



CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE
QUATRO CULTIVARES DE PESSEGUEIRO DE
REGIÃO SUBTROPICAL**

LAVRAS – MG

2011

CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE QUATRO
CULTIVARES DE PESSEGUEIRO DE REGIÃO SUBTROPICAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

Coorientadora

Dra. Angelita Duarte Corrêa

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Santos, Cláudia Mendes dos.

Atividade antioxidante dos frutos de quatro cultivares de
pessegueiro de região subtropical / Cláudia Mendes dos Santos. –
Lavras : UFLA, 2011.

66 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Celeste Maria Patto de Abreu.

Bibliografia.

1. Pêssego. 2. Compostos fenólicos. 3. Carotenóides. 4. Vitamina
C. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.25

CLÁUDIA MENDES DOS SANTOS

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE QUATRO
CULTIVARES DE PESSEGUEIRO DE REGIÃO SUBTROPICAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2011.

Dra. Luciana de Matos Alves Pinto UFLA

Dr. Rafael Pio UFLA

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

Orientadora

LAVRAS – MG

2011

*Ao meu querido e saudoso pai,
pelo exemplo de vida que me deixou
e que me estimula a seguir.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Química, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Celeste Maria Patto de Abreu, pela orientação, confiança e paciência.

Aos professores Angelita Duarte Corrêa, Custódio Donizete dos Santos e Maria das Graças Cardoso, pelas contribuições.

A Xulita, pela amizade e colaboração.

A Juliana Mesquita pelo auxílio e sugestões.

Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Bioquímica, pela convivência, companheirismo e amizade.

Ao Raphael, pelo carinho e compreensão.

Aos meus irmãos e irmã, pelo constante apoio.

A minha mãe, pela dedicação e incentivo.

RESUMO

Os alimentos fornecem não somente nutrientes essenciais necessários para a vida, mas também compostos bioativos com propriedades biológicas ditas promotoras da saúde, tais como atividades antioxidante, anti-inflamatória e anticarcinogênica. Nos últimos anos, o foco científico sobre os vegetais, sua composição em termos de conteúdo de antioxidantes e seu papel ativo no bem-estar humano tem crescido consideravelmente. Antioxidantes e a correlação entre a sua ocorrência e a qualidade dos frutos são amplamente investigadas. Em particular, muitos esforços estão sendo empregados para identificar os vegetais com elevados teores de antioxidantes que conferem substanciais benefícios à saúde. Em pêssego (*Prunus persica* L.), a maior fonte da capacidade antioxidante é representada pelos compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides. Dessa forma, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar quatro cultivares de pessegueiro (Aurora, Biuti, Diamante e Douradão), provenientes das cidades de Lavras e Nepomuceno, MG, em relação à capacidade antioxidante, e determinar o teor dos compostos antioxidantes relacionados a essa atividade. Os frutos foram separados em dois grupos: sem armazenamento e armazenados por 5 dias à temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C}\pm 0,87^{\circ}\text{C}$ e $69,5\%\pm 2,35\%\text{UR}$). Foram determinados os teores de vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos e a capacidade antioxidante. As quatro cultivares se mostraram ricas em substâncias antioxidantes, porém, a intensidade dessa ação foi diferenciada entre elas. A principal contribuição para a atividade antioxidante dos pêssegos foi dada pelos compostos fenólicos que apresentaram a melhor correlação com os testes DPPH e β -caroteno/ácido linoleico. A cultivar Biuti apresentou maior teor de todas as substâncias analisadas e maior atividade antioxidante. Foi observado que o potencial antioxidante dos frutos não foi influenciado negativamente pelo período de armazenamento.

Palavras-chave: Pêssego. Antioxidante. Compostos fenólicos. Vitamina C. Carotenoides.

ABSTRACT

Foods supply not only essential nutrients necessary to life but also bioactive compounds with biological properties, the so-called health-promoters such as: antioxidant, anti-inflammatory and anti-carcinogenic activities. In the latest years, the scientific focus on plants, their composition in terms of antioxidant content and their active role in human welfare, have grown markedly. Antioxidants and the correlation between their occurrence and quality of fruits are widely investigated. In particular, a great deal of efforts has been conducted to identify the plants with high contents of antioxidants which confer benefits to health. In peach (*Prunus persica* L.), the greatest source of antioxidant capacity is represented by the phenolic compounds, vitamin C and carotenoids. In this way, the purpose of this work was to characterize four cultivars of peach tree (Aurora, Biuti, Diamante and Douradão), coming from the towns of Lavras and Nepomuceno/MG, in relation to the antioxidant capacity and determine the content of the antioxidant compounds related to that activity. The fruits were divided into two groups: without storage and storage for five days at room temperature ($25^{\circ}\text{C} \pm 0.87^{\circ}\text{C}$ and $69.5\% \pm 2.35\%\text{UR}$). The contents of vitamin C, carotenoids and phenolic compounds and the antioxidant capacity were determined. The four cultivars proved rich in antioxidant substances but, the intensity of that action was distinct among them. The main contribution to the antioxidant activity of peaches was given by the phenolic compounds which presented the best correlation with the DPPH tests and β -carotene/ linoleic acid. Cultivar Biuti presented an increased content of all the analyzed substances and a higher antioxidant activity. It was found that the antioxidant potential of the fruits was not influenced negatively by the storage period.

Key-words: Peach. Antioxidant. Phenolic compounds. Vitamin C. Carotenoids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Frutos da cultivar Aurora.....	16
Figura 2	Frutos da cultivar Biuti.....	17
Figura 3	Frutos da cultivar Diamante.....	18
Figura 4	Frutos da cultivar Douradão.....	19
Figura 5	Estruturas químicas de carotenoides.....	25
Figura 6	Inibição do radical peroxila pelos carotenoides	26
Figura 7	Estrutura da Vitamina C.....	27
Figura 8	Ciclo oxidativo do ascorbato.....	28
Figura 9	Estabilização do radical livre DPPH.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Médias dos teores de carotenoides (mg de β -caroteno 100 g^{-1}) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais.....	39
Tabela 2	Médias dos teores de vitamina C (mg ácido ascórbico 100 g^{-1}) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais.....	42
Tabela 3	Médias dos teores de compostos fenólicos (mg ácido tânico g^{-1}) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias.....	44
Tabela 4	Atividade antioxidante (mg 100 g^{-1}) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais pelo método DPPH.....	46
Tabela 5	Atividade antioxidante (mg 100 g^{-1}) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais pelo método β -caroteno/ácido linoleico.....	49
Tabela 6	Correlação (R) entre as substâncias antioxidantes com a atividade antioxidante de quatro cultivares de pêssego.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Características da cultivar Aurora.....	15
2.2	Características da cultivar Biuti.....	16
2.3	Características da cultivar Diamante.....	17
2.4	Características da cultivar Douradão.....	18
2.5	Antioxidantes.....	19
2.5.1	Formação dos radicais livres.....	21
2.5.2	Classificação e estratégias de defesa antioxidante.....	23
2.6	Carotenoides.....	24
2.7	Vitamina C.....	27
2.8	Compostos fenólicos.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1	Matéria-prima.....	32
3.2	Preparo e instalação do experimento.....	32
3.3	Delineamento experimental.....	32
3.4	Determinação das substâncias antioxidantes.....	33
3.4.1	Carotenoides.....	33
3.4.2	Vitamina C.....	33
3.4.3	Compostos fenólicos.....	34
3.5	Atividade antioxidante.....	34
3.5.1	Método DPPH.....	34
3.5.2	Método β -caroteno/ácido linoleico.....	36
3.6	Análises estatística.....	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Carotenoides.....	39
4.2	Vitamina C.....	41
4.3	Compostos fenólicos.....	43
4.4	Avaliação da capacidade antioxidante.....	46
4.4.1	Método DPPH.....	46
4.4.2	Método β -caroteno/ácido linoleico.....	48
4.5	Correlação entre compostos antioxidantes e atividade antioxidante.....	50
5	CONCLUSÃO.....	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS.....	54
	ANEXOS.....	65

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos é, atualmente, uma das mais importantes do mundo. O agronegócio brasileiro representa o segmento mais significativo de nossa indústria, gerando empregos e sendo responsável pelo crescimento das exportações brasileiras.

O mercado mundial de frutas dispõe de grande variedade de produtos, o que, juntamente com fatores sócio-econômicos, faz com que o consumidor exija boa qualidade e também defina os padrões da mesma.

A natureza nos fornece um número expressivo de substâncias orgânicas, sendo os vegetais os principais contribuintes. O potencial de fornecimento de novas substâncias se deve à capacidade de esses organismos biossintetizarem os mais diversos tipos de estruturas moleculares. Essas substâncias participam diretamente das interações bioquímicas de comunicação entre as plantas e os vários organismos vivos no sistema ambiental.

Existe uma clara tendência mundial de que as pessoas passem a se preocupar mais com a saúde e o bem-estar, ampliando, dessa forma, o consumo de frutas. A crescente demanda por frutas está aliada à elevação da renda dos consumidores, a melhores níveis de informação e educação, além das qualidades intrínsecas dos produtos.

Maior atenção tem sido dada aos alimentos conhecidos como funcionais, uma vez que evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de vegetais com propriedades funcionais está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas não transmissíveis. O efeito protetor exercido por esses alimentos tem sido atribuído à presença de fitoquímicos com ação antioxidante.

Nos últimos anos, o foco científico sobre vegetais, sua composição em termos de conteúdo de antioxidantes e seu papel ativo no bem-estar humano têm crescido consideravelmente.

