

FACULDADE GUAIRACÁ
INSTITUTO SUPERIOR DE ENSINO
FARMÁCIA

KARINE DE FÁTIMA DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS OBTIDOS
PELO MÉTODO DE DECOCÇÃO DAS CASCAS DE MANGA (*Mangifera indica L.*)
DAS VARIEDADES ‘TOMMY ATKINS’ E ‘PALMER’**

GUARAPUAVA

2019

KARINE DE FÁTIMA DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS OBTIDOS
PELO MÉTODO DE DECOCÇÃO DAS CASCAS DE MANGA (*Mangifera indica L.*)
DAS VARIEDADES ‘TOMMY ATKINS’ E ‘PALMER’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Farmácia da Faculdade Guairacá
como pré-requisito para a obtenção de grau em
bacharel de Farmácia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Lígia Santos Pedroso

GUARAPUAVA

2019

KARINE DE FÁTIMA DE OLIVEIRA

**ESTUDO COMPARATIVO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CHÁS OBTIDOS
PELO MÉTODO DE DECOCCÃO DAS CASCAS DE MANGA (*Mangifera indica L.*)
DAS VARIEDADES ‘TOMMY ATKINS’ E ‘PALMER’**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Farmácia da Faculdade Guairacá
como pré-requisito para a obtenção de grau em
bacharel de Farmácia.

Data da Aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Lígia Santos Pedroso (Orientadora)

Prof^a .Dra Luciana Erzinger Alves de Camargo

Prof^a. Ms. Débora Fernanda Ronik

GUARAPUAVA

2019

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem ele nada seria possível, a minha mãe e ao meu pai por me apoiarem sempre em minhas escolhas e decisões, ao meu marido que esteve comigo em cada passo que dei para chegar até aqui sem seu apoio e compreensão não seria possível. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo, por estar sempre ao meu lado, me dando forças e não me deixando desistir, mesmo quando achava que não conseguiria mais seguir, obrigado por iluminar cada passo e cada decisão da minha vida, obrigado pela coragem, força e luz de todos os dias, minha fé sempre estará aqui.

Agradeço ao meu pai Wilson e minha mãe Neuraci, vocês são essenciais em minha vida, obrigada por absolutamente tudo o que fizeram por mim nesses 5 anos, por todo apoio, amor e preocupação que tiveram comigo.

Ao meu marido Renilson, por todo carinho e compreensão ao longo desses 5 anos, meu companheiro de vida, que esteve comigo em cada fase, me incentivando e dando força, obrigada por ter aguentado e entendido todas as lágrimas, todo desespero e nervosismo e todas as ausências, por ter sorrido comigo a cada conquista e a cada momento de alegria.

A minha professora orientadora Ligia dos Santos Pedroso, que é maravilhosa, e que é meu exemplo de profissional, e ser humano, obrigado por ter aceitado me ajudar neste trabalho e por ter acreditado em mim, você com certeza foi essencial para a minha formação, te levarei para sempre como inspiração.

As amigas que a faculdade me deu e que levarei para a vida Maria Luísa, Renata e Tissiane, obrigada pela amizade, pelo companherismo, com certeza a companhia de vocês tornaram as noites mais leves e divertidas.

Aos meus grandes mestres que me ensinaram durante todos esses anos a ser farmacêutica. Obrigada por todo o conhecimento!

Enfim a cada pessoa que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e que ajudaram a chegar até aqui!

Muito Obrigada!

RESUMO

A busca por compostos que possam contribuir para a saúde humana tem aumentado cada vez mais e diante disso, os antioxidantes têm ganhado grande destaque em diversos estudos que buscam alternativas com esta finalidade. As cascas de frutas, que muitas vezes são descartadas, tanto pela indústria quanto pela população, vêm se mostrando como uma boa alternativa, já que em sua composição existem compostos bioativos que desempenham importante atividade sobre o organismo humano. Isso se dá principalmente pelos compostos fenólicos que muitas vezes estão presentes em grande quantidade, e são uma importante fonte de antioxidantes naturais, assim como exercem atividade antibacteriana e anti-inflamatória. Sendo assim, este estudo teve como objetivo determinar a atividade antioxidante dos chás, obtidos pelo método de decocção, das cascas de manga (*Mangifera indica L.*) de duas variedades, 'Tommy Atkins' e 'Palmer'. Pode-se observar que os chás apresentaram atividade antioxidante sobre os radicais ABTS^{•+} e DPPH^{•+}, os quais se mostraram dose-dependente. No entanto, destaca-se a manga 'Palmer' em relação a 'Tommy Atkins', uma vez que apresentou maior capacidade de inibição. Na análise de quantificação dos compostos fenólicos totais, os chás não apresentaram diferença estatística entre si, o qual se observou concentrações semelhantes presentes nas cascas da manga 'Palmer' (6,61 µg/mL ± 0,42) e manga 'Tommy Atkins' (6,37 µg/mL ± 0,31). Os resultados obtidos através do presente estudo demonstram que as cascas da manga exercem uma importante atividade antioxidante e que seu consumo pode trazer benefícios à saúde.

Palavras-chave: Antioxidante; chá de manga; saúde.

ABSTRACT

The search for compounds that can contribute to human health has been increasing and in view of this, antioxidants have gained great prominence in several studies that seek alternatives for this purpose. Fruit peels, which are often discarded by both industry and the population, have been shown to be a good alternative, since in their composition there are bioactive compounds that perform important activity on the human organism. This is mainly due to phenolic compounds which are often present in large quantities and are an important source of natural antioxidants, as well as exerting antibacterial and anti-inflammatory activity. Thus, this study aimed to determine the antioxidant activity of teas, obtained by the decoction method, of the mango (*Mangifera indica L.*) peel of two varieties, 'Tommy Atkins' and 'Palmer'. It can be observed that these teas showed antioxidant activity on ABTS^{•+} and DPPH^{•+} radicals, which were dose dependent. However, the 'Palmer' mango stands out in relation to 'Tommy Atkins', as presented greater inhibition capacity. In the analysis of quantification of the total phenolic compounds, the teas showed no statistical difference between them, which showed similar concentrations present in the peels of 'Palmer' mango (6.61 µg / mL ± 0.42) and 'Tommy Atkins' mango (6.37 µg / mL ± 0.31). The results obtained through the present study show that mango peels exert an important antioxidant activity and that their consumption can bring health benefits.

Keywords: Antioxidant; mango tea; health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema demonstrativo da formação das EROS.....	15
Figura 2: Esquema de reações químicas demonstrando a conversão de peróxido de hidrogênio em radical hidroxila.....	16
Figura 3: Esquema demonstrativo do sistema antioxidante enzimático endógeno.....	18
Figura 4: Estrutura química geral dos flavonóides.....	21
Figura 5: Estrutura química das principais classes de flavonóides.....	21
Figura 6: Estrutura química dos ácidos hidroxibenzóicos (a) e hidroxicinâmicos (b).....	22
Figura 7 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente de <i>Folin-Ciocalteu</i> frente as diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas e do padrão chá verde na análise de compostos fenólicos totais.....	28
Figura 8 - Curva de calibração para quantificação dos compostos fenólicos utilizando como padrão chá verde.....	29
Figura 9 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente contendo ABTS ⁺ frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas na análise antioxidante.....	31
Figura 10 - Análise da % de Inibição dos chás de cascas de diferentes espécies de manga sobre ABTS ⁺	32
Figura 11 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente contendo DPPH ⁺ frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas na análise antioxidante.....	34
Figura 12 - Análise da % de Inibição dos chás de cascas de diferentes espécies de manga sobre DPPH ⁺	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Classificação dos principais compostos fenólicos presentes em plantas.....	20
TABELA 2 - Quantificação de compostos fenólicos totais, equivalentes em $\mu\text{g/mL}$ de chá verde, dos chás das cascas de diferentes espécies de manga.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS⁺	3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico
CAT	Catalase
Cu	Cobre
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DPPH⁺	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EREs	Espécies reativas de enxofre
ERMO	Espécie Reativa do Metabolismo de Oxigênio
ERNs	Espécies reativas de nitrogênio
EROs	Espécies reativas de oxigênio
Fe	Ferro
GAE	Equivalentes de ácido gálico
GSH	Glutathiona Reduzida
GSHPx	Glutathion peroxidase
GSSH	Glutathiona Oxidada
H₂O₂	Peróxido de hidrogênio
H₂O	Água
HOCl	Ácido hipocloroso
HOH[•]	Íon peroxil
Mn	Manganês
NADPH Oxidase (Nox)	Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina
NO	Óxido nítrico
O₂	Oxigênio
O₂^{•-}	Ânion superóxido
OH[•]	Radical hidroxila
SOD	Superóxido dismutase
-SH	Grupos sulfidrilas
-SS	Pontes dissulfeto
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	12
2.0 REFERENCIAL TEORICO	14
2.1 Radicais livres	14
2.1.1 Radical superóxido (O₂[•])	15
2.1.2 Peróxido de hidrogênio (H₂O₂)	16
2.1.3 Radical hidroxila (OH[•])	16
2.1.4 Radical hidroperoxila (HO₂[•])	17
2.2 ANTIOXIDANTES	17
2.2.1 Antioxidantes X Doenças	19
2.2.2 Atividade antioxidante de compostos fenólicos	19
2.3 CHÁS OBTIDOS A PARTIR DE CASCAS DE FRUTAS	22
2.3.1 Manga	23
3.0 OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4.0 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Reagentes	25
4.2 Equipamentos	25
4.3 Metodologia	25
4.3.1 Higienização das cascas das frutas	25
4.3.2 Preparo dos chás	25
4.3.3 Quantificação dos compostos fenólicos totais	26
4.3.4 Atividade antioxidante dos chás sobre o radical ABTS^{•+}	26
4.3.5 Atividade antioxidante dos chás sobre o radical DPPH^{•+}	26
5.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5.1 Quantificação dos compostos fenólicos totais	28
5.2 Atividade dos chás das cascas das frutas sobre ABTS^{•+}	31
5.3 Atividade dos chás das cascas das frutas sobre DPPH^{•+}	33
6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1.0 INTRODUÇÃO

Os radicais livres são moléculas liberadas pelo metabolismo do corpo com elétrons altamente instáveis e reativos, que podem causar doenças degenerativas, envelhecimento e morte celular. São altamente instáveis, com meia-vida curtíssima, e sua presença é prejudicial para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (VASCONCELLOS et al., 2015; COTINGUIBA et al., 2013). Entre as principais formas reativas, destaca-se o oxigênio - O² que apresenta uma baixa capacidade de oxidação e o hidroxila - OH que mostra uma pequena capacidade de difusão e é o mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares (VASCONCELOS et al., 2015).

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos leva o organismo a desenvolver muitos mecanismos de defesa antioxidante, para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos aos sistemas fisiológicos (VASCONCELOS et al., 2014).

Os antioxidantes podem ser divididos quanto a suas classes e quanto o seu modo de ação. Quanto às classes, eles podem apresentar atividade enzimática e não enzimática, já no modo de ação podem ser primários e secundários, e podem ser produzidos tanto endógenamente, quanto adquiridos pela dieta (externos) (COTINGUIBA et al., 2013).

As frutas contêm várias substâncias e componentes, que possuem potencial para fornecer proteção antioxidante ao organismo humano, sendo os de principais destaques a vitamina C e E, os carotenóides e os compostos fenólicos (KAUER & KAPOOR, 2001).

Os compostos fenólicos são importantes constituintes de várias frutas e hortaliças, que além de fornecerem componentes importantes para desempenharem funções importantes ao organismo, são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças e ao retardo do envelhecimento, principalmente os causados pelos radicais livres (SUCUPIRA et al., 2012).

O conhecimento dos constituintes antioxidantes na composição das frutas é imprescindível, pois existem variações nos seus teores, não só pela variedade nas espécies de frutas, mas também pode haver variabilidade significativa intra-espécie dependendo da variedade, das condições e regiões de cultivo e do seu estágio de maturação (LEE & KADER, 2000; KONDO et al., 2002).

Pesquisas e evidências epidemiológicas têm demonstrado que o consumo regular de frutas está associado à redução da mortalidade e morbidade por algumas doenças crônicas, devido às propriedades dos fitoquímicos que apresentam em sua composição como por

exemplo, a ação antioxidante dos polifenóis, presentes nas frutas, que têm apresentado efeito protetor contra doenças crônico-degenerativas. Desse modo justifica-se a importância da pesquisa da atividade antioxidante das frutas, dado ao seu potencial antioxidante e propriedades de trazer benefícios a saúde humana.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Radicais livres

Os radicais livres são moléculas liberadas pelo metabolismo durante processos fisiológicos com elétrons altamente instáveis e reativos. Podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou nas membranas e o seu alvo celular está relacionado com o seu local de formação (VASCONCELOS et al., 2015).

Essas moléculas que são formadas por elétrons livres ou não pareados tem uma instabilidade elétrica muito grande, e por esta razão, mesmo tendo meia vida muito curta, apresentam grande capacidade reativa, o que pode ocorrer com qualquer composto que esteja próximo, a fim de captar um elétron para sua estabilização, independente de ser uma molécula, uma célula, ou um tecido do organismo, que levam ao desenvolvimento de reações em cadeia que podem causar lesões celulares (KUSS, 2005).

As espécies reativas são átomos, moléculas, ou íons derivados do oxigênio, que em sua grande maioria possuem alta reatividade e constituem três classes de compostos: espécies reativas de oxigênio (EROs), espécies reativas de enxofre (EREs) e espécies reativas de nitrogênio (ERNs). Alguns exemplos são: OH^\bullet (íon hidroxila), HO_2^\bullet (íon peroxil), $\text{O}_2^{\bullet-}$ (ânion superóxido), NO (óxido nítrico) e O_2 (oxigênio molecular). Os compostos não radicalares, como H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) e HOCl (ácido hipocloroso), não possuem elétrons livres, sendo portanto menos instáveis que os radicais livres, mas também podem reagir com moléculas na sua redondeza e causar danos ao organismo (MARTELLI et al., 2014).

Os radicais livres são produzidos naturalmente pelo metabolismo dos seres vivos, e sua principal fonte de produção endógena são as mitocôndrias. O ânion superóxido ($\text{O}_2^{\bullet-}$) é o mais comumente gerado, a partir de elétrons que escapam da cadeia transportadora das mitocôndrias e reduzem o O_2 presente nas células. Outra fonte de radicais livres no organismo são células do sistema imunológico, produtoras de enzimas NADPH Oxidase (Nox) que produzem uma grande quantidade de $\text{O}_2^{\bullet-}$ capaz de matar microrganismos invasores. Já as células nervosas, epiteliais, endoteliais e macrófagos produzem a enzima óxido nítrico sintetase, responsável pela produção de NO. Como fonte externa de produção de radicais pode-se destacar, a radiação UV, tabagismo, poluentes, drogas, dietas excessivamente calóricas, excesso de exercícios físicos, pesticidas e solventes industriais (MARTELLI et al., 2014).

A formação das espécies reativas de oxigênio (ERO) se dá primeiramente pelo oxigênio que forma o radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), o qual pode ser espontaneamente dismutado, formando o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) ou então dismutado cataliticamente, através de uma enzima chamada superóxido dismutase (SOD). Há duas SODs principais no organismo: a CuZn SOD citoplasmática (contendo cobre e zinco na mesma molécula) e a Mn SOD (contendo manganês) que é mitocondrial. O H_2O_2 formado, por sua vez, será metabolizado por duas enzimas: a catalase (CAT) e a glutationaperoxidase (GSHPx), enzima selênio-dependente. O H_2O_2 , em presença de metais de transição (Fe ou Cu), vai propiciar a formação do mais deletério dos radicais livres, ou oxirradicais, ou ainda espécie reativa de oxigênio, o radical hidroxila (OH^{\cdot}). Como não há enzimas que o metabolize, provoca extensa destruição tecidual. Conforme demonstrado no esquema abaixo (PÓVOA et al., 1995; BUCHLI, 2002).

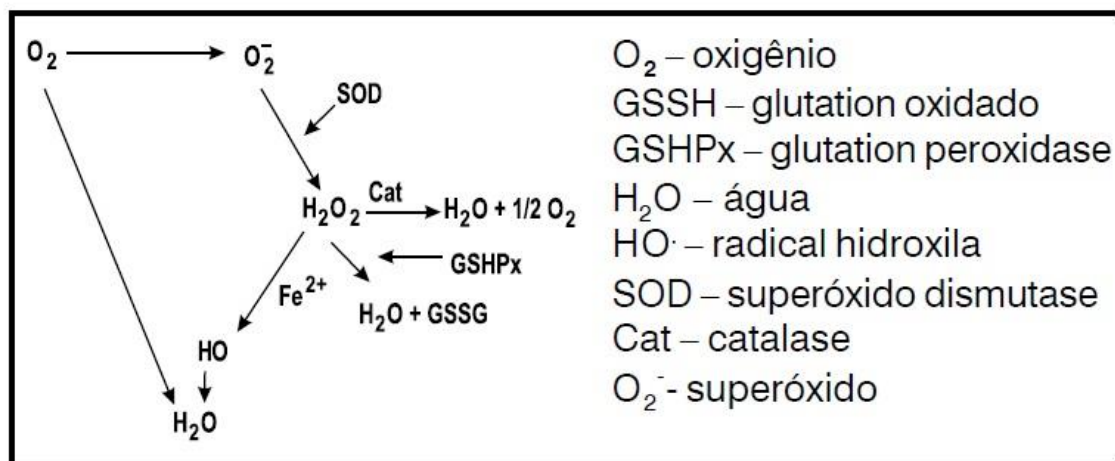


Figura 1: Esquema demonstrativo da formação das EROS (PÓVOA, 1995).

2.1.1 Radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$)

Esse radical é o primeiro a ser formado quando o O_2 sofre a redução univalente isoladamente, ele não é altamente citotóxico, sendo pouco reativo. Porém em sistemas geradores de $O_2^{\cdot-}$ (enzimático, fagocítico ou químico) tem causado lesões biológicas, quando presente em soluções aquosas pode sofrer reação de dismutação, o que faz o O_2 se reduzir parcialmente pela recepção de dois elétrons, o produto obtido é o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (COTINGUIBA et al., 2013; FERREIRA & MATSUBARA, 1997).

2.1.2 Peróxido de hidrogênio (H₂O₂)

O H₂O₂ não tem elétrons desemparelhados na última camada, por isso não é considerado um radical livre verdadeiro, mais participa de várias reações importantes que produzem o radical OH[•], seja via reação de Fenton ou de Haber-Weiss, conforme demonstrado na figura 2. Pode reagir com a membrana eritrocitária e com proteínas ligadas ao ferro, além de ser capaz de atravessar camadas lipídicas e ter vida longa. Quando o radical hidroxila OH[•] é formado pode promover quebra e modificações nas bases de DNA das células, o que acarreta em alterações na expressão genética, mutação e apoptose celular, além de modificações em proteínas e peroxidação lipídica (COTINGUIBA et al., 2013).

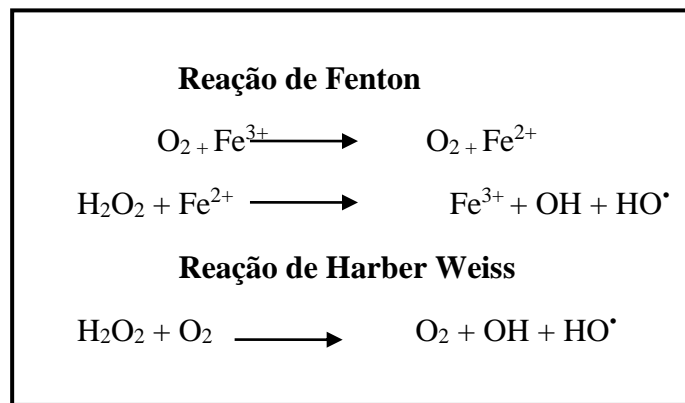


Figura 2: Esquema de reações químicas demonstrando a conversão de peróxido de hidrogênio em radical hidroxila (ANDRADE, 2017).

2.1.3 Radical hidroxila (OH[•])

É a combinação extremamente rápida do OH[•] com metais ou outros radicais no próprio sítio onde foi produzido lhe confere sua alta reatividade, ele é considerado a ERO mais reativa em sistemas biológicos. Quando o hidroxila é produzido próximo ao DNA, e a este DNA estiver fixado um metal, poderão ocorrer modificações de bases purínicas e pirimidínicas, o que leva à inativação ou mutação do DNA. O hidroxila pode também inativar várias proteínas (enzimas e membrana celular), pois oxida seus grupos sulfidrilas (-SH) em pontes dissulfeto (-SS). Além de poder iniciar a oxidação dos ácidos graxos polinsaturados das membranas celulares (lipoperoxidação) (FERREIRA & MATSUBARA, 1997).

2.1.4 Radical hidroperoxila (HO₂)

Caracteriza a forma protonada do radical superóxido, pois, possui o próton hidrogênio. Evidências apontam que é mais reativo que o superóxido, por sua maior facilidade em iniciar a destruição de membranas biológicas (FERREIRA & MATSUBARA, 1997).

A produção aumentada das ERO ou o desequilíbrio entre a disponibilidade de antioxidantes, pode conduzir ao chamado estresse oxidativo, os prejuízos causados variam de acordo com o organismo, com a idade, com o estado fisiológico e a dieta, podendo causar danos e até mesmo levar a morte celular (VASCONCELOS et al., 2015; ANDERSON, 1996).

2.2 ANTIOXIDANTES

Durante os processos metabólicos ocorre alta produção de radicais livres o que levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos, estes são agentes responsáveis pela inibição e redução de radicais livres nas células (COTINGUIBA et al., 2013).

Um antioxidante é definido como uma substância que, em baixas concentrações, retarda ou previne a oxidação do substrato. Para ser considerado um bom antioxidante são necessárias algumas características como a presença de substituintes doadores de elétrons ou de hidrogênio ao radical, em função de seu potencial de redução; capacidade de deslocamento do radical formado em sua estrutura; capacidade de quelar metais de transição implicados no processo oxidativo; e acesso ao local de ação, dependendo de sua hidrofilia ou lipofilia e de seu coeficiente de partição (SUCUPIRA et al., 2012).

Os antioxidantes são classificados quanto a suas classes e quanto o seu modo de ação. Podendo ser primários e secundários quando classificados pelo seu modo de ação, os primários interrompem a cadeia da reação através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres. Já os secundários retardam as etapas de iniciação da autooxidação, por diferentes mecanismos. Quanto as suas classes eles são enzimáticos ou não enzimáticos (COTINGUIBA et al., 2013).

No sistema de defesa enzimático as pequenas moléculas que são solúveis em qualquer meio aquoso, agem em geral como varredores de radicais, esse sistema inclui as enzimas Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT) e Glutathiona Peroxidase (GPx) que agem por meio de mecanismos de prevenção, impedindo e/ou controlando a formação de radicais livres e espécies não-radicaais, que podem iniciar as reações em cadeia que causam a

ocorrência de danos oxidativos. As enzimas CAT e GPx agem com a mesma finalidade impedido o acúmulo de peróxido de hidrogênio. A GPx depende da manutenção do ciclo redox da glutatona, por meio do controle da relação entre glutatona reduzida (GSH) e oxidada (GSSG) e pode existir sob duas formas: dependente e independente de selênio e pode apresentar-se no citoplasma ou na mitocôndria. E a SOD que também é encontrada sob duas formas: no citoplasma, que é dependente de cobre e zinco (SOD-Cu/Zn), e na mitocôndria, que necessita do manganês como co-fator (SOD-Mn). Como demonstrado na figura 3 (BARBOSA et al., 2010; COTINGUIBA et al., 2013).

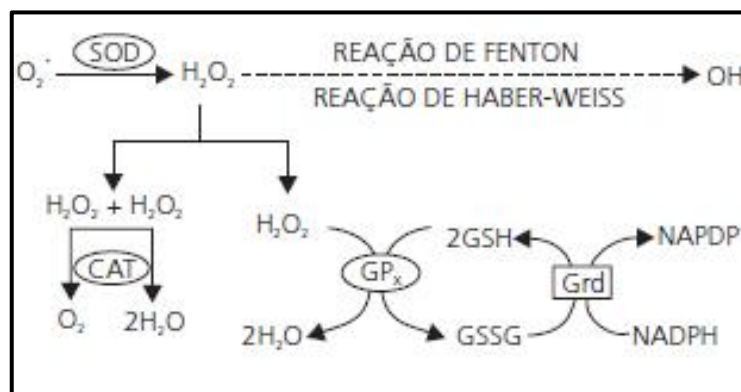


Figura 3: Esquema demonstrativo do sistema antioxidante enzimático endógeno (BARBOSA et al., 2010).

O sistema de defesa não-enzimático inclui, os compostos antioxidantes de origem dietética, entre os quais se destacam: vitaminas, minerais e compostos fenólicos. O ácido ascórbico (vitamina C), o α -tocoferol e β -caroteno, precursores das vitaminas E e A, são compostos vitamínicos potencialmente antioxidantes, assim como outros carotenóides como licopeno, luteína e a xantina, também o são. Entre os minerais destacam-se o zinco, cobre, selênio e magnésio (BARBOSA et al., 2010).

Uma dieta adequada deve envolver o consumo de frutas e vegetais que podem apresentar efeitos aditivos e sinérgicos por possuírem fitoquímicos que além da atividade antioxidante também apresentam atividade anticancerígena, o que minimiza o risco do desenvolvimento de vários tipos de doenças associadas aos radicais livres (FERREIRA & ABREU, 2007).

Várias substâncias presentes naturalmente nos alimentos de origem animal e vegetal, de natureza lipofílica ou hidrofílica, apresentam potencial para atuar como antioxidantes ao

organismo humano sendo os principais a vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos (KAUER & KAPOOR, 2001; SHI et al., 2001).

2.2.1 Antioxidantes X Doenças

Os radicais livres são produzidos por modificações químicas de proteínas, lipídios, carboidratos e nucleotídeos, o que pode resultar em uma série de consequências, como lesão tecidual, mutação, carcinogênese, comprometimento do sistema imunológico, qualidade de vida, doenças e morte celular (VASCONCELOS et al., 2014).

Existem evidências de que os radicais livres possam estar envolvidos em diversas doenças por diferentes mecanismos, as principais patologias conhecidas e associadas a eles são: câncer, doenças pulmonares e doenças crônicas não transmissíveis principalmente diabetes mellitus, e doenças cardiovasculares (AFONSO et al., 2010).

Os radicais também podem ser formados pelos efeitos do sol, hábitos de vida irregulares como o tabaco e bebida alcoólica, que podem danificar as membranas das células, e provocar efeitos negativos sobre a pele, acelerando o processo de envelhecimento, devido à morte ou ao mau funcionamento das células (COTINGUIBA et al., 2013).

Os antioxidantes atuam neutralizando os efeitos dos radicais livres, por isso são importantes meios de proteção contra as doenças desencadeadas por eles, sendo assim sua reposição deve ser contínua e uma das formas é através da ingestão de alimentos que os contém (ZIMMERMANN & KIRSTEN, 2008).

Para Silva e Ferrari (2011), o controle alimentar, associado a um estilo de vida saudável com prática regular de atividade física e controle de peso, pode reduzir o estresse oxidativo, melhorar a função mitocondrial, aumentar a longevidade, melhorar a saúde e a qualidade de vida da população.

Sendo assim os profissionais da área da saúde devem estar cientes de medidas dietoterápicas, e aos benefícios dos hábitos de vida saudáveis, visto que os alimentos devem ser consumidos não apenas para saciar a fome, mas como ferramentas importantes na manutenção da saúde e na qualidade de vida (ZIMMERMANN & KIRSTEN, 2008).

2.2.2 Atividade antioxidante de compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são os antioxidantes mais abundantes de ocorrência natural presente na alimentação, pois estão presentes em grande quantidade nas plantas sendo

originados do seu metabolismo secundário. Possuem propriedades benéficas devido à sua capacidade de sequestrar os radicais livres, inibirem a peroxidação lipídica, a lipoxigenase in vitro, processos aterogênicos e câncer (DECKER, 1997; ANGELO & JORGE, 2007; SOUSA et al., 2007; HUANG et al., 1992; SHAHIDI & WANASUNDARA, 1992).

Apresenta na sua fórmula química pelo menos um anel aromático, ao qual está ligado a uma ou mais hidroxilas, podem ser classificados como flavonóides e não flavonóides, são antioxidantes multifuncionais, pois conseguem atuar de várias formas: podem combater os radicais através da doação de um átomo de hidrogênio, ou de uma hidroxila (OH) da sua estrutura aromática, que possui a capacidade de suportar um elétron desemparelhado através do deslocamento deste ao redor de todo o sistema de elétrons da molécula quelando metais de transição, como o Fe_2^+ e o Cