flavonóides.”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 322)

Há outros estudos sobre a biodisponibilidade da quercetina. Há um que, inclusive, mostra que a absorção de quercetina pode mudar dependendo da fonte.

*“A quercetina, flavonóide antioxidante, tem propriedades anticarcinogênicas. Sua absorção no intestino humano foi determinada em indivíduos com ileostomia. A absorção foi de cerca de 50% para os glicosídeos originados de cebola, 15% para quercetina rutinosídeo e 24% para quercetina aglicona.*

*A concentração plasmática foi maior para a quercetina de cebola e corresponde ao aumento da capacidade antioxidante do plasma dos indivíduos.”* (Angelis, 2005; pág. 91)

Contudo, em Gomes (1998), encontra-se uma observação importante sobre a quercetina e as catequinas:

*“Alguns polifenóis dietéticos, como a quercetina e catequinas parecem ser absorvidos pelo homem, mas a extensão dessa absorção não é bem clara.”* (Gomes, 1998, pág. 7)

Portanto, os estudos devem continuar para entender de forma cabal toda biodisponibilidade da quercetina.

Contudo, já se sabe de que a quercetina é absorvida. Em Gomes, (1998) cita estudos sobre a absorção e é enfático: há absorção. Afirma que foi investigado...

*“O metabolismo da quercetina em seis voluntários (quatro homens e duas mulheres), com idade de 21 a 32 anos. Após a administração oral de uma dose única de 4g, não foram detectadas concentrações mensuráveis deste flavonóide ou de seus derivados no plasma ou na urina. Entretanto, aproximadamente 53% da dose oral foi recuperada nas fezes, sem sofrer modificações, o que demonstra que cerca de 1% da dose original de quercetina foi absorvido.”* (Gomes, 1998, pág. 10)

Outra ação importante a destacar dos flavonóides e entre eles a quercetina é que têm efeitos marcantes sobre o citocromo P-450 monooxigenase, incluindo a ativação ou inibição. (Gomes, 1998, pág. 10)

*“A administração em ratos, via intubação gástrica, de vários flavonóides, dentre eles, naringerina (6), rutina (4), quercetina (3), e morina (8), resultou num aumento da síntese das enzimas metabolizadoras de drogas.”* (Gomes, 1998, pág. 10)

Assim, se pode concluir que há biodisponibilidade da quercetina.

### **2.6.3 Mecanismo de Ação da Quercetina**

Segundo Figueredo, et al., a quercetina é uma seqüestradora de radicais livres e ainda combina a propriedade quelante. O termo quelação originou-se do grego: chelé que significa, garra, aprisionamento. Segundo De Lucia et al. (2007),

*“para formação de um quelato, os principais átomos doadores de elétrons são N, O e S, os quais estão contidos em diversos grupos químicos. Quando a substância quelante for hidrossolúvel, costuma-se substituir a denominação quelante por sequestrante. Na prática, todos os metais podem potencialmente concorrer para a formação de quelatos, mas os mais importantes são os seguintes:  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  e  $Zn^{2+}$ .”*

Contudo, na argumentação de Figueredo *et al* (2006), a quercetina possui propriedades seqüestradora e quelante.

*“A quercetina é um conhecido antioxidante, abundante na natureza. o mecanismo pelo qual a quercetina exerce sua ação quanto antioxidante resulta de uma combinação de suas propriedades quelante e seqüestradora de radicais livres, assim como a inibição da oxidação de membranas.”* (Figueredo, et al, 2006).

Cabe destacar que a quercetina é um flavonol e sua ação quelante é descrita, juntamente com as propriedades desta ação. Veja:

*“Quercetina e Kaempferol inibiram a secreção de histamina dos mastócitos induzida por diferentes agentes, este composto mostrou-se muito potente sobre os basófilos humanos, tal efeito pode ser devido sua capacidade de quelar  $Cu^{2+}$ .”* (Carvalho, 2004, pág. 83)

Segundo Simões et al. (2007), confirma esta capacidade quelante dos flavonóides.

*“alguns flavonóides são capazes de se ligar a íons metálicos, impedindo-os de atuarem como catalizadores na produção de radicais livres.”* (Simões et al, 2007, p. 602)

Contudo, a ação quelante ou sequestrante dos flavonóides esta presente nesta classe de substâncias.

