

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

GIOVANI ANDREI BET HELMANN

**DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES  
VARIEDADES DE ABACATE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO  
2017

GIOVANI ANDREI BET HELMANN

## **DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES VARIEDADES DE ABACATE**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de TCC II do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Toledo, como requisito parcial, para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientadora: Prof. Dra. Solange Maria Cottica  
Coorientadora: Prof. Dra. Tatiana Tiuman

TOLEDO  
2017

**TERMO DE APROVAÇÃO  
DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

***GIOVANI ANDREI BET HELMANN***

**DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES  
VARIEDADES DE ABACATE**

Trabalho apresentado como forma de avaliação para o Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, Câmpus Toledo, e aprovado pela banca examinadora abaixo.

---

Profª Dra. Solange Maria Cottica  
(Orientadora – UTFPR)

---

Profª Dra. Tatiana Tiuman  
(Coorientadora – UTFPR)

---

Prof. Dr. Clayton Antunes Martin  
(UTFPR)

---

Prof. Dr. Ricardo Fiori Zara  
(UTFPR)

Toledo  
Maio de 2017

\*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para que eu pudesse concluir a graduação.

Aos meus pais, Claudio e Teresa, meus heróis, pelo grande apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. A minha irmã, Carla, por sempre estar do meu lado, com muito carinho e apoio.

A todos os meus amigos, por estarem do meu lado e me ajudarem sempre em todo o período do curso.

A minha melhor amiga e companheira de lar, Karise Schneider por ser uma pessoa incrível, sempre ao meu lado.

À minha professora, Dra. Solange Maria Cottica, pela orientação, paciência e ensinamentos repassados.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pelo seu corpo docente, direção, administração e ótima estrutura.

Ao IAPAR pela concessão da bolsa de iniciação científica, para que este trabalho pudesse ser realizado.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais variedades de abacate no Brasil.....	14
Figura 2 - Estrutura dos tocoferóis.....	15
Figura 3 - Estrutura química dos ácidos benzóicos.....	16
Figura 4 - Estrutura química dos principais ácidos cinâmicos.....	16
Figura 5 - Estrutura básica de um flavonoide.....	20

## RESUMO

HELMANN, Giovani. A. B. **Determinação da atividade antioxidante de diferentes variedades de abacate.** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Toledo, 2017.

O abacate (*Persea americana* Mill.) possui notável qualidade nutricional, pois contém grande quantidade de vitaminas, minerais, proteínas, fibras e lipídeos. Além disso, contém níveis elevados de compostos fitoquímicos bioativos, os quais possuem propriedades antioxidantes. Não só a polpa, como também a casca e a semente, que na maioria das vezes são descartados, tem grande potencial como fonte de antioxidantes. Partindo deste princípio, o presente trabalho vem com o propósito de analisar este fruto em termos de atividade antioxidantes e composição proximal, apresentando resultados que indicam sua eficácia como aditivo alimentar. Foram analisadas amostras de polpa, casca e semente das variedades Fortuna, Quintal, Margarida e Hass, os quais foram colhidos na coleção de abacateiros do IAPAR em Londrina e Santa Helena, PR. A capacidade antioxidante foi determinada pela captura do radical DPPH, como também do radical ABTS<sup>•+</sup>. Avaliou-se o teor de compostos fenólicos totais (FT) por Folin Ciocalteu, o teor de flavonoides (FLA) e o poder de redução do ferro (II) (FRAP). Em termos gerais, a casca da variedade Quintal, foi a que apresentou melhor resultado, indicando que os resíduos podem ser reaproveitados. Os resultados obtidos neste trabalho serão úteis para agregar valor às diferentes variedades de abacate analisadas, como também para o desenvolvimento do agronegócio, sendo que estudos desta natureza são reduzidos no Brasil.

**Palavras-chave:** abacate, resíduos, propriedades antioxidantes.

## ABSTRACT

HELMANN, Giovani. A. B. **Determination of the antioxidant activity of different varieties of avocado.** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Toledo, 2017.

Avocado (*Persea americana* Mill.) has a remarkable nutritional quality because it contains many vitamins, minerals, proteins, fibers and lipids. In addition, it contains high levels of bioactive phytochemical compounds, which have antioxidant properties. Not only the pulp, but also the bark and the seed, which are often discarded, has great potential as a source of antioxidants. Based on this principle, the present work aims to analyze this fruit in terms of antioxidant activity and proximal composition, presenting results that indicate its efficacy as a food additive. Samples of pulp, bark and seed of the Fortuna, Quintal, Margarida and Hass varieties were analyzed, which were collected from the IAPAR avocado collection in Londrina and Santa Helena, PR. The antioxidant capacity was determined by the capture of the DPPH radical, as well as the radical ABTS<sup>•+</sup>. The content of total phenolic compounds (FT) by Folin Ciocalteu, flavonoid content (FLA) and iron (II) reduction power (FRAP) were evaluated. In general terms, the bark of the Quintal variety was the one that presented the best result, indicating that the residues can be reused. The results obtained in this work will be useful to add value to the different varieties of avocado analyzed, as well as to the development of agribusiness, and studies of this nature are reduced in Brazil.

**Keywords:** avocado, residues, antioxidant properties.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1	OBJETIVOS .....	11
1.1.1	Objetivo geral .....	11
1.1.2	Objetivos específicos .....	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
2.1	Abacate .....	13
2.2	Antioxidantes .....	15
2.2.1	Método do radical ABTS <sup>•+</sup> .....	18
2.2.2	Método do radical DPPH .....	18
2.2.3	Método FRAP .....	19
2.3	Compostos fenólicos.....	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
3.1	MATERIAL.....	22
3.1.1	Matéria prima .....	22
3.1.2	Reagentes.....	22
3.1.3	Equipamentos .....	23
3.2	MÉTODOS.....	23
3.2.1	Preparo dos extratos.....	23
3.2.2	Determinação da capacidade antioxidante .....	24
3.2.3	Avaliação de Compostos fenólicos Totais por Folin Ciocalteu.....	25
3.2.4	Teor de Flavonoides (FLA) .....	25
3.2.5	Poder de redução do ferro (FRAP).....	26
3.2.6	Lipídios .....	27
3.2.7	Umidade.....	27
3.2.8	Cinzas.....	28
3.2.9	Proteínas.....	28
3.2.10	Análise estatística.....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	30
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38



## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e efeitos terapêuticos. Esses alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais possuem propriedades antioxidantes que podem estar relacionadas com o retardo do envelhecimento e com a prevenção de algumas doenças (SIQUEIRA; OETTERER; REGITANO-D'ARCE, 1997).

O abacate (*Persea americana* Mill.) possui notável qualidade nutricional, pois contém grande quantidade de vitaminas, minerais, proteínas e fibras, além de elevado teor de lipídios, sendo o ácido oleico o ácido graxo mais abundante. Além disso, contém níveis elevados de compostos fitoquímicos bioativos, incluindo a vitamina E, carotenoides, esteróis, compostos fenólicos, entre outros (LEE et al., 2004).

A determinação do teor de compostos fenólicos totais, como também de flavonoides em alimentos e seus derivados vêm sendo muito estudada, a fim de verificar a relação da presença destes compostos com a atividade antioxidante (COTTICA et al., 2011; HUANG et al., 2005; IKAWA et al., 2003).

Existe uma falta de conhecimento sobre os nutrientes de frutas e vegetais, bem como sobre suas cascas e sementes, gerando toneladas de resíduos que poderiam ser utilizados como alimento. O mesmo vale para o abacate, pois toneladas desta fruta são descartados no Brasil. O óleo de abacate tem propriedades medicinais (LU et al., 2005) e sua casca contém quantidades significativas de minerais (GONDIN; MOURA; DANTAS, 2005), além de compostos que impedem a oxidação lipídica (RODRIGUEZ- CARPENA; MORCUENDE; ESTEVEZ, 2012). As folhas e as cascas podem também ser consumidos como alimento medicinal (MARQUES, 2001).

Segundo Wang et al. (2010), os resíduos de abacate têm grande potencial para serem utilizados como fontes de antioxidantes. Desta forma, é de grande importância analisar a atividade antioxidante da semente e da casca, além da polpa, das variedades de abacate Quintal, Fortuna, Margarida e Hass. Isto pode incentivar o uso destes resíduos para outros estudos, oferecendo uma alternativa de baixo custo para as partes do fruto que normalmente são descartadas, sendo estas melhor aproveitadas e trazendo benefícios à população.