Antioxidantes e a correlação entre a sua ocorrência e a qualidade dos vegetais são amplamente investigados. Em particular, muitos esforços estão sendo concentrados para identificar as espécies vegetais com elevados teores de antioxidantes que conferem substanciais benefícios à saúde. No entanto, o conteúdo desses compostos nos tecidos das frutas é influenciado por inúmeros fatores pré-colheita, como, por exemplo, genótipo, porta-enxerto, condições climáticas, práticas agronômicas, ponto de colheita e também por fatores pós-colheita, como condições de armazenamento e processamento.

O pêssego (*Prunus persica* L.) é uma das frutas mais cultivadas em regiões de clima temperado e subtropical do mundo. Devido à sua aceitabilidade e ao alto consumo pela população, contribui para o aumento da ingestão de antioxidante na dieta humana. Os índices de substâncias antioxidantes em pêssegos podem variar entre cultivar, fatores genéticos e ambientais. Além disso, como, muitas vezes, os frutos são colhidos antes da fase de amadurecimento, o teor desses antioxidantes pode ser afetado pelo estágio de maturação na colheita, técnicas de armazenamento e do tempo decorrido entre a colheita e o consumo.

Em pêssego, os compostos que mais contribuem para a sua capacidade antioxidante são compostos fenólicos, carotenoides e vitamina C.

Formas eficientes de extração de substâncias antioxidantes motivam grandes investimentos por parte da indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, e desperta o interesse de pesquisadores. Sabe-se que diferentes cultivares de pêssego têm quantidades variadas de substâncias antioxidantes naturais.

A diversidade genética reflete também na sua capacidade antioxidante. De fato, muitos resultados encontrados em estudos com diferentes cultivares de pêsego demonstram que o genótipo desempenha um papel fundamental na determinação da capacidade antioxidante em frutos de pêsego.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar quatro cultivares de pessegueiro em relação à capacidade antioxidante e determinar os teores dos compostos relacionados a essa atividade, correlacionando-os com o período de armazenamento dos frutos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O pessegueiro (*Prunus persica*) é uma espécie nativa da China. O nome, entretanto, é originário da Pérsia, que foi erroneamente tomado como país de origem dessa espécie. O pessegueiro era também conhecido no mundo greco-romano, no século que antecedeu a Cristo. Provavelmente, teria sido levado da China à Pérsia e daí espalhado pela Europa. No Brasil, o pessegueiro foi introduzido, em 1532, por Martin Afonso de Souza, por meio de mudas trazidas da Ilha Madeira e plantadas em São Vicente, São Paulo (MEDEIROS; RASEIRA, 1998).

O pêssego pertence à família das Rosáceas, subfamília Prunoidea e gênero *Prunus* e subgênero *Amygdalus*. Todas as cultivares comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) Bastch. São admitidas três variedades botânicas todas pertencentes à espécie *Prunus persica*. São elas: vulgaris (pêssego comum); nucipersica (nectarina) e platicarpa (pêssego achatado). Faz parte do diversificado grupo denominado frutos de caroço, caracterizado por possuir o endocarpo endurecido. O fruto é uma típica drupa carnosa, com fino pericarpo, mesocarpo polposo e endocarpo lenhoso. A cor da epiderme varia do creme-esverdeado ao alaranjado e sobre essa pigmentação de fundo muitas cultivares exibem uma coloração rósea a vermelha (SACHS; CAMPOS, 1998).

O crescimento dos frutos segue uma curva sigmoidal, com crescimento rápido na primeira fase, depois uma fase de crescimento muito lento e, finalmente, uma última fase de crescimento rápido, por ocasião do inchamento do fruto. É na fase de crescimento lento que se dá o endurecimento do endocarpo (caroço). O que difere as variedades precoces das de maturação tardia é que, nas primeiras, o período de crescimento lento é mínimo (RASEIRA; CENTELLAS-QUEZADA, 2003).

O pêssego (*Prunus persica* L.) é a oitava fruta mais produzida no mundo, com 18 milhões de toneladas e é uma das frutas mais consumidas *in natura*. A China, maior produtor mundial, produziu 8,4 milhões de toneladas, em 2008 (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2010).

O Brasil produziu, na safra 2009, 216.236 toneladas. O Rio Grande do Sul é o primeiro produtor nacional, com 129.032 toneladas, seguido pelo estado de São Paulo com uma produção de 41.245 toneladas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2008). A maior parte da produção do Rio Grande do Sul é destinada para a indústria, enquanto a paulista é destinada ao consumo *in natura* (SATO, 2001). Minas Gerais ocupa o terceiro lugar, com a produção de 26.808 toneladas (IBGE, 2008).

2.1 Características da cultivar Aurora

É uma planta de bom vigor, suscetível à ferrugem da folha e à bacteriose (*Xanthomonas arboricola*, pv. pruni) e de produtividade média. Adaptada às regiões de inverno ameno, necessitando de menos de 200 horas de frio. O fruto é de tamanho pequeno e de forma redonda a cônica, podendo apresentar ponta e sutura levemente desenvolvidas. A película é amarelo-clara, com 40% a 50% de vermelho. A polpa é amarela, muito firme, doce e aderente ao caroço (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2005).



Figura 1 Frutos da cultivar Aurora

Fonte: (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC, 2011)

2.2 Características da cultivar Biuti

Cultivar de meia-estação, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), com maturação mediana, pouco exigente em frio, sendo colhida de novembro até o final de dezembro. Os frutos servem tanto ao consumo *in natura* como para industrialização. Apresenta frutos grandes (100 a 150g) arredondados e com pequena ponta, com as seguintes características: casca branco-amarelada quando maduros, caroço preso, polpa firme e amarelada com pequena auréola ao redor do caroço, sabor agradável e boa resistência à conservação e à podridão parda (PENTEADO, 1986; BOTREL et al., 1995).



Figura 2 Frutos da cultivar Biuti
Fonte: (IAC, 2011)

2.3 Características da cultivar Diamante

A cultivar Diamante originou-se da seleção C-68-168-3, que é um híbrido de cruzamento entre ‘Convênio’ x ‘Pelotas77’, realizado na Unidade de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) de Cascata. ‘Pelotas’, por sua vez, é um híbrido de segunda geração do cruzamento entre ‘Cardeal’ x ‘Aldrighi’. A partir de 1973, passou a ser denominada cultivar e distribuída aos viveiristas (ABRAHÃO et al., 1989).

A ‘Diamante’ tem sua produção bastante precoce em relação às demais cultivares para a indústria. Sua floração inicia-se em fins de junho ou julho e a brotação em julho; a colheita ocorre normalmente em fins de novembro, enquanto as demais são colhidas no final de dezembro. Os frutos da cultivar Diamante são de tamanho médio a grande, de forma redonda e sem ponta. A película é amarela, podendo, às vezes, apresentar uma mancha avermelhada. A polpa é amarelo-ouro, firme e aderente ao caroço. Apresenta perfume acentuado e sabor doce-acidulado bastante agradável ao paladar (ABRAHÃO et al., 1989).



Figura 3 Frutos da cultivar Diamante
Fonte: EMBRAPA (2005)

No estado de Minas Gerais, ‘Diamante’ se destaca como uma das cultivares mais importantes e tem boa aceitação no mercado de frutas de mesa, embora, originalmente, tenha sido criada como matéria-prima para a industrialização (CHALFUN; HOFFMAN; ANTUNES, 2002).

2.4 Características da cultivar Douradão

Nos dias atuais, o pêssego Douradão (IAC Douradão) é a cultivar mais requisitada para novos plantios no estado de São Paulo, devido à alta demanda dos mercados atacadista e consumidor por frutas grandes e mais atraentes. É uma cultivar obtida pelo programa de melhoramento genético do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), oriunda de um lote de polinização aberta da cultivar Dourado-2 (IAC, 2005).



Figura 4 Frutos da cultivar Douradão
Fonte: (IAC, 2005)

A ‘Douradão’ apresenta frutos bem grandes, pesando, em média, de 160 g e 6 cm de diâmetro transversal, globoso-oblongos, atraentes e de coloração externa até 90% vermelho-estriada, sobre fundo amarelo-claro. A polpa amarela mostra-se espessa, firme, fibrosa, medianamente succulenta e sem aderência ao caroço, que é grande (6,5 g) bem enrugado e avermelhado. O sabor é doce-acidulado, bastante equilibrado e agradável. Amadurece seus frutos em meados de outubro a início de novembro (IAC, 2005).

A ‘Douradão’ mostra tolerância moderada às principais doenças e pragas que atacam a cultura (IAC, 2005).

2.5 Antioxidantes

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis e têm como principal função proteger os constituintes celulares e manter o estado redox celular (HALLIWELL, 2001). Apesar de os antioxidantes doarem elétrons para

determinados substratos, eles não se tornam radicais livres, pois são estáveis em ambas as formas. Existem duas classes de antioxidantes, sintético e natural (HALL; CUPPETT, 1997).

Dentre os antioxidantes mais utilizados estão os sintéticos butil-hidroxi-anisol (BHA) e o butil-hidroxitolueno (BHT) que são normalmente utilizados nas indústrias de óleos e de derivados lipídicos. Entretanto, estes compostos vêm apresentando alguns inconvenientes. Estudos têm mostrado que eles podem favorecer efeitos mutagênicos, carcinogênicos e outros males comprovados, como, por exemplo, o aumento do peso do fígado e a significativa proliferação do retículo endoplasmático (MELO; GUERRA, 2002; SIMÃO, 1985; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

Além dos problemas relacionados à saúde com o uso de antioxidantes sintéticos, estes ainda requerem testes extensos e de custos elevados para comprovar sua segurança para a aplicação em alimentos.

A partir desses problemas encontrados com os antioxidantes sintéticos, a busca por antioxidantes naturais para serem empregados em produtos alimentícios e para o uso farmacêutico e que tenham a mesma função e eficiência dos sintéticos, tem aumentado consideravelmente desde a década de 1980 (MELO e GUERRA, 2002; SIMÃO, 1985; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2001; ZHENG; WANG, 2001).