*“Esta atividade é o resultado de um conjunto de propriedades, tais como atividade quelante de ferro, atividade sequestrante de radicais livres, inibição das enzimas ciclooxigenase, lipoxigenase, NADPH-oxidase, xantina-oxidase e fosfolipase, e estimulação de enzimas com atividade antioxidante como a catalase e a superóxido-dismutase.”* (Simões et al, 2007, p. 602)

Portanto, a ação dos flavonóides atua em vários mecanismos como o de inibição e estimulação enzimática, quelante e sequestrante.

*“De um modo geral, os flavonóides são compostos capazes de diminuir a permeabilidade capilar e reforçar a sua resistência, com a inibição de vários sistemas enzimáticos (hialuronidase, catecol-O-metiltransferase, fosfodiesterase do AMP cíclico, aldose reductase), facto comprovado in vitro )”* (Cunha, et al, 2007, pág. 60)

Contudo, a própria quercetina atua sobre várias enzimas inibindo-as.

*“Quercetina inibiu também algumas funções do neutrófilo, tais como a liberação de enzimas lisossomais, consumo de oxigênio, geração de radicais livres e quimiotaxia. Pode ser ainda mencionado a influência deste flavonol sobre várias atividades enzimáticas, exercendo efeito inibitório sobre as ciclooxigenases renal e da vesícula seminal, lipoxigenase de soja, 12-lipoxigenase de plaquetas humanas, 5-lipoxige A<sub>2</sub> de neutrófilo humano.”* (Carvalho, 2004, pág. 83)

Este flavonol, a quercetina, atua sobre processos inflamatórios e sobre a permeabilidade capilar.

*“Quercetina foi estudada em diferentes modelos inflamatórios, exercendo efeito anti-inflamatório sobre o edema induzido por óleo de cróton ( $DE_{50} = 60.3$  (g/orelha) e sobre o aumento da permeabilidade capilar por serotonina, histamina ou bradicinina. As fases exudativa e proliferativa do granuloma por implantação de algodão subcutâneo foram significativamente controladas pela quercetina, seus 7-glicosídeos e 3-galactosídeo (20mg/kg/dia i.p por 7 dias ou 50 mg/kg/dia p.o por 7 dias). Entretanto, os flavonóis não inibiram o edema por carragenina.”* (Carvalho, 2004, págs. 82-83)

A rota metabólica da quercetina e dos flavonóides para agir contra processos inflamatórios parece estar ligada a inibição da enzima 5-lipoxigenase. Esta enzima esta envolvida na formação dos leucotrienos. Cabe destacar que os leucotrienos, juntamente com as prostaglandinas e os tromboxanos são um grupo de compostos que derivam de ácidos gordos poli-insaturados com vinte átomos de carbono e por isso designados de eicosanóides. Cabe destacar que os leucotrienos participam na manutenção dos processos inflamatórios. Substância que está intimamente ligada, com algumas formas de reumatismo e nos processos alérgicos como a asma. Os leucotrienos são formados a partir do ácido araquidônico. (Cunha *et al*, 2007, pág. 46-49)

*“A atividade antiinflamatória de flavonóides é explicada, em parte como sendo devido à inibição da cicloxigenase (COX). Para Moroney et al. (1988) os flavonóides fisetina, hipolaetina, miricetina e quercetina inibem seletivamente a enzima 5-lipoxigenase, envolvida na formação dos leucotrienos a partir do ácido araquidônico.”* (Simões *et al*, 2007, pág. 603)

Assim, verifica-se que a quercetina possui comprovadamente uma ação antiinflamatória e conhecida como ela age nestes casos.