Deste modo, o presente trabalho vem com o propósito de analisar este fruto em termos de atividade antioxidante e composição proximal, comprovando seus benefícios.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a atividade antioxidante da polpa, casca e semente de diferentes variedades de abacate (Quintal, Fortuna, Margarida e Hass).

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar a atividade antioxidante pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP, das quatro variedades de abacate (polpa, casca e semente);
- Determinar o teor de compostos fenólicos totais e flavonóides das variedades de abacate (polpa, casca e semente);
- Determinar a composição proximal (umidade, cinzas, proteínas e lipídios) das quatro variedades de abacate (polpa, casca e semente).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A composição química do abacate é bastante diferenciada de uma variedade para outra. Na literatura, encontra-se a avaliação da atividade antioxidante e da composição fitoquímica de sete diferentes variedades de abacate, das quais foi observada diferença significativa entre elas (WANG et al. 2010). Porém, não há estudo comparativo entre as variedades de abacate Quintal, Fortuna, Margarida e Hass e de suas partes (casca, polpa e semente), em termos de atividade antioxidante.

Devido a este fato, o presente trabalho torna-se importante, trazendo estas informações, tanto para os consumidores, que podem escolher os produtos mais ricos em antioxidantes e antimicrobianos, quanto para os produtores, que podem investir na variedade que apresentar as melhores características nutricionais e utilizar estas informações para agregar valor aos seus produtos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Abacate

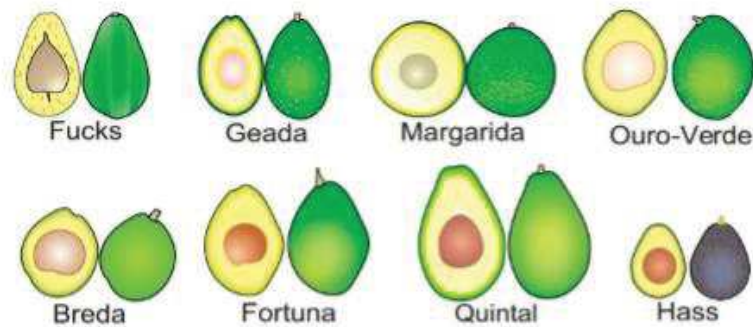
De acordo com FAO (2000), o abacate é conhecido desde 1519 e é uma fruta importante para a alimentação e nutrição humana, pois é rico em ácidos graxos insaturados, fibras, vitaminas do complexo B e E, entre outros nutrientes (GOMEZLOPEZ, 1998).

O abacateiro, originário do México e América Central, pertence à família Lauraceae, gênero *Persea*. Apresenta três variedades comerciais: a Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), Antilhana (*P. americana* var. *americana*) e Guatemalteca (*P. nubigena* var. *guatemalensis*). Essa classificação é atualmente bem aceita, embora todos também podem se referir ao abacateiro apenas como *P. americana* Mill. Cultivares de abacate são em geral, híbridos entre as espécies ou raças mexicana, antilhana ou guatemalense (MARANCA, 1986).

A produção mundial de abacate em 2013 foi de 4.717.102 toneladas (FACTFISH). No Brasil, neste mesmo ano, a produção chegou a 159.903, ficando na oitava posição no ranking dos maiores produtores mundiais (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015). Ainda em 2013, os maiores produtores mundiais de abacate foram México, República Dominicana e Colômbia (FACTFISH). De acordo com Rocha (2014), a produção mundial de abacate cresceu 19% no período de 2006 e 2012.

No Brasil, as variedades mais utilizadas no mercado interno são: Simmonds, Barbieri, Collinson, Quintal, Fortuna, Breda, Reis, Solano, Imperador, Ouro Verde e Campinas. No mercado externo e para a industrialização são mais empregadas as variedades: Tatuí, Hass e Wagner (LEONEL; SAMPAIO, 2008).

Abaixo tem-se a representação das principais variedades de abacate comercializados e existentes no Brasil:



**Figura 1.** Principais variedades de abacate no Brasil.

**Fonte:** CEAGESP (2014).

As variedades Hass e Fortuna vêm sendo comercializadas no mercado nacional sob a denominação 'Abacate' e por serem variedades diferenciadas têm sido mais valorizadas (FRANCISCO; BAPTISTELLA, 2005).

A variedade Hass possui a característica de ter uma casca grossa e rugosa que confere a este, uma boa resistência ao transporte, sendo assim diferentes das demais variedades e melhor aceito pelo mercado consumidor. Já a variedade Fortuna é bem valorizada dada a sua qualidade em termos de padrão de comercialização na maioria dos países.

A variedade do abacate influencia no preço de venda da fruta, sendo que o abacate Hass apresenta os maiores preços no mercado europeu, enquanto que a variedade Fortuna apresenta preços menores (FAO, 2009). Da mesma forma, a composição química do abacate é bastante diferenciada de uma variedade para outra, apresentando também resultados analíticos bem distintos entre si.

O caroço do abacate é composto principalmente por compostos fenólicos, como flavonóides, ácidos fenólicos, antocianinas, catequinas e as proantocianidinas (SONG; BARLOW, 2004). Ela pode representar de 10 a 25 % do peso bruto do fruto, dependendo da variedade que está sendo estudada.

O fruto é apreciado de diferentes maneiras de acordo com hábitos alimentares de cada país. No Brasil, o fruto é consumido principalmente na forma de sobremesas, batido com leite, açúcar e suco de limão, já em outros países é na forma de saladas, sopas e molhos (DAIUTO; VIEITES, 2008).

## 2.2 Antioxidantes

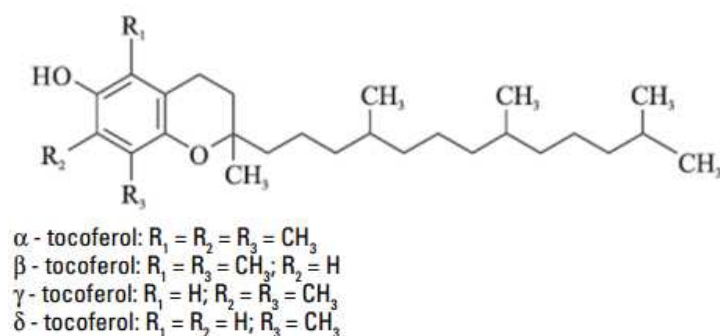
Um antioxidante pode ser definido como uma substância que, em baixas concentrações, retarda ou previne a oxidação do substrato (HALLIWEL et al., 1995).

Algumas características são necessárias para ser considerado um bom antioxidante, por exemplo:

- ter a presença de substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução;
- capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura;
- capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo;
- e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofilia ou lipofilia e de seu coeficiente de partição (MANACH et al., 2004).

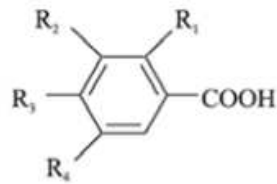
Os antioxidantes podem atuar tanto na etapa de iniciação, quanto na etapa de propagação da reação radicalar, inibindo a ação dos radicais livres e formando produtos mais estáveis (SOARES, 2002). Isto é possível, devido à estrutura (exemplos de antioxidantes naturais são apresentados nas Figuras 2,3 e 4) dos mesmos e dos mecanismos pelos quais atuam. Em seguida temos a representação de um esquema das etapas da reação radicalar.

Os antioxidantes geralmente apresentam estruturas que possibilitam a inibição dos radicais livres, seja pela presença de ressonância, que estabiliza o elétron desemparelhado, ou pela habilidade em formar complexos com íons metálicos (HUANG et al., 2005).



**Figura 2.** Estrutura dos tocofenóis.

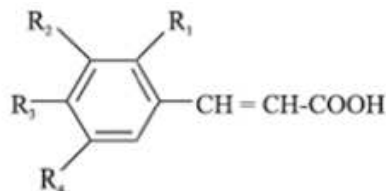
**Fonte:** Food Ingredients Brasil, 2009.