Wang, Cao e Prior (1997) analisaram uma série de trabalhos feitos com substâncias naturais com capacidade antioxidante e demonstraram que elas têm efeito sobre várias doenças, como *diabetes mellitus*, alergias, inflamações, cardiopatias, úlceras pépticas, retinopatias diabéticas, doenças circulatórias provocadas por fragilidade capilar, prevenção de aterosclerose, além de atuarem com agentes vasoprotetores e anti-inflamatórios, e agentes quimioprotetores contra a toxicidade da platina no tratamento contra o câncer. Essas substâncias antioxidantes atuam também como agente hepatoprotetor contra danos do

tetracloroeto de carbono (MITCHEVA et al., 1993) e em diversas ações de várias enzimas e processos metabólicos (SAIJA et al., 1990).

Pesquisas realizadas nos últimos anos relatam que muitos vegetais apresentam, em sua constituição, compostos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam a vitamina C, vitamina E, compostos fenólicos e carotenoides.

De acordo com Halliwell (1996), a vitamina C e os compostos fenólicos agem como antioxidantes hidrofílicos, enquanto os carotenoides e a vitamina E agem como antioxidantes lipofílicos.

Frutos, hortaliças e vegetais em geral são considerados boas fontes de antioxidantes, os quais podem ser mais eficientes e menos custosos que os suplementos sintéticos para proteger o corpo de danos oxidativos sob diferentes condições (LEONG; SHUI, 2002).

As frutas, principais fontes dietéticas de compostos fenólicos, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas), apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes. Por sua vez, a eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000).

2.5.1 Formação dos radicais livres

Os radicais livres são definidos como qualquer espécie química com existência independente que contenham um ou mais elétrons desemparelhados, com meia vida curtíssima. Dessa forma, eles são altamente reativos, sendo capazes de reagir com qualquer biomolécula (HALLIWELL, 1994).

Esses radicais podem ser gerados por fontes endógenas ou exógenas. Por fontes endógenas, originam-se de processos biológicos que normalmente

ocorrem no organismo, tais como redução de flavinas e tióis; resultado da atividade de oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases; presença de metais de transição no interior da célula e de sistemas de transporte de elétrons. Esta geração de radicais livres envolve várias organelas celulares, como mitocôndrias, lisossomos, peroxissomos, núcleo, retículo endoplasmático e membranas. As fontes exógenas geradoras de radicais livres incluem tabaco, poluição do ar, solventes orgânicos, anestésicos, pesticidas e radiações (SOARES, 2002).

No organismo, encontram-se envolvidos na produção de energia fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes. No entanto, seu excesso apresenta efeitos prejudiciais, tais como a peroxidação dos lipídios de membrana e a agressão às proteínas dos tecidos e das membranas, às enzimas, aos carboidratos e ao DNA (HUSAIN; CILLARD; CILLARD, 1987). Dessa maneira, estão envolvidos com várias patologias, como artrites, doenças do coração, câncer, catarata, podendo ser a causa ou o agravante do quadro geral de todas elas (HALLIWELL; GUTTERIDGE; CROSS, 1992).

Como a oxidação é um processo fundamental da vida aeróbica e do nosso metabolismo, os radicais livres são produzidos naturalmente ou por alguma difusão biológica. Estes radicais livres têm seus elétrons desemparelhados centrados nos átomos de oxigênio ou nitrogênio e são denominados de espécies reativas do oxigênio (ERO) e espécies reativas do nitrogênio (ERN) (PIETTA, 2000; VISIOLI; KEANEY; HALLIWELL, 2000).

O organismo humano sofre ação constante de ERO e ERN geradas em processos inflamatórios, por alguma disfunção biológica ou proveniente dos alimentos. As principais ERO distribuem-se em dois grupos, os radicalares: hidroxila ($\text{HO}\cdot$), superóxido ($\text{O}_2 \cdot^-$), peroxila ($\text{ROO}\cdot$) e alcoxila ($\text{RO}\cdot$), e os não-radicalares: oxigênio, peróxido de hidrogênio e ácido hipocloroso. Dentre as

ERN incluem-se óxido nítrico ($\text{NO}\bullet$), óxido nitroso (N_2O_3), ácido nitroso (HNO_2), nitritos (NO_2^-), nitratos (NO_3^-) e peroxinitritos (ONOO^-). A maioria dessas espécies é muito reativa no organismo, podendo causar danos a proteínas, lipídios, DNA e RNA, além de membranas celulares do núcleo e mitocondrial (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

Geralmente, o metabolismo equilibra sua presença no corpo, mas o problema é que, quando se formam em excesso, sob certas condições anormais, cria-se uma situação que se domina estresse oxidativo (TAVARES et al., 2000; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006). Esse estresse oxidativo está associado a vários processos de toxicidade celular (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

2.5.2 Classificação e estratégias de defesa antioxidante

Com a contínua produção de radicais livres durante os processos metabólicos, surgiram muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos (SIES, 1993). Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células.

Os antioxidantes podem ser classificados como enzimáticos e não enzimáticos, conforme a estrutura do agente oxidante. O sistema enzimático é composto de diversas enzimas, destacando-se a superóxido-dismutase (SOD), a catalase (CAT) e a glutathione peroxidase (GPx). A outra parte da defesa contra os radicais livres fica por conta dos antioxidantes não enzimáticos, dentre os quais se destacam carotenoides, vitamina C, vitaminas A, vitamina E e os compostos fenólicos (SIMÃO, 2010).

Dessa forma, é bem estabelecido que os antioxidantes obtidos na dieta são indispensáveis para a defesa apropriada contra os radicais livres e, assim, apresentam importante papel na manutenção da saúde (SIMÃO, 2010).

2.6 Carotenoides

Os carotenoides são substâncias coloridas, amplamente distribuídas na natureza, principalmente em plantas, as quais se encontram nos cloroplastos, sempre acompanhando as clorofilas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os carotenoides são responsáveis pela cor em muitos alimentos, como frutas e vegetais, gema de ovo, pele e músculo de alguns peixes (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Na maioria dos vegetais, os carotenoides encontram-se mascarados pela clorofila que se encontra em maior quantidade. Contudo, com o amadurecimento ou o envelhecimento dos vegetais, ocorre uma mudança de cor, causada pelo desaparecimento da clorofila, e, durante esse período, os carotenoides aparecem com maior evidência (SIMÃO, 2010).

Os carotenoides se dividem em carotenos e xantofilas. Os carotenos são constituídos por carbono e hidrogênio e as xantofilas, por hidrocarbonetos que possuem grupos funcionais oxigenados. O β -caroteno e o licopeno são exemplos de carotenos, enquanto a luteína e a zeaxantina são xantofilas (MORAES; COLLA, 2006).

Quimicamente, os carotenoides são substâncias lipossolúveis, poli-insaturadas, tetraterpênicas, formadas por oito unidades de isopreno. Na Figura 5 pode-se observar a estrutura química dos carotenoides mais comuns.

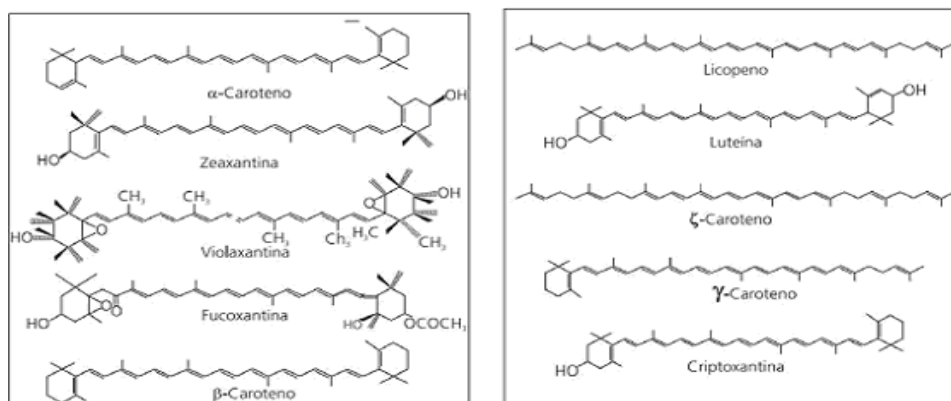


Figura 5 Estruturas químicas de carotenoides
 Fonte: Ambrósio, Campos e Faro (2006)

Estes compostos são corantes naturais, possuem pigmentos que vão do amarelo ao vermelho e têm despertado a curiosidade dos cientistas desde o aparecimento da química orgânica devido às suas relevantes funções e ações (SILVA; MERCADANTE, 2002). Apenas plantas, bactérias, fungos e algas são capazes de sintetizar carotenoides, porém, muitos animais os incorporam por meio da dieta.

Recentemente, efeitos benéficos de carotenoides contra cânceres, doenças do coração e degeneração macular foram reconhecidos e estimularam intensas investigações sobre o papel desses compostos como antioxidantes e como reguladores de resposta do sistema imune (UENOJO; MAROSTICA JÚNIOR; PASTORE, 2007).

Devido às suas propriedades antioxidantes os carotenoides têm a capacidade de reduzir o risco de doenças, pois são capazes de interromper as reações dos radicais livres que podem oxidar lipídios instaurados e proteger o DNA contra ataques de radicais livres. A capacidade de eliminar radicais livres pelos carotenoides se dá pela sua estrutura contendo duplas ligações, que tem a

capacidade de acomodar cargas ou elétrons desemparelhados. Os carotenoides atuam como desativadores do oxigênio tripleto e singleto, pois conseguem, a partir da sua estrutura, absorver a energia apresentada por esses compostos durante a sua formação, convertendo-os em suas formas básicas, prevenindo, assim, a formação de radicais livres e as doenças causadas por eles (SIMÃO, 2010).

Já os radicais peroxila são adicionados às duplas ligações da cadeia do caroteno, gerando o radical altamente estabilizado por ressonância que, desta forma, não é capaz de causar danos a outras moléculas (Figura 6) (BARREIROS et al., 2006).

As frutas de clima temperado são, normalmente, ricas em antocianinas e pobres em carotenoides. Praticamente as únicas frutas carotenogênicas de clima temperado são pêsego, nectarina e damasco (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Em estudos realizados com pêsego há relatos de teores de carotenoides de 0,04 a 0,3 mg 100 g⁻¹ (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). Gil et al. (2002) encontraram valores de β -caroteno entre 0,05 a 0,2 mg 100 g⁻¹ para cultivares de pêsego de polpa amarela.

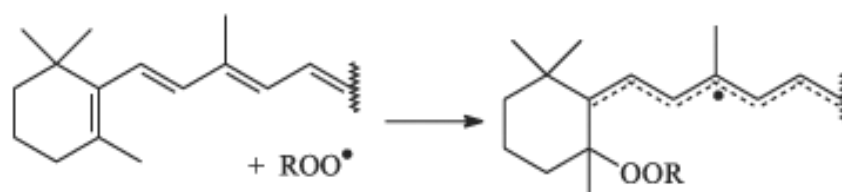


Figura 6 Inibição do radical peroxila pelos carotenoides
Fonte: Barreiros et al. (2006)

2.7 Vitamina C

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil. As plantas e os vários mamíferos são capazes de sintetizar o ácido ascórbico a partir de glicose e galactose. Os seres humanos, os porquinhos-da-índia e outros primatas são os únicos mamíferos incapazes de sintetizar o ácido ascórbico, portanto, ele é considerado essencial na dieta. Neles, a deficiência, geneticamente determinada, da gulonolactona oxidase impede a síntese do ácido L-ascórbico a partir da glicose (NISHIKIMI et al., 1994; PINNEL; MURAD; DARR, 1987). A estrutura da vitamina C está representada na Figura 7.

O ácido ascórbico encontra-se na natureza sob duas formas: reduzida ou oxidada (ácido L-ascórbico e ácido dehidroascórbico, respectivamente), porém, a forma oxidada está menos difundida nas substâncias naturais. A transformação do ácido ascórbico (AA) em ácido dehidroascórbico (DIA) ocorre, normalmente, no interior do organismo e é reversível, permitindo que uma de suas substâncias possa sempre ser transformada na outra. Essa capacidade de transformação funciona como um sistema oxidorredutor capaz de transportar hidrogênio nos processos de respiração, no nível celular (TAVARES et al., 2000; WELCH et al., 1995).

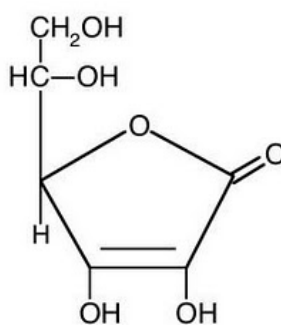


Figura 7 Estrutura da vitamina C

Fonte: Bobbio e Bobbio (1992)

O ácido dehidroascórbico é a forma oxidada do ácido ascórbico, os quais possuem atividade vitamínica idêntica, pois o ácido dehidroascórbico é facilmente reduzido no organismo e novamente retido como ácido ascórbico nos tecidos intracelulares. O processo de oxidação do ácido ascórbico é reversível e acontece quando ocorre a perda de dois elétrons, levando à formação do ácido L-dehidroascórbico. A atividade antioxidante da vitamina C envolve a transferência de um elétron ao radical livre e a consequente formação do radical livre ascorbato (Figura 8) (ROSA et al., 2007).

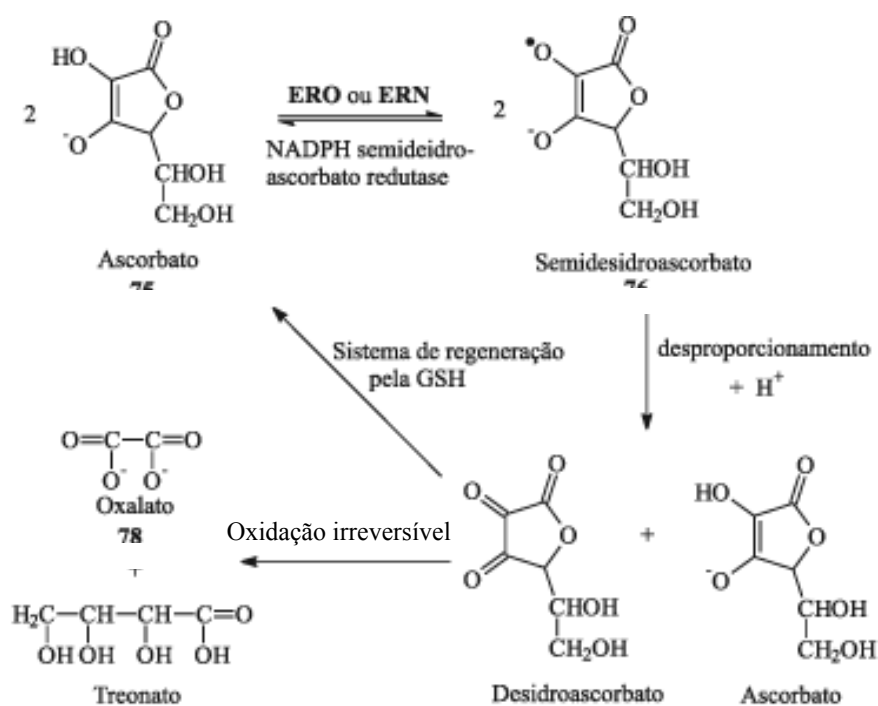


Figura 8 Ciclo oxidativo do ascorbato
Fonte: Barreiros et al. (2006)

Uma vez que o ascorbato converte as ERO e ERN em espécies inofensivas e que os derivados do ascorbato são poucos reativos, esse age como antioxidante *in vivo*. A vitamina C atua na fase aquosa como excelente antioxidante sobre os radicais livres, mas não é capaz de agir nos compartimentos lipofílicos para inibir a peroxidação dos lipídios (SIMÃO, 2010).

Em estudo realizado com pêssego de polpa amarela, Gil et al. (2002) encontraram teores médios de vitamina C na polpa entre 3,1 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ para a cultivar O'Henry, a 12,6 mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra, para a cultivar September Sun. Tavarini et al. (2008) obtiveram valores médios variando de 1 mg 100 g⁻¹, para as cultivares Royal Glory e Spring Lady, a 9 mg 100 g⁻¹, para as cultivares Glohaven e Redhaven, em um estudo com cinco cultivares de pêssego de polpa amarela.

Chitarra e Chitarra (2005) relatam os teores de ácido ascórbico em mg 100 g⁻¹ de alguns frutos, como tangerina (46,8), morango (72,8) e pêssego (26,8).

2.8 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são uma das maiores classes de metabólicos secundários de plantas cuja síntese não ocorre na espécie humana. Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxilas. Os compostos fenólicos presentes nos alimentos abrangem ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e cumarinas (MORAES; COLLA, 2006; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os flavonoides constituem o mais importante grupo dos compostos fenólicos e são as principais fontes de capacidade antioxidantes em pêssegos (PRIOR; CAO, 2000, citado por CANTÍN; MORENO; GOGORCENA, 2009).

Eles se dividem nos seguintes subgrupos: antocianinas, flavononas, flavonóis, flavanas e os isoflavonoides. A grande diversidade estrutural desses compostos é explicada pelas modificações que estes compostos sofrem, como hidroxilação, metilação e acilação, entre outras. Nas plantas esses compostos são essenciais para a pigmentação, o crescimento, a reprodução, a resistência a patógenos e também se caracteriza como potentes antioxidantes. Os compostos fenólicos se formam em condições de estresse, como infecções, ferimentos e radiações UV, dentre outros (MORAES; COLLA, 2006).

Os compostos fenólicos vêm sendo reportados por possuírem atividade antioxidante contra os radicais livres, a qual está associada às propriedades redox dos grupos hidroxil e a sua relação com diferentes partes da estrutura química (BENAVENTE-GARCIA et al., 1999). Os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos, sobretudo por inibirem a peroxidação lipídica e a lipo-oxigenase *in vitro* (HASLAN, 1996; SOARES, 2002).

De modo geral, os compostos fenólicos e, em particular, os flavonoides possuem estruturas ideais para o sequestro dos radicais livres, sendo considerados antioxidantes mais eficazes que as vitaminas C e E. A atividade antioxidante dos flavonoides depende da sua estrutura e pode ser determinada por cinco fatores: reatividade com o agente doador de H e elétrons, estabilidade do radical flavanoil formado, reatividade frente a outros antioxidantes, capacidade de quelar metais de transição e solubilidade e interação com as membranas (BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006). Esses compostos podem agir tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo e os produtos intermediários formados por sua ação são relativamente estáveis, devido a ressonância do anel aromático que apresentam (RAMALHO; JORGE, 2006; SOARES, 2002).

São encontrados, na literatura, diferentes valores de compostos fenólicos ligados presentes no pêssego. Sun et al. (2002), estudando os compostos

fenólicos em várias frutas, encontraram, para o pêssego, teor de 1 mg ácido gálico g^{-1} . Em estudos realizados com pêssegos, Di Vaio et al. (2008) apresentaram teores de compostos fenólicos entre 6 e 8 mg ácido gálico g^{-1} .

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Bioquímica, no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

3.1 Matéria-prima

Os frutos de pêssegos das cultivares Aurora, Biuti, Diamante e Douradão foram colhidos pela manhã, em estágio de maturação próprio para consumo, adquiridos nas cidades de Lavras, MG e Nepomuceno, MG, entre os meses de novembro e dezembro de 2009.

3.2 Preparo e instalação do experimento

Foram selecionados 32 frutos de cada cultivar, padronizados quanto ao estágio de maturação, ao tamanho e à ausência de danos mecânicos e divididos em dois grupos: sem armazenamento e armazenados em uma sala, por 5 dias, à temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C}\pm 0,87^{\circ}\text{C}$ e $69,5\%\pm 2,35\%\text{UR}$).

Todos os frutos dos dois grupos foram descascados e as polpas picadas, liofilizadas e trituradas em moinho para posteriores análises.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4×2 , sendo o primeiro fator constituído pelas quatro cultivares (Diamante, Biuti, Douradão e Aurora), e o segundo fator pelos dias de análises (dia da colheita e 5 dias de armazenamento), em 4 repetições de 4 frutos para cada tratamento.

3.4 Determinação das substâncias antioxidantes

Foram determinadas as principais substâncias antioxidantes presentes no pêssego, descritas a seguir.

3.4.1 Carotenoides

Para a determinação do β -caroteno, as amostras foram homogeneizadas com uma mistura de acetona e hexano (2:3) e levadas para leitura de absorbância em espectrofotômetro em quatro comprimentos de onda (453, 505, 645 e 663 nm). Para os cálculos das concentrações de β -caroteno, utilizou-se a seguinte equação:

$$\beta\text{-caroteno (mg } 100 \text{ mL}^{-1}) = 0,216 A_{663} - 1,22 A_{645} - 0,304 A_{505} + 0,452 A_{453}.$$

Os resultados foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (NAGATA; YAMASHITA, 1992).

3.4.2 Vitamina C

A extração para a análise de vitamina C foi feita com 1 g de amostra em 20 mL de ácido oxálico e cerca de 0,1 g de Kieselguhr, sob agitação, por 15 minutos, em agitador horizontal e, posteriormente, filtrada em papel Whatman nº 40. O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico, com 2,4-denitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g^{-1} de amostra.

3.4.3 Compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos foi realizada com metanol 50%, em refluxo, por três vezes consecutivas, a 80°C e os extratos reunidos e evaporados a 25 mL. Após a extração, os fenólicos totais foram doseados pelo método de Folin-Denis (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em mg de ácido tânico g⁻¹ de amostra.

3.5 Atividade antioxidante

A análise da atividade antioxidante foi feita por meio de dois métodos.

3.5.1 Método DPPH

A extração dos antioxidantes foi realizada segundo Rufino et al. (2007).

Utilizaram-se 20 mL do líquido extrator (metanol 50%/acetona 70%) para 1 g da amostra de pêssego liofilizada. Os extratos foram submetidos à agitação, por 60 minutos, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Posteriormente, foram centrifugados, por 15 minutos, a 25.406,55 g (15.000 rpm) e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 25 mL e o volume completado com água destilada.

A capacidade de sequestrar radicais livres em relação ao radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH·) foi inicialmente escolhido por se tratar de uma metodologia simples, rápida e sensível. A captura do radical DPPH· por antioxidantes produz um decréscimo da absorbância, ou seja, a coloração passa do violeta-escuro para o violeta-claro (Figura 9).

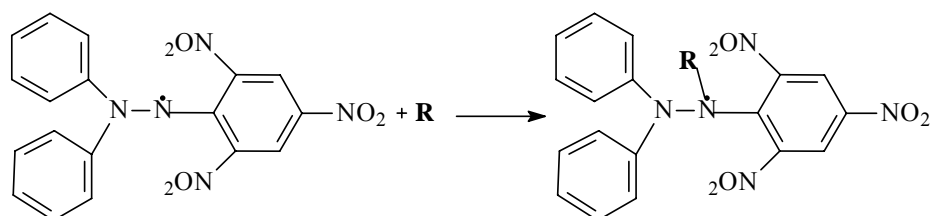


Figura 9 Estabilização do radical livre DPPH
 Fonte: Rufino et al. (2007)

A capacidade de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil foi realizada segundo método descrito por Thaipong et al. (2006), com modificações. Alíquotas de 0,1 mL do extrato de polpa liofilizada de pêssego, com quatro concentrações diferentes, foram colocadas em diferentes tubos de ensaio. Em seguida, 3,9 mL da solução de DPPH em metanol (0,06 mM) foram adicionados e, após agitação em vortex, os tubos foram deixados em repouso ao abrigo da luz. Ao final de 30 minutos, a absorbância foi medida a 515 nm e a capacidade de sequestrar o radical, expressa em percentual, calculada em relação ao controle (sem antioxidante), segundo a expressão a seguir:

$$\% \text{ sequestros} = \frac{\text{Absorbância do controle} - \text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do controle}} \times 100\%$$

Por meio da equação da reta do extrato de pêssego, foram calculadas as concentrações necessárias para inibir 50% do radical DPPH'.

3.5.2 Método β -caroteno/ácido linoleico

O sistema β -caroteno/ácido linoleico consiste na descoloração (oxidação) do β -caroteno induzida pelos produtos de degradação oxidativa do ácido linoleico e estima a habilidade relativa de compostos antioxidantes presentes em extratos de plantas de sequestrar o radical peróxido do ácido linoleico ($\text{LOO}\cdot$), que oxida o β -caroteno presente na emulsão (sistema aquoso-lipídico). Esse sistema β -caroteno/ácido linoleico é constituído por uma emulsão (sistema água-óleo), no qual a capacidade antioxidante é avaliada pela capacidade do extrato analisado de inibir o processo de oxidação do sistema, em um total de 2 horas (BORGUINI, 2006).

A extração dos antioxidantes foi realizada segundo Rufino et al. (2006). Utilizaram-se 20 mL do líquido extrator (metanol 50%/acetona 70%) para 1 g e 0,5 g e 0,25 g da amostra de pêsego liofilizada. Os extratos foram submetidos à agitação por 60 minutos, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz. Posteriormente, foram centrifugados, por 15 minutos, a 25.406,55 g (15.000 rpm) e o sobrenadante transferido para balão volumétrico de 25 mL e o volume completado com água destilada.

Para o preparo da solução sistema de β -caroteno/ácido linoleico, utilizaram-se 50 μL de β -caroteno diluído em clorofórmio (20 mg/ mL), aos quais adicionaram-se 40 μL de ácido linoleico e 530 μL de Tween 20 (emulsificante) e solubilizar 1 mL de clorofórmio. Em balão recoberto por papel alumínio para proteção contra luz, o clorofórmio foi evaporado em rota-evaporador e 100 mL de água saturada de oxigênio (água destilada tratada com oxigênio por 30 minutos) foram acrescentados e agitados até que a solução apresentasse uma coloração amarelo-alaranjada e leituras de absorbância entre 0,6 e 0,7 nm a 470 nm.

Em tubos de ensaio, 5 mL dessa solução sistema foram adicionados a 0,4 mL de cada diluição dos extratos empregados para o teste. Foram feitos tubos controle contendo 5 mL da solução sistema com 0,4 mL de Trolox®. Após homogeneização, foram feitas leituras em espectrofotômetro a 470 nm, utilizando-se água para calibração. Os tubos foram colocados em banho-maria a 40°C e leituras sequenciais foram feitas após 1 hora e 2 horas.

Foi avaliada a percentagem de inibição da oxidação, em que a redução da absorbância do sistema sem antioxidante (Equação 1) é considerada como 100% de oxidação.

$$\text{Redução de absorbância} = \text{Abs inicial} - \text{Abs final} \quad (\text{Equação 1})$$

Correlacionou-se a queda da leitura de absorbância das amostras com o sistema e estabeleceu-se a percentagem de oxidação (Equação 2). A percentagem de proteção contra a oxidação lipídica é dada subtraindo-se a percentagem de oxidação de cada amostra de 100 (Equação 3).

$$\% \text{ oxidação} = \frac{[(\text{redução Abs})_{\text{amostra}} \times 100]}{(\text{redução Abs})_{\text{sistema}}} \quad (\text{Equação 2})$$

$$\% \text{ proteção} = 100 - (\% \text{ Oxidação}) \quad (\text{Equação 3})$$

A ação antioxidante de cada amostra foi verificada comparando-se com a atividade antioxidante da substância utilizada como controle.

3.6 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância por meio do programa Sisvar (FERREIRA, 2003), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Entre as substâncias antioxidantes e os testes de atividade antioxidante, foi realizada análise de correlação de Pearson, empregando-se o programa XLSTAT e a sua precisão avaliada pelo coeficiente de correlação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos resultados de teores de substâncias antioxidantes e da atividade antioxidante estão apresentadas em anexo.

4.1 Carotenoides

Na Tabela 1 encontram-se os resultados dos carotenoides nos frutos e pode-se avaliar que, entre os pêssegos analisados, os da cultivar Biuti apresentaram maior teor de carotenoides para os frutos armazenados (5,75 mg β -caroteno 100 g⁻¹ de amostra). Já para os frutos sem armazenamento, as cultivares Biuti e Diamante apresentaram os maiores valores (1,75 e 1,63 mg β -caroteno 100 g⁻¹, respectivamente). Os teores de β -caroteno nos frutos com armazenamento foram maiores para todas as cultivares devido ao amadurecimento, ao aumento da coloração nos mesmos e à perda de água, já que a UR estava baixa, em torno de 70%.

Tabela 1 Médias dos teores de carotenoides (mg de β -caroteno 100 g⁻¹) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais

Cultivar	Sem armazenamento	Com armazenamento
Aurora	0,26 b B	1,67 c A
Biuti	1,75 a B	5,75 a A
Diamante	1,63 a B	3,29 b A
Douradão	0,34 b B	2,78 c A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007) analisaram o teor de carotenoides em cultivares de pêssego Diamante, Coral e Xiripá, encontrando, respectivamente, 0,4; 0,03 e 0,06 mg de β -caroteno 100 g^{-1} . Os valores encontrados neste trabalho para cultivar Diamante, sem armazenamento (1,6 mg 100 g^{-1}) e com armazenamento (3,29 mg 100 g^{-1}), foram superiores ao encontrado por Sentanin e Rodriguez-Amaya (2007), para essa mesma cultivar. Essa diferença nos valores de β -caroteno pode estar relacionada com o local de cultivo e o clima variado, influenciando diretamente no teor desta substância. Para as outras três cultivares de pêssego (Aurora, Biuti e Douradão) não foram encontrados dados na literatura.