Sobre a quercetina, Simões *et al*, (2007), é enfático:

*“as substâncias quercetina, isorrammetina e ramnozina apresentam potente efeito inibidor da peroxidação microssomal de lipídeos.”* (Simões *et al*, 2007, p. 602)

Há outros autores que confirmam esta inibição da peroxidação de lipídios por flavonóides. Em Gomes (1998), afirma enfaticamente:

*“Antioxidantes inibem a peroxidação de lipídios, reduzindo a produção de ROOH, podendo inibir também as enzimas ciclooxigenase e lipoxigenase envolvidas na oxigenação de ácidos graxos poliinsaturados, reduzindo a síntese de tromboxanas e de eicosanóides.”* (Gomes, 1998, págs. 29-30)

Assim, flavonóides com ação antioxidante, dentre eles a quercetina podem e que podem ser encontrados no vinho, cebola e outras fontes, podem regular a lipoxigenase e ciclooxigenase e regular tendências trombocíticas (infarto), por redução de ROOH. (Gomes, 1998, pág. 30)

Gomes (1998), cita Cavallini et al. e Larson para mostrar que a quercetina inibe a peroxidação de lipídios em diferentes preparações de microsomas ou mitocôndria. E, Gomes conclui sua explicação sobre a ação farmacológica dos flavonóides citando o vinho com suas propriedades antioxidantes e suas possíveis contribuições na redução dos riscos de doenças coronarianas em consumidores desta bebida.

#### **2.6.4 Fontes alimentares de quercetina**

Serão citadas as fontes alimentares da quercetina partindo das bibliografias consultadas.

É importante destacar que estes alimentos devem fazer parte da dieta das pessoas como alimento comum. É importante que aqueles que não fazem uma boa diversificação alimentar que o façam. É importante não cometer exageros de qualquer espécie.

Em Yunes & Calixto (2001, p. 329), apresentam as fontes dos flavonóis. Dentre eles está a quercetina. As fontes desta substância funcional são: cebola,

alface, brócolis, maçã (casca), azeitona, chá (o autor não especifica qual erva é utilizada. Partindo dos estudos e de outros autores, é presumível que seja a *Camellia sinensis*. Esta planta é a mais consumida no ocidente e no oriente), vinho tinto.

Em Angelis (2005, p. 296), encontra-se uma tabela sobre os compostos fenólicos com suas classes, as substâncias e, o alimento que a contém.

As fontes alimentares da quercetina são: Chá (a própria autora cita que o chá mais consumido no ocidente é a *Camellia sinensis*. Portanto, estou presumindo que seja esta planta utilizada para o preparo do chá), cebola, brócolis, feijão, cereais, maçã e uva. (Angelis, 2005; pág. 296)

Em Ferro (2008, p. 121), encontra-se uma tabela classificatória dos flavonóides, onde os flavonóis destacados são a quercetina, rutina, mircetna e kaempferol. Contudo, este autor não destaca as fontes exclusivas da quercetina. As fontes dos flavonóis são: frutas, verduras, cereais e ervas com pigmentos amarelos. Este autor destaca que os flavonóides se concentram na partes aéreas das plantas e ocorrem menos nas raízes e rizomas. As famílias que estão mais presentes são: Leguminosas e Compostas. (Ferro, 2008, pág. 121)

Em Simões *et al*, (2007), afirma que os flavonóis, entre eles a quercetina, mais encontrados, a fonte são os vegetais:

*“Os flavonóis mais encontrados em vegetais são galangina, canferol, quercetina e miricetina.”* (Simões *et al*, 2007, pág. 582)

Em Gomes (1998), o vinho tinto é fonte significativa de flavonóides. Com bases nos autores citados anteriormente sabe-se que no vinho há quercetina.

### 2.6.5 quercetina e associações

Em estudos mais atentos percebe-se que todas as substâncias e mesmo os mais comuns nutrientes alimentares possuem nutrientes e/ou substâncias que auxiliam a absorção e a metabolização ou simplesmente inibem sua absorção ou sua ação metabólica.

O destaque neste subitem será sobre estas associações.

Num estudo científico citado por Angelis (2005), onde foram comparados os flavonóides com a vitamina C. Houve variação na proteção, conforme a estrutura química do flavonóide.

Contudo, quando foi utilizado a quercetina juntamente com a vitamina C., a proteção antioxidante foi mais eficiente. Veja as conclusões nos relatos da autora:

*“A quercetina foi mais eficiente do que a vitamina C, mas também foi muito importante observar que vitamina C e quercetina, juntas, formam antioxidantes ainda mais potentes.”* (Angelis, 2005; pág. 86)

Por outro lado, podem-se citar algumas combinações inapropriadas para a absorção e inativação da ação da quercetina ou dos flavonóides.

