



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
DIRETORIA DE ENSINO - *CAMPUS* TERESINA CENTRAL
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA – DIASPA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

FRANCISCA DAS CHAGAS GONÇALVES DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DE CAROTENOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA
MADURA DO ABACATE (*Persea americana* MILL)**

TERESINA - PI

2020

FRANCISCA DAS CHAGAS GONÇALVES DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DE CAROTENOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA
MADURA DO ABACATE (*Persea americana* MILL)**

Trabalho apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina central, como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Vera Lúcia Viana do Nascimento.

TERESINA – PI

2020

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

Nascimento, Francisca das Chagas Gonçalves do
N244a Avaliação de carotenoides e atividade antioxidante da polpa madura do
abacate (*Persea americana* MILL) / Francisca das Chagas Gonçalves do
Nascimento. - 2020.
65 f.: il. color.
Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Instituto
Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2020.
Orientadora : Profa. Dra. Vera Lúcia Viana do Nascimento..
1. Antioxidantes. 2. Carotenoides. 3. Radical livre. 4. Fitoquímicos. 5. Fruto.
I. Título.

CDD - 664

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

FRANCISCA DAS CHAGAS GONÇALVES DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DE CAROTENOIDES E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA
MADURA DO ABACATE (*Persea americana* MILL)**

Banca examinadora:

Orientadora: Prof^{fa}. Dr^a Vera Lúcia Viana do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI
Doutora em Biotecnologia

1ª Examinadora: Prof^{fa} Dr^a Mariana de Moraes Sousa
Doutora em Biotecnologia – UFPI
Mestre em Alimentos e Nutrição - UFPI

2ª Examinadora: MSc. Edilene Ferreira da Silva
Doutoranda em Ciência dos Alimentos - UFSC
Mestre em Tecnologia de Alimentos – IFCE

Este trabalho é dedicado à minha família
pelo apoio, amor, carinho e
incentivo para realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui. Aos meus pais, Maria Vanda e Francisco, por toda compreensão, por todo carinho e dedicação.

Aos meus irmãos: Aline e Edvaldo, mas em especial ao meu mano Edvaldo, que sempre acreditou em mim, na minha vitória e não mediu esforços para meu sucesso. Sem esquecer da minha amiga/irmã Lígia pelo apoio incondicional e pela amizade, que será eterna.

Ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia do Piauí, pela oportunidade concedida e por toda infraestrutura disponibilizada, em especial na figura da Professora Mariana de Moraes Sousa por toda ajuda e disponibilidade no desenvolvimento dos experimentos.

Aos meus amigos de classe: Gustavo, Luana e Waleska que me ajudaram nesta caminhada, dando-me força e incentivo para seguir em frente.

À professora Edilene Ferreira da Silva por estar sempre disposta a ajudar e tirar dúvidas e auxiliar no que for possível.

À minha orientadora a Professora Vera Lúcia Viana do Nascimento, por toda confiança depositada e pelos ensinamentos e por sua humildade e maestria na arte de ensinar. Além de deixar a minha disposição excelentes materiais para consulta e pela ajuda incondicional.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa da minha vida.

Muito Obrigada!

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

José de Alencar

RESUMO

O abacate é um fruto nutritivo da espécie *Persea americana* Mill, este cultivar híbrido pertence à família botânica Lauraceae e tem sua origem no continente Americano, amplamente produzido no território brasileiro. Embora este fruto tenha um elevado valor nutritivo, pouco se sabe a respeito da sua natureza fitoquímica e propriedades antioxidantes. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os teores de carotenoides e a atividade antioxidante na polpa madura de abacate (*Persea americana* Mill). Foi realizada a extração da polpa do fruto por maceração, as amostras foram analisadas conforme a metodologia descrita na literatura para carotenoides totais, e a atividade antioxidante pelos métodos – ABTS, DPPH e pelo FRAP. A quantificação dos parâmetros fitoquímicos foi realizada por média e desvio padrão. E a avaliação estatística foi determinada por meio da análise de variância e comparação pelo teste de Tukey com nível de significância $p < 0,05$. Os resultados apontam que a polpa do abacate é rica em carotenoides, principalmente α -caroteno, cantaxantina, β -criptoxantina, zeaxantina, β -caroteno e β -zeacaroteno, ao passo que o fitoflueno apareceu em pequena quantidade (4,81 μg de β -caroteno) nesta parte do fruto. Os compostos bioativos determinados por DPPH apresentaram resultados que variaram de 41,10 a 98,32 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$, e ABTS, que apresentaram resultados que variaram de 141, 54 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$ a 402,14 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$. Assim, o elevado teor de carotenoides constatado, é fonte de antioxidantes que estabilizam os radicais livres, importantes no combate ao estresse oxidativo.

Palavras-chave: Antioxidantes. Carotenoides. Radical livre. Fitoquímicos. Fruto.

ABSTRACT

Avocado is a nutritious fruit of the species *Persea americana* Mill, this hybrid cultivar belongs to the Lauraceae botanical family and has its origin in the American continent, widely produced in the Brazilian territory. Although this fruit has a high nutritional value, little is known about its phytochemical nature and antioxidant properties. The objective of this research was to evaluate the levels of carotenoids and antioxidant activity in the ripe pulp of avocado (*Persea americana* Mill). The pulp of the fruit was extracted by maceration, the samples were analyzed according to the methodology described in the literature for total carotenoids, and antioxidant activity by the methods - ABTS, DPPH and FRAP. The quantification of phytochemical parameters was performed by means and standard deviations. And the statistical evaluation was determined through analysis of variance and comparison by the Tukey test with a significance level of $p < 0.05$. The results indicate that the avocado pulp is rich in carotenoids, mainly α -carotene, canthaxanthin, β -cryptoxanthin, zeaxanthin, β -carotene and β -zeacarotene, whereas phytofluene appeared in a small amount (4.81 μg of β -carotene) in this part of the fruit. The bioactive compounds determined by DPPH showed results that varied from 41.10 to 98.32 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$, and ABTS, which showed results ranging from 141, 54 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$ to 402.14 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$. Thus, the high content of carotenoids found, is a source of antioxidants that stabilize free radicals, important in combating oxidative stress

Keywords: Antioxidant. Carotenoids. Free radical. Phytochemicals. Fruit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Persea Americana</i> Mill: Variedade ‘Hass’. Visão Geral evidenciando detalhe da semente.....	9
Figura 2. Formação de espécies reativas de oxigênio e sua reação com os carotenoides.....	12
Figura 3. <i>Persea americana</i> Mill. Efeitos farmacológicos das diferentes partes do fruto.....	14
Figura 4. Fluxograma para preparo da polpa fresca do abacate.....	20
Figura 5. <i>Persea americana</i> Mil. Variedade ‘Hass’: Matéria – prima.....	21
Figura 6. Fluxograma para ensaios de carotenoides na amostra.....	22
Figura 7. Obtenção do Extrato da Amostra.....	23
Figura 8. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra-ABTS.....	26
Figura 9. Atividade Antioxidante: Método ABTS.....	27
Figura 10. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra-DPPH.....	29
Figura 11. Atividade Antioxidante: Método DPPH.....	30
Figura 12. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra-FRAP.....	32
Figura 13. Atividade Antioxidante: Método FRAP.....	33
Figura 14. Carotenoides presentes em maior quantidade na polpa de abacate.....	36
Figura 15. Estrutura química de outros carotenoides que estão presentes na polpa de abacate.....	39
Figura 16. Estrutura química do Licopeno, um carotenóide da classe dos carotenos.....	41
Figura 17. Estrutura química do Fitoflueno, um carotenóide da classe dos carotenos.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Carotenoides presentes na polpa madura do abacate (<i>Persea americana</i> Mill) variedade 'Hass'	35
Tabela 2. Atividade Antioxidante da polpa madura do abacate (<i>Persea americana</i> Mill) variedade 'Hass'	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	2,2'-azino-bis- (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid
ANOVA	Análise de Variância
DPPH	2,2-diphenyl-1- picrylhydrazil
FRAP	Ferric Reducing Ability Power
FAO	Food and Agriculture Organization
FOB	Free On Board
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
µg	Micrograma
µmol	Micromol
µL	Microlitro
µM	Micro molar
Mm	Massa molar
mL	Mililitro
nm	Nanômetro
ppm	Partes por milhão
TPTZ	2,4,6-tris(4-pyridyl)-S-triazine
TROLOX	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametacromano-Ácido 2- carboxílico
UVA	Ultravioleta A

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Alfa
β	Beta
γ	Gama
δ	Sigma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 O abacate (<i>Persea americana</i> Mill)	16
3.1.1 Variedade 'Hass'	17
3.3 Composição Nutricional e Perfil lipídico	20
3.4 Atividade Antioxidante	21
3.5 Os benefícios do abacate na manutenção da saúde	23
3.6 Importância Tecnológica do Abacate	25
3.6.1 Produtos Nutraceuticos à Base de Abacate	25
3.6.2 Produtos Industrializados à base de Abacate	26
4 MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1 Aquisição da Matéria-Prima	29
4.2 Delineamento Experimental	29
4.3 Preparo da Amostra de Polpa Fresca do Abacate	30
4.4.1 Carotenoides Totais	31
4.4.2 Atividade Antioxidante da Polpa de Abacate	33
Corresponde à capacidade antioxidante, pelo método de sequestro do radical ABTS ^{•+}	33
4.4.2.1 Método ABTS	33
4.4.2.2 Método DPPH	36
4.4.2.3 Método FRAP	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Carotenoides Totais	42
5.2 Atividade Antioxidante	50
6 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

O abacate pertencente à espécie *Persea americana* Mill inserido na família botânica Lauraceae é um importante fruto tropical rico em ácidos graxos insaturados, fibras, vitaminas B e E, e outros nutrientes (DABAS *et al.*, 2019), com origem no continente americano, sendo este cultivar híbrido amplamente produzido no território brasileiro (OLIVEIRA; MENEZES, 2017). É um fruto climatérico que apresenta uma alta taxa de respiração e produção de etileno pós-colheita e consequentemente, é um dos alimentos mais perecíveis e com prazo de validade muito limitado (ISLAM; WAHID; DINH, 2018).

No Brasil a polpa é a principal parte do abacate utilizada para consumo *in natura*, na forma de sobremesa, sorvetes, saladas, com leite, açúcar, mel, limão e leite condensado, além de ser utilizada para extração de óleo que pode ser empregado pela indústria cosmética e farmacêutica. Em diversos países, é consumido na forma de espaguete, saladas, guacamole, pizza, tortas, além de sopas, maionese, molhos e pastas. Na área industrial, o abacate é matéria-prima para a extração de azeite e etanol, visando à produção de biocombustível de primeira ou segunda geração e fabricação de tintas (DAIUTO *et al.*, 2014; OLIVEIRA; SANTOS, 2016; KOWALSKI *et al.*, 2017).

Este fruto tem ação antioxidante pelo fato de ter na sua composição carotenoides, tocoferóis e fitoesteróis, sendo que os carotenoides apresentam um fragmento de base estrutural e uma cadeia poli-insaturada conjugada, onde esse fragmento é o principal responsável pela capacidade desses compostos para inibir os radicais livres evitando o estresse oxidativo (DREHER; DAVENPORT, 2013; SANTOS-SANCHEZ *et al.*, 2019). O termo radical livre refere-se às moléculas com átomos altamente reativos, que contêm número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica que em excesso podem causar danos às células e aos tecidos dos seres vivos (SILVA *et al.*, 2016).

O abacate destaca-se por ser um dos alimentos mais completos, pois contém uma variedade de nutrientes essenciais e fitoquímicos importantes. Além disso, contém diversos sais minerais, sendo consumido por vários países nas principais refeições do dia (DREHER; DAVENPORT, 2013). Ressalta-se ainda, que a polpa do abacate se caracteriza por apresentar, em média, 1,63% de proteína, 1,28% de

cinzas, 66, 27% de umidade, 25, 47% de lipídios e 5,35% de carboidratos. O grau de maturação do fruto exerce influência na composição centesimal do mesmo, ou seja, na proporção que cada componente se apresenta no alimento (FERRARI, 2015).

A polpa carnuda do abacate proporciona a extração de um óleo de alta qualidade, apresentando diversos compostos bioativos. Entre estes compostos importantes temos os carotenoides que são compostos químicos que têm a capacidade de reagir contra os radicais livres diminuindo os seus efeitos nocivos à saúde (OLIVEIRA; MENEZES, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O óleo de abacate caracteriza-se por apresentar, em média, teores elevados de ácidos graxos monoinsaturados (60%), teor intermediário de ácidos graxos saturados (24%) e baixo teor de ácidos graxos poli-insaturados (16%). O ácido graxo oléico (ômega-9) é o de maior concentração (aproximadamente 55%). Os principais esteróis, tocoferóis e carotenoides encontrados foram β -sitosterol, α -tocoferol e luteína, respectivamente (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA *et al.*, 2018).

Variações na cadeia poli-insaturada de um carotenoide para outro, juntamente com a presença de grupos de hidroxila, modificam substancialmente a reatividade dos carotenóides. Das diversas espécies de carotenóides, os três mais comumente encontrados no abacate são β -criptoxantina, luteína e a zeaxantina. Como os carotenoides são moléculas lipossolúveis, o abacate favorece a absorção destes por ter um alto teor lipídico (SOUZA, 2014; NASSAU, 2013).

O abacate é um fruto com alta qualidade nutricional, porém pouco se sabe a respeito da sua natureza fitoquímica e propriedades antioxidantes (DAIUTO *et al.*, 2014), pois estudos que abordam sobre este tema são ainda incipientes. Por isso, se faz necessário realizar investigações com o intuito de elucidar se a polpa madura possui uma quantidade considerável de bioativos que podem ser usados com segurança pela população na manutenção e prevenção da saúde.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores de carotenóides e a atividade antioxidante na polpa madura de abacate (*Persea americana* Mill). Para tanto, foram preparadas amostras de polpa fresca do abacate por maceração, foram quantificados os carotenoides totais presentes na polpa madura do abacate. Além disso, foi analisada a atividade antioxidante da polpa madura do mesmo por meio dos métodos: **ABTS**, **DPPH** e FRAP. A importância desse estudo sobre o fruto foi pelas propriedades antioxidantes dos carotenoides que conferem a este alimento a alegação funcional.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar os teores de carotenoides e a atividade antioxidante na polpa madura de abacate (*Persea americana* Mill).

2.2 Específicos

- Preparar amostras de polpa fresca do abacate por maceração.
- Preparo dos extratos para análises de antioxidantes e de carotenoides.
- Quantificar os carotenoides totais presentes na polpa madura do abacate;
- Analisar a atividade antioxidante da polpa madura do abacate por meio dos métodos: ABTS, DPPH e FRAP.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O abacate (*Persea americana* Mill)

A existência de fóssil e evidências indica que o gênero *Persea* teve origem no leste da África durante o período Paleoceno (escala de tempo geológico da primeira época da era Cenozóica, compreendida entre 55 a 65 milhões de anos), espalhando-se pela Ásia, América do Sul, Europa, posteriormente para a América Central e do Norte (ANTUNES, 2014).

Há relatos desde de meados de 1787 da cultura do abacateiro no Brasil, porém, a primeira introdução oficial deu-se em 1893, quando quatro árvores provenientes da Guiana Francesa, pertencentes à raça Antilhana, forneceram as primeiras sementes da espécie para o Brasil. Em São Paulo, acredita-se que a cultura tenha se iniciado no Vale do Paraíba no século XIX, predominando plantas da raça Antilhana (DONADIO; FERRARI; AVILÉS, 2010).

O abacateiro pertencente à família Lauraceae considerada uma das famílias botânicas mais primitivas da divisão *Magnoliophyta*, ordem Laurales, gênero *Persea*, é uma eudicotiledônea nativa de regiões Tropicais, Subtropicais, América Central e México. Apresenta quatro raças comerciais: a Mexicana (*Persea americana* var. *americana*), Antilhana (*P. americana* var. *drymifolia*), Guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) e Costarriquenha (*P. americana* var. *costaricensis*). Essa classificação é atualmente bem aceita, embora todos também podem se referir ao abacateiro apenas como *Persea americana* Mill. O cultivo de abacate é em geral, híbrido entre as espécies ou raças mexicana, antilhana ou guatemalense (ALVAREZ; QUEZADA; ARBELO, 2015).

Morfológicamente o abacateiro é uma planta arbórea, de porte médio a elevado (cerca de 12 a 20 metros), ramos abundantes, tronco reto com cor parda, sendo que as plantas originadas das sementes atingem maior porte quando comparadas com as enxertadas. Possui uma copa ampla com folhas grandes, simples, pecíolos curtos, oblongo – lanceoladas ou elíptico lanceoladas, alternas, brilhantes na face superior e foscas na inferior, podendo ser mais avermelhadas quando novas. Flores pequenas, branco-amareladas dispostas em inflorescências do tipo cacho (MELO; BORGES, 2019).

As flores do abacate são bissexuais e apresentam o fenômeno chamado dicogamia protogínica, que consiste na maturação do órgão feminino anteriormente à do masculino, em horas diferentes do dia. Portanto, para que ocorra a polinização e consequentemente a frutificação, há necessidade da presença de abacateiros diferentes quanto ao comportamento sexual. Porém a participação dos insetos é fundamental, principalmente das abelhas. Existem três tipos de polinização no abacate: polinização cruzada, autopolinização e polinização fechada, sendo a polinização cruzada e a fechada as mais importantes para a frutificação, em clima seco, porque os estigmas nas flores da fase masculina secam rapidamente, impedindo a polinização. Em contrapartida quando a umidade é alta a autopolinização é provavelmente a predominante (BENDER, 2015).

O abacate é caracterizado como um fruto que possui um epicarpo delgado, mesocarpo carnoso e endocarpo papiráceo e delgado, aderido ao tegumento da semente, contendo uma única semente, caracterizando uma drupa, com o formato de pêra, com as sementes monoembriônicas e exalbuminosas, com germinação hipógea. A raiz primária é longa e de coloração branca e as raízes secundárias são curtas e filiformes. Os cotilédones são de reserva, hipógeos, maciços, livres, de consistência carnosa e dura com coloração rosada. Os epicótilos, que formam os caulículos na policaulia, são longos, eretos, cilíndricos, robustos e arroxeados (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

O abacate com sua polpa cremosa, verde-amarelada ou amarelo-clara quase branca assemelha-se bastante a um creme amanteigado, basicamente constituído por ácidos graxos não saturados e que concentra apenas 70% de água em sua composição, o que é pouco em comparação com a maioria das frutas existentes no globo. Fruta completa, o abacate é incomparável fonte energética e tem alto valor alimentício com baixos índices de colesterol, o que, ao contrário do que se acreditava no passado, faz com que seja de fácil digestão e nenhum malefício à saúde do homem (ANTUNES, 2014).

3.1.1 Variedade 'Hass'

É a variedade principal desse grupo floral, destinada à exportação. Surgiu na década de 20, na Califórnia e foi selecionada a partir da raça guatemalense, porém apresenta indícios de que se trata de um híbrido do cruzamento com a raça mexicana.

É mais suscetível ao frio, comparada a variedade 'Fuerte', e também é sensível à baixa umidade. Apresenta grande produção de flores e tende a uma excessiva frutificação, com consequência negativa por provocar uma diminuição do tamanho dos frutos (MELO; BORGES, 2019).

Caracteriza-se por ser um fruto híbrido da raça mexicana e guatemalteca com aspecto piriforme, de casca grossa e rugosa, resiste bem ao armazenamento e transporte. Tem cor verde, que escurece na maturação, chegando ao violáceo-escuro. Com um peso que varia de 180 a 400 g, com comprimento médio de 10 a 12 cm e sua largura de 6 a 7 cm, com uma polpa de excelente qualidade, sem fibras. Com teor de óleo variando de 18 a 22% embora seja colhido com o mínimo de 8 a 10%, para fins de exportação, na África do Sul e nos Estados Unidos. A semente de 'Hass' é pequena, esférica e aderente à polpa (GRATELLI, 2014).

A variedade 'Hass' é a mais cultivada no mundo tendo substituído a 'Fuerte' que foi considerada padrão nas regiões subtropicais até a década de 60. 'Hass' mostrou-se muito produtiva, com características de reter o fruto na planta mesmo após a maturação, podendo ser colhido durante um longo período, o que confere uma grande vantagem comercial. O referido cultivar híbrido é produzido por um grande número de países, sendo México, Chile, EUA e Peru os principais produtores. Esses países têm condições climáticas e sistemas de manejo muito diferentes, o que leva a uma grande variação na composição química da fruta comercializada e na sua duração pós-colheita (CRANE *et al.*, 2015; WHILEY; WOLSTENHOLME; FABER, 2015; FERREYRA *et al.*, 2016).

No Brasil o 'Hass' é conhecido popularmente como avocado, sendo a maior parcela da produção destinada ao mercado externo (DAIUTO *et al.*, 2014). O termo avocado é estratégico para o abacate, proporcionando uma novidade e novas formas de consumo desse fruto no país. Essa variedade de abacate destaca-se no comércio brasileiro, por apresentar um menor diâmetro, casca mais espessa, maior teor de lipídios, menor teor de água e, portanto, apresentando uma polpa mais consistente (OLIVEIRA; SANTOS, 2016; DAIUTO *et al.*, 2014). Os teores de casca, polpa e semente para a variedade 'Hass' são respectivamente: 16,1; 68,2 e 15,7%. Apresentando ainda um peso médio de 280,0 g. Convém ressaltar que os frutos dos cultivares existentes apresentam as mais variadas formas, tamanhos e pesos, assim como, diferentes proporções de casca, polpa e semente (FERRARI, 2015; KOWALSKI *et al.*, 2017). Como mostra na figura 1 a seguir, o abacate cultivado no território

brasileiro apresenta uma polpa de coloração amarelada e com textura amanteigada e cremosa.

Figura 1. *Persea Americana* Mill: Variedade 'Hass'. Visão Geral evidenciando detalhe da coloração e textura da polpa.



Fonte: <https://www.continente.pt/stores/continente/pt-pt/public/Pages/ProductDetail.aspx>, 2019.

3.2 Produção do abacate: Mundial e Nacional

Segundo a FAO (2018) o México é o maior produtor, colhe nada menos que 34% do total mundial, acompanhado de longe por outros grandes produtores, como República Dominicana, Peru e Indonésia, sendo o Brasil, o oitavo produtor

mundial, que produziu 195 mil toneladas em 2016, o que corresponde a 3,2% da produção mundial. Salienta-se ainda que o abacate é a décima sétima fruta mais produzida no país (ALMEIDA, 2018; JORGE, 2014).

De acordo com dados do IBGE (2018), a produção brasileira concentra-se fortemente em duas unidades da federação, São Paulo e Minas Gerais, que produziram, respectivamente, 48,42 e 26,87% da produção nacional em 2011. Além destes dois estados, pode-se considerar que o Paraná (10,03%) também possui produção significativa (ALMEIDA, 2018).

O Brasil em 2017 produziu 213 mil toneladas de abacate e boa parte da comercialização se deu internamente (97,9%). No entanto, em 2017, o país exportou para vários países de diferentes continentes um total de 4,5 mil toneladas, com valor FOB de US\$ 5,3 milhões. Este volume comercializado se deu principalmente por via marítima. Devido este meio de transporte não prejudicar o abacate, pois “é uma das únicas frutas que deve ser colhida antes de madura, visto que se deixada no pé apodrece antes que chegue ao ponto de consumo” favorecendo, dessa maneira, maior tempo entre a colheita e o consumo (BAPTISTELLA; COELHO, 2018; ABACATE, 2019).

O abacate é cultivado em todas as regiões do Brasil, porém a produção está concentrada na região Sul e Sudeste. Dentre os cultivares mais produzidas no estado de São Paulo estão a Fortuna, Geada, Quintal e Margarida (DORIZZOTTO, 2011). Um fator positivo aos produtores brasileiros, além da boa adaptação climática, se deve ao fato das menores distâncias dos centros produtores ao mercado importador. Os países predominantes na importação do fruto são: Estados Unidos, México, Holanda, França, Reino Unido, Alemanha e Suécia (AGRIANUAL, 2017).

3. 3 Composição Nutricional e Perfil lipídico

O abacate é caracterizado por possuir alto valor energético e nutricional, quando comparado a outros frutos tropicais. Sua utilidade na alimentação destaca-se, entre outros fatores, pela quantidade de ácidos graxos monoinsaturados presentes principalmente na polpa (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA *et al.*, 2018).

A composição nutricional média do abacate com base em 100 gramas da parte comestível: possui 96 kcal de energia; 83,8 % de umidade; 0,5 g de cinzas; 2,23 g de proteínas; 10,06 g de lipídios totais; 2,3 g de saturados; 4,3 g de monoinsaturados;

1,4 g de poli-insaturados; 7,82 g de carboidratos; 8,7 mg de vitamina C e 5,60 g de fibra alimentar (IBGE, 2011; NEPA, 2011).

Em relação à composição de ácidos graxos presentes na polpa de abacate, a maioria dos ácidos graxos, apresentam cadeias insaturadas (74,89 %), onde os mais encontrados em ordem decrescente o ácido oléico (52,13 %), ácido palmítico (22,72 %) e ácido linoléico (14,78 %), Sendo que sua composição em ácidos graxos é muito próxima ao óleo de oliva, principalmente quanto aos altos níveis de ácido oléico (OLIVEIRA; GUIMARÃES; MENEZES, 2017).

No abacate altos níveis de lipídios e baixos níveis de carboidratos permanecem na polpa após a remoção da água, conferindo assim um alto teor de matéria seca ao produto. Portanto, o abacate é considerado um dos poucos frutos cultivados com uma fração lipídica como componente principal, representando até 25% da porção da fruta. O valor nutricional do abacate é quatro vezes maior do que qualquer outra fruta, exceto a banana (TREMOCOLDI, 2011; DUARTE *et al.*, 2016).

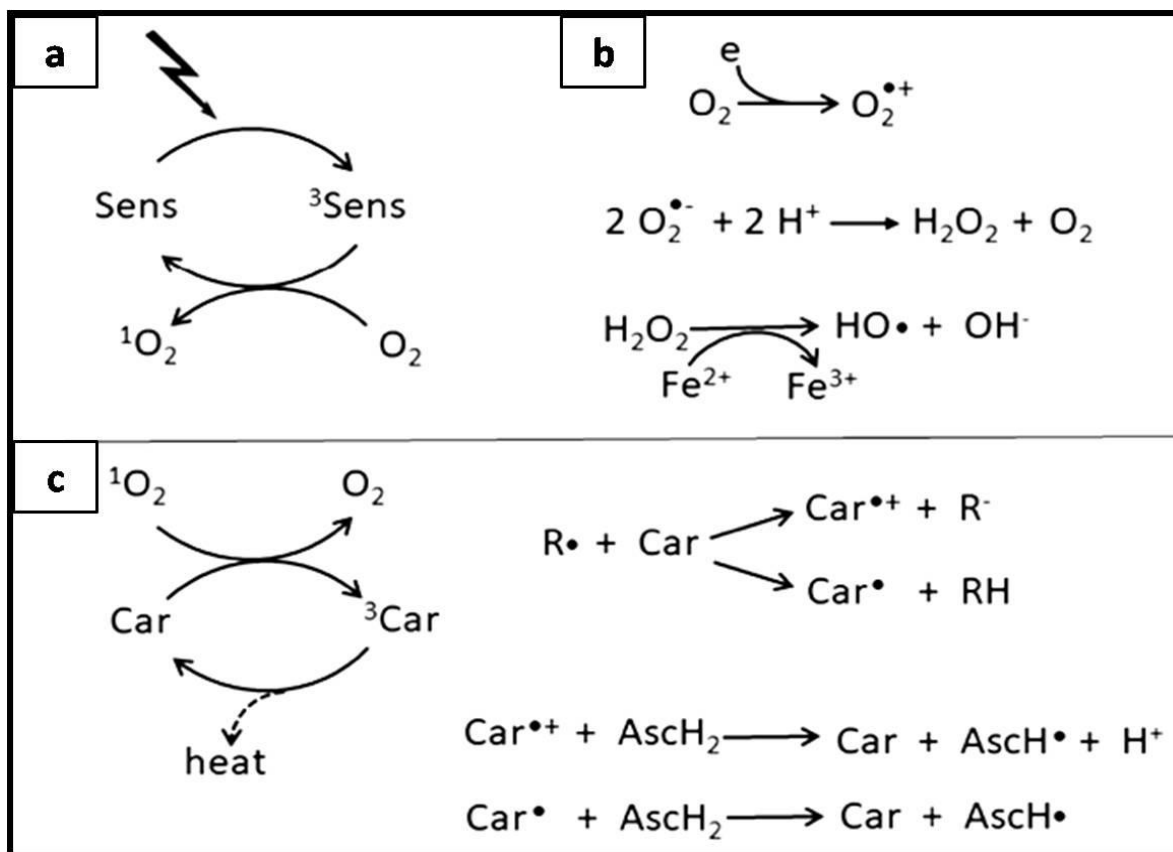
3.4 Atividade Antioxidante

A oxidação consiste em um processo fundamental de todas as células aeróbicas, levando a produção de radicais livres naturalmente ou através de alguma disfunção, podendo causar danos ao organismo ou contribuir para vários tipos de doenças como inflamações, tumores malignos, alzheimer e doenças cardiovasculares (SOUZA, 2014).

O vocábulo radical livre é utilizado para designar átomos ou moléculas que contêm um ou mais elétrons desemparelhados em seu orbital atômico ou molecular mais externo (QAZI; MOLVI, 2018). A figura 2a-b a seguir, mostra o processo de formação de espécies reativas de oxigênio singlete. As reações bioquímicas que ocorrem normalmente em nosso corpo, o aumento da exposição ao meio ambiente e os níveis mais altos de xenobióticos na dieta resultam na geração de espécies reativas de oxigênio e espécies reativas de nitrogênio. Na figura 2a-b a seguir, pode ser observada a reação química que desencadeia a formação desses compostos. Ambas as espécies reativas citadas anteriormente criam estresse oxidativo em diferentes condições fisiopatológicas (NIMSE; PAL, 2015). Esse por sua vez pode ser entendido como o desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes, nesse caso a quantidade de agentes oxidantes (radicais livres) excede a quantidade de

antioxidantes, a produção excessiva de radicais livres pode causar muitos danos podendo levar até mesmo a morte celular (MOSCA; SANCHEZ; COMUNE, 2017).

Figura 2. Formação de espécies reativas de oxigênio e sua reação com os carotenoides. **a.** Formação do oxigênio singlete. **b.** Formação de radical. **c.** Reação dos carotenoides com o oxigênio singlete ou radicais e regeneração com ascorbato.



Fonte: Sandmann, 2019.

Os antioxidantes são substâncias que presentes em menores concentrações que o substrato oxidável são capazes de prevenir os efeitos deletérios da oxidação, inibindo o início da lipoperoxidação, sequestrando radicais livres. Dentre as substâncias que desempenha papel antioxidante e função de neutralizar os radicais livres estão os carotenoides, que impedem que danos sejam causados nas membranas das células e tecidos dos seres vivos (SILVA *et al.*, 2016). A figura 2c mostra a reação dos carotenoides com o oxigênio singlete e regeneração com ascorbato. O abacate é um fruto com ação antioxidante pelo fato de ter na sua composição carotenoides, tocoferóis, fitoesteróis e flavonóides (DREHER; DAVENPORT, 2013).

Os carotenoides são pigmentos lipossolúveis, responsáveis pela pigmentação de animais, plantas e micro-organismos. Porém de maneira crucial, também

desempenham papéis importantes, geralmente críticos, nos sistemas biológicos. A maior atenção neste grupo de pigmentos se deve especialmente a sua função antioxidante. Onde as ligações conjugadas presentes nas estruturas desses compostos são capazes de interagir com os radicais livres e o oxigênio singlete sendo, portanto, eficazes na prevenção de danos irreversíveis aos sistemas vivos (YOUNG; LOWE, 2018).

Os compostos fenólicos são os principais responsáveis pelas características organolépticas do fruto e pela sua estabilidade oxidativa, exercendo um papel fundamental na atividade antioxidante de proteção do fruto e são, também, componentes das essências, pigmentos, sabores, entre outros. Os efeitos benéficos dos fenóis estão relacionados com a sua atividade antimicrobiana, proteção dos radicais livres de oxigênio e outras espécies reativas (HURTADO-FERNANDEZ *et al.*, 2011).

Os flavonoides constituem um grande grupo de metabólitos secundários que têm em comum o fato de possuírem dois anéis aromáticos unidos por uma cadeia de três átomos de carbono, com a estrutura química geral C6-C3-C6 que pode, ou não, ser cíclica formando um terceiro anel (MOREIRA; COSTA; VINHA 2012). Estes compostos bioativos juntamente com as antocianinas, em associação com outros compostos, como as clorofilas ou os carotenoides, compõem os pigmentos do fruto. Os flavonoides predominantes no abacate são as procianidinas, responsáveis por maior parte da atividade antioxidante destes componentes (RODRÍGUEZ-CARPENA *et al.*, 2011).

3.5 Os benefícios do abacate na manutenção da saúde

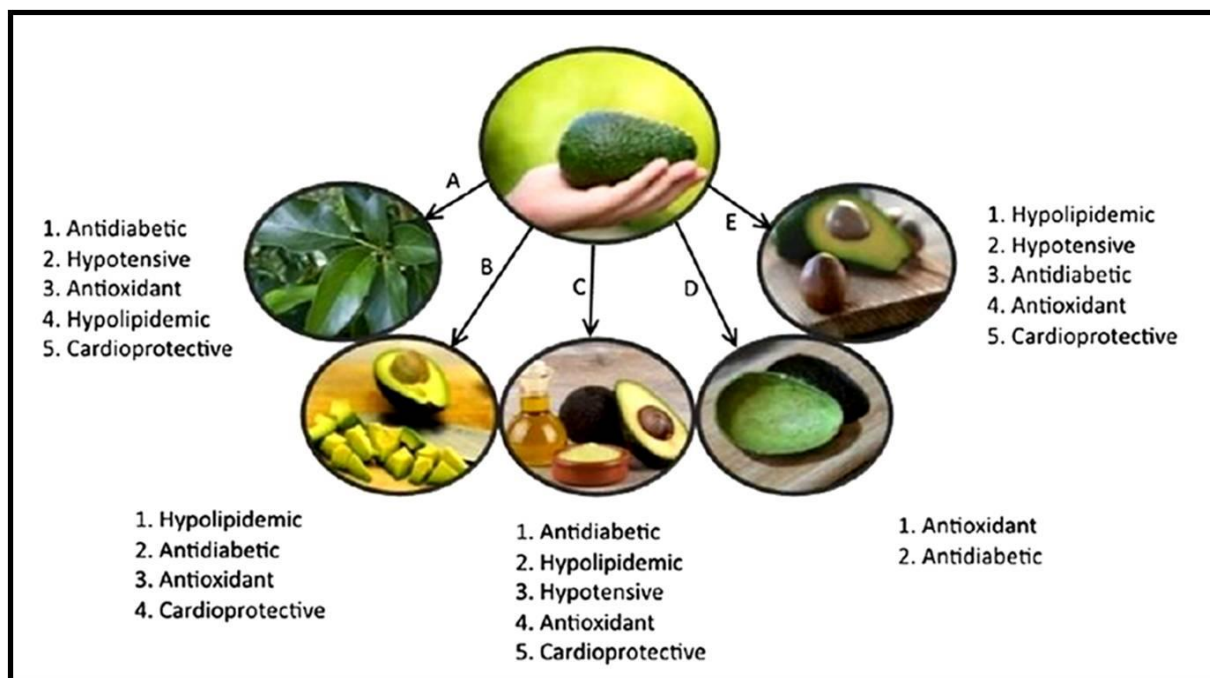
Segundo Brasil (1999), os alimentos com alegação funcional são aqueles que além de possuir funções nutricionais básicas, produzem efeitos metabólicos ou fisiológicos, e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica.

Estudos têm demonstrado os benefícios do abacate associado a uma dieta balanceada, principalmente, na redução do colesterol e na prevenção de doenças cardiovasculares, diabetes e como coadjuvante no tratamento de hiperlipidemias. O potássio presente neste fruto regula a atividade muscular e protege o corpo de diversas desordens como as cardiovasculares. Além disso, são também uma fonte de

glutathiona, um poderoso antioxidante que agrega valor porque atua em compostos potencialmente cancerígenos (DUARTE *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2012).

O fruto além dos lipídios é rico em proteínas e vitaminas A e B em quantidade variável. Estes nutrientes auxiliam na relação LDL/HDL agindo como antioxidantes e neutralizam a ação de radicais livres, influenciando assim a redução do risco de doenças cardiovasculares e câncer (OLIVEIRA; ROMAN, 2013). A figura 3a-e a seguir, mostra os efeitos farmacológicos das diferentes partes do abacate. Sendo que a figura 3e mostra os efeitos benéficos da polpa do abacate para o ser humano.

Figura 3. *Persea americana* Mil. Efeitos farmacológicos das diferentes partes do fruto. A- folha, B- celulose, C- óleo, D- casca, E- polpa.



Fonte:Tabeshpour; Razavi; Hosseinzadeh, 2017.

A característica antioxidante do abacate oferece proteção ao ácido desoxirribonucleico (DNA) através de sua quantidade de compostos fenólicos, ácido ascórbico e também dos carotenoides presentes na sua composição. A regulação imune é de fato fundamental para a prevenção e o tratamento de diversas hiperplasias. Esse potencial de óxido-redução dos compostos bioativos ajuda a combater várias por vias de patogênese das hiperplasias, inibindo ou reduzindo a atividade da enzima 5-alfa redutase, combatendo o estresse oxidativo, por reduzir a ação inflamatória, sendo o abacate fonte de efeitos imunomoduladores (DREHER; DAVENPORT; NASSAU, 2013).

3.6 Importância Tecnológica do Abacate

3.6.1 Produtos Nutraceuticos à Base de Abacate

O termo surge da junção das palavras “Nutrition” e “Pharmaceutical” e foi apresentado pela primeira vez em 1989, pelo Dr. Stephen De Felice, fundador da Fundação para a Inovação em Medicina. Em 1992, este definiu um nutraceutico como sendo qualquer substância que pode ser considerada um alimento, ou parte de um alimento e que fornece benefícios médicos ou de saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças (CRUZ, 2018).

Apesar da grande diversidade de definições existentes para este termo, existem dois requisitos essenciais para que possamos considerar que um determinado alimento seja nutraceutico: contribuiu na prevenção e/ou tratamento de uma determinada doença (benefícios fisiológicos) e reduz o aparecimento de doenças crônicas (FERNANDES, 2016).

Dentre os nutraceuticos cita-se o óleo de abacate que é um óleo vegetal rico em antioxidantes naturais. Possui um elevado teor de insaponificáveis, ou seja, substâncias insolúveis em água, e não suscetíveis às reações de saponificação. Esses compostos são de valor comercial muito elevado, como os esteróis, tocoferóis, compostos fenólicos e outros, onde o predominante é o β -sitosterol (ROCHA *et al*, 2014).

Os nutraceuticos são, na sua maioria, componentes de plantas, que produzem diversos metabólitos, sendo que para explicar a ação farmacológica de alguns nutraceuticos, importa focarmo-nos nos metabólitos secundários. Estes pertencem a diferentes grupos químicos e possuem propriedades farmacológicas, muitas vezes com interesse. Entre os vários metabólitos existentes, destacam-se alguns, como os flavonóides, tocotrienóis, fitoesteróis, componentes de crucíferas, fitoestrogénios, carotenoides, entre outros (FERNANDES, 2016).

Convém salientar que o óleo de abacate apresenta entre 0,5 e 0,6% de ácidos graxos livres; 5,95 a 11,89 meq kg⁻¹ de peróxidos; 0,09-0,16% de umidade; 0,96-1,94% de matéria insaponificável e 74,69-88,16 mg kg⁻¹ de clorofila, esses dados reforçam a qualidade nutricional elevada dessa substância, podendo ser utilizado no consumo humano e como matéria - prima para a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica (FERRARI, 2015).

ROCHA *et al.* (2014) ao estudarem a atividade antioxidante de óleo de abacate de diferentes marcas comercializadas no mercado brasileiro concluíram que todas as amostras apresentaram atividade antioxidante, em maior ou menor grau, sendo que o óleo de abacate comercial pode ser utilizado para essa finalidade. Contudo, o mesmo, independente da forma farmacêutica apresentada, foi o melhor antioxidante, quanto maior a sua concentração. Os supracitados autores ressaltam ainda que o consumo puro nos alimentos, ou em cápsulas, até três vezes ao dia, pode trazer muitos benefícios à saúde, constatando o que diz a literatura.

Por fim, Nogueira-de-almeida *et al.* (2018), ao estudarem a composição do azeite de abacate ressaltaram que este se destaca por seu alto teor de ácidos graxos monoinsaturados e por ser uma excelente fonte de compostos bioativos, como tocoferóis, carotenoides e fitoesteróis e verificaram os benefícios do azeite de qualidade para uso comestível.

3.6.2 Produtos Industrializados à base de Abacate

O abacateiro produz uma fruta rica em fitoquímicos e que pode ser utilizada para o desenvolvimento de produtos com potenciais probióticos. A elaboração de uma pasta do abacate garantiu o potencial probiótico exposto a 40 dias, baixo custo e garantiu a não proliferação de fungos e leveduras, porém não teve aceitação comercial suficiente (RAMOS, 2018).

Campos *et al.* (2016) desenvolveram uma sobremesa à base de abacate e chocolate e analisaram a composição físico-química e inferiram que a sobremesa se mostrou viável para o consumo da população tanto pelo baixo custo quanto pelos atributos nutricionais.

Coelho *et al.* (2018) ao prepararem uma emulsão com redução de partículas com abacate que contribuíram com a estabilidade da mesma. Mais produtos foram de interesse para formulação com abacate.

Granella *et al.* (2016) formularam um iogurte tipo grego com adição de polpa de abacate em 3 concentrações 12,5; 25 e 50% sendo o iogurte grego com polpa de abacate nas concentrações 12,5 e 25% os mais aceitos no teste sensorial, não ocorrendo diferença significativa entre ambos. O que teve adição de 50% de polpa diferiu significativamente dos demais.

Guimarães e Calado (2014) desenvolveram formulações de iogurte de abacate

acrescido de extrato de soja, e analisaram as propriedades reológicas e os parâmetros sensoriais sobre a viscosidade em relação à análise sensorial observada nas diferentes formulações do iogurte que apresentaram diferença significativa, principalmente com ênfase do atributo sabor.

Lopes *et al.* (2019) desenvolveram um sorvete de abacate isento de proteína do leite de vaca e avaliaram a aceitação sensorial desse produto. O abacate foi o alimento escolhido por ser rico em gorduras benéficas à saúde, contribuindo para o incentivo de hábitos saudáveis.

Miranda, Reck e Clemente (2016) estudaram as características físico-químicas da cultivar abacate, produzido no estado do Paraná e formularam bebidas lácteas com a utilização da polpa do fruto, em 4 diferentes concentrações: 1, 10, 20 e 30%. Concluíram que este fruto tem potencial para produção de bebidas lácteas probióticas de qualidade, além de permanecer por mais semanas dentro da legislação para bebidas lácteas.

Modenese (2017) desenvolveu e avaliou pães e massas de macarrão tipo talharim utilizando-se da polpa de abacate como ingrediente. O pão foi testado sensorialmente para definição de sua formulação e tempo de cocção ideal, e o macarrão, de sua formulação e espessura ideal.

Nunes *et al.* (2018) desenvolveram uma massa de pizza com adição de polpa de abacate e um flan com polpa de abacate e chia, visto que o abacate é um produto com custo acessível e com alto valor nutricional. A preparação obteve boa aceitação em todos os parâmetros avaliados.

Othman *et al.* (2018) para produção de muffins substituíram a gordura da manteiga por um purê de abacate. O teste de avaliação sensorial demonstrou que os muffins tinham aceitabilidade em até 50% de substituição do original. A influência do purê de abacate como substituto de gordura é ótima fonte nutricional de ácido graxo e propriedades organolépticas.

Santos *et al.* (2019) otimizaram a concentração de hidrocolóides em formulações de pães isentos de glúten e o posterior enriquecimento com polpa de abacate e observaram que com a adição da polpa houve um aumento nos teores de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios e uma ótima razão entre os ácidos graxos das famílias n-6 e n-3. Além disso, concluíram que com a incorporação da polpa de abacate ocorreu um aumento no valor nutricional dos pães.

Silva *et al.* (2014) elaboraram biscoitos recheados de chocolate com

substituição parcial da gordura hidrogenada por polpa de abacate, foram preparadas duas formulações, uma com recheio padrão e outra com substituição de 25% da gordura hidrogenada por polpa de abacate e observaram que essa formulação promoveu um decréscimo no teor de lipídios totais e um acréscimo no teor de ácidos graxos ômega 9 e textura do recheio, bem como retardou o tempo de oxidação da amostra.

Silva *et al.* (2019) desenvolveram e avaliaram a aceitação de biscoito tipo *cookie* elaborado a partir da farinha da semente de abacate, entre as formulações testadas, a do biscoito com acréscimo de 5% da farinha da semente de abacate foi mais bem aceita pelos provadores, visto que apresentou as maiores notas nos atributos sensoriais.

Souza *et al* (2018) elaboraram três formulações de bebida lácteas com sabores de abacate, mamão e maracujá, cuja as amostras dos produtos foram avaliados o atributo sensorial e a intenção de compra.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no laboratório de Tecnologia de produtos de origem vegetal (TPOV) e Bromatologia no Instituto Federal do Piauí (IFPI), *Campus* Teresina Central em parceria com o Laboratório de Alimentos para análise de antioxidantes e atividade antioxidante – *Campus* Teresina Zona Sul.

4.1 Aquisição da Matéria-Prima

Os frutos do abacateiro variedade ‘Hass’, foram adquiridos em mercado local, levando em consideração seu estado de maturação, os quais estavam completamente maduros. No laboratório, primeiramente, foi realizada uma lavagem para retirada de possíveis sujidades, e em seguida foram higienizados com água e hipoclorito de sódio a 50 ppm, por 15 minutos, seguida da retirada da polpa. A seguir na figura 4 é mostrado o abacate *Persea americana* variedade “Hass” analisado neste estudo.

Figura 4. *Persea americana* Mil. Variedade ‘Hass’: Matéria - prima.



Fonte: Próprio autor, 20.

4.2 Delineamento Experimental

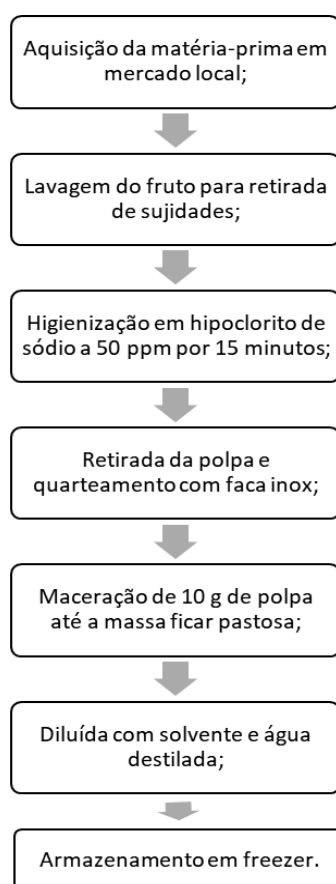
O planejamento experimental foi do tipo casualizado, foram utilizados 06 abacates, com peso total de 1 kg adquiridos na feira livre em diferentes boxes para o

preparo das amostras desde da trituração até análise. Foram realizados 04 tratamentos, 48 análises, 03 triplicadas, totalizando 48 amostras.

4.3 Preparo da Amostra de Polpa Fresca do Abacate

Após a higienização e sanitização do abacate maduro, foi realizada a retirada da polpa, utilizando faca inox para o quarteamento do abacate, foi retirado o caroço e colocado 100 g de polpa fresca de abacate maduro em um almofariz de porcelana e com pistilo, onde foi macerado até a polpa ficar pastosa, sendo este material colocado em um béquer de 250 ml para dissolução com solvente e água destilada. As amostras foram imediatamente protegidas da ação da luz com papel alumínio utilizado para fechamento do béquer e, em seguida foram armazenadas em freezer para amostras analisadas. Na figura 5 a seguir é mostrado o fluxograma para preparo da polpa fresca do abacate.

Figura 5. Fluxograma para preparo da polpa fresca do abacate



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.4 Análise do Produto

4.4.1 Carotenoides Totais

A determinação do teor de carotenoides totais foi realizada segundo o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001). Para a leitura de outros carotenoides, foi alterada a faixa de absorbância de acordo com o protocolo original.

4.4.1.1 Preparo dos reagentes

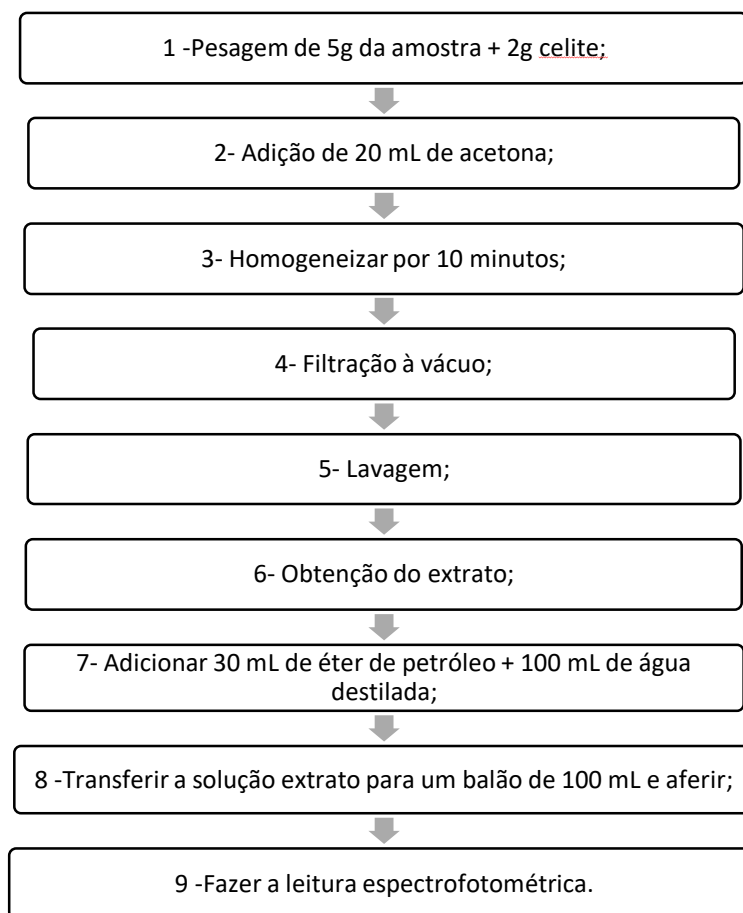
Foi colocada a acetona na solução do extrato e em seguida armazenada em frascos devidamente fechados sob refrigeração a 4 °C.

4.4.1.2 Ensaio de carotenoides na amostra

Foram pesados de 5 g de amostra e 2 g de celite. Em seguida adicionados 20 mL de acetona gelada (5 °C), homogeneizado o conteúdo por 10 minutos em agitador magnético. Foram filtrados à vácuo em funil de Büchner com papel filtro, lavando a amostra com acetona até que o extrato ficasse incolor.

Porteriormente foi transferido o filtrado para um funil de separação, foi acrescentado 30 mL de éter de petróleo e 100 mL de água destilada. A fase inferior foi descartada e repetiu-se o procedimento por 4 vezes para ocorrer a remoção total da acetona. O extrato superior foi transferido para um balão de 100 mL, completando o volume com éter de petróleo. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 450 nm (λ_{max} β -caroteno), usando éter de petróleo como branco. O conteúdo de carotenoides foi determinado por fórmula específica e os resultados foram expressos em μg de β -caroteno.g⁻¹ de amostra. Na figura 6 a seguir é mostrado o fluxograma para o ensaio de carotenoides.

Figura 6. Fluxograma para ensaios de carotenoides na amostra.



Fonte: Próprio autor, 2020.

A seguir, a figura 7 mostra como foi obtida o extrato da polpa madura de abacate.

Figura 7. Obtenção do Extrato da Amostra: a e b. a. Extrato obtido da polpa madura. b. Separação do extrato em funil de decantação.



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.4.2 Atividade Antioxidante da Polpa de Abacate

Corresponde à capacidade antioxidante, pelo método de sequestro do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$.

4.4.2.1 Método ABTS

A atividade antioxidante, pelo método de sequestro do radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$, foi executada de acordo com Re *et al.* (1999).

A intensidade da cor verde/amarelo foi medida a 734 nm usando espectrofotômetro Biospectro modelo SP-220.

4.4.2.1.1 Preparo de reagentes

4.4.2.1.1.1 Solução estoque ABTS 7 mM

Foram dissolvidos 192 mg de ABTS em água destilada e completado o volume para 50 mL em um balão volumétrico com água destilada, homogeneizado em vórtex e transferido para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado. Foi armazenado sob refrigeração por até 10 de janeiro de 2020.

4.4.2.1.1.2 Solução de persulfato de potássio 140 mM

Foram dissolvidos 378,4 mg de persulfato de potássio em água destilada e completado o volume para 10 mL em um balão volumétrico com água destilada, homogeneizado e transferido para um frasco de vidro âmbar, devidamente etiquetado. Foi armazenado em temperatura ambiente por até 07 de fevereiro de 2020.

4.4.2.1.1.3 Radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ (preparar no dia da análise)

O radical $\text{ABTS}^{\bullet+}$ foi preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS com 88 μL da solução de persulfato de potássio. A mistura foi mantida no escuro, à uma temperatura aproximada de 25 °C, por 16 horas. Em seguida, foi diluído 1 mL desta mistura em álcool etílico até obter uma absorbância de 0,70 nm $\pm$ 0,05 nm a 734 nm. Foi preparado e usado no dia da análise. Após solução pronta, foi sonificado o balão semi- aberto em ultrasson por 5 min, para retirada dos gases.

4.4.2.1.1.4 Preparo da curva padrão de Trolox - ABTS

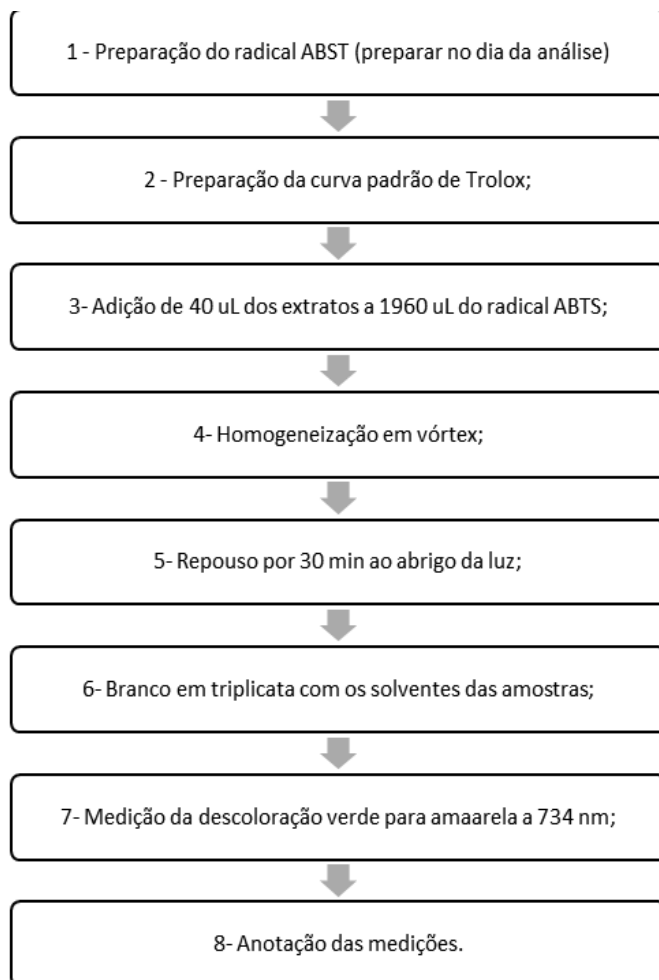
Solução mãe – Foram pesados 0,0250 g de trolox ($MM = 250,29 \text{ g.mol}^{-1}$) e diluído em balão de 50 mL com etanol. Em seguida foi sonicada a solução por 5 minutos em ultrassom para retirada de gases. Soluções filhas - Foram pipetadas 62,5 μL (25 μM), 125 μL (50 μM), 250 μL (100 μM), 375 μL (150 μM), 500 μL (200 μM), 625 μL (250 μM), 750 μL (300 μM), 875 μL (350 μM) e 1000 μL (700 μM) da solução mãe para balões volumétricos de 5 mL e completadas com etanol. Foram adicionados 40 μL dos extratos a 1960 μL do radical ABTS, foi homogeneizada bem em vórtex. Foi deixada em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. Foi medida a descoloração verde para amarela a 734 nm. Foi feito um branco com o etanol.

Por fim, foi plotado um gráfico de dispersão concentração em μM de Trolox x absorbância, e posteriormente adicionada linha de tendência, equação do gráfico e coeficiente de determinação (r^2).

4.4.2.1.1.5 Ensaio da atividade antioxidante na amostra

Foram adicionados 40 μL dos extratos a 1960 μL do radical ABTS, foi homogeneizado bem em vórtex. Em seguida foi deixada em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. Foi medida a descoloração verde para amarela a 734 nm. Foi feito um branco, em triplicata, com os mesmos solventes das amostras. A quantificação da atividade antioxidante pelo método ABTS foi feita pela interpolação na curva padrão de Trolox e os valores foram expressos em μmol de equivalente de Trolox por g^{-1} de amostra. A figura 8 a seguir mostra o fluxograma para ensaio da atividade antioxidante da amostra pelo método ABTS.

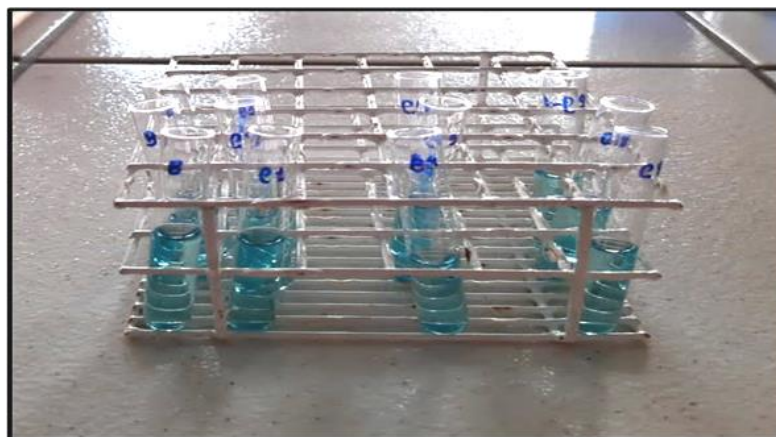
Figura 8. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra-ABT.



Fonte: Próprio autor, 2020.

A seguir, a figura 9 mostra a atividade antioxidante do extrato da polpa madura de abacate pelo método ABTS.

Figura 9. Atividade Antioxidante: Método ABTS.



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.4.2.2 Método DPPH

A capacidade antioxidante, pelo método de sequestro do radical DPPH[·] foi realizada segundo Kim et al. (2002).

A intensidade da cor roxa / amarela será medida a 515 nm usando espectrofotômetro Bioespectro modelo SP-220.

4.4.2.2.1 Preparo de reagentes

4.4.2.2.1.1 Preparo DPPH a 0,1 mM (100 µM)

Foi pesado 0,0394 g de DPPH e dissolvido em 10 mL de metanol. Foi realizada uma diluição 1: 100 da solução em metanol 80% v/v, ajustando a absorção inicial para um valor próximo de 0,800. Após solução pronta, foi sonificado o balão semi aberto em ultrassom por 5 min, para retirada gases.

4.4.2.2.1.2 Preparo da curva padrão de Trolox - DPPH

Solução mãe - foi pesado 0,0250 g de trolox (MM = 250,29 g.mol⁻¹) e diluído em balão de 50 mL com etanol. Em seguida foi sonificada a solução por 5 minutos em ultrassom para retirada de gases. Soluções filhas - foram pipetadas 100 µL (40 µM), 200 µL (80 µM), 300 µL (120 µM), 400 µL (160 µM), 500 µL (200 µM), 1000 µL (400 µM), 1500 µL (600 µM), 2000 µL (800 µM), 5000 µL (2000 µM) e 2000 µL (400 µM) da solução mãe para balões volumétricos de 5 mL e completado com etanol. Foi zerado o espectrofotômetro com álcool etílico e medido a absorbância do radical a A₅₁₅ nm = A₀. Foi pipetado 2,9 mL do radical e colocado em tubo de ensaio. Foi adicionado 100 µL do extrato de cada solução, e homogeneizado bem em vórtex. Foi deixado em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. Foi medida a descoloração roxa para amarela a 515 nm. Foi feito um branco com etanol. Em seguida foi plotado o gráfico de dispersão concentração em µM de Trolox x absorbância, adicionando linha de tendência, equação do gráfico e coeficiente de determinação (r²).

4.4.2.2.1.3 Ensaio da atividade antioxidante na amostra

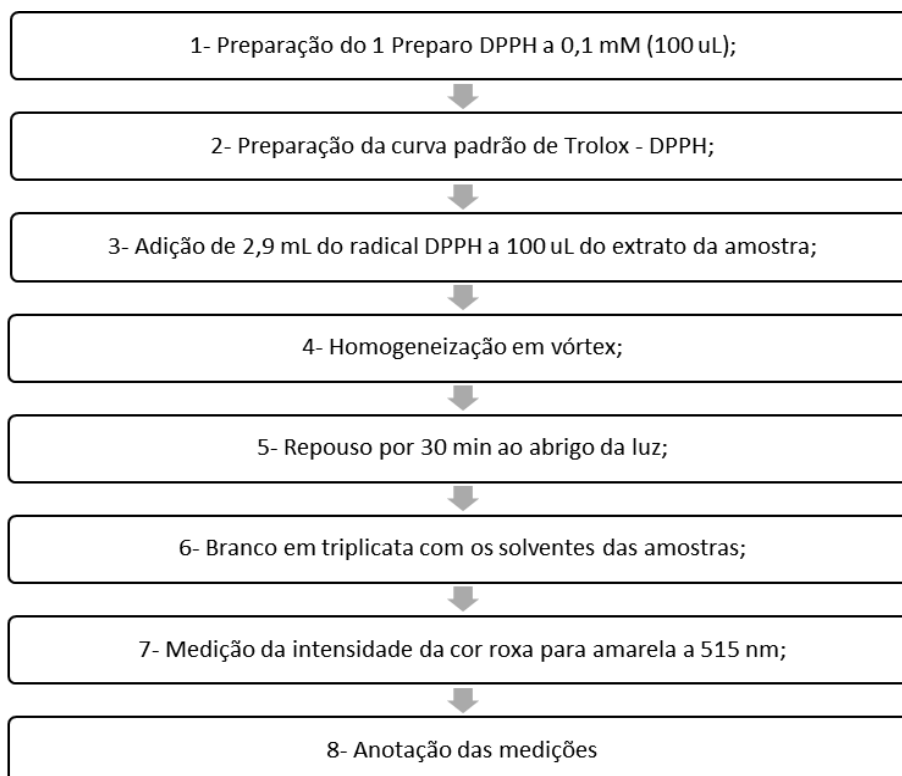
A capacidade antioxidante, pelo método de sequestro do radical DPPH[·] foi realizada segundo Kim et al. (2002).

Foi zerado o espectrofotômetro com álcool etílico e medida a absorbância do

radical a $A_{515\text{ nm}} = A_0$. Foi pipetado 2,9 mL do radical e colocado em tubo de ensaio. Em seguida foi adicionado 100 μL do extrato da amostra, homogeneizada bem em vórtex. Posteriormente foi deixado em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz.

Procedimento de leitura espectrofotométrica: foi estabelecido o mesmo tempo para todas as cubetas, todas as cubetas foram lidas em exatamente 30 min, para isso, começou a contar o tempo desde a primeira aplicação da amostra, para que todas fossem lidas no mesmo tempo posteriormente. Foi realizada a medida de absorbância a $A_{515\text{ nm}} = A_f$. Foi realizado o cálculo do percentual de inibição pela fórmula % de inibição do radical = $(1 - (A_f/A_0)) \times 100$. Para o cálculo do EC₅₀ foram necessárias 5 concentrações. O resultado também foi expresso em Equivalente de Trolox, segundo curva padrão. A quantificação da atividade antioxidante pelo método DPPH foi feita pela interpolação na curva padrão de Trolox e os valores foram expressos em μmol de equivalente de Trolox por g^{-1} de amostra. Por fim, foi feito um branco, em triplicata, com os mesmos solventes das amostras. A figura 10 a seguir mostra o fluxograma para o ensaio da atividade antioxidante do extrato de polpa madura de abacate pelo método DPPH.

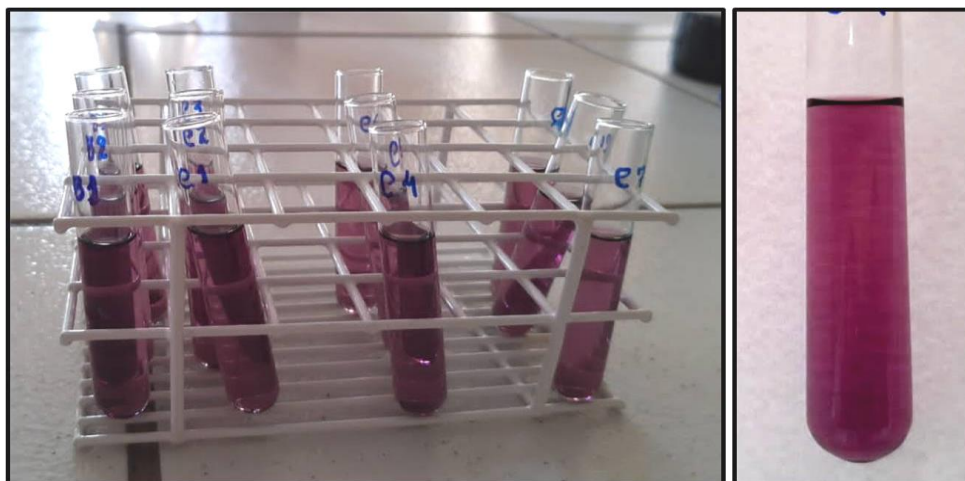
Figura 10. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra –DPPH.



4.4.2.2 Antioxidante: Método DPPH.

A seguir na figura 11 é mostrada a atividade antioxidante do extrato da polpa madura de abacate pelo método DPPH.

Figura 11. Atividade Antioxidante: método DPPH.



Fonte: Próprio autor, 2020

4.4.2.3 Método FRAP

Método de redução do íon Fe^{3+} - FRAP, descrito por Benzie e Strain (1993), modificações de ARNOUS *et al.* (2002). A intensidade da cor azul foi medida a 620 nm usando espectrofotômetro Bioespectro modelo SP-220.

4.4.2.3.1. Preparo de vidrarias e outros materiais

A capacidade redutora do ferro foi avaliada segundo método proposto por Arnous *et al.* (2002).