Manica-Berto (2008), estudando o teor de carotenoides na polpa de pêssegos da cultivar Jubileu, obteve valor de 1,94 mg 100^{-1} g . Em outro estudo, Tavares (1991) obteve, por meio de cromatografia em coluna aberta, para o pêssego da cultivar Rei da Conserva, 0,11 mg β -caroteno 100g^{-1} .

Os carotenoides de pêssego foram investigados por vários pesquisadores, porém, além dos teores baixos, há divergência até no carotenoide predominante (SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007).

Lima, Melo e Lima (2002), estudando os teores de carotenoides em pitanga roxa e vermelha, observaram que os mesmos aumentaram para os frutos maduros em relação aos frutos semimaduros. Nos frutos de pêssego, assim como manga, laranja e mamão, o teor de carotenoides totais aumenta durante o amadurecimento, momento em que a carotenogênese é intensificada e ocorre o desaparecimento da clorofila.

A exposição de frutas à radiação solar e a temperaturas elevadas resulta em aumento da biossíntese de carotenoides. Os frutos da mesma cultivar, quando produzidos em regiões quentes, mostram teores de carotenoides expressivamente mais elevados do que aqueles produzidos em regiões de clima temperado. Pêssego e nectarina são praticamente as únicas frutas que contêm

quantidades apreciáveis de carotenoides nas regiões frias, onde as antocianinas predominam como pigmentos das frutas (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

A biossíntese dos carotenoides pode continuar após a colheita, aumentando o teor de carotenoides em frutas, desde que o material seja mantido intacto, preservando o sistema enzimático responsável pela carotenogênese (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

4.2 Vitamina C

Houve efeito significativo das cultivares e do tempo de armazenamento para a vitamina C e entre os dois fatores (Tabela 1A do anexo). As cultivares Biuti e Aurora foram as que apresentaram o maior teor de vitamina C para os frutos sem armazenamento (23,28 e 22,28 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra, respectivamente), sendo a 'Biuti' a cultivar com maior teor de vitamina C nos frutos armazenados (28,01 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ de amostra). Os valores variaram, em média, de 17 a 28 mg de vitamina C 100 g⁻¹, podendo o pêssigo ser considerado uma fonte razoável deste nutriente, uma vez que a necessidade diária recomendada é de 60 mg/dia (BRASIL, 1998). Os resultados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 Médias dos teores de vitamina C (mg de ácido ascórbico 100g⁻¹) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais

Cultivar	Sem armazenamento	Com armazenamento
Aurora	22,28 a A	22,40 b A
Biuti	23,28 a B	28,01 a A
Diamante	18,13 b A	17,72 c A
Douradão	17,57 b B	22,76 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que o teor de vitamina C foi maior para as cultivares Biuti e Douradão após o armazenamento. Domingues (2000) relata que a manutenção ou elevação dos níveis de ácido ascórbico durante o armazenamento é decorrente, possivelmente, do aumento de concentração, devido à desidratação dos frutos.

Jacometti, Meneghel e Yamashita (2003), estudando a aplicação de revestimentos comestíveis em pêssegos da cultivar Pérola de Mairinque, obtiveram teor de vitamina C entre 12,40 até 22,40 mg 100 g⁻¹, valores próximos aos encontrados para as quatro cultivares estudadas neste trabalho.

Em um experimento na Itália, Tavarini et al. (2008) avaliaram o teor de vitamina C em cinco cultivares de pêssego de polpa amarela, encontrando valores médios variando de 1 mg 100 g⁻¹, para as cultivares Royal Glory e Spring Lady, a 9 mg 100 g⁻¹, para as cultivares Glohaven e Redhaven. Esses teores estão abaixo dos encontrados para as cultivares deste estudo, o que mostra que há variação acentuada nos teores de vitamina C entre cultivares, devido aos diferentes locais de cultivo e à variação climática.

Quando comparado a outros frutos, o teor de vitamina C nos pêssegos é inferior aos encontrados, por exemplo, em polpa de jabuticaba (163,38 mg 100 g⁻¹ de matéria seca) (LIMA, 2009), laranja (66 mg 100 g⁻¹ de matéria seca) e mamão (149 mg 100 g⁻¹ de matéria seca) (HERNANDEZ; LOBO; GONZALEZ, 2006). Silva (2007), estudando a qualidade de morangos armazenados em temperatura ambiente, encontrou teores médios de vitamina C de 43,22 mg 100 g⁻¹ de polpa no dia da colheita e 52,61 mg 100 g⁻¹ de polpa no 5º dia de armazenamento. Lima (2009) analisou os teores de vitamina C na casca, na polpa e na semente de duas variedades de jabuticaba, encontrando maior teor de vitamina C na casca para a cultivar Sabará (298,23 mg 100 g⁻¹ de matéria seca).

A variação do conteúdo de ácido ascórbico natural dos frutos depende de muitos fatores, incluindo as variedades de cultivares analisadas, estágio de maturação, e também pelos tratamentos culturais, tipo de solo, condições climáticas e época de colheita. Também a duração e as condições de armazenamento pós-colheita podem influenciar de forma decisiva no teor deste constituinte.

4.3 Compostos fenólicos

Na Tabela 3 são apresentados os teores médios dos compostos fenólicos das quatro cultivares de pêssego. Verifica-se que os teores de fenólicos aumentaram com o período de armazenamento para as cultivares Aurora, Biuti e Douradão. As cultivares diferiram entre si e entre os tempos de armazenamento e a cultivar Biuti apresentou o maior teor de fenólicos, tanto para os frutos armazenados (14,25 mg g⁻¹) como para os sem armazenamento (12,83 mg g⁻¹). Os teores mais baixos foram observados para a cultivar Aurora, nos frutos sem armazenamento (2,60 mg g⁻¹) e nos armazenados (3,41 mg g⁻¹).

Tabela 3 Médias dos teores de compostos fenólicos (mg de ácido tânico g⁻¹ de amostra) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais

Cultivar	Sem armazenamento	Com armazenamento
Aurora	2,60 d B	3,41 c A
Biuti	12,83 a B	14,25 a A
Diamante	6,21 b A	3,67 c B
Douradão	3,88 c B	4,90 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os teores encontrados para as quatro cultivares neste trabalho estão dentro da faixa observada por Di Vaio et al. (2008). Estes autores, estudando o teor de compostos fenólicos em seis cultivares de pêssego, obtiveram valores entre 5,96 mg g⁻¹ a 7,28 mg g⁻¹, para frutos sem armazenamento e 6,56 mg g⁻¹ a 8,21 mg g⁻¹, para frutos armazenados por 7 dias sob refrigeração. Esses resultados mostraram que há um aumento na pós-colheita do conteúdo de compostos fenólicos, que pode ser devido à hidrólise enzimática dos mesmos, aumentando, assim, a quantidade de compostos fenólicos totais.

Danner et al. (2008), analisando o teor de compostos fenólicos em pêssegos da cultivar Conserva 68, encontraram de 1,13 a 1,46 mg de fenóis totais g⁻¹. Em outro estudo, Toralles et al. (2008) avaliaram o teor de compostos fenólicos em duas safras de oito cultivares de pêssego, encontrando os menores teores de compostos fenólicos para as cultivares Jubileu, Esmeralda e Granada (0,138; 0,196 e 0,191 mg g⁻¹, respectivamente), na safra 2002/2003. Já para a safra 2003/2004, os menores teores foram para Jubileu (0,405 mg g⁻¹), Jade (0,351 mg g⁻¹) e Granada (0,404 mg g⁻¹). Os maiores valores foram observados para as cultivares Maciel (0,580 mg g⁻¹), na safra 2002/2003 e Magno (1,18 mg

g^{-1}) e BR-6 ($1,16 \text{ mg g}^{-1}$), na safra 2003/2004. Esses valores estão bem abaixo dos encontrados para as cultivares deste estudo, mostrando uma variação acentuada dos compostos fenólicos entre diferentes cultivares.

Na literatura, diferentes valores de compostos fenólicos ligados presentes no pêssego são relatados. Vinson e colaboradores (2001) relataram uma variação no padrão de distribuição livre e conjugado de compostos fenólicos em frutos e que esse grau de glicosilação afeta significativamente as propriedades antioxidantes dos compostos.

Imeh e Khokhar (2002) observaram que, nos pêssegos, 80% dos compostos fenólicos são conjugados e que alguns desses compostos fenólicos conjugados são degradados em ácidos fenólicos únicos durante o armazenamento refrigerado.

Os conteúdos de compostos fenólicos encontrados neste trabalho, independente da cultivar e do armazenamento, foram maiores do que os encontrados em mg g^{-1} de matéria fresca de algumas hortaliças e frutas, como brócolis (0,688), cebola (1,131), repolho (0,669), abacaxi (0,851), banana (2,157), laranja (1,146) mamão (0,156) e manga (1,105) (FALLER; FIALHO, 2009) e encontra-se dentro da faixa relatada por Mello et al. (2008) que encontraram $7,9 \text{ mg g}^{-1}$ de polifenóis em acerola.

O consumo de antioxidantes naturais, como os compostos fenólicos presentes na maioria das plantas, tem sido associado a uma menor incidência de doenças causadas pelos radicais livres. Consequentemente, os teores desta substância encontrados nas quatro cultivares de pêssego podem contribuir para a capacidade antioxidante dos mesmos.

4.4 Avaliação da capacidade antioxidante

Uma variedade de diferentes metodologias *in vivo* e *in vitro* tem sido utilizada para verificar a atividade antioxidante de substâncias isoladas de alimentos e bebidas. Porém, não existe um método universal simples pelo qual essa atividade possa ser medida de forma precisa e qualitativa, possuindo estes testes vantagens e desvantagens (GEÖCZE, 2007).

Os pêssegos e nectarinas, apesar de terem menor capacidade antioxidante total do que outras frutas, como morango, maçã ou laranja, são nutricionalmente importantes porque são umas das mais consumidas no mundo (CANTÍN; MORENO; GORGOCENA, 2009).

4.4.1 Método DPPH

O potencial dos extratos de pêssego em sequestrar radicais livres foi expresso como a concentração do extrato necessária para inibir a oxidação do radical DPPH em 50% e os resultados estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 Atividade antioxidante ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de quatro cultivares de pêssego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais, pelo método DPPH

Cultivar	Sem armazenamento	Com armazenamento
Aurora	612,5 a A	365,0 a B
Biuti	52,5 d A	17,0 d B
Diamante	187,5 c A	170,0 c A
Douradão	270,0 b A	230,0 b B

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As substâncias antioxidantes presentes nos extratos reagem com o DPPH^{*}, que é um radical livre e, dessa forma, o estabiliza. O extrato que apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres tem baixo valor de IC₅₀ (concentração necessária para inibir 50% do radical livre formado). Dessa forma, uma pequena quantidade de extrato é capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH^{*} em 50%. Para efeito de comparação, utilizou-se o antioxidante sintético butil-hidroxitolueno, ou BHT, que apresentou atividade antioxidante de 37,5 mg 100 g⁻¹.

As cultivares de pêsego Aurora, Biuti, Diamante e Douradão apresentaram atividade antioxidante, porém, a intensidade dessa ação foi diferente entre elas. A cultivar Biuti armazenada exibiu a melhor ação antioxidante, melhor capacidade de sequestrar o radical DPPH^{*}, com os mais baixos valores de IC₅₀, (17,0 mg g⁻¹), o que está de acordo com os maiores teores de carotenoides (Tabela 1), vitamina C (Tabela 2) e compostos fenólicos (Tabela 3) encontrados para esta cultivar.

A atividade antioxidante de cinco cultivares de pêsegos de polpa amarela estudadas por Gil et al. (2002) variou de 10,4 a 43,2 mg 100 g⁻¹. Segantini (2010) encontrou valores da atividade antioxidante para pêsegos entre 35,81 a 65,39 mg 100 g⁻¹.

Segundo Tavarini et al. (2008), o genótipo (cultivar) influencia diretamente a determinação da capacidade antioxidante total nas frutas de pêsego. Gil et al. (2002) relataram que a capacidade antioxidante total varia em função da cultivar e também do porta-enxerto.

4.4.2 Método β -caroteno/ácido linoleico

Na Tabela 5 foram reunidos os resultados de inibição de oxidação lipídica dos extratos no sistema β -caroteno/ácido linoleico, em três concentrações de extratos (5, 10 e 20 g L⁻¹).

As cultivares apresentaram diferenças significativas entre si e entre o período de armazenamento, na concentração de 10g L⁻¹, que foi a concentração com valores maiores de inibição de oxidação. Para a cultivar Biuti, observaram-se os maiores teores de inibição da oxidação lipídica, tanto para os frutos armazenados (92,96%) como para os não armazenados (91,48%). Todas as cultivares apresentaram menor atividade antioxidante que o Trolox®, porém, bem próximo à desse controle.

Muitos autores relatam o potencial antioxidante acima de 70% como ótimo para inibição da oxidação lipídica. As cultivares estudadas neste trabalho alcançaram atividade antioxidante acima de 70%, apresentando alto potencial de inibição lipídica. Pode-se dizer, assim, que o pêssego apresenta elevada atividade antioxidante, inibindo ou retardando a oxidação, demonstrada pelo teste do β -caroteno/ácido linoleico.

Simão et al. (2010), avaliando a atividade antioxidante pelo método β -caroteno/ácido linoleico em folhas de mandioca, observaram altos valores de inibição de oxidação, entre 78% e 94%. Em estudos com bagaços de frutas de resíduos industriais, Melo (2010) encontrou maiores percentuais de inibição para engaçó de uva tinta (72,13%) e os menores valores foram observados para o bagaço de goiaba (19,72%).

Tabela 5 Atividade antioxidante de quatro cultivares de pêsego sem armazenamento e armazenados por 5 dias, sob condições ambientais, pelo método β -caroteno/ácido linoleico

Cultivar	Conc. (g L ⁻¹)	Inibição da oxidação (%)	
		Sem armazenamento	Com armazenamento
Aurora	5	85,65	85,42
	10	88,16 b A	89,42 b A
	20	87,68	88,23
Biuti	5	85,19	83,82
	10	91,48 a B	92,96 a A
	20	90,97	92,51
Diamante	5	79,27	70,84
	10	87,21 b B	89,15 b A
	20	87,13	87,70
Douradão	5	75,17	76,54
	10	85,39 c B	87,30 c A
	20	78,10	84,53
Trolox®	5		91,57
	10		93,31
	20		94,87

Teste de média das cultivares com 10 g L⁻¹. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si e médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A utilização de vários métodos para avaliar a atividade antioxidante permite maior precisão na indicação do potencial antioxidante da fruta. As interações entre antioxidantes podem apresentar efeitos que não seriam observados quando os elementos são testados isoladamente (BORGUINI, 2006).

Fatores como o método analítico de extração, condições climáticas, origem geográfica e constituintes químicos são os principais responsáveis pelos mais diferentes resultados encontrados na literatura quanto à atividade

antioxidante dos alimentos e devem ser levados em consideração como comparação de resultados, para que sejam válidos.

4.5 Correlação entre compostos antioxidantes e atividade antioxidante

Os resultados das correlações entre as substâncias antioxidantes (Tabela 1, 2 e 3) com a atividade antioxidante (Tabela 4 e 5) dos frutos das quatro cultivares de pêssego estão apresentados na Tabela 6.

Observa-se que o teste DPPH apresentou correlação negativa com as substâncias antioxidantes, ou seja, quando os teores das substâncias antioxidantes aumentaram, os valores da atividade antioxidante diminuíram e não apresentaram correlação com a vitamina C. Lembrando que os menores valores para o teste DPPH representam maior capacidade antioxidante, isso significa que tanto os carotenoides quanto os compostos fenólicos contribuíram para a capacidade antioxidante pelo método do DPPH.

No método β -caroteno/ácido linoleico observa-se alta correlação com compostos fenólicos, carotenoides e com vitamina C, indicando que as três substâncias são as que mais contribuíram para a atividade antioxidante.

Tabela 6 Correlação R entre as substâncias antioxidantes com a atividade antioxidante de quatro cultivares de pêssego

Ativ. Antioxidante	R		
	Carotenoides	Vitamina C	Compostos fenólicos
DPPH	-0,670*	-0,219 ^{ns}	-0,769*
β -caroteno/ácido linoleico	0,666*	0,706*	0,742*

*Significativo, a 5% de probabilidade; ns = não significativo.

Segundo Heim, Tagliaferro e Bobylia (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Kubola e Siriamornpun (2008) não encontraram correlação significativa entre fenólicos totais e o teste β -caroteno/ácido linoleico, em estudo realizado com o fruto *Momordica charantia* L. Simão (2010), estudando a atividade antioxidante em folhas de mandioca, não encontrou nenhuma correlação do teste β -caroteno/ácido linoleico com as substâncias antioxidantes. Lima (2009) também não encontrou correlação entre o teste β -caroteno/ácido linoleico com vitamina C e compostos fenólicos, em estudos realizados com jabuticaba.

Já Kaur e Kapoor (2002) encontraram correlação moderada e positiva entre os teores de compostos fenólicos e o teste β -caroteno/ácido linoleico, em estudo realizado com hortaliças. Duarte-Almeida et al. (2006) verificaram que a acerola, rica em vitamina C, apresentou baixa atividade antioxidante pelo teste β -caroteno/ácido linoleico, enquanto, pelo teste DPPH, apresentou elevada atividade antioxidante, o que demonstra que a vitamina C pouco contribui para a atividade antioxidante do teste β -caroteno/ácido linoleico.

A vitamina C é o antioxidante hidrossolúvel mais abundante nas plantas. Entretanto, alguns testes antioxidantes têm revelado baixa atividade antioxidante em frutos e vegetais ricos em vitamina C, demonstrando que a vitamina C pode apresentar ação pró-oxidante (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

a) as quatro cultivares de pêsego estudadas neste trabalho mostraram-se ricas em substâncias antioxidantes, apresentando elevada capacidade antioxidante. Porém, a intensidade dessa ação foi diferenciada entre elas;

b) dentre as cultivares estudadas, a 'Biuti' foi a com o maior teor de todas as substâncias analisadas e apresentou, assim, maior atividade antioxidante;

c) o aumento das substâncias antioxidantes com o período de armazenamento não influenciou negativamente na atividade antioxidante dos pêsegos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo dão suporte a trabalhos de melhoramento genético para o pessegueiro, visando à seleção de genótipos superiores que apresentem elevados teores de substâncias com capacidade antioxidante.

Pode-se recomendar a cultivar Biuti como fonte natural e eficaz de antioxidante e subsidiar a indústria com informações a respeito do conteúdo desses compostos no fruto de pêssego.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, E. et al. Pêssego: cultivo para o sul do Estado de Minas Gerais. **Boletim Técnico Epamig**, Belo Horizonte, n. 30, p. 13-14, jun. 1989.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. A. C. S.; FARO, Z. P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Maryland, 2005. 1094 p.
- BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006 .
- BENAVENTE-GARCIA, O. et al. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. **Food Chemistry**, London, v. 68, p. 457-468, 1999.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BOBBIO F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992. p. 163-190.
- BORGUINI, R. G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BOTREL, N. et al. Modificações nas características físicas e químicas de duas cultivares industriais de pêssego durante o período de maturação dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 17, n. 1, p. 121-30, 1995.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Tabelas de ingestão diária recomendada (IDR). **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Seção 1, parte 1.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition reviews**, New York, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

CANTÍN, C. M.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 57, p. 4586-4592, 2009.

CHALFUN, N. N. J.; HOFFMAN, A.; ANTUNES, L. E. C. Efeito da irrigação e da poda hiberna na antecipação da colheita do pêssego 'Diamante'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 204-210, jan./fev. 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

DANNER, M. A. et al. Indução de resistência à podridão-parda em pêssegos pelo uso de eliciadores em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 793-799, 2008.

DI VAIO, C. et al. Antioxidant capacities, carotenoids and polyphenols evaluation of fresh and refrigerated peach and nectarine cultivars from Italy. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 227, p. 1225-1231, 2008.

DOMINGUES, D. M. **Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos ‘Toyonoka’ armazenados sob refrigeração**. 2000. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo do pessegueiro**. 2005. (Embrapa Clima Temperado – Sistema de Produção, 4). Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro/cap05.htm>> . Acesso em: 5 maio 2010.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical databases**. 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/waicent/portal/statistics_en.asp>. Acesso em: 5 jan. 2011.

FERREIRA, D. F. **Software SISVAR**: versão 4.6 (build 61). Lavras: DEX/UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>>. Acesso em: 5 dez. 2010.

GEÖCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg) no teor de compostos fenólicos**. 2007. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GIL, M. I. et al. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 50, n. 17, p. 4976-4982, 2002.

INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS. **Cultivares**: cultura pêssego. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Cultivares/Relatorios/listagens/ICultivaresCultura.asp?Tarefa=P%EAssego>>. Acesso em: 1 mar. 2011.

INSTITUTO AGRÔNOMICO DE CAMPINAS. **Pêssego 'IAC Dourado'**. 2005. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Frutas/Pessego_Dourado.htm>. Acesso em: 13 nov. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=10>>. Acesso em: 28 jan. 2011.

HALL, C. A.; CUPPET, S. L. Structure-activities of natural antioxidants. In: ARUOMA, O. I; CUPPET, S. L. (Ed.). **Antioxidants methodology in vivo and in vitro concepts**. Illinois: AOCS, 1997. p. 141-172.

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 16, p. 33-50, 1996.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v. 52, n. 8, p. 253-265, 1994.

HALLIWELL, B. Free radicals and other reactive species in disease. In: **ENCYCLOPEDIA of Life Sciences**. [S. l.]: Nature, 2001. p. 1-7.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C.; CROSS, C. E. Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now? **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, Saint Louis, v. 119, n. 6, p. 598-620, 1992.

HASLAM, E. Natural polyphenols as drugs: possible modes of action. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 59, p. 205, 1996.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBYLIA, D. J. Flavonoids antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stonelam, v. 13, n. 9, p. 572-584, 2002.

HERNANDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZALEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evolution of methods. **Food Chemistry**, London, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.

HUSAIN, S. R.; CILLARD, J.; CILLARD, P. Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. **Phytochemistry**, New York, v. 26, p. 2489-491, 1987.

IMEH, U.; KHOKHAR, S. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 50, p. 6301-6306, 2002.

JACOMETTI, G. A.; MENEGHEL, R. F. A.; YAMASHITA, F. Aplicação de revestimentos comestíveis em pêssego (*Prunus persica*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 95-100, 2003.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidant activity and total phenolic content of some Asianh vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 37, n. 2, p. 153-161, 2002.

KUBOLA, J.; SIRIAMORNPU, S. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter gourd (*Momordica charantia* L.) leaf stem and fruit fraction extracts in vitro. **Food Chemistry**, London, v. 110, p. 881-890, 2008.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity fruits in singapore markets. **Food Chemistry**, London, v. 76, p. 69-75, 2002.

LIMA, A. J. B. **Caracterização e atividade antioxidante da jabuticaba**. 2009. 159 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. L. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 447-450, jul./set. 2002.

MANICA-BERTO, R. **Influência da interenxertia e dos sistemas de condução nas propriedades funcionais do pêssego**. 2008. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos latinoamericanos de nutrición**, Caracas, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: EMBRAPA; Pelotas: EMBRAPA, 1998. 351 p.

MELO, E. A. et al. Teores de fenóis totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

MELO, P. S. **Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais**. 2010. 100 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.

MITCHEVA, M. et al. Biochemical and morphological studies on anthocyanins and vitamin E on carbon tetrachloride induced liver injury. **Cell and molecular Biology**, Basel, v. 39, n. 2, p. 443-448, 1993.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios a saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 2, p. 109-122, 2006.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomatoes fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokio, v. 39, n. 10, p. 925-928, 1992.

NISHIKIMI, M. R. et al. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonolactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 269, p. 13685, 1994.

PIETTA, P. Flavonoids as antioxidant. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 63, p. 1035, 2000.

PINNEL, S. R.; MURAD, S.; DARR, D. Induction of collagen synthesis by ascorbic acid. A possible mechanism. **Archives of Dermatology**, Chicago, v. 23, p. 1684-1686, 1987.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS-QUEZADA, A. Classificação botânica, origem e evolução. In: RASEIRA, M. C. B.; CENTELLAS-QUEZADA, A. **Pêssego: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 31-34.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 2004. 157 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides**: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.

ROSA, J. S. et al. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema β -caroteno/ácido linoléico. Fortaleza: Embrapa, 2006. Comunicado técnico.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. Comunicado técnico.

SACHS, S.; CAMPOS, A. D. O pessegueiro. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA, M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa; Pelotas: Embrapa, 1998. p. 13-19.

SAIJA, A. et al. Effects of *Vaccinium myrtillus* anthocyanins on triiodothyronine transport in the rat. **Pharmacological Research**, London, v. 22, p. 59-60, 1990.

SATO, G. S. Produção de pêssegos de mesa e para indústria no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 61-63, 2001.

SEGANTINI, D. M. **Fenologia, produção e qualidade dos frutos de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* L. *Bastch*) em São Manuel**. 2010. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2010.

SENTANIN, M. A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 13-19, 2007.

SIES, H. Strategies of antioxidant defence: review. **European Journal of Biochemistry**, Berlin, v. 215, n. 2, p. 213-219, 1993.

SILVA, P. A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras, MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2007. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, S. R.; MERCADANTE, A. Z. Composição de carotenóides de maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 2, p. 254-258, 2002.

SIMÃO, A. A. **Antioxidantes, clorofila e perfil de ácidos graxos em folhas de mandioca**. 2010. 71 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. São Paulo: Nobel, 1985.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

SUN, J. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, p. 7449-7454, 2002.

TAVARES, C. A. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A em tomate, milho, pêssego e seus produtos processados**. 1991. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

TAVARES, J. T. Q. et al. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, 2000.

TAVARINI, S. et al. Preliminary characterisation of peach cultivars for their antioxidant capacity. **International Journal of Food Science and Technology**, Hoboken, v. 43, p. 810-815, 2008.

THAIPONG, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 19, p. 669-675, 2006.

TORALLES, R. T. et al. Características físicas e químicas de cultivares brasileiras de pêssegos em duas safras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 327-338, 2008.

UENOJO, M.; MAROSTICA JÚNIOR, M. R.; PASTORE, G. M. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616-622, 2007.

VINSON, J. A. et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. **Journal of Agricultural and Food and Chemistry**, Easton, v. 49, p. 5315-5321, 2001.

VISIOLI, F.; KEANEY JÚNIOR, J. F.; HALLIWELL, B. Antioxidants and cardiovascular disease; pancreas or tonics for tired sheep. **Cardiovascular Research**, London, v. 47, p. 409, 2000.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. L. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food and Chemistry**, Easton, v. 45, n. 2, p. 304-309, Feb. 1997.

WELCH, R. W. et al. Accumulation of vitamin C (ascorbate) and its oxidized metabolite dehydroascorbic acid occurs by separate mechanisms. 1995. In: MANELA-AZULAY, M. et al. Vitamina C. **Anais Brasileiro de Dermatologia**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 3, p. 265-274, 2003.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, p. 4083-4089, 2001.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, p. 5165-5170, 2001.

ANEXO A

Tabela 1A	Resumo da análise de variância para carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos de quatro cultivares de pêsego.....	66
Tabela 2A	Resumo da análise de variância para atividades antioxidante de quatro cultivares de pêsego.....	66

Tabela 1A Resumo da análise de variância para carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos de quatro cultivares de pêsego

FV	GL	Quadrado médio		
		Carotenoides	Vitamina C	Compostos fenólicos
Cultivar (C)	3	11,7408*	86,5466*	183,0531*
Armaz. (A)	1	45,2485*	46,3684*	0,2502*
C x A	3	2,7244*	17,6047*	6,6736*
Erro	24	0,0991	0,3784	0,0928
CV (%)		14,40	2,86	4,71

*Teste Tukey, significativo, a 5% de probabilidade.

Tabela 2A: Resumo da análise de variância para atividades antioxidantes de quatro cultivares de pêsego

FV	GL	Quadrado médio	
		β -caroteno/ácido linoleico	DPPH
Cultivar (C)	3	47,8791*	4,6461*
Armaz. (A)	1	22,0614*	0,9197*
C x A	3	0,2400	0,3787*
Erro	24	0,8285	0,0108
CV (%)		1,02	10,90

*Teste Tukey, significativo, a 5% de probabilidade.