Cientistas holandeses realizaram um estudo com 2.512 pessoas e com idades entre 45 e 59 anos. Dentre os resultados destacaram o comprometimento da absorção dos “flavonoles” quando consumidos junto com o leite.

*“juntando todos os resultados, a equipe concluiu que o consumo de quercetina é protetor, mas quando o chá é consumido como na Inglaterra, junto com leite adicionado, a absorção intestinal destes compostos, os flavonoles, tem sua absorção comprometida e, evidentemente, deixam de atuar com poder antioxidantes.”* (Apud. Angelis, 2005; pág. 90)

Portanto, ao consumir fontes de quercetina não consuma leite, ou vice-versa. Que perderá o efeito protetor e antioxidante da quercetina. E, para potencializar a ação da quercetina consuma fontes naturais de vitamina C.

### 2.6.6 Estrutura química da quercetina

A estrutura química da quercetina é:

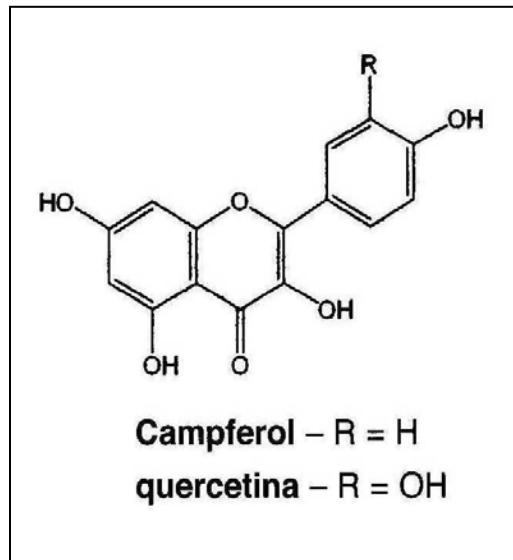


FIGURA 3 – Estrutura química da quercetina

Fonte: Cunha (2007, pág. 60)

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessários muitos estudos para poder conhecer e afirmar categoricamente quais são as substâncias funcionais capazes de neutralizar estas espécies reativas de oxigênio (ERRO) e nitrogênio (ERN).

Veja o que afirmam Yunes & Calixto (2001), sobre uma das classes dos compostos fenólicos, os flavonóides:

*“O escasso conhecimento sobre a absorção, biodisponibilidade e metabolismo dos flavonóides presentes na dieta humana, soma-se à ausência de demonstrações claras entre os resultados obtidos in vitro, ou com animais de experimentação, e os possíveis efeitos terapêuticos dos flavonóides na prevenção de patologias humanas.”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 328)

Contudo, cabe destacar que há afirmações animadoras em relação aos antioxidantes e aos flavonóides, como esta:

*“Em condições fisiológicas essas espécies são removidas por sistemas antioxidantes, que podem ser vitaminas, produtos naturais de origem vegetal com atividade antioxidante, os mais estudados são os flavonóides.”* (Santos, et al, 2003)

Os flavonóides são os mais estudados devido a uma ampla presença nos alimentos. Contudo, há necessidade de um conhecimento amplo e cabal sobre estas substâncias funcionais para trazer mais segurança em relação às quantidades, as fontes, as doses encontradas nos alimentos, o que facilita a absorção, como agem e os efeitos que produzem no organismo humano.

Há outros aspectos importantes para destacar e considerar quanto aos antioxidantes. Estes aspectos devem ser estudados para trazer mais segurança e eficiência sobre a ação destas substâncias funcionais.

*“A grande maioria dos estudos de laboratório foi realizada utilizando doses farmacológicas, enquanto que as observações em seres humanos são relativas à quantidade de flavonóides ingerida através dos alimentos.”* (Yunes & Calixto, 2001, pág. 328)

E vale a penas destacar:

*“A grande vantagem dos bioflavonóides é a de possuírem baixíssima toxicidade.”* (Ferro, 2008, pág. 121)

Em Angelis (2005), quando foram comparados a ação antioxidante dos flavonóides e a quercetina e, depois da associação da vitamina C. com a quercetina, a autora é enfática:

*“Estas e outras investigações constituem um desafio científico da maior importância, pois os mecanismos químicos destas funções não estão suficientemente esclarecidos.”* (Angelis, 2005; pág. 86)

Portanto, são necessários mais estudos também sobre a quercetina. Estes estudos vão trazer mais certeza a determinadas perguntas que ainda não possuem respostas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Jorge; **FITOMEDICINA – curso para profissionais da área da saúde**; Pharmabooks; São Paulo; 2008

ALONSO, Jorge; **Tratado de Fitofármacos y Nutracéuticos**; Rosário; Argentina; 2007

ANGELIS, Rebeca Carlota de; **A Importância dos Alimentos Vegetais na Prevenção da Saúde: Fisiologia da Nutrição Protetora e Preventiva de Enfermidades Degenerativas**; 2ª Edição; São Paulo; Ed. Atheneu; 2005

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução número 18, de 30 de abril de 1999; **Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos**. Brasília, 1999; disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=109>; acesso em 30/8/2009

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução número 19, de 30 de abril de 1999; **Regulamento Técnico de Procedimentos Para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem**. Brasília, 1999; disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=110>; acesso em 30/08/2009

BRASIL, ANVISA, Resolução-RDC número 2, de 7 de janeiro de 2002; **Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticas Isolados, com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**; disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1567>; acesso em 3/4/2009

CAMARGO, Camila Andrade; **Efeito da Quercetina nas Atividades Fosfatásicas e Sue Efeito Protetor na Hepatotoxicidade Induzida Pelo Acetaminofeno em Camundongos**; Disponível em: <HTTP://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000416598>; Campinas; SP; 2007; acesso em 30/03/2009;

CARPER, Jean; **Alimentos o Melhor Remédio Para a Boa Saúde**; 16ª Edição; Rio de Janeiro; Ed. Campus; 1995

CARVALHO, José Carlos Tavares; **Fitoterápicos Anti-Inflamatórios: Aspectos Químicos, Farmacológicos e Aplicações Terapêuticas**; Ribeirão Preto; SP; Tecmedd; 2004

CARVALHO, José Carlos Tavares & ALMANÇA, Carlos Cesar Jorden; **Formulário de Prescrição Fitoterápica**; São Paulo; Editora Atheneu; 2003

CLEMENTE, João Filipe; **Paradoxo Francês**; Disponível em: <http://falandodevinhos.wordpress.com/2009/02/13/paradoxo-frances/>; acesso em 30/03/2009

COSTA, Aloísio Fernandes; **Farmacognosia**; Vol. I; 5ª Edição; Fundação Calouste Gulbenkian; Lisboa – Portugal; 1994

COSTA, Aloísio Fernandes; **Farmacognosia**; Vol. II; 4ª Edição; Fundação Calouste Gulbenkian; Lisboa – Portugal; 1994

CUNHA, A. da Proença; TEIXEIRA, Frederico; SILVA, Alda Pereira da; ROQUE, Odete Rodrigues; **Plantas na Terapêutica – Farmacologia e Ensaios Clínicos**; Fundação Calouste Gulbenkian; Lisboa – Portugal; 2007.

DE LUCIA, Roberto; FILHO, Ricardo M. de Oliveira; PLANETA, Cleopatra S.; GALLACCI, Marcia; AVELLAR, Maria Christina W. de; **Farmacologia Integrada**; 3ª Edição; Rio de Janeiro; RJ; 2007

FERRO, Degmar; **Fitoterapia: Conceitos Clínicos**; São Paulo; Editora Atheneu; 2008

FETROW, Charles W. & AVILA, Juan R.; **Manual de Medicina Alternativa Para o Profissional**; Rio de Janeiro, RJ; Editora Guanabara Koogan; 2000

FIGUEREDO, Priscilla S.F.; OLIVEIRA, Roseline F. de Oliveira; SILVA, Jonatas Gomes da; ALCAFOR, Silvia Keli B.; ROMEIRO, Luiz Antonio S.; **Avaliação do Perfil Antioxidante da Quercetina e Quercetina-Cu (II) e Sua Relação com LogP**; 2006; Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cd29ra/resumos/t0728-2.pdf>; acesso em 20/04/2009

GOMES, Silvia Maria; **Efeitos de Flavonóides no Metabolismo Lipídico**; UFV; Vicososa – Minas Gerais; 1998

JÚNIOR, Antônio Amaury Silva; **Essentia Herba – Plantas Bioativas**; Vol. 2; EPAGRI; 2006

LIMA, Leonardo Ramos Paes; **Rutina e Bixina do Urucum e Suas Ações Lipolipidêmicas em Coelho**s; Disponível em: [http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca\\_v2\\_n1\\_mar/tca09\\_rutina.pdf](http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v2_n1_mar/tca09_rutina.pdf); acesso no dia 2/4/2009

MACHADO, Cláudio Xavier; **Tomate: O Papel do Licopeno na Proteção Antioxidante**; Disponível em: [WWW.ufrgs.br/leo/monografiatomateclaudio.pdf](http://WWW.ufrgs.br/leo/monografiatomateclaudio.pdf); acesso em 18/03/2009

MATSUBARA, Simara; AMAYA, Delia, B. Rodriguez; **Conteúdo de Miricetina, Quercetina e Kaempferol em Chás Comercializados no Brasil**; <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n2/30186.pdf> ; acesso em 30/03/2009

MILTERSTEINER, Aline; MILTERSTEINER, Diego; FILHO, Nelson Pereira; FROTA, Aline Rolim; MARRONI, Cláudio Augusto; MARRONI, Norma P.; **Uso de Quercetina a Longo Prazo em Ratos Cirróticos**; Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/acb/v18n3/a11v18n3.pdf>; acesso em 30/03/2009

MORAES, Fernanda P. & COLLA, Luciane M.; **Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, Legislação e Benefícios à Saúde**; Disponível em: [http://www.farmacia.ufg.br/revista/pdf/vol3\\_2/artigos/ref\\_v3\\_2-2006\\_p109-122.pdf](http://www.farmacia.ufg.br/revista/pdf/vol3_2/artigos/ref_v3_2-2006_p109-122.pdf); acesso em 3/4/2009

NEWALL, Carol A.; ANDERSON, Linda A.; PHILLIPSON, J. David; **Plantas Medicinais: Guia Para Profissional de Saúde**; São Paulo; Editorial Premier; 2002

**O Segredo dos Japoneses: Dieta Oriental é aliada na Hora de Emagrecer**; Disponível em: [http://japaonobrasil.com/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=619](http://japaonobrasil.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=619); acesso em 30/03/2009

PIACENTE, S.; MONTORO, P.; PIZZA, C.; SANTOS Vilegas, W.; **Atividade Antioxidante de Xantonas Isoladas de Espécies de Leothrix (Eriocaulaceae)**; Revista Brasileira de Farmacognosia; Vol. 13, nº 2, jul – dez. Págs. 67 – 74; 2003

PHILIPPI, Sonia Tucunduva; **Pirâmide dos Alimentos: Fundamentos básicos da Nutrição**; Barueri; SP; Manole; 2008

SCHLEIER, Rodolfo; **Constituintes Fitoquímicos de *Vitis vinifera* L. (uva)**; São Paulo; Instituto Brasileiro de Estudos Homeopáticos – Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo; 2004

SCHULZ, V.; HANSEL, R.; TYLER, V. E. **Fitoterapia Racional – Um Guia de Fitoterapia**, Manole, 4ª. edição – 2002

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P. DE; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia – da Planta ao Medicamento**. 5ª Edição – Porto Alegre - RS; Florianópolis – SC: UFSC, 2003

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTOS FUNCIONAIS – SBAF; **Perguntas Frequentes**; Disponível em: <http://www.sbaf.org.br/faq.htm#10>; acesso em 3/4/2009

VARELLA, Drauzio; **Os Prazeres da Carne Vermelha Verdade Ancestral**; Disponível em: [http://drauziovarella.ig.com.br/artigos/carne\\_introducao.asp](http://drauziovarella.ig.com.br/artigos/carne_introducao.asp); 2002; acesso em 30/03/2009

YUNES, Rosendo Augusto & CALIXTO, João Batista (orgs); **Plantas Medicinais Sob a Ótica da Química Medicinal Moderna**; Chapecó – SC; Ed. Argos. 2001