Ácido salicílico:  $R_1 = \text{OH}; R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$   
 Ácido gentísico:  $R_1 = R_4 = \text{OH}; R_2 = R_3 = \text{H}$   
 Ácido *p*-hidróxibenzoico:  $R_1 = R_2 = R_4 = \text{H}; R_3 = \text{OH}$   
 Ácido protocatequímico:  $R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = R_3 = \text{OH}$   
 Ácido vanílico:  $R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = \text{OCH}_3; R_3 = \text{OH}$   
 Ácido gálico:  $R_1 = \text{H}; R_2 = R_3 = R_4 = \text{OH}$   
 Ácido siríngico:  $R_1 = \text{H}; R_2 = R_4 = \text{OCH}_3; R_3 = \text{OH}$

**Figura 3.** Estrutura química dos ácidos benzoicos.

**Fonte:** Food Ingredientes Brasil, 2009.

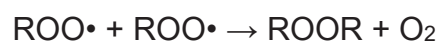
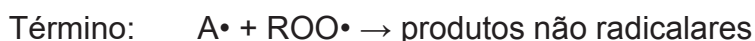
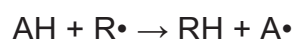
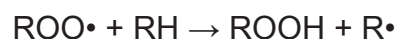


Ácido cinâmico:  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$   
 Ácido *o*-cumárico:  $R_1 = \text{OH}; R_2 = R_3 = R_4 = \text{H}$   
 Ácido *m*-cumárico:  $R_1 = R_3 = R_4 = \text{H}; R_2 = \text{OH}$   
 Ácido *p*-cumárico:  $R_1 = R_2 = R_4 = \text{H}; R_3 = \text{OH}$   
 Ácido caféico:  $R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = R_3 = \text{OH}$   
 Ácido ferúlico:  $R_1 = R_4 = \text{H}; R_2 = \text{OCH}_3; R_3 = \text{OH}$   
 Ácido sinápico:  $R_1 = \text{H}; R_2 = R_4 = \text{OCH}_3; R_3 = \text{OH}$

**Figura 4.** Estrutura química dos principais ácidos cinâmicos.

**Fonte:** Food Ingredientes Brasil, 2009.

A representação das etapas da reação radicalar podem ser observadas no esquema a seguir:



**Esquema.** Etapas da reação radicalar. Onde: RH = substrato,  $\text{R}\cdot$  = radical livre,  $\text{ROO}\cdot$  = radical peróxido, ROOH = hidroperóxido, AH = antioxidante. **Fonte:** HUANG et al., 2005.



Quanto ao mecanismo de combate aos radicais livres, os antioxidantes podem ser classificados em primários e secundários. Outra classificação divide os antioxidantes em sintéticos e naturais (SILVA, 2008).

Os antioxidantes são conhecidos pela ação em diferentes níveis do processo de oxidação envolvendo moléculas de lipídios. Eles podem agir diminuindo a concentração de oxigênio, evitando a fase de iniciação da oxidação, quelando íons metálicos, decompondo produtos primários a compostos que não são radicais (SHAHIDI, 1996).

Existem algumas lacunas com relação aos antioxidantes, tais como: a inexistência de recomendação para cada antioxidante, falta de padronização quanto ao real valor antioxidante dos alimentos e possíveis efeitos tóxicos da administração de elevadas doses desses compostos (SILVA, 2008).

A determinação da atividade antioxidante dos alimentos, além de prever o potencial antioxidante do alimento antes de ser ingerido, é importante para avaliar a proteção contra a oxidação e a deterioração do alimento, reações que podem levar à diminuição da sua qualidade e do seu valor nutricional (LIMA, 2008). Foram descritos numerosos métodos de mensuração da atividade antioxidante de substâncias e alimentos, mas todos eles têm em comum a presença de um agente oxidante, um substrato adequado e uma estratégia de medida do ponto final (LIMA, 2008). Os métodos que determinam a atividade antioxidante de alimentos são classificados em dois grupos: o primeiro se baseia na captura de radicais livres e o segundo, na determinação da oxidação de uma molécula alvo (LIMA, 2008).

As metodologias para a determinação da capacidade antioxidante são numerosas e podem estar sujeitas a interferências, além de se basearem em fundamentos diversos. Dessa forma, levando-se em conta os pontos fortes, pontos fracos e aplicabilidade de cada tipo de ensaio (SANCHEZ-MORENO, 1998). Atualmente preconiza-se a utilização de duas ou mais técnicas, já que nenhum ensaio usado isoladamente para determinar a capacidade antioxidante irá refletir exatamente a “capacidade antioxidante total” de uma amostra (PRIOR, 1999).

### 2.2.1 Método do radical ABTS<sup>•+</sup>

O radical ABTS<sup>•+</sup> é produzido a partir de um precursor, o ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico. O radical ABTS<sup>•+</sup> é um composto cromóforo quimicamente estável, apresenta alta solubilidade em água e um máximo de absorbância a 414 nm, e de medidas secundárias de absorbância a 645, 734 e 815 nm (MILLER et al., 1993). O radical ABTS<sup>•+</sup> deve ser gerado por reações enzimáticas ou químicas, podendo ser solubilizado em meios orgânicos e aquosos nos quais a atividade antioxidante pode ser determinada, dependendo da natureza dos compostos antioxidantes (ARNAO, 2000).

O método do ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico) está baseado na habilidade dos antioxidantes em capturar o cátion ABTS<sup>•+</sup>. Esta captura provoca um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos, sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ, 2006).

O método ABTS<sup>•+</sup> apresenta excelente estabilidade, sendo um dos testes mais rápidos de atividade antioxidante e que oferece resultados reprodutíveis, além de oferecer vários máximos de absorção e uma boa solubilidade (KUSKOSKI et al., 2005). Este método apresenta vantagem em relação a outros, pois pode ser utilizado tanto para amostras hidrossolúveis quanto lipossolúveis (LIMA, 2008).

Com a perda de cor, a porcentagem de inibição do ABTS<sup>•+</sup> é determinada em função do Trolox, um padrão submetido às mesmas condições de análise do antioxidante. O método é aplicável ao estudo de antioxidantes em compostos puros, como também em extratos vegetais (MELO et al., 2008).

### 2.2.2 Método do radical DPPH

O DPPH é um método químico, aplicado, assim como o ABTS<sup>•+</sup>, para determinar a capacidade antioxidante de um composto em sequestrar radicais livres. É um dos mais utilizados, pois é considerado rápido, prático e com boa estabilidade.

O DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazila) é um radical de nitrogênio orgânico, estável, de cor violeta, que possui absorção na faixa de 515-520 nm. A redução do radical DPPH é monitorada pelo decréscimo da absorbância durante a reação (PRADO, 2009).

O sequestro de radicais livres é um dos mecanismos reconhecidos pelo qual ocorre a ação dos antioxidantes. O método de sequestro do radical livre DPPH pode ser utilizado para avaliar a atividade antioxidante de compostos específicos ou de um extrato em curto período de tempo (PRADO, 2009). O método DPPH tem sido muito utilizado para avaliar a capacidade antioxidante de frutas (LIMA, 2008).

Na presença de um doador de hidrogênio ou elétron a intensidade de absorção diminui e a solução com o radical perde cor, tornando-se amarela, de acordo com o número de elétrons capturados, ou seja, quando o elétron desemparelhado do átomo de nitrogênio no DPPH recebe um átomo de hidrogênio proveniente de compostos antioxidantes, ocorre a mudança de cor (PRADO, 2009).

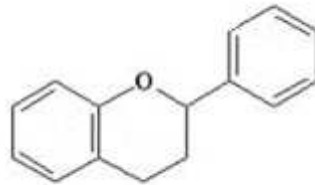
### 2.2.3 Método FRAP

O método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) também é utilizado para medir a capacidade antioxidante de frutos. Neste método, o complexo férrico-tripiridiltriazina (Fe III-TPTZ) é reduzido ao complexo ferroso (Fe II-TPTZ), na presença de um antioxidante e em condições ácidas. O complexo formado por esta reação possui uma coloração azul intensa, com absorção máxima a 593 nm (BENZIE; STRAIN, 1996).

## 2.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos compõem a grande classe dos fitoquímicos alimentares. Sua fórmula química contém pelo menos um anel aromático, ao qual está unida uma (ou mais) hidroxila (s).

Existe grande variedade de compostos fenólicos, classificados em dois grupos, flavonóides e não flavonóides. Estes compostos são considerados como os antioxidantes mais ativos nos vegetais, sendo encontrados com grande frequência (BIANCHI, 1999). Na Figura 3, tem-se a representação da estrutura básica de um flavonoide.



**Figura 6.** Estrutura básica de um flavonoide.

**Fonte:** SOARES (2002).

Em geral os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes, pois atuam de várias formas:

- combatendo os radicais livres através da doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH) da sua estrutura aromática, que possui a capacidade de suportar um elétron desemparelhado através do deslocamento deste ao redor de todo o sistema de elétrons da molécula (PODSEDEK, 2007);
- quelando metais de transição, como o  $\text{Fe}^{+2}$  e o  $\text{Cu}^{+}$ ;
- interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica;
- modificando o potencial redox do meio; reparando a lesão a moléculas atacadas por radicais livres (PODSEDEK, 2007).

Os compostos fenólicos se apresentam amplamente distribuídos entre as distintas partes das plantas, porém sua maior concentração está nas frutas, nas hortaliças e em seus derivados, tais como: azeite virgem de oliva, vinho tinto, chá, cerveja, entre outros. Também em cereais e leguminosas são encontrados em concentrações consideráveis. Os distintos alimentos de origem vegetal contêm diferentes tipos de compostos fenólicos, em concentrações variáveis (LIU, 2005).

As frutas (incluindo o abacate) e vegetais contêm principalmente vitaminas C e E, carotenóides, clorofilas, e antioxidantes fitoquímicos como compostos fenólicos simples, glicosídeos e flavonoides (PELLEGRINI et al., 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 MATERIAL

##### 3.1.1 Matéria prima

Foram utilizados frutos de abacates das variedades Quintal, Fortuna, Margarida e Hass, fornecidos pelo IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) – Santa Tereza do Oeste, PR. As amostras de abacate foram transferidas para o laboratório da UTFPR onde foram selecionadas e higienizadas. As cascas, sementes e polpas das quatro variedades foram separadas, homogeneizadas e acondicionadas sob vácuo em sacos plásticos e congeladas até o momento das análises, com proteção da luz.

##### 3.1.2 Reagentes

Os reagentes utilizados foram: ácido gálico, 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (DPPH·) (Sigma-Aldrich), quercetina (Sigma-Aldrich), reagente Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich), carbonato de sódio, metanol, etanol, hidróxido de sódio, fenolftaleína, vermelho de metila, verde de bromocresol, cloreto férrico, reagente FRAP (Sigma-Aldrich), 2,4,6-tripiridil-1,3,5-triazina (TPTZ) (Sigma-Aldrich), ácido acético glacial, acetato de sódio, sulfato ferroso, clorofórmio, ácido bórico a 4 %, ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>, ácido sulfúrico, sulfato de potássio, sulfato de cobre penta hidratado, ABTS<sup>•+</sup>(Sigma-Aldrich), persulfato de potássio, (±)-6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico ácido (Trolox) (Sigma-Aldrich).

### 3.1.3 Equipamentos

Os equipamentos utilizados foram: Espectrofotômetro UV-VIS (PG Instrument®, modelo T80+), balança analítica (Shimadzu Corp®, modelo AY220), evaporador rotativo (Solab®, modelo SL-126), centrífuga (ITR®, modelo simplex II), agitador magnético (Even HJ-S®, modelo XMTD-204), estufa com circulação de ar (Novatecnica®, modelo NTS14) , forno mufla (Fornitec®), destilador micro-Kjeldahl (Inforlab®) e bloco digestor.

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Preparo dos extratos

Os extratos foram obtidos em triplicata para cada parte da fruta (polpa, casca e semente) como descrito por Ribeiro (2007) com algumas modificações. 3,0 g de amostra foram transferidas para béqueres onde foram adicionados 30 mL de etanol. Então submetidos a agitação em agitador magnético durante 60 minutos, a temperatura ambiente. Na sequência os extratos foram filtrados e concentrados em rota evaporador a 40 °C. Após, os extratos foram armazenados em eppendorf em geladeira a -4 °C, até o momento das análises, e por um período não superior a uma semana.

### 3.2.2 Determinação da capacidade antioxidante

#### 3.2.2.1 Capacidade de captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH·)

A capacidade de capturar radicais livres foi determinada utilizando o DPPH· (1,1-difenil-2-picril-hidrazila) como descrito na literatura (BONDET; BRAND-WILLIAMS; BERSET, 1997), com algumas modificações. Inicialmente, vários volumes de soluções etanólicas dos extratos de abacate ( $2,0 \text{ mg mL}^{-1}$ ) foram adicionados a 2,0 mL de solução metanólica de DPPH· ( $0,1192 \text{ mmol L}^{-1}$ ) e mantidas no escuro por 30 minutos a temperatura ambiente. Em seguida, a absorbância foi medida em espectrofotômetro a 517 nm, sendo utilizado o metanol como branco e Trolox como controle positivo.

Os resultados foram expressos como  $IC_{50}$ , que é a quantidade de antioxidantes necessária para diminuir em 50% a concentração inicial de DPPH· da solução. Dessa forma, quanto menor o valor do  $IC_{50}$ , menor será a quantidade do extrato utilizado para reduzir o radical DPPH· e maior a sua atividade antioxidante (ANTOLOVICH et al 2002; LIMA, 2008; COSTA et al, 2010).

O percentual de inibição do radical DPPH· foi determinado pela equação 1.

$$\% \text{ inibição} = \frac{(Abs_{DPPH} - Abs_{amostra})}{Abs_{DPPH}} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

$Abs_{amostra}$  - absorbância da amostra;

$Abs_{DPPH}$  - absorbância do DPPH·.

#### 3.2.2.2 Captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup> [2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfônico)]

A atividade antioxidante pelo método ABTS<sup>•+</sup> foi realizada conforme a metodologia descrita por Re et al. (1999). Inicialmente, o radical ABTS<sup>•+</sup> foi formado



pela reação de ABTS a 7mM com persulfato de potássio a 140 mM, os quais foram incubados a temperatura ambiente e na ausência de luz, por 16 horas. Transcorrido esse tempo, a solução foi diluída em etanol até a obtenção de uma solução com absorvância de 0,70 ( $\pm 0,01$ ). Em ambiente escuro, um volume de 3,0 mL da solução de radical ABTS<sup>•+</sup> foi acrescentado a 30  $\mu$ L de cada diluição dos extratos, e as absorvâncias foram lidas após seis minutos em espectrofotômetro a 734 nm. Para a construção da curva-padrão, foi utilizado o Trolox. Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em  $\mu$ M Trolox/g.

### 3.2.3 Avaliação de Compostos fenólicos Totais por Folin Ciocalteu

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado de acordo com metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu, com algumas modificações.

Soluções etanólicas dos extratos de polpa, casca e semente de abacate (2,5 mg mL<sup>-1</sup>) foram preparadas e 250  $\mu$ L destas soluções foram adicionados em tubos de ensaio, onde 250  $\mu$ L do reagente Folin-Ciocalteu (diluído 1:1 em água destilada), 500  $\mu$ L de uma solução saturada de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e 4,0 mL de água destilada também foram adicionados. As soluções foram incubadas no escuro por 25 minutos, centrifugadas por 10 minutos a 3000 rpm e a absorvância foi medida a 725 nm contra o branco em espectrofotômetro.

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado através de curva de calibração com ácido gálico e expresso como mg de equivalente ácido gálico (EAG) g<sup>-1</sup> de extrato.

### 3.2.4 Teor de Flavonoides (FLA)

A determinação de flavonóides seguiu a metodologia proposta por Woisky e Salatino (1998), com algumas modificações, onde foram pipetados 500  $\mu$ L de extrato

etanólico ( $2,5 \text{ mg mL}^{-1}$ ) em tubos de ensaios individualmente. Após a adição do extrato, foram adicionados aos tubos  $250 \text{ }\mu\text{L}$  de cloreto de alumínio 5 % (m/v em metanol) e  $4,25 \text{ mL}$  de metanol. O branco foi preparado utilizando  $4,75 \text{ mL}$  de metanol e  $250 \text{ }\mu\text{L}$  de cloreto de alumínio (5 % m/v em metanol). Após 30 minutos de repouso no escuro foi realizada a leitura em espectrofotômetro a  $425 \text{ nm}$ , utilizando como padrão a quercetina para a construção da curva de calibração. A partir da equação da reta obtida, foi feito o cálculo do teor de flavonóides, expresso em mg de equivalente quercetina (EQ)  $\text{g}^{-1}$  de extrato.