Foram lavadas as vidrarias que foram utilizadas nesta análise com HCl 0,05 M e depois com água MilliQ para retirada de todo resíduo de ferro. Espátulas de Ferro foram revestidas com fita plástica. Foi usada a mesma diluição utilizada no método de DPPH. Foram preparados os tubos de ensaio numa estante, iniciando com o branco que também foi feito em triplicata.

4.4.2.3.1.1. Preparo de Reagentes

4.4.2.3.1.1.1 HCl 0,05M

Foi pipetado 2 mL de HCl e completado o volume do balão para 500 mL com água deionizada.

4.4.2.3.1.1.2 Ácido Cítrico 5 mM

Foi pesado 0,1050 g de ácido cítrico e diluído em balão de 100 mL com água deionizada.

4.4.2.3.1.1.3 Solução FeCl₃ 3 mM (Cloreto férrico)

Foi pesado 0,1216 g de FeCl₃ anidro e diluído em balão de 50 mL de ácido cítrico 5 mM. Foi retirado uma alíquota de 2 mL e completou o volume a 10 mL com ácido cítrico 5 mM.

4.4.2.3.1.1.4 Solução TPTZ

Foi pesado 0,0312 g de TPTZ e diluído para 100mL com HCl 0,05M.

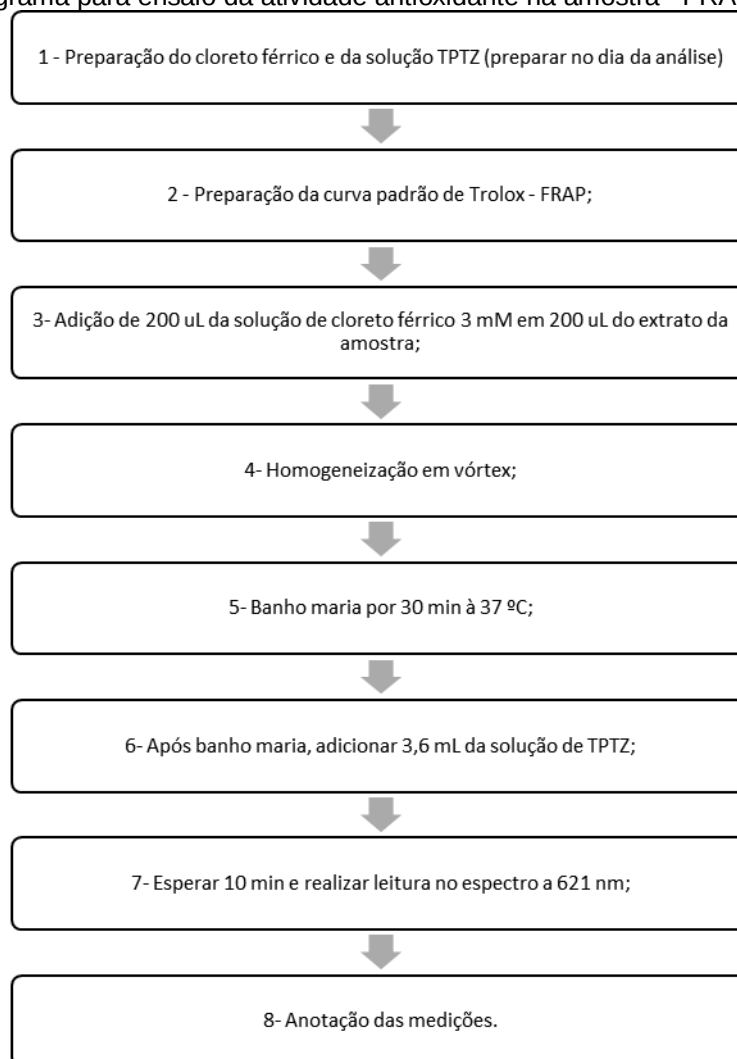
4.4.2.3.1.1.5 Preparo da curva padrão de Trolox - FRAP

Solução mãe: foi pesado 0,0156 g de trolox (MM = 250,29 g.mol⁻¹) e diluído em balão de 100 mL com etanol. Em seguida foi sonicada a solução por 5 minutos em ultrassom para retirada de gases. Soluções filhas: foram pipetados 500 µL (31,25 µM), 1000 µL (62,5 µM), 2000 µL (125 µM), 2500 µL (156,25 µM), 5000 µL (312,5 µM) e 10000 µL (625 µM) da solução mãe para balões volumétricos de 5 mL e completado com etanol. Foi pipetado 200 µL da solução de cloreto férrico 3mM para os tubos de ensaio de 10 mL (3 tubos por amostra). Foi adicionado 200 µL de cada solução a cada tubo de ensaio, homogeneizado em vórtex e iniciado a cronometragem do tempo. Foi deixado a reação ocorrer, durante 30 minutos em banho-maria a 37 °C. Em seguida retirado do banho e adicionado 3,6 mL da solução de TPTZ preparada recentemente. Após 10 minutos da adição do TPTZ, foi medida absorbância a 620 nm. Posteriormente foi plotado o gráfico de dispersão concentração em µM de Trolox x absorbância, adicionado linha de tendência, equação do gráfico e coeficiente de determinação (r²).

4.4.2.3.1.1.6 Ensaio da atividade antioxidante na amostra

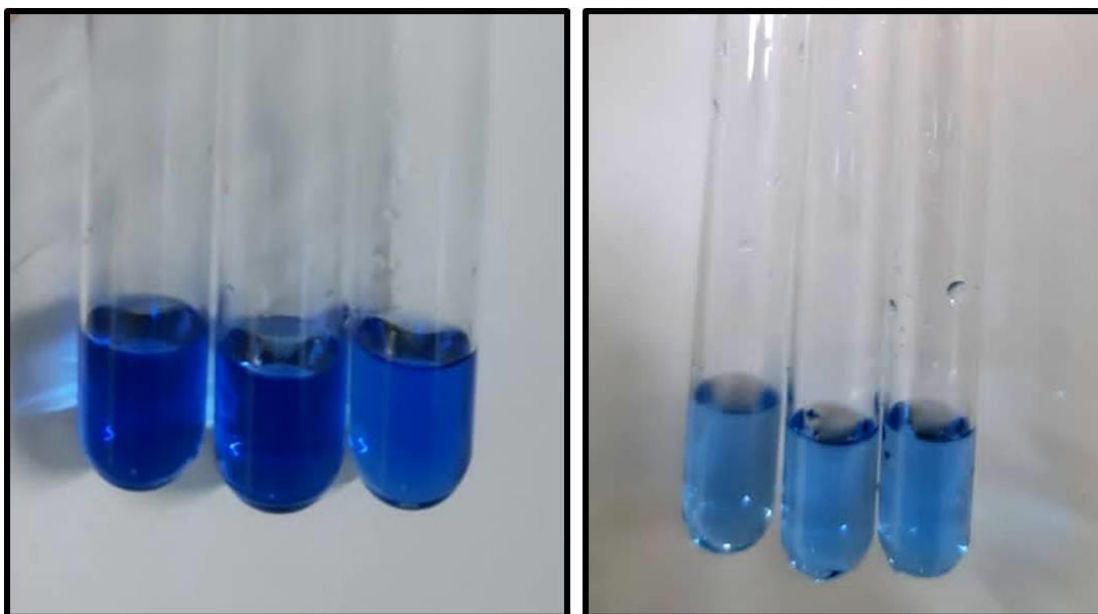
Foi pipetado 200 μL da solução de cloreto férrico 3 mM para os tubos de ensaio de 10 mL (3 tubos por amostra). Em seguida foi adicionado 200 μL do extrato da amostra a cada tubo de ensaio, homogeneizada em vórtex e iniciado a cronometragem do tempo. Foi deixado a reação ocorrer, durante 30 minutos em banho-maria a 37 °C. Posteriormente foi retirado do banho e adicionado 3,6 mL da solução de TPTZ preparada recentemente. Após 10 minutos da adição do TPTZ, foi medida a absorbância a 620 nm. Os valores de PR (potencial de redução) foram calculados de acordo com a curva de Trolox). A quantificação da atividade antioxidante pelo método FRAP foi feita pela interpolação na curva padrão de Trolox e os valores foram expressos em μmol de equivalente de Trolox por g^{-1} de amostra. A figura 12 a seguir mostra o fluxograma para o ensaio da atividade antioxidante do extrato da polpa de abacate pelo método FRAP.

Figura 12. Fluxograma para ensaio da atividade antioxidante na amostra –FRAP.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Figura 13. Atividade Antioxidante: Método FRAP.



Fonte: Próprio autor, 2020.

4.5 Análise Estatística

A quantificação dos parâmetros fitoquímicos foi por meio de média $\pm$ SD (desvio padrão). A avaliação estatística foi determinada por meio da análise de variância (ANOVA) e comparação pelo Teste de Tukey. A significância estatística foi estabelecida em 5%. Os programas utilizados para realização dessa etapa foi Microsoft Excel e *Minitab 17 Statistical Software* (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Carotenoides Totais

A partir das análises realizadas com os extratos da polpa de abacate foi possível quantificar os carotenoides presentes no abacate, os quais se encontram organizados na tabela 1.

Tabela 1. Carotenoides da polpa madura do abacate (*Persea americana* Mill), ‘Hass’.

Carotenoides	Absorbância	Média ± Desvio Padrão (n=3)
Fitoflueno	348	4,81 ± 1,24
α-zeacaroteno	421	8,41 ± 0,58
Crocetena	422	7,70 ± 1,71
β-zeacaroteno	428	7,88 ± 1,44
α-caroteno	444	9,14 ± 1,53
β-criptoxantina/ zeaxantina	449	8,67 ± 1,52
β- caroteno	450	8,56 ± 1,98
Bixina/ δ-caroteno	456	7,09 ± 1,55
Rubixantina	460	7,69 ± 1,59
Y-caroteno	462	7,08 ± 1,39
Cantaxantina	466	8,93 ± 2,59
Licopeno	470	7,64 ± 1,42

Média = µg de β-caroteno.g-1 de amostra.

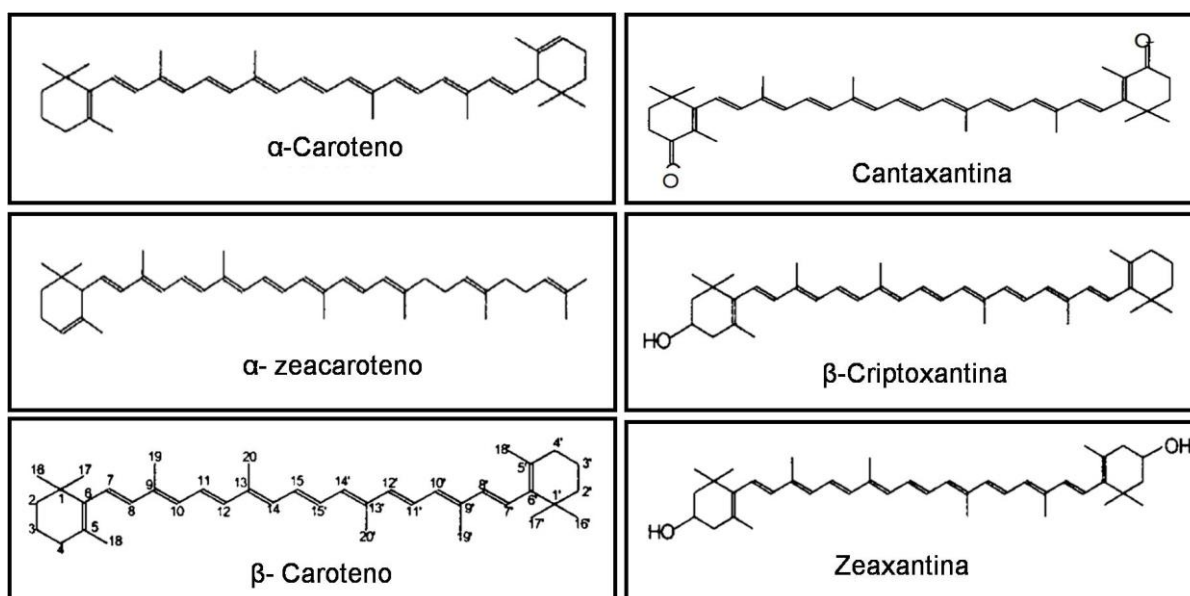
Fonte: Próprio autor, 2020.

Nos extratos da polpa madura de abacate foram investigados os carotenoides: Fitoflueno, α-zeacaroteno, Crocetena β-zeacaroteno. α-caroteno, β-criptoxantina/ zeaxantina, β- caroteno, Bixina/ δ-caroteno, Rubixantina, Y-caroteno, Cantaxantina e o Licopeno. Desses os que são encontrados em maior quantidade em ordem decrescente são: α-caroteno, cantaxantina, β-criptoxantina, zeaxantina, β- caroteno e α-zeacaroteno.

Segundo os achados de Mesquita, Teixeira e Servulo (2017) existem duas

classes de carotenoides: os carotenos e as xantofilas. Onde os primeiros são caracterizados pela presença de uma cadeia formada por carbono e hidrogênio que pode ser linear ou cíclica em um ou dois pontos, ao passo que a segunda tem origem na oxigenação da cadeia hidrocarbônica dos carotenos (ZAKAR *et al.*, 2016). Na presente pesquisa foram encontrados três carotenos (α -caroteno, β - caroteno, α -zeacaroteno) e três xantofilas (cantaxantina, β -criptoxantina, zeaxantina). A seguir na figura 14 são apresentadas as estruturas químicas dos carotenoides que tiveram uma concentração mais significativa no extrato da polpa de abacate analisada.

Figura 14. Carotenoides presentes em maior quantidade na polpa de abacate. Carotenos à esquerda e Xantofilas à direita.



Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

O carotenoide que apresentou uma média maior para o extrato de polpa de abacate foi o α -caroteno que teve um valor médio de 9,14 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra. Seguido pelo cantaxantina que alcançou uma média de 8,93 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). O α -caroteno presente em frutas e legumes é um carotenoide com atividade pró-vitamina A. Altas concentrações dessa substância no sangue têm sido associada ao menor risco de câncer e baixo índice de mortes por causas diversas (D'ADAMO *et al.*, 2016). Do mesmo modo foi investigado que a cantaxantina pode atuar reduzindo o crescimento celular induzindo a apoptose, demonstrando que esse carotenoide é capaz de induzir a apoptose em células tumorais. Acrescenta-se ainda que cantaxantina é um agente antioxidante que atua

potencializando a resposta imune, a fim de melhorar a comunicação funcional entre as células diretamente ou através da formação de ácido 4-oxo-retinóico, que em uma reação em cadeia é capaz de causar a estimulação do receptor de ácido retinóico (AMAYA *et al.*, 2014).

Para o β -criptoxantina e zeaxantina foi observada uma média de 8,67 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). O β -criptoxantina é um carotenoide pró-vitamina A, ou seja pode ser biologicamente transformado em vitamina A, carotenoide da pró-vitamina A pode ser parcialmente convertido em retinol, no intestino humano pela ação das enzimas oxigenase e redutase e esse composto assim produzido está disponível para absorção. Como a vitamina A e os carotenoides são compostos lipossolúveis, para que sua absorção ocorra da forma adequada é necessário que seja ingerido simultaneamente com lipídios, pois estes compostos acompanham o destino desses macronutrientes no trato gastrointestinal superior (HARRISON, 2012; REBOUL, 2013). Já a zeaxantina faz parte do grupo de pigmentos que não possui atividade pró-vitamina A, pois a mesma não possui um anel- β não substituído, com uma cadeia poliênica de 11 carbonos (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

Souza (2014) ressalta que a β -criptoxantina e a zeaxantina juntamente com a luteína são os carotenoides com maior concentração no abacate. Tal afirmação vai ao encontro do que foi observado nesta pesquisa para estes compostos bioativos que tiveram quantidades significativas para os extratos de abacate analisados a exceção da luteína que não fez parte da lista de carotenoides investigados. Cabe salientar que a luteína juntamente com zeaxantina são pigmentos de coloração amarela que se localizam na região macular. Estas substâncias atuam diminuindo e filtrando a quantidade de luz azul visível que chega aos fotorreceptores e também tem ação antioxidante melhorando dessa forma a qualidade da visão (CANOVAS *et al.*, 2009).

Ao investigar a ocorrência de β -caroteno na polpa de abacate foi encontrado um valor de 8,56 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). De acordo com Rodriguez-Amaya (2010) esse pigmento é encontrado, principalmente, em vegetais e frutas de cor amarelo-alaranjada e em vegetais folhosos de cor verde-escura. Nestes, a cor natural do carotenoide é mascarada pela clorofila, presente nos cloroplastos. Pode ser obtido dos alimentos de origem vegetal na forma de pró-vitamina A, sendo essencial para o ser humano.

Na indústria de alimentos, o β -caroteno é destinado ao uso como corante alimentar para colorir bebidas, margarina, queijos, recheios de bolo, cremes, iogurtes,

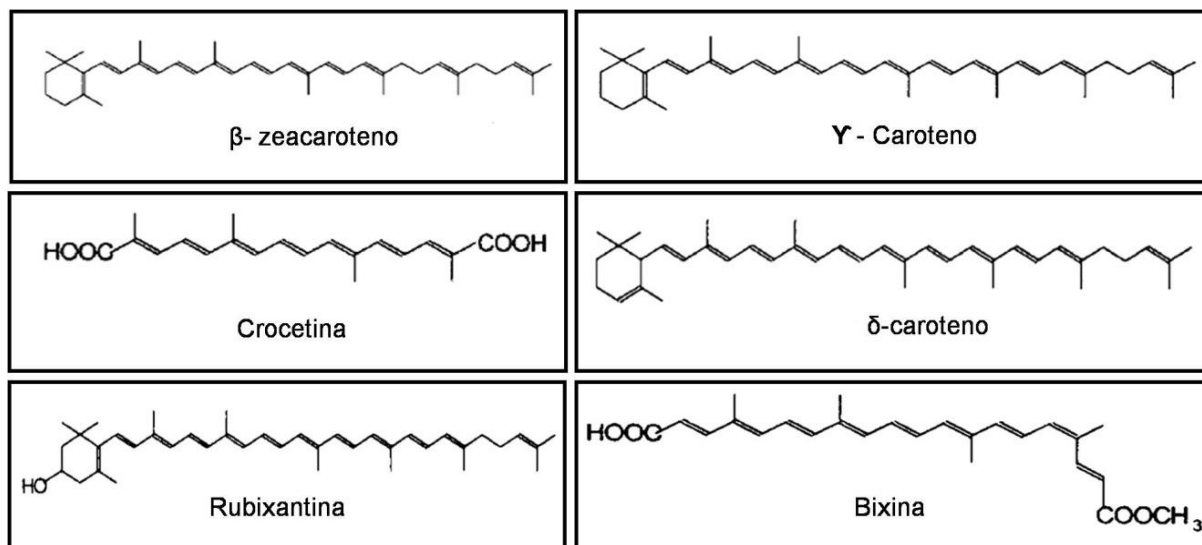
nozes processadas, massas e macarrão pré-cozidos entre outros produtos. Ressalta-se ainda que esse carotenoide apresenta ação antioxidante devido às suas ligações duplas conjugadas, que são suscetíveis à oxidação sob ação de luz ou oxigênio (FAO, 2017; LIMA *et al*, 2017).

De todos os carotenoides conhecidos com atividade pró-vitamina A, o β -caroteno se destaca, pelo fato deste composto bioativo apresentar 100% de atividade em vitamina A, pois a partir dessa molécula são produzidas duas unidades de retinol (MESQUITA; TEIXEIRA; SERVULO, 2017). Ele também é um antioxidante clássico dos filtros solares que protege a pele contra os efeitos deletérios induzidos por radiação UVA, onde a sua aplicação tópica neutraliza os radicais livres gerados pela exposição à radiação infravermelha, prevenindo o envelhecimento precoce da pele (FREITAS; LOPES; GASPAS, 2015).

Um outro carotenoide analisado neste ensaio foi α -zeacaroteno que teve uma concentração significativa de 8,41 μ g de β -caroteno. g⁻¹ de amostra (Tabela 1). Para o extrato da polpa de abacate não há estudos que realizaram investigações a respeito da ocorrência deste carotenoide para o fruto em questão. NG e Shoo (2016) obtiveram este carotenoide ao realizar um estudo que consistia no aprimoramento de métodos para análises qualitativas de carotenos do óleo de palma.

Ainda na polpa do abacate foram encontrados outros carotenoides, porém, em menores quantidades que os anteriores, mas sua presença neste fruto tem grande relevância para sua natureza fitoquímica. Estes compostos são: β -zeacaroteno, crocetena, rubixantina, bixina, δ -caroteno, γ -caroteno e licopeno (Tabela 1). A seguir na figura 15 são mostradas as estruturas químicas de outros carotenoides que estão presentes na polpa de abacate.

Figura 15. Estrutura química de outros carotenoides que estão presentes na polpa de abacate.



Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

Continuando a análise do extrato da polpa de abacate, para o β - zeacaroteno foi encontrado um valor médio de 7,88 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). O β -zeacaroteno atua como precursor na biossíntese de carotenoides importantes que estão presentes no abacate e em outros grupos de vegetais como o β -caroteno, β -criptoxantina, zeaxantina entre outros. Além do mais este carotenoide tem atividade de provitamina A, ou seja, ele pode ser convertido na mucosa intestinal em vitamina A, uma vitamina lipossolúvel que está envolvida no bom funcionamento da visão. Acrescenta-se ainda que este importante carotenoide é classificado como caroteno, pois em sua estrutura química são encontrados somente carbono e hidrogênio. Na literatura não são citados trabalhos que associem este carotenoide com o abacate, sendo ainda pouco conhecido cientificamente.

Para a investigação da crocetina na polpa de abacate foi encontrado uma média de 7,70 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). É um composto biativo resultado da hidrólise da crocina encontrado no alçafrão (*Crocus sativus* L.) que apresenta fortes propriedades antioxidantes e que tem ação eliminadora de uma variedade de espécies de radicais livres de oxigênio e citocinas pró-inflamatórias, além da ação anti-tumoral e anticancerígena (MASHMOUL *et al*, 2013). Festuccia *et al*. (2014) realizaram estudos com camundongos nude machos quanto ao efeito da crocina, crocetina e do extrato do açafrão. Esses autores observaram que a crocetina, apresentou maior efeito anti-tumoral quando comparado com a crocina e o extrato de açafrão. Isso só mostra o quanto essas substâncias são benéficas para os seres vivos.

A concentração de rubixantina foi dada pela média de 7,69 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). Este carotenoide tem como precursor o Y-caroteno, sendo também um corante orgânico natural com ampla aplicação na indústria alimentícia. A literatura não cita a rubixantina como um dos carotenoides com quantidade significativa para este fruto, mas nesta pesquisa foi observado que este composto está presente no extrato da polpa de abacate.

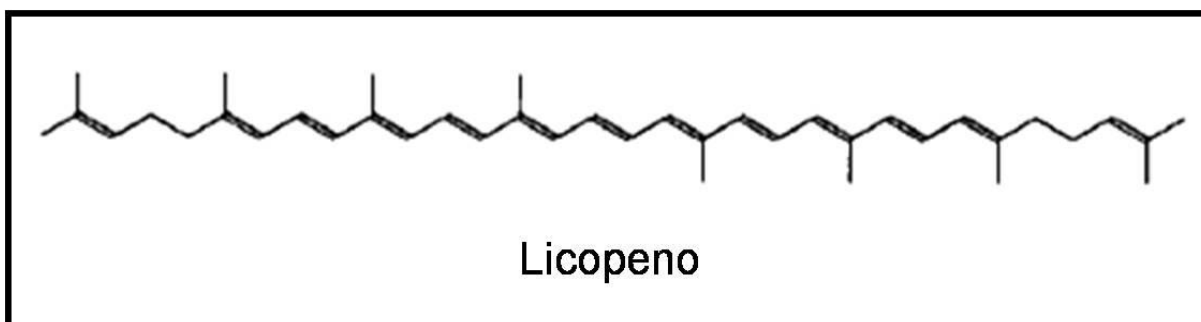
Bixina e δ -caroteno tiveram uma concentração de 7,09 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). A bixina é um carotenoide de cor vermelha, majoritário das sementes, perfazendo um mínimo de 80% dos carotenoides totais. Foi o primeiro carotenoide natural identificado a possuir configuração *cis*. Sua estrutura, com 25 carbonos e grupos carboxílicos e éster metílico é muito diferente dos carotenoides que são encontrados nos alimentos atuais, é um pigmento de ocorrência somente no urucum (*Bixa orellana* L.) sendo um dos corantes naturais mais utilizados no mundo, e o Brasil um dos maiores produtores e exportadores das suas sementes. Na indústria alimentícia esse pigmento é frequentemente usado para adicionar cor aos laticínios, como manteiga, queijo ou pudim, creme de biscoitos e sorvetes entre outros produtos (SCHIOZER; BARATA, 2007; MALA *et al.*, 2015). Já o δ -caroteno é o protótipo do α -caroteno na biossíntese desse importante carotenoide com atividade pró-vitamina A e da luteína que não apresenta atividade pró-vitamina A, mas atua no bom funcionamento da visão evitando a degeneração da mácula, pois é um dos pigmentos macular.

Y-caroteno foi observado uma concentração média de 7,08 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). É um carotenoide que na rota de biossíntese desses compostos bioativos é a substância intermediária na formação de alguns carotenoides importantes encontrados nos alimentos como: β -caroteno, β -criptoxantina, zeaxantina entre outros (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Sendo os compostos bioativos citados anteriormente mais comuns no abacate segundo a literatura, era de se esperar que Y-caroteno fosse observado em grande quantidade, pois, esse se trata do precursor desses valiosos carotenoides para a saúde dos seres humanos.

Em relação ao licopeno foi encontrada uma média de 7,64 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). Esse composto bioativo é responsável pela coloração vermelha de diversas frutas, sua estrutura química é formada por unidades de isopreno, contendo onze duplas ligações conjugadas, que confere a esse composto

alta capacidade antioxidante. Sua ação antioxidativa ocorre principalmente pela capacidade sequestradora de radicais livres, uma vez que suas moléculas são capazes de receber elétrons de espécies reativas (FREDA *et al*, 2018). A seguir na figura 16 é mostrada a estrutura química do licopeno, um carotenoide pertencente a classe dos carotenos.

Figura 16. Estrutura química do Licopeno, um carotenoide da classe dos carotenos.



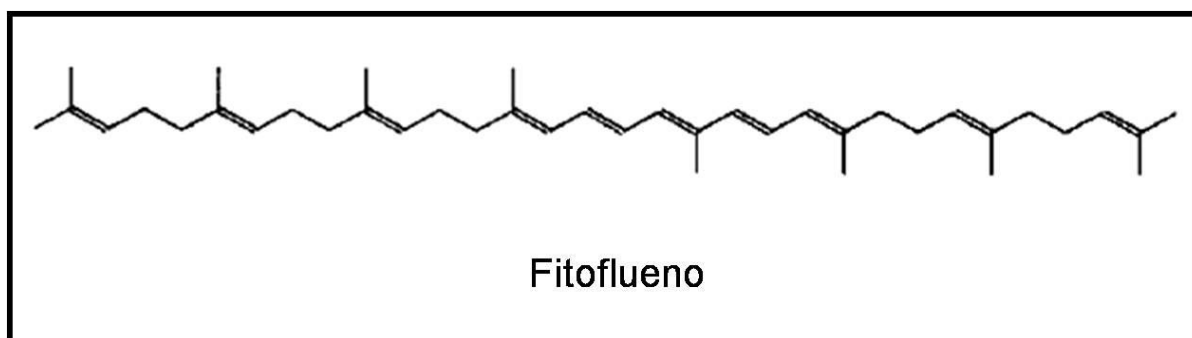
Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

Cabe destacar que o licopeno é um carotenoide não pró-vitamina A, mas é um potente antioxidante que atua na prevenção de doenças cardiovasculares e reage contra espécies reativas de oxigênios e nitrogênios evitando desta forma danos as células e tecidos do organismo (MÜLLER *et al.*, 2015). Acrescenta-se ainda que o licopeno tem papel importante na síntese de carotenoides, pois, ele pode ser considerado o protótipo dos principais carotenoides encontrados nos alimentos: α -caroteno, β -caroteno, luteína e violaxantina (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008). Na indústria alimentícia o licopeno pode ser utilizado como aditivo evitando a degradação oxidativa e descoloração de carnes e também para a produção de alimentos com alegação funcional enriquecidos com esse carotenoide que assegura benefícios à saúde dos seres humanos (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2020).

Dos carotenoides analisados para a polpa de abacate o fitoflueno foi o que teve o menor valor registrado para o extrato uma média de 4,81 μg de β -caroteno. g^{-1} de amostra (Tabela 1). O fitoflueno juntamente com o fitoeno são carotenoides incolores que podem ser encontrados em frutos que são comuns na dieta humana como: banana, tomates, frutas cítricas, cenouras, abacate entre outros. Além de serem encontrados no plasma humano, no leite, nos tecidos internos e na pele (HAVAS *et al.*, 2018). Ainda de acordo com esses autores o fitoflueno e o fitoeno podem agir como compostos antixidantes e anti-inflamatórios, prevenindo dessa forma o câncer

de pele. Observa-se que estes carotenoides apesar da sua ampla importância ainda são pouco estudados. Cabe frisar que o fitoeno não foi detectado em nossas análises para o abacate. A seguir na figura 17 apresenta a estrutura química do fitoflueno, um carotenoide da classe dos carotenos.

Figura 17. Estrutura química do Fitoflueno, um carotenoide da classe dos carotenos.



Fonte: Rodriguez-Amaya, 2001.

Convém salientar que os principais carotenoides encontrados nos alimentos são o β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, luteína, licopeno e violaxantina. Os cinco primeiros são também os mais encontrados no sangue humano. Juntamente com a zeaxantina, são os carotenoides que trazem benefícios para a saúde humana, sendo importante a sua ingestão através da alimentação (RODRIGUEZ - AMAYA 2004). Todos esses compostos bioativos foram quantificados no extrato da polpa de abacate aqui analisada, com exceção da luteína e violaxantina, pois as mesmas não foram investigadas neste estudo.

Segundo Rodrigues - Amaya, Kimura e Amaya- Farfan (2008) vários fatores tornam esse tipo de análise difícil no alimento, como por exemplo: a existência de um grande número de carotenoides, a variabilidade qualitativa e quantitativa da composição dos alimentos, a ampla variação nas quantidades dos carotenoides dentro de um mesmo alimento, a distribuição não uniforme dos carotenoides entre amostras e ainda dentro de uma mesma amostra, a natureza variável das matrizes alimentícias, esses e outros fatores causam instabilidade nas análises de carotenoides. Ainda de acordo com esses autores os carotenoides têm a capacidade de sequestro do oxigênio singlete pela presença das ligações duplas conjugadas na sua cadeia carbônica. Além disso, através de estudos foi verificado que o licopeno um carotenoide acíclico é mais eficiente na captura de radicais livres, do que o β -caroteno um dicíclico, mesmo ambos apresentando 11 duplas ligações conjugadas na cadeia.

5.2 Atividade Antioxidante

Os dados referentes à análise do extrato da polpa de abacate para a atividade antioxidante estão reunidos na tabela 2.

Tabela 2. Atividade Antioxidante da polpa madura do abacate (*Persea americana* Mill) variedade ‘Hass’.

Amostras de abacate	Compostos bioativos ($\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$)	Extratos orgânicos	Polpa de Abacate (n = 3)
			média $\pm$ Desvio Padrão
A	DPPH	Éter de petróleo	98,32 $\pm$ 11,51 ^a
B			89,94 $\pm$ 11,44 ^a
C			41,10 $\pm$ 6,11 ^b
A	ABTS	Éter de petróleo	402,14 $\pm$ 64,7 ^a
B			189,61 $\pm$ 4,28 ^b
C			141, 54 $\pm$ 1,23 ^b
A	FRAP	Éter de petróleo	-99,79 $\pm$ 14,88 ^b
B			-31,21 $\pm$ 45,3 ^b
C			56,4 $\pm$ 36,7 ^a

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Dentre os extratos da polpa de abacate investigados neste estudo os que apresentaram a mesma letra não diferiram significativamente na atividade antioxidante pelos métodos do DPPH, ABTS e FRAP.

Fonte: Próprio autor, 2020.

Os compostos bioativos determinados por DPPH apresentaram resultados que variaram de 41,10 a 98,32 $\mu\text{molTrolox.g}^{-1}$, observando diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras A e C (Tabela 2). Tais resultados podem ser devido as condições de extração, a origem da amostra e a metodologia utilizada para determinação de eliminação do radical que podem afetar os resultados obtidos em grande parte dos estudos (SEGOVIA *et al.* 2018).

Daiuto *et al.* (2014) ao estudarem a atividade antioxidante do abacate variedade ‘Hass’ encontram para a polpa uma média de 8,1 $\mu\text{mol TE/g}$ atividade antioxidante equivalente ao Trolox. Tal valor citado para a polpa difere dos aqui encontrados, pois os valores médios aqui apresentados são superiores aquele observado por estes autores. Vários fatores exercem influência na composição dos metabólitos secundários das diversas partes da planta, incluídos os carotenoides, entre eles podemos citar: a sazonalidade, a temperatura, a altitude, o desenvolvimento, o índice pluviométrico e a idade da planta tem importância considerável na qualidade e quantidade total de metabólitos produzidos (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Ressalta-se que quanto menor o valor em Trolox maior a absorbância, no caso do ensaio a

amostra com valor $41,10 \mu\text{molTrolox.g}^{-1}$ foi a que apresentou menor atividade antioxidante, pois das três amostras este valor médio foi o menor. Porém superior aquele encontrado por Daiuto *et al.* (2014) para a polpa de abacate.

Em outro estudo realizado com seis frutas tropicais da Colômbia entre elas o abacate, ficou verificado que esse fruto tem a maior atividade antioxidante com um valor de $165,10 \mu\text{mol de Trolox} / 100 \text{ g de amostra}$ (MORENO; ORTIZ; RESTREPO, 2014). Segundo Cruz *et al.* (2015) a provável causa se deve a presença dos carotenoides, flavonoides, α -tocoferol e clorofila presentes em grande quantidade na polpa de abacate que agem contribuindo desta forma para a estabilização do radical livre DPPH.

Os compostos bioativos determinados por ABTS apresentaram resultados que variaram de $141, 54 \mu\text{molTrolox.g}^{-1}$ a $402,14 \mu\text{molTrolox.g}^{-1}$, observando diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras A e C (Tabela 2). Daiuto *et al.* (2014) também estudaram a atividade antioxidante do abacate variedade 'Hass' pelo método ABTS e constataram que a polpa teve um valor médio de $15,2 \mu\text{mol TEAC/g}^{-1}$ capacidade antioxidante total do composto equivalente ao Trolox. O valor encontrado para a polpa da variedade 'Hass' citado anteriormente, foi inferior aos encontrados para as amostras aqui analisadas, as quais apresentaram valores altos, infere-se que estes podem ser pelo fato do fruto ainda se encontrar verde, em processo fisiológico de amadurecimento.

Em outro estudo realizado por Amado *et al.* (2019) onde esses autores analisaram a casca, polpa e semente de quatro variedades de abacate incluindo a "Hass" encontraram um valor médio para a polpa de $2,34 \mu\text{mol TE g}^{-1}$, equivalente a trolox de amostra de abacate desidratado. Essa média se encontra próxima do valor encontrado por Daiuto *et al.* (2014), porém diferindo do valor encontrado para este ensaio. Segundo Vinha *et al.* (2012) a composição nutricional e química da polpa dos frutos podem ser influenciadas pela variação geográfica, pelas condições climáticas, a exposição ao sol, a natureza do solo e pelas técnicas agrícolas utilizadas.

Os compostos bioativos determinados por FRAP apresentaram resultados que variaram de $-99,79 \mu\text{molTrolox.g}^{-1}$ a $56,4 \pm 36,7 \mu\text{molTrolox.g}^{-1}$, observando diferença estatística ($p < 0,05$) entre as amostras A e C (Tabela 2). Os valores das amostras A e B evidencia que a polpa teve maior atividade antioxidante pelo método FRAP.

Moura (2019) ao analisar a atividade antioxidante da polpa e do óleo de abacate encontrou um valor médio de $0,80 \mu\text{mol TE /g}$ equivalente trolox para a polpa utilizando

o método FRAP. Este valor encontra-se no intervalo dos valores encontrados para este estudo, corroborando dessa forma com a presente pesquisa. Além disso, a autora ressalta que após investigar o conteúdo de compostos bioativos é possível observar que a polpa de abacate apresenta uma quantidade significativa de compostos fenólicos totais e carotenoides, ambos, desempenham uma função protetora ao tecido cerebral quanto ao ataque de espécies reativas de oxigênio.

Por fim, convém salientar que esse método tem como princípio a redução do ferro, que simula a reação ocorrendo no interior das células vivas. Para se obter um bom resultado da capacidade antioxidante deve-se utilizar os três métodos de captura de elétrons ou hidrogênios e auto-oxidação do ferro, pois um método nem sempre é o suficiente para detectar com precisão a atividade antioxidante de uma amostra.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a polpa madura de abacate apresenta alto teor de carotenoides dentre esses compostos bioativos os que apresentaram maior concentração segundo a média estatística foi o α -caroteno, a cantaxantina, a β -criptoxantina, a zeaxantina, o β - caroteno e α -zeacaroteno.

Salienta-se que a polpa de abacate apresenta excelente atividade antioxidante, essa foi comprovada por meio dos testes ABTS, DPPH e FRAP. Sendo um fruto que pode ser usado para estabilizar os radicais livres que, em excesso, podem levar ao estresse oxidativo.

Por fim, ressalta-se que este estudo foi importante para sabermos mais detalhes sobre os compostos bioativos presentes na polpa de abacate, que servirá de suporte teórico para o desenvolvimento de pesquisas futuras que ajudarão a elucidar a natureza fitoquímica do abacate, um fruto com elevada atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

ABACATE manteiga - muda enxertada. **Jardim exótico mudas**. [S. l.]: Virtual Books, 2019. Disponível em: <https://www.jar-dimexotico.com.br/abacate>. Acesso em: 26 out. 2019.

AGRIANUAL 2017: **anuário da agricultura brasileira**. 22. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2017, 450 p. Disponível em: <http://www.agrianual.com.br/>. Acesso em: 25 out. 2019.

ALMEIDA, G. V. B. **O abacate no mundo, no Brasil e na Ceagesp de São Paulo**. Disponível em: <https://www.todafruta.com.br/wp-content/uploads/2018/08/ABACATE-4.pdf>. Acesso em 28 Set. 2019.

AMADO, D. A. V.; HELMANNG. A. B.; DETONI, A. M.; CARVALHO, S. L. C.; AGUIAR, C. M.; MARTIN, C. A.; TIUMAN, T. S.; COTTICA, S. M. Antioxidant and antibacterial activity and preliminary toxicity analysis of four varieties of avocado (*Persea americana* Mill.). **Brazilian Journal Food of Technology**, Campinas, v. 22, e2018044, p. 1-11, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v22/1981-6723-bjft-22-e2018044.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

AMAYA, E.; BECQUET, P.; CARNÉ, S.; PERIS, S.; MIRALLES, P. Carotenoids in animal nutrition. **Fefana**, 2014, 51p. Disponível em: <http://fefana.org/publication/carotenoids-in-animal-nutrition/>. Acesso em: 07 mar. 2020.

ÁLVAREZ, S. P.; QUEZADA, G. A.; ARBELO, O. C. Review Avocado (*Persea americana* Mill). **Cultivos Tropicales**, Havana - Cuba, v. 36, n. 2, p. 111-123, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2019.

ANTUNES, C. A. C. **Frutas -origem, mitos, histórias e curiosidades**. 01. ed. São Paulo: Millennium, 2014, 488p.

ARNOUS, A.; MAKRIS, D. P.; KEFALAS, P. Correlation of Pigment and Flavanol Content with Antioxidant Properties in Selected Aged Regional Wines from Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 655-665, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157502910707>. Acesso em: 30 nov. 2019.

BAPTISTELLA, C. S. L.; COELHO, P. J. **O Abacate no Estado de São Paulo: 2009 a 2018**. Instituto de Economia Agrícola. v.14, n. 3, ISSN 1980 0711, 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-19-2019.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

BENDER, G. S. **Avocado Flowering and Pollination**. [S. l.]: Virtual Books, 2015. Disponível em: <https://ucanr.edu/sites/alternativefruits/files/121264.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 19, de abril de

1999. Aprova diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n.82, p.12, 3 mai. 1999. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao-por-categoria-de-produto>. Acesso em: 14 out. 2019.

CANOVAS, R.; CYPEL, M.; FARAH, M. E.; BELFORT JR, R.; Pigmentos maculares. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v.72, n.6, p.839-44, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abo/v72n6/21.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.

CARVALHO, C. P.; BERNAL E. J.; VELÁSQUEZ, M. A.; CARTAGENA, J. R. Fatty acid content of avocados (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in relation to orchard altitude and fruit maturity stage. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v.33, n. 2, 2015. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652015000200012. Acesso em: 30 nov. 2019.

CAMPOS, C. M. F.; SALES, A. L. C. C.; SILVA, C. L. F.; SILVA, D. S. P.; MELO, M. T. S. M. Desenvolvimento e composição química de uma sobremesa à base de abacate e chocolate. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2016, Gramado. **Anais...** Gramado: FAURGS. 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1064.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

COELHO, M. O.; REZENDE, S. O.; PENA, M. G. R.; COSTA, F. F. C. Estudo da ação emulsificante da polpa de abacate associada às proteínas do soro de leite. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 73, n. 3, p. 122-135, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/677-3025-1-PB.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2019.

CRANE, J. H.; DOUHAN, G.; FABER, M. L.; ARPAIA, G. S.; BALERDI, C. F.; BARRIENTOS- PRIEGO, A. F. Cultivares y Portainjertos. In: SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. (Eds). **El aguacate: Botânica, Producción y Usos**. Valparaíso: Ediciones Universitarias de Valparaíso, p. 243-282, 2015.

CRUZ, E.; DUEÑAS, M.; GARCÍA, L.; SALINAS, Y.; SANTOS, C.; GARCÍA, C. Anthocyanin and phenolic characterization, chemical composition and antioxidant activity of chagalopi (*Ardisia compressa* K.) fruit: A tropical source of natural pigments. **Food Research International**, v. 70, p. 151-157. 2015. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmata1.element.elsevier-9d595231-5498-3dc2-abbf-033af19c6227>. Acesso em: 14 mar. 2020.

CRUZ, A. R. L. **A importância das macroalgas castanhas para o desenvolvimento de nutraceuticos**. 2018. 31p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado em Ciências da Nutrição), Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/7370/1/TC_31416.pdf. Acesso em: 07 de. 2019.

DABAS, D.; ELIAS, R. J.; ZIEGLER, G. R.; LAMBERT, J. D. In Vitro Antioxidant and Cancer Inhibitory Activity of a Colored Avocado Seed Extract. **International Journal**

of Food Science, v. 2019, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2019/6509421/>. Acesso em: 20 jan. 2020

DAIUTO, E. R.; TREMOCOLDI, M. A.; ALENCAR, S. M.; VIEITES, R. L.; MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'Hass'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 417-424, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a18.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

D'ADAMO, C. R.; DAWSON, V. J.; RYAN, K. A.; YERGES-ARMSTRONG, L. M.; SEMBA, R. D.; STEINLE, N. I.; MITCHELL, B. D.; SHULDINER, A.R e MCARDLE, P. F. The CAPN2/CAPN8 Locus on Chromosome 1q Is Associated with Variation in Serum Alpha-Carotene Concentrations. **Journal Nutrigenet Nutrigenomics**, v.9, p.254–264, 2016. Disponível em: <https://www.karger.com/Article/FullText/452890>. Acesso em: 02 mar.2020.

DOMÍNGUEZ, R, GULLÓN P; PATEIRO, M.; MUNEKATA, P. E. S.; ZHANG, W.; LORENZO, J. M. Tomato as Potential Source of Natural Additives for Meat Industry. A Review. **Antioxidants**, v. 9, n.73, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/1/73>. Acesso em: 11 abr.2020.

DONADIO, L. C.; FERRARI, L. AVILÉS, T. C. Abacate. In: DONADIO, L. C. (Ed). **História da Fruticultura Paulista**. Jaboticabal: SBF – Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. p 33-63.

DORIZZOTTO, C. D. A.; SAMPAIO, A. C.; ICUMA, I. M.; YAMANISHI, O. K. Avocado production chain in the state of, São Paulo (Brazil). In: PROCEEDINGS VII WORLD AVOCADO CONGRESS 2011, Cairns. **Anais...** Cairns: Internacional Avocado Society, 2011. Disponível em: <http://worldAvocadocongress2011.com/userfiles/file/Osvaldo%20Kioshi%20Yamanishi%201400-1420.pdf>. Acesso em 07 dez. 2019.

DREHER, M. L.; DAVENPORT, A. J. Hass avocado composition and potential health effects. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, USA, v. 53, n. 7, p. 738-750, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2011.556759>. PMID:23638933. Acesso em: 07 dez. 2019.

DUARTE, P. F.; CHAVES, M. A.; BORGES, C. D.; MENDONÇA, C. R. B. Avocado: Characteristics, health benefit and uses. **Ciência Rural**, v. 46, n. 4, p. 747-754, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141516>. Acesso em: 27 out. 2019.

FERNANDES, A. M. J. **Investigação Clínica com os Nutracêuticos**. 2016. 88p. Dissertação (Mestrado em Farmacologia Aplicada) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra- Portugal, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36564/1/DM%20M%C3%B3nica%20Fernandes.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2019.

FERRARI, R. A. Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento. **Brazilian Journal of Food**

Technology, Campinas, v. 18, n. 1, p. 79-84, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v18n1/1981-6723-bjft-18-1-79.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2020.

FERREYRA, R.; SELLÉS, G.; SAAVEDRA, J.; ORTIZ, J.; ZÚÑIGA, C.; TRONCOSO, C.; RIVERA S.A.; GONZÁLEZ-AGÜERO, M.; DEFILIPPI, B. G. Identification of pre-harvest factors that affect fatty acid profiles of avocado fruit (*Persea americana* Mill) cv. 'Hass' at harvest. **South African Journal of Botany**, v. 104, p.15–20, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292186445_Identification_of_pre-harvest_factors_that_affect_fatty_acid_profiles_of_avocado_fruit_Persea_americana_Mill_cv_'Hass'_at_harvest. Acesso em: 07 abr. 2020.

FESTUCCIA, C.; MANCINI, A.; GRAVINA, G. L.; SCARSELLA, L.; LLORENS, S.; GONZALO, L. A.; CARLA TATONE, C.; DI CESARE, E.; JANNINI, A. E.; ANDREA LENZI, A.; D'ALESSANDRO, A.M.; CARMONA, M. Antitumor effects of saffron derived carotenoids in prostate cancer cell models. **BioMed Research International**, v. 2014, p.1-13, 2014. Disponível em: <http://downloads.hindawi.com/journals/bmri/2014/135048.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. Beta-carotene-rich extract from *Dunaliella salina*. Prepared by Kristie B. Laurvick, **Chemical and Technical Assessment**, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/3/BU603en/bu603en.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020.

FREDA, S.A.; LUVIELMO, M. M.; RUTZ, J. K.; ZAMBIAZI, R. C. Licopeno: efeito do processamento térmico sobre a estrutura química e biodisponibilidade. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v.12, n.2, p. 1-23, j 2018. Disponível: http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/viewFile/ete.2018.122.01/60746621. Acesso em: 07 mar. 2020.

FREITAS, J. V.; LOPES, N. P.; GASPAR, L. R. Photostability evaluation of five UV-filters, trans-resveratrol and beta-carotene in sunscreens. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 78, p. 79–89, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928098715003255?via%3Di> hub. Acesso em: 07 mar. 2020.

GUIMARÃES, D. H. P.; CALADO, A. R. Viabilidade da Utilização da Polpa de Abacate, Acrescida do Extrato de Soja, na Elaboração de Iogurte: Análises Reológicas e Sensorial. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**. v. 5, n. 3, p. 16-22, 2014. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/aaa4/5a0f88e6bc72aa27ce4032b75779a88faea3.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2019.

GRANELLA V.; REZER, A. P. S.; DEON, B. C.; SENHORINHO, A.; PEREIRA, N. M. Iogurte tipo grego com adição de polpa de abacate. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: ALIMENTAÇÃO: A ÁRVORE QUE SUSTENTA A VIDA, 2016, Gramado. **Anais...** Gramado: FAURGS-Gramado/R. 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars->

eventos/xxvcbcta/anais/files/211.pdf. Acesso em 05 nov. 2019.

GRATELLI, P. G. R. **Caracterización del aceite de lasemilla de palta *Persea Americana* Mill. Var. Hass fuerte y medición de sua ctividad antioxidante**. 2014. 107p. Tese de Doutorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima- Perú, 2014. Disponível em: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3869>. Acesso em: 30 nov. 2019.

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. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n2/25.pdf>. Acesso em: 02 out. 2020.

HARRISON, E. H. Mechanisms involved in the intestinal absorption of dietary vitamin A and provitamin A carotenoids. **biochemistry and biophysics acta**, p. 70-77, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21718801>. Acesso em: 06 mar. 2020.

HAVAS, F.; KRISPIN, S.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.; OPPEN-BEZAEL, L. V. Preliminary Data on the Safety of Phytoene- and Phytofluene-Rich Products for Human Use including Topical Application. **Journal of Toxicology**, v. 2018, p.1-9, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/5475784>. Acesso em: 01 mar. 2020.

HURTADO-FERNADEZ, E., CARRASCO-PANCORBO, A.; FERNANDEZ-GUTIERREZ, A. Profiling LC-DAD-ESI-TOF MS method for the determination of phenolic metabolites from avocado (*Persea americana*). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, USA, v. 59, p. 2255-2267, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21332177>. Acesso em: 29 out. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: tabelas de composição nutricional dos alimentos consumidos no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

ISLAM, M.; WAHID, K.; DINH A. Assessment of Ripening Degree of Avocado by Electrical Impedance Spectroscopy and Support Vector Machine. Hindawi, **Journal of Food Quality**, v.2018, p.2-10, 2018. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2018/4706147/>. Acesso em 01mar. 2020.

JORGE, T. S. **Avaliação reológica do óleo de abacate (*Persea americana* mill) e estudo da estabilidade sob condições de aquecimento e armazenamento à temperatura ambiente**. 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) -- Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/122148?show=full>. Acesso em: 30 out. 2019.

KIM, D. O.; LEE, K. W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant

capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agricultural Food and Chemistry**, v. 50, p. 3713-3717, 2002. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12059148>. Acesso em: 27 out. 2019.

KOWALSKI, R. L.; SCHNEIDER, V.S.; MORETTO, J.; L. F. S. Produção de etanol de segunda geração a partir de caroço de abacate (*Persea americana* Mill.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.6, n.4, p. 665-677, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/49073>. Acesso em: 14 mar. 2020.

LIMA, J. M.; THOMAZINI, M.; TRINDADE, C. S. F.; SANTOS, M. G. Extração de β -caroteno da macaúba. **The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC**, v. 3, n. 6, p.1-6, 2017, Disponível: https://www.researchgate.net/publication/320883081_EXTRACAO_DE_b-CAROTENO_DA_MACAUBA. Acesso em: 07 mar.2020.

LOPES, A. O. A.; SINGH, T. C. RAPINA, L. F. V. Desenvolvimento e avaliação de sorvete de abacate isento da proteína do leite de vaca. **Nutrição Brasil**. São Paulo, v.18, n.1, p.13-20, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.33233/nb.v18i1.2235>. Acesso em: 01 dez. 2019.

MALA, K. S.; RAO, P. P.; PRABHAVATHY, M. B.; SATYANARAYANA, A. Studies on application of annatto (*Bixa orellana* L.) dye formulations in dairy products. **Journal Food Science Technology**, v.52, n.2, p.912–919, 2015. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4325075/pdf/13197_2013_Article_1038.pdf. Acesso em: 11 abr. 2020.

MASHMOUL, M.; AZLAN, A.; KHAZA' AI, H.; YUSOF, B. N. M.; NOO, S. M. Saffron: A Natural Potent Antioxidant as a Promising Anti-Obesity Drug. **Antioxidants**, v. 2, p. 293-308, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4665515/pdf/antioxidants-02-00293.pdf>. Acesso em: 07 mar.2020.

MELO, B.; BORGES, M. H. C. **Cultura do abacateiro**. [S.l.]: Virtual Books, 2019. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/abacate.html#3%20%20Aspectos%20bot%C3%A2nicos>. Acesso em: 03 nov. 2019.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercado. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.2, p. 672-688, 2017. Disponível em: <http://rvq.sbg.org.br>. Acesso em: 02 mar. 2020.

MIRANDA, N. L.; RECK, I. M.; CLEMENTE, E. Utilização De Polpa De Abacate Em Formulações De Bebidas Lácteas Probióticas. **Revista Uningá Review**, v. 2, n. 3, p. 35 – 39, 2016. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1803/1409>. Acesso em: 14 mar. 2020.

MODENESE, D. R. T. **Desenvolvimento e aceitabilidade de massas alimentícias com utilização de polpa de abacate “Hass”**, 2017. 92p.Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu,

2017. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/152710/modenese_drt_dr_bot.pdf?sequence=4&isAllowed=y. Acesso em: 05 Abr. 2020.

MORENO, E.; ORTIZ, B. L.; RESTREPO, L. P. Conteúdo total de fenóis e atividade antioxidante em alguns trechos da polpa de frutas tropicais. **Revista Colombiana de Química**, v. 43, n.3, 41-48, 2014. Disponível em:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v43n3/v43n3a06.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2020.

MOREIRA, J.; COSTA, A., VINHA, A. F. Estudo da composição fitoquímica e atividade farmacológica das frações polares e apolares dos compostos bioativos presentes na *Persea americana* Mill. no contributo alimentar e potencial aplicação em cosméticos. **Revista EgitaniaSciencia**. v. 13, n.2, 2012. Disponível em:

<http://www.egitaniasciencia.ipg.pt/artigo.aspx?id=134&revista=20>. Acesso em: 30 out. 2019.

MOSCA, S.S.; SANCHES, R. A.; COMUNE, A.C. A importância dos antioxidantes na neutralização dos radicais livres: uma revisão. **Revista Saúde em Foco**, n. 9, p. 563 – 574, 2017. Disponível em: revistaonline@unifia.edu.br. Acesso em: 13 mar.2020.

MOURA, R. L. Avaliação do comportamento de ansiedade na prole de ratas suplementadas com óleo e polpa de abacate (*Persea americana* mill.) durante a gestação e lactação. 2019, 55p. Monografia (Bacharelado em Nutrição) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Cueté-PB, 2019. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/8227/1/RENALLY%20DE%20LIMA%20MOURA%20-%20TCC%20NUTRI%C3%87%C3%83O%202019.pdf>.

Acesso em: 04 out. 2020.

MÜLLER L.; CARIS-VEYRAT. C.; LOWE, G.; BÖHM, V. Lycopene and its antioxidant role in the prevention of cardiovascular diseases. A critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n.11, p.1868–1879, 2015. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/272187744_Lycopene_and_Its_Antioxidant_Role_in_the_Prevention_of_Cardiovascular_Diseases_-_A_Critical_Review/link/56ea7a3808ae3a5b48cd8cab/download. Acesso em: 07 mar.2020.

NASSAU, F. F. **A influência dos compostos bioativos do abacate na fisiopatologia do câncer prostático e hiperplasia benigna prostática**. 2013, 37p. Monografia (Bacharelado em Nutrição) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/235/3941>. Acesso em: 03 nov. 2019.

NG, M.H.; CHOO, Y.M. Improved Method for the Qualitative Analyses of Palm Oil Carotenes Using UPLC. **Journal of Chromatographic Science**, v. 54, n. 4, p. 633–638, 2016. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/297584764_Improved_Method_for_the_Qualitative_Analyses_of_Palm_Oil_Carotenes_Using_UPLC. Acesso em: 06 mar. 2020.

NIMSE, S. B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **Royal Society of Chemistry**, v. 5, p. 27986–28006, 2015. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2015/ra/c4ra13315c>. Acesso em: 122 mar. 2020.

NOGUEIRA-DE-ALMEIDA, C. A.; UED, F. V.; ALMEIDA, C. C. J. N.; ALMEIDA, A. C. F.; CIAMPO, L. A. D.; FERRAZ, I. S.; SILVA, L. F. O.; ZAMBOM, C. R. Z.; OLIVEIRA, A. F. Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): Uma revisão Integrativa. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2017214, 2018. Disponível e: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.21417>. Acesso em: 27 out. 2019.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO– NEPA. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. 4ed. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

NUNES, E. N.; MILAGRES, R. C. R. M.; FIALHO, C. G. O.; SOUZA, E. C. G. Aceitabilidade e composição centesimal de produtos alimentícios desenvolvidos com polpa de abacate. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 39, n. 1, p. 3-8, 2018. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/29441>. Acesso em: 30 out. 2019.

OLIVEIRA, I. V. M.; COSTA, R. S.; MÔRO, F. V.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, R. R. S.; Caracterização morfológica do fruto, da semente e desenvolvimento pós-seminal do abacateiro. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus - Piauí, v.1, n., p. 69-73, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/12-Article%20Text-48-1-10-20100412%20.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019

OLIVEIRA, A. F.; ROMAN, J. A. Lipídios In: **Tecnologia e Engenharia de Alimentos**. Paraná, Editora: CRV, p. 23-40, 2013.

OLIVEIRA, I. C.C.; SANTOS, M. C. T. Os benefícios do consumo do abacate. **Revista Conexão Eletrônica**, Três Lagoas, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2016. Disponível em: revistaconexao.aems.edu.br. Acesso em: 14 mar. 2020.

OLIVEIRA, A. P.; GUIMARÃES, I. C.; MENEZES, E. G. T. Caracterização da polpa de abacate (*Persea americana* Mill) da região do alto Paranaíba. **The Journal of Engineering and Exact Sciences** – JCEC, Viçosa –MG, v.3, n. 6, p. 63-69, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320883900_CHARACTERIZACAO_DA_POLPA_DE_ABACATE_Persea_americana_MILL_DA_REGIAO_DO_ALTO_PARANAIBA. Acesso em: 25 nov. 2019.

OLIVEIRA, A. P.; MENEZES, E. G. T. Extrações de óleo da polpa de abacate (*Persea americana* Mill) utilizando diferentes solventes. **The Journal of Engineering and Exact Sciences** – JCEC, v. 3, n. 6, p. 120-127, 2017. Disponível em:

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/20130/artigos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 dez. 2019.

OTHMAN N. A.; ABDUL, M. M.; HARITH, S.; ISHAK, W.R. Influence of Avocado Purée as a Fat Replacer on Nutritional, Fatty Acid, and Organoleptic Properties of Low-Fat Muffins. **Journal of the American College of Nutrition**, USA, v. 37, n. 7, p. 583-588, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29652576>. Acesso em: 03 nov. 2019.

QAZI, M. A.; MOLVI, K. I. Free Radicals and their Management. **American Journal of Pharmacy and Health Research**, v. 6, n. 4, p. 2321-367, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324969875_Free_Radicals_and_their_Management. Acesso em: 13 mar. 2020.

RAMOS, J. A. **Desenvolvimento e aceitação de pasta de abacate com potencial probiótico**. 2018. 11f. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018. Acesso em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153279/ramos_ja_dr_botfca_par.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em 02 nov. 2019.

REBOUL, E. Absorption of vitamin A and carotenoids by the enterocyte: focus on transport proteins. **Nutrients**, v. 5, n. 9, p. 3563-3581, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3798921/pdf/nutrients-05-03563.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10381194>. Acesso em: 07 dez. 2019.

ROCHA, R. Y. V.; BEZERRA, T. S.; FELIPE, D. F.; SARTO, C. F. P. Ação antioxidante do óleo de *Persea americana* (abacate). In: VII MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2014, UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá Maringá – Paraná, **Anais...**, ISBN 978-85-8084-724-6. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/raphaela_yasmim_volpato_da_rocha_2.pdf. Acesso em 31 nov. 2019.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI PRESS, 2001, 71p. Disponível em: <http://beauty-review.nl/wp-content/uploads/2014/11/A-guide-to-carotenoid-analysis-in-foods.pdf>. Acesso em: 02 MAR. 2020.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avanços na pesquisa de carotenoides em alimentos: contribuições de um laboratório brasileiro. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 63, n.2, p.129-38, 2004. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/2000/rial63_2_completa/987.pdf. Acesso em: 07 mar. 2020.

RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, J.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**, Lidio Coradin e Vivian Beck Pombo, Organizadores. – Brasília: MMA/SBF, 2008, 100 p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao09032009113306.pdf. Acesso em: 07 mar.2020.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidant activity of food carotenoids - A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 7, p. 726–740, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157510001298>. Acesso em 04 mar. 2020.

RODRIGUEZ-CARPENA, J. G., MORCUENDE, D.; ANDRADE, M. J.; KYLLI, P.; ESTEVEZ, M. Avocado (*Persea americana* Mill) phenolics, in vitro antioxidant and Antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, USA, v. 59, n.10, p. 5625-5635. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21480593>. Acesso em 28 nov. 2019.

SANDMANN, G. Antioxidant Protection from UV- and Light-Stress Related to Carotenoid Structures. **Antioxidants**, v. 8, n. 219, p. 1-13, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6680902/pdf/antioxidants-08-00219.pdf>. Acesso em: 13 mar.2020.

SANTOS, M. R.; ZIMMER, F. C.; SOUZA, A. H.P.; STEINMACHER, N. C.; DETONI, E.; RODRIGUES, A.C. Adição de hidrocolóides em pães sem glúten seguido de enriquecimento com polpa de abacate (*Persea americana* mill). **Brasilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8018-8061, 2019. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/2182/2602>. Acesso em: 14 mar. 2020.

SANTOS-SÁNCHEZ, N. F.; SALAS -CORONADO, R. S. A.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C. HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. In: **Antioxidants**; Intech Open: London, UK, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332114729_Antioxidant_Compounds_and_Their_Antioxidant_Mechanism. Acesso em: 30 nov. 2019.

SCHAFFER, B.; WHILEY, A. W. (Eds). **El aguacate: Botânica, Producción y Uso**. Valparaíso: Ediciones Universtarias de Valparaíso, p. 405- 448, 2015.

SCHIOZER, A. L.; BARATA, L. E. S. Estabilidade de Corantes e Pigmentos de Origem Vegetal. **Revista Fitos**, v. 1, n. 2, p. 6-24, 2007. Disponível em: <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/71>. Acesso em: 07 mar.2020.

SEGOVIA, F. J.; HIDALGO, G. I.; VILLASANTE, J.; RAMIS, X.; ALMAJANO, M.P. Avocado Seed: A Comparative Study of Antioxidant Content and Capacity in Protecting Oil Models from Oxidation. **Molecules**, v. 23, n. 2421, p. 1-14, 2018.

Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6222478/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SILVA, I. G. ANDRADE, A. P. C.; SILVA, L. M. R.; GOMES, D. S. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo *cookie* feito a partir da farinha do caroço de abacate. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2018209, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20918>. Acesso em 07 dez. 2019.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/6510/5926>. Acesso em: 28 nov. 2019.

SILVA, M. F.; LOURENCETTI, R. E.; MARCHI, L.; MARQUES, D. R.; CHINELLATO, M. M.; SANTOS JUNIOR, O. O.; VISENTAINER, J. V.; MONTEIRO, A. R. G. Desenvolvimento e caracterização de biscoito recheado de chocolate com substituição parcial da gordura hidrogenada por polpa de abacate. **Revista Tecnológica**, Maringá, Edição Especial 2014, p. 327-335, 2015. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/26230/14836>. Acesso em: 14 mar. 2020.

SILVA, A. O.; SAMPAIO, F. A.; QUEIROZ, I. P. C. S.; CONCEIÇÃO, K. N.; SILVA, V. F. Antioxidant Power of carotenoids, flavonoids and vitamin E in preventing arteriosclerosis. **Portuguese Reon Facema**, Maranhão, v. 2, n. 4, p. 320-324, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Notebook/Downloads/162-539-1-PB.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

SOUZA, A. L. A. **Abacate e possíveis propriedades funcionais**. 2014. 25f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Nutrição), Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/67289116-Abacate-e-possiveis-propriedades-funcionais.html>. Acesso em: 10 out. 2019.

SOUZA, M. S.; BONATTO, E. C. S.; CARVALHO, J. F.; PEREIRA, C. V. L.; SARAIVA, M. G. G. Bebida láctea saborizada com polpas de frutas de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa* Degener), mamão (*Caricapapaya* L.) e abacate (*Persea americana* Mill). In: **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC'2018**, 2018. Maceió – AL. Disponível: http://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/47_blscp dfdmpefdmcleapam.pdf. Acesso em: 05 abr. 2020.

TABESHPOUR, J.; RAZAVI, B. M.; HOSSEINZADEH, H. Effects of avocado (*Persea americana*) on metabolic syndrome: a comprehensive systematic **Review Phytotherapy Research**, v. 31, n. 6, p. 819-837, 2017. Disponível em: <https://www.essentialnutrition.com.br/media/artigos/feelcomplete/34.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

TREMOCOLDI, M. A. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e cor em abacate 'Hass' submetido a diferentes tratamentos físicos**. 2011. 115p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrônômicas) – Programa de Pós-graduação Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/93461>. Acesso em 20 out. 2019.

VINHA, A. F.; SOARES, M. O.; HERDEIRO, T.; MACHADO, M. Chemical composition and antioxidant activity in portuguese diospyrus kaki fruit by geographical origins. **The Journal of Agricultural Science**, v. 4, n.2, p. 281-289, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/51995129_Chemical_composition_and_antioxidant_activity_of_portuguese_Diospyrus_kaki_fruit_by_geographical_origins. Acesso em: 19 set. 2020.

WANG, M.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C. Effect of harvest date on the nutritional quality and antioxidant capacity in 'Hass' avocado during storage. **Food Chemistry**, v.135, p.694-698, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22868147>. Acesso: 28 out. 2019.

WHILEY, A. W.; WOLSTENHOLME, B.N.; FABER, B. A. Manejo del cultivo. In: SCHAFFER, B.; WHILEY, A.W. (Eds). **El aguacate: Botânica, Producción y Uso**. Valparaíso: EdicionesUniverstarias de Valparaíso, p. 405- 448, 2015.

YOUNG, A. J.; LOWE, L. G. Carotenoids -Antioxidant Properties. **Antioxidants**, USA, v.7, n. 2, p. 2-4, 2018, doi:10.3390/antiox7020028. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5836018/pdf/antioxidants-07-00028.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2019.

ZAKAR, T.; LACZKO-DOBOS, H.; TOTH, T.; ZOLTAN GOMBOS. Carotenoids Assist in Cyanobacterial Photosystem II Assembly and Function. **Frontiers in plant science**, v. 7, p.1-7, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/297756266_Carotenoids_Assist_in_Cyanobacterial_Photosystem_II_Assembly_and_Function/link/56e5db7408ae65dd4cc0d6fb/. Acesso em: 13 mar.2020.