### 3.2.5 Poder de redução do ferro (FRAP)

O método, foi seguido pela metodologia descrita por Benzie e Strain (1996). Baseia-se na capacidade dos fenóis em reduzir o  $\text{Fe}^{3+}$  em  $\text{Fe}^{2+}$ . Quando isto ocorre, na presença de 2,4,6-tripiridils-triazina (TPTZ), a redução é acompanhada pela formação de um complexo corado com o  $\text{Fe}^{2+}$ . O ensaio de FRAP mede somente os mecanismos de transferência de elétrons que em combinação com outros métodos, pode ser útil na distinção de mecanismos dominantes com diferentes antioxidantes (PRIOR, 2005). Este é iniciado pela leitura da absorbância em  $593 \text{ nm}$  de  $3,0 \text{ mL}$  da solução do reagente FRAP, recém preparada e pré-aquecida a  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ , que representa o branco. Em seguida, foram adicionados  $100 \text{ }\mu\text{L}$  de solução contendo a amostra e  $300 \text{ }\mu\text{L}$  de água destilada, resultando em uma diluição da amostra de 1/34.

A solução resultante foi homogeneizada e incubada em banho de aquecimento por um tempo que varia com o tipo de amostra, podendo ser de 4 a 40 minutos a  $37^\circ\text{C}$ , sendo necessário fazer um teste para verificar o tempo em que não há mais uma variação considerável da absorbância.

Para curva de calibração, utilizou-se uma solução aquosa com concentração conhecida de íons  $\text{Fe}^{+2}$ , podendo ser empregada solução de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  na faixa de 0 a  $2000 \text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$ . Esta solução padrão foi adicionada na solução do reagente FRAP da mesma forma como feito com a amostra. Além disso, também é possível utilizar uma solução padrão de antioxidante, como o Trolox, para um controle positivo da análise.

O poder de redução da amostra foi expresso em  $\mu\text{mol}$  de Fe (II)  $\text{g}^{-1}$  de extrato ou de amostra.

### 3.2.6 Lipídios

As sementes de abacate e as cascas foram trituradas e cerca de 15 g de cada amostra (casca, polpa e semente) foi pesada em triplicata para extração do óleo.

A extração do óleo foi realizada segundo método de Bligh e Dyer (1959). Para extração, foi adicionado 30 mL de clorofórmio, 30 mL de metanol e 15 mL de água destilada à amostra, sendo a mistura homogeneizada vigorosamente por 2 minutos. Em seguida, submeteu a fase orgânica e o óleo à evaporação em rota evaporador por 20 minutos, seguida de bomba a vácuo, por cerca de 2 horas até obtenção do peso constante para secagem. O extrato seco representou a fração lipofílica total da amostra, foi pesado e transferido para frasco âmbar. Os extratos foram identificados e armazenados em congelador a 20 °C.

### 3.2.7 Umidade

Foi realizada conforme o método 935.29 da AOAC (CUNNIFF,1998) com modificações. Foram pesadas, em balança analítica, aproximadamente 3,0 g de amostra, em cadinhos de porcelana previamente tarados em mufla a 600 °C. Esses foram levados à estufa e mantidos a 105 °C por 4 horas. Em seguida, os cadinhos foram transferidos para um dessecador e resfriados por aproximadamente 30 minutos. A umidade foi determinada por gravimetria.

### 3.2.8 Cinzas

O resíduo por incineração - cinzas, foi determinado pelo método 900.02 da AOAC (ARLINGTON, 1996). Foi pesado em torno de 3 g da amostra em um cadinho, previamente aquecido em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. As cinzas devem ficar brancas ou ligeiramente acinzentadas. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até peso constante. As cinzas foram determinadas por gravimetria.

### 3.2.9 Proteínas

As proteínas foram determinadas pelo método POA/11/02/01 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com algumas modificações.

A análise seguiu as etapas descritas abaixo:

1) Digestão: Foi pesado em balança analítica de 0,100 a 0,300 g de amostra e transferido para tubo de Kjeldahl. Após, foi adicionado de 1 a 2 g de mistura catalítica (10:1 de sulfato de potássio e sulfato de cobre penta hidratado e 10 mL de ácido sulfúrico. O tubo foi aquecido em bloco digestor: a princípio lentamente (temperatura em torno de 120 °C por cerca de 30 minutos); logo após, aumentou-se para 250 °C (em torno de 30 minutos) elevando gradativamente para 400 °C até que o líquido tornou-se límpido e transparente, de tonalidade azul-esverdeada.

2) Destilação: Foi acoplado ao destilador um erlenmeyer contendo cerca de 30 mL de solução de ácido bórico a 4 % com 4 ou 5 gotas de solução de indicador misto (erlenmeyer receptor do destilado). Após isso, o tubo de Kjeldahl foi colocado no destilador e a solução de hidróxido de sódio a 30 % foi adicionada até que a mesma tornou-se negra (cerca de 40 mL). A destilação procedeu até que o volume necessário foi coletado (em torno de 150 mL).

3) Titulação: O volume coletado foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup> até a viragem do indicador (coloração verde à leve tom róseo - avermelhado).

O resultado foi obtido através da seguinte fórmula:

$$\% \textit{ nitrogênio total} = \frac{V \times N \times 0,014 \times 100}{m} \quad (2)$$

Onde:

V = volume da solução de ácido sulfúrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>, ou solução de ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>, gasto na titulação após a correção do branco, em mL;

N = normalidade teórica da solução de ácido sulfúrico 0,1 mol L<sup>-1</sup> ou solução de ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>;

m = massa da amostra, em gramas.

Para que seja obtido o teor em proteínas, aplica-se um fator, chamado “fator de conversão Kjeldahl”.

$$\% \textit{ protídios} = \% \textit{ nitrogênio total} \times F \quad (3)$$

Onde:

F = fator de conversão da relação nitrogênio/proteína, F = 6,25 (IAL, 2008).

### 3.2.10 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente obteve-se os dados sobre as percentagens das porções de polpa, semente e casca, nos frutos das variedades de abacate em questão, que encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Porcentagem (%) de proporção da polpa, semente e casca das variedades de abacate Fortuna, Hass, Margarida e Quintal.

<b>Variedades</b>	<b>Polpa (%)</b>	<b>Semente (%)</b>	<b>Casca (%)</b>
<b>Fortuna</b>	74,88 ±0,38 <sup>b**</sup>	16,91 ±0,61 <sup>b**</sup>	8,01 ±0,41 <sup>bc**</sup>
<b>Hass</b>	58,75 ±0,52 <sup>c**</sup>	28,08 ±0,15 <sup>a**</sup>	12,94 ±0,12 <sup>a**</sup>
<b>Margarida</b>	81,75 ±0,27 <sup>a**</sup>	9,57 ±0,44 <sup>c**</sup>	8,43 ±0,37 <sup>b**</sup>
<b>Quintal</b>	77,09 ±0,64 <sup>b**</sup>	15,56 ±0,52 <sup>b**</sup>	7,15 ±0,38 <sup>c**</sup>

**Fonte própria.** As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ).

A proporção de polpa semente presente no abacate Hass obtido neste estudo, apresentou-se próxima do valor obtido por Daiuto et al. (2012), que foi de 58,71%. A semente e a casca tiveram seus resultados um pouco deslocados, quando comparados com o mesmo estudo, 28,13 e 13,16%, respectivamente.

Salgado et al. (2008), encontrou os valores de 11,2% para a casca, 66,0% para a polpa e 22,8% para a semente da variedade Margarida, os quais apresentam uma grande diferença quando comparados com os resultados no presente trabalho, para a mesma variedade. Estes, por outro lado, apresentam-se semelhantes com os valores observados por Oliveira et al. (2003) (79,69 % de polpa e 11,04 % de semente) e Chaves et al. (2013) (78,11 % de polpa e 12,49 % de semente).

As diferenças que podem ser observadas entre as variedades, estão relacionadas com a colheita de cada variedade, como também dos diferentes estágios de amadurecimento e condições ambientais, as quais cada fruto passou (VILLARODRÍGUEZ, 2011).

As variedades Quintal e Fortuna apresentaram valores muito parecidos entre

si, com a polpa sendo a maior parte do fruto (77,08 % e 74,88, respectivamente) e a semente (15,56% e 16,91%) e a casca com menores proporções (7,15% e 8,01%).

Além da identificação da proporção entre cada parte do abacate, realizou-se também a caracterização destes frutos através da composição proximal, que inclui a umidade, as cinzas, os lipídios e as proteínas.

Abaixo tem-se a Tabela 2, a qual apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 2:** Composição proximal das variedades de abacate Fortuna, Hass, Margarida e Quintal.

<b>Análise</b>	<b>Variedade</b>	<b>Polpa</b>	<b>Casca</b>	<b>Semente</b>
<b>Umidade (%)</b>	Fortuna	75,37 ±0,38 <sup>b **</sup>	64,86 ±0,27 <sup>b **</sup>	62,60 ±0,27 <sup>b **</sup>
	Hass	68,16 ±0,68 <sup>d</sup>	65,38 ±0,38 <sup>b</sup>	49,81 ±0,17 <sup>d</sup>
	Margarida	79,23 ±0,61 <sup>a</sup>	69,06 ±0,91 <sup>a</sup>	54,35 ±0,15 <sup>c</sup>
	Quintal	72,98 ±0,31 <sup>c</sup>	62,53 ±0,23 <sup>c</sup>	68,24 ±0,22 <sup>a</sup>
<b>Cinzas (%)</b>	Fortuna	0,66 ±0,03 <sup>b **</sup>	0,35 ±0,05 <sup>c **</sup>	0,41 ±0,01 <sup>c **</sup>
	Hass	1,69 ±0,22 <sup>a</sup>	0,87 ±0,03 <sup>a</sup>	0,89 ±0,04 <sup>a</sup>
	Margarida	0,76 ±0,05 <sup>b</sup>	0,65 ±0,07 <sup>b</sup>	0,68 ±0,02 <sup>b</sup>
	Quintal	0,51 ±0,11 <sup>b</sup>	0,91 ±0,03 <sup>a</sup>	0,82 ±0,08 <sup>a</sup>
<b>Proteína (%)</b>	Fortuna	1,35 ±0,11 <sup>a ns</sup>	2,13 ±0,18 <sup>b **</sup>	2,44 ±0,26 <sup>b **</sup>
	Hass	2,06 ±0,37 <sup>a</sup>	2,43 ±0,14 <sup>b</sup>	2,23 ±0,22 <sup>b</sup>
	Margarida	1,39 ±0,18 <sup>a</sup>	1,91 ±0,23 <sup>b</sup>	3,61 ±0,44 <sup>a</sup>
	Quintal	1,52 ±0,17 <sup>a</sup>	3,30 ±0,39 <sup>a</sup>	2,55 ±0,24 <sup>b</sup>
<b>Lipídios (%)</b>	Fortuna	13,25 ±0,27 <sup>c **</sup>	5,39 ±0,20 <sup>b **</sup>	3,67 ±0,07 <sup>b **</sup>
	Hass	14,12 ±0,06 <sup>b</sup>	5,67 ±0,29 <sup>b</sup>	2,26 ±0,07 <sup>c</sup>
	Margarida	13,59 ±0,27 <sup>bc</sup>	8,55 ±0,17 <sup>a</sup>	1,19 ±0,10 <sup>d</sup>
	Quintal	23,44 ±0,45 <sup>a</sup>	3,29 ±0,20 <sup>c</sup>	5,32 ±0,37 <sup>a</sup>

**Fonte própria.** As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

A umidade mostra-se elevada em todas as variedades, sendo a polpa da variedade Margarida a que contém a maior umidade (79,23%). Segundo Tango et al. (2004), o elevado conteúdo de umidade na polpa constitui-se de um obstáculo para a

obtenção do óleo, tornando-se um problema. Segundo a TACO (UNICAMP, 2006) a umidade para o abacate é de 83,8%, o que justifica os resultados do presente estudo também apresentarem elevados.

Para a análise de cinzas, o maior valor foi registrado para a polpa da variedade Hass (1,69%), seguido pela casca do Quintal (0,91%) e pela semente do Hass (0,89%). Exceto a casca (0,35%) e a semente (0,41%) da variedade Fortuna, todas as demais apresentam valores superiores aos observados pela TACO (UNICAMP, 2006) que é de 0,5%.

Segundo LEE et al. (2004), a polpa é a parte do abacate, que apresenta os valores mais elevados de lipídios totais e isso confirma-se no presente estudo. Destaca-se neste caso, a polpa do Quintal (23,44%), quando relacionada com os demais valores. Esta constitui-se de uma importante matéria prima para a extração do óleo, já que sua polpa representa 77% do fruto.

Observando os resultados para a análise de proteínas, tem-se a semente da variedade Margarida apresentando o valor mais elevado (3,61 %), seguido pela casca da variedade Quintal (3,30 %). Os resultados de proteínas do abacate também foram superiores aos descritos pela TACO (UNICAMP, 2006) que é de 1,2%, e pelos descritos em Moreno et al. (2003) (1,6 %), exceto a polpa do Fortuna (1,35%), a polpa do Margarida (1,39%) e a do Quintal (1,52%). O valor proteico descrito por Salgado et al. (2008), também apresentou-se abaixo (2,54 %).

Contudo, Francisco e Baptistella (2005) relataram que abacates apresentam valores de 1 a 3 % de proteína dependendo da variedade. Isso confirma que os valores encontrados neste estudo, apresentam-se superiores a outros estudos, porém, não ultrapassando a faixa verificada de proteína no abacate.

Após isso, também determinou-se neste trabalho, a atividade antioxidante dessas variedades de abacate. Tem-se, na tabela 3, os resultados obtidos de três metodologias diferentes na quantificação da capacidade antioxidante.



**Tabela 3:** Resultados das análises de antioxidantes das variedades de abacate Fortuna, Hass, Margarida e Quintal, em base seca.

Análise	Variedade	Polpa	Casca	Semente
<b>DPPH</b> ( $\mu\text{mol ET g}^{-1}\text{amostra}$ )	Fortuna	23,86 $\pm$ 0,17 <sup>c**</sup>	156,77 $\pm$ 0,20 <sup>c**</sup>	121,83 $\pm$ 0,21 <sup>b**</sup>
	Hass	20,61 $\pm$ 0,91 <sup>d</sup>	250,01 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	122,15 $\pm$ 0,76 <sup>b</sup>
	Margarida	38,94 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	156,47 $\pm$ 0,59 <sup>c</sup>	42,74 $\pm$ 0,12 <sup>c</sup>
	Quintal	27,37 $\pm$ 0,56 <sup>b</sup>	482,64 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	379,63 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>
<b>ABTS<sup>+</sup></b> ( $\mu\text{mol ET g}^{-1}\text{amostra}$ )	Fortuna	9,22 $\pm$ 0,17 <sup>a**</sup>	113,08 $\pm$ 0,27 <sup>c**</sup>	45,29 $\pm$ 0,96 <sup>b**</sup>
	Hass	2,34 $\pm$ 0,21 <sup>d</sup>	313,46 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>	17,28 $\pm$ 0,12 <sup>c</sup>
	Margarida	6,45 $\pm$ 0,26 <sup>c</sup>	97,38 $\pm$ 0,52 <sup>d</sup>	3,54 $\pm$ 0,43 <sup>d</sup>
	Quintal	7,53 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	497,53 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	205,88 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>
<b>FRAP</b> ( $\mu\text{mol de Fe II g}^{-1}\text{amostra}$ )	Fortuna	30,06 $\pm$ 0,22 <sup>c**</sup>	158,98 $\pm$ 0,24 <sup>c**</sup>	108,49 $\pm$ 1,80 <sup>c**</sup>
	Hass	30,71 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>	337,57 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>	116,57 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>
	Margarida	70,55 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	105,16 $\pm$ 0,10 <sup>d</sup>	39,44 $\pm$ 0,35 <sup>d</sup>
	Quintal	41,28 $\pm$ 0,54 <sup>b</sup>	546,48 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	325,70 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>

**Fonte própria.** As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

Em relação à atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical livre DPPH das amostras de abacate, novamente a casca e a semente apresentaram maiores valores. A atividade antioxidante apresentou-se em maior quantidade na casca do quintal (482,64  $\mu\text{mol ET g}^{-1}\text{ amostra}$ ) e na sua semente (379,63  $\mu\text{mol ET g}^{-1}\text{ amostra}$ ), sendo que a polpa apresentou um valor igual a 27,37  $\mu\text{mol ET g}^{-1}\text{ amostra}$ .

Estudos recentes têm demonstrado que as frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes, sendo que há relatos de que esses constituintes se concentram majoritariamente nas cascas e nas sementes (MELO et al., 2008).

No trabalho de Wang et al. (2010), estudou-se oito cultivares de abacates, onde verificaram que amostras da casca e da semente das diferentes cultivares também apresentaram maior atividade antioxidante do que a polpa da mesma variedade. Justificando os valores encontrados no presente estudo.

A capacidade antioxidante da polpa, casca e semente, avaliada pelo método de captura do radical ABTS<sup>+</sup>, mostrou que a casca da variedade Quintal apresentou

novamente a maior atividade (497,53  $\mu\text{mol ET g}^{-1}$  amostra), seguido pela casca do Hass (313,46  $\mu\text{mol ET g}^{-1}$  amostra) e a variedade Quintal com a sua semente (205,88  $\mu\text{mol ET g}^{-1}$  amostra).

Os maiores valores obtidos pela análise de FRAP, são justamente os mesmos, que os citados pelos métodos anteriores. Destacando-se a casca da variedade Quintal (546,48  $\mu\text{mol de Fe II g}^{-1}$  amostra), a casca da variedade Hass (337,57  $\mu\text{mol de Fe II g}^{-1}$  amostra) e a semente do Quintal (325,70  $\mu\text{mol de Fe II g}^{-1}$  amostra). Verifica-se assim, não só por um método e sim pelos três métodos utilizados, que a casca do Quintal apresenta como uma alternativa em termos de atividade antioxidante, sendo que seu potencial pode ser verificado pelos resultados obtidos nesta pesquisa.

Por fim, na Tabela 4, estão descritos os resultados referentes aos compostos fenólicos e flavonoides.

**Tabela 4:** Resultados dos compostos fenólicos e flavonoides presentes nas variedades de abacate Fortuna, Hass, Margarida e Quintal, em base seca.

Análise	Variedade	Polpa	Casca	Semente
<b>Compostos fenólicos</b> (mg EAG $\text{g}^{-1}$ amostra)	Fortuna	1,30 $\pm$ 0,16 <sup>b **</sup>	10,71 $\pm$ 0,14 <sup>c **</sup>	8,24 $\pm$ 0,18 <sup>b **</sup>
	Hass	2,04 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	16,15 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	8,07 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
	Margarida	1,90 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	5,45 $\pm$ 0,38 <sup>d</sup>	2,05 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
	Quintal	1,82 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	38,81 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	11,35 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
<b>Flavonoides</b> (mg EQ $\text{g}^{-1}$ amostra)	Fortuna	0,18 $\pm$ 0,01 <sup>c **</sup>	0,85 $\pm$ 0,02 <sup>b **</sup>	0,39 $\pm$ 0,00 <sup>b **</sup>
	Hass	0,31 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,84 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,25 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>
	Margarida	0,30 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,86 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,19 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>
	Quintal	0,42 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	2,74 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	0,65 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>

**Fonte própria.** As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,05$ )

A avaliação dos extratos das quatro variedades de abacate, pelo método de Folin-Ciocalteu, mostrou que a casca e a semente possuem um maior teor de compostos fenólicos totais, estando presente em maior quantidade na casca da variedade quintal (38,81 mg EAG  $\text{g}^{-1}$  amostra). Isso confirma a importância de utilizar

a casca e não simplesmente descarta-la.

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os flavonoides. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar os radicais livres (DECKER, 1997).

O teor de flavonoides apresenta-se em maior quantidade na semente e na casca, tendo como destaque neste método, a casca do quintal (2,74 mg EAG g<sup>-1</sup> amostra), tendo uma diferença bem significativa para o segundo maior, que é a casca da variedade margarida (0,86 mg EAG g<sup>-1</sup> amostra).

A relação entre o teor de compostos fenólicos com a atividade antioxidante, pelas três metodologias, é observada como válida, sendo que a casca do quintal apresentou um maior resultado em todas as análises que foram realizadas neste trabalho.

Sendo assim, os resíduos podem ser aproveitados, pois apresentam características muito boas, quando comparadas com a polpa, a qual é bem mais utilizada no mercado.

Os compostos fenólicos presentes nos vegetais são os principais responsáveis pela atividade antioxidante (SANTOS et al., 2008). Constituem uma grande classe de fitoquímicos alimentares e encontram-se distribuídos entre as distintas partes das plantas; porém, sua maior concentração está nas frutas, hortaliças e em seus derivados (KARAKAYA, 2004).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007), existem vários fatores que podem interferir no conteúdo de metabólitos secundários nas plantas, dos quais os compostos fenólicos fazem parte. Dentre estes, estão a sazonalidade, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, adição de nutrientes, poluição atmosférica, danos mecânicos e ataque de patógenos. Também se destacam as diferenças nas condições agronômicas e ambientais, que podem afetar o conteúdo de fenólicos presente nos vegetais, além da informação genética (variedade) que também afeta diretamente na quantidade de tais compostos (LLORACH et al., 2008).

O conteúdo de compostos fenólicos pode variar nas diferentes partes dos frutos, principalmente quando se comparam a casca e a polpa. Normalmente na casca, observa-se maior concentração destes compostos. Provavelmente, os compostos fenólicos tendem a se acumular na epiderme dos frutos, como forma de

proteção à radiação ultravioleta e em defesa a determinados patógenos e predadores (DIXON; PAIVA, 1995).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A maior atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos apresenta-se na casca e na semente, em relação à polpa do abacate, isso pode ser generalizado para todas as variedades em estudo neste trabalho, pois tiveram o mesmo comportamento, quando analisadas em conjunto.

A casca do abacate da variedade quintal pode ser considerada como fonte alternativa de nutrientes, sugerindo seu aproveitamento na alimentação, principalmente pela sua composição em antioxidantes, compostos fenólicos e flavonoides.

Os resultados obtidos sugerem a utilização destes dois resíduos (casca e semente) como fontes de antioxidantes naturais para aplicação na indústria de alimentos em substituição aos antioxidantes sintéticos. Iniciativa essa, que traria muitas vantagens, tanto para o consumidor, quanto para o vendedor deste fruto.

## 6 REFERÊNCIAS

ANAKA, O. N.; OZOLUA, R. I.; OKPO, S. O. **Effect of the aqueous seed extract of *Persea americana* mill (Lauraceae) on the blood pressure of spraguedawley rats.** African Journal of Pharmacy and Pharmacology, Benin, v. 3,n 10, p. 485-490, Oct. 2009.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2004 a 2015. Disponível em: <[http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo\\_edicao/4/2015/03/20150301\\_106c8c2f1/pdf/4718\\_2015fruticultura.pdf](http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf)>

ANTOLOVICH, M., PRENZLER, P. D., PATSALIDES, E., MACDONALD, S., ROBARDS, K. **Methods for testing antioxidant activity.** J. Royal Soc. Chem., v. 127, p. 183-198, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 900.02). Arlington: A.O.A.C., chapter 44. p. 3, 1996.

ARNAO, M. B. **Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case.** Trends Food Sci Tech;11(11):419-21, 2000.

BENZIE, I. F. F; STRAIN, J. J. **The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay.** Analytical Biochemistry, v. 239, p. 70-76, 1996.

BIANCHI, M. L. P; ANTUNES, L. M. G. **Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta.** Rev Nutr 1999;12(2):123-30.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method for total lipid extraction and purification.** Can. J. Biochemistry. v.37, p.911-917, 1959.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. **Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH. free radical method.** Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 30, 609-615, 1997.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. **Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais: conceitos sobre**

**modificação estrutural para otimização da atividade.** Química Nova, São Paulo, v.21, n.1, p. 99-105 jan/fev. 1998.

CHAVES, M. A.; MENDONÇA, C. R. B.; BORGES, C. D.; PORCU, O. M. **Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate.** Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos. 31(2), 215-226, 2013.

COSTA, L. M., MOURA, N. F., MARANGONI, C., MENDES, C. E. TEIXEIRA, A. O. **Atividade antioxidante de pimentas do gênero Capsicum.** Ciência Tecnológica de Alimentos Campinas, v. 30, supl. 1, maio, 2010.

COTTICA, S. M.; SAWAYA, A. C. H. F.; EBERLIN, M. N.; FRANCO, S. L.; ZEOULA, L. M.; VISENTAINER, J. V. **Antioxidant activity and composition of propolis obtained by different methods of extraction.** Journal of Brazilian Chemical Society, 22, 929-935, 2011.

CUNNIFF, P. A. (Ed.) **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16th ed. Association Of Official Analysis Chemists International, Arlington. CD-ROM, 1998.

DAFFRE, S. et al. **Peptídeos antibióticos.** Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, São Paulo, v. 23, p. 48-56, nov./dez. 2001.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. **Atividade da peroxidase e polifenoloxidase em abacate da variedade Hass, submetidos ao tratamento térmico.** Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha, México, v. 9, n. 2, p. 106-112, 2008.

DAIUTO, E. R.; SIMON, J. W.; VIEITES, R. L.; CARVALHO, L. R.; RUSSO, V. C. **Aceitabilidade e viabilidade tecnológica da elaboração de dois produtos de abacate 'Hass'.** Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, México, v. 13, n.1, p.66-75, 2012.

DECKER, E. A. **Phenolics: prooxidants or antioxidants?** Nutrition Reviews, New York, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.

DIXON, R. A.; PAIVA, N. I. **Stress-induced phenylpropanoid metabolism.** The Plant Cell, Rockville, v.7, p.1085-1097, 1995.

FACTFISH. **Avocados, production quantity (tons) – for all countries.** Disponível em: < <http://www.factfish.com/statistic/Avocados,%20production%20quantity> >

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Avocado Production in Asia and the Pacific.** Bangkok, Thailand, 2000.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations – Committee on Commodity Problems. **Product segmentation and market perspectives in the European community and the United States Avocado markets.** Rome, Italy, 2009.

FRANCISCO, V. L. F. S.; BAPTISTELLA, C. S. L. **Cultura do abacate no Estado de São Paulo.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 35, n. 5, 2005.

GEISSMAN, T. A.; DITTMAR, H. F. K. **Phytochemistry**, 4, 359, 1965.  
GOMEZLOPEZ, V. M. **Characterization of avocado (Persea americana Mill.) varieties of very low oil content.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46(9) 3643–3647, 1998.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. **Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários.** Química Nova, São Paulo, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; & DANTAS, A. S. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25(4), 825-827, 2005.

HALLIWEL, B.; AESCHBACH, R.; LOLIGER, J.; AROUMA, O. I. **The characterization of antioxidants.** Food Chemistry; 33(7):601-17, 1995.

HALLIWELL, B. **Antioxidants in human health and disease.** Annual Review of Nutrition, Palo Alto, v. 16, n. 1, p. 33-50, 1996.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. **Advances in flavonoid research since 1992.** Phytochemistry, Oxford, v. 55, n. 6, p. 481-504, nov. 2000.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. **The chemistry behind antioxidant capacity assays.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53, 1841-1856, 2005.



IKAWA, M.; SCHAPER, T.D.; DOLLARD, C.A.; SASNER, J.J. **Utilization of Folin-Ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 1811-1815, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL) - **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KARAKAYA, S. **Bioavailability of phenolic compounds.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v. 44, n. 6, p. 453-464, 2004.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI FILHO, J.; FETT, R. **Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos.** Ciência Tecnológica de Alimentos, 25(4):726-32, 2005.

LEE, J.; KOO, N.; MIN, D. **Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Chicago, v.3, n.1, p. 21-33, 2004.

LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. **Abacate: aspectos técnicos da produção.** São Paulo: UNESP; Cultura Acadêmica, 239 p, 2008.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no Pequi.** Tese (Doutorado). Faculdade de Ciência Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. São Paulo 182 p., 2008.

LIU, F. **Antioxidant activity of garlic acid from rose flowers in senescence accelerated mice.** Life Sciences; 77:230-40, 2005.

LLORACH, R.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. **Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole.** Food Chemistry, London, v.108, p.1028-1038, 2008.

LU, Q. Y.; ARTEGA, J. R.; ZHANG, Q.; HUERTA, S.; GO, V. L. W.; & HEBER, D. **Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: role of lipid-**

**soluble bioactive substances.** Journal of Nutritional Biochemistry, 16 (1), 23-30. 2005.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. **Polyphenols: food sources and bioavailability.** American Journal Clinical Nutrition; 79(5):727-47, 2004.

MARANCA, G. **Fruticultura comercial: manga e abacate.** 6. ed. São Paulo: Nobel. 138 p, 1986.

MARQUES, C. A. **Importância econômica da família Lauraceae Lindl.** Floresta e Ambiente, 8(3), 196-206, 2001.

MELO, E. A.; MACIEL M. I. S.; LIMA V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. **Capacidade antioxidante de frutas.** RBCF Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 44(2):193-201, 2008.

MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C. A.; DAVIES, M. J.; GOPINATHANN, V.; MILNER, A. **A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates.** Clinical Science. 84(4):407-12, 1993.

MORENO, A.O.; DORANTES. L.; GALÍNDEZ, J.; GUZMÁN, R.I. **Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill) oil.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, p. 2216-2221, 2003.

NASCIMENTO, G. G. F. et al. **Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria.** Brazilian Journal of Microbiology, São Paulo, v.31, n.2, p.247– 256, nov. 2000.

OLIVEIRA, A. L.; BRUNINI, M. A.; VISICATO, M. L.; SIQUEIRA, A. M. F.; VARANDA, D. B. **Atributos físicos em abacates (*Persa americana* L) provenientes da região de Ribeirão Preto – SP.** Revista Nucleus, 1(1), 259-266, 2003.

PELLEGRINI, N.; COLOMBI, B.; SALVATORE, S.; BRENNNA, O. V.; GALAVERNA, G.; DEL RIO, D.; BIANCHI, M.; BENNETT, R. N.; BRIGHENTI, F. **Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction**

**of a sequence of solvents.** Journal of the Science of Food and Agriculture, London, v. 87, n. 1, p. 103-111, 2007.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays.** Food Research Internacional, 39:791-800, 2006.

PODSEDEK, A. **Natural antioxidants capacity of brassica vegetables: a review.** Journal of Food Composition and Analysis, 40:1-11, 2007.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais.** Dissertação [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos] - Universidade de São Paulo; 2009.

PRIOR, R. L.; XIANLI, W.; SCHAICH, K. **Standardized methods for determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, Columbus, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, May, 2005.

PRIOR, R. L.; CAO, G. **In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods.** Free Radical Biology and Medicine. 27(11/12):1173-81, 1999.

RE, R.; PELEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. **Antioxidant activity applying and improved ABTS radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology and Medicine, New York, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, E. T. S. **Emprego de Técnicas de Extração a Alta e Baixa Pressão para Obtenção de Polifenóis Antioxidantes do Subproduto Agroindustrial de Maçã.** 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ROCHA, I. L. **Números do abacate.** HORTIESCOLHA. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura, 2014.

RODRIGUEZ-CARPENA, J. G.; MORCUENDE, D.; & ESTEVEZ, M. **Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits.** Meat Science, 90(1), 106-115, 2012.

SALGADO, J. M.; DANIELI, F.; REGINATO-D'ARCE, M. A. B.; FRIAS, A.; MANSI, D. N. **O óleo de abacate (*Persea americana* Mill) como matéria-prima para a indústria alimentícia.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, p.20-26, 2008.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. **A procedure to measure the antiradical efficient of poly phenols.** Journal of Science and Food Agriculture, 76:270-6, 1998.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M.C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. **Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart).** Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SHAHIDI, F. **Natural antioxidants: an overview.** In: Shahidi F. Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications. Newfoundland: Aocs. p.1-11, 1996.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira.** Dissertação [Mestrado em Tecnologia de Alimentos] - Universidade Federal do Ceará, 2008.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetric of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents.** American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-146, 1965.

SIQUEIRA, F. M.; OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. **Nutrientes antioxidantes.** Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 31, n. 2, p. 192-199, 1997.

SONG, Y. Y.; BARLOW, P. J. **Food Chemistry.** 88, 81, 2004.

TANGO, J. S. et al. **Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 17-23, Abril 2004.

VILLA-RODRÍGUEZ, J.; MOLINA-CORRAL, F.J.; AYLA-ZAVALA, J.F.; OLIVAS, G.I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. **Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of 'Hass' avocado.** Food Research International, Barking, v.44, 1.2311.237, 2011.

WANG, W.; BOSTIC, T. R.; GU, L. **Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars.** Food Chemistry, 122 1193–1198. 2010.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. **Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control.** Journal of Apicultural Research, 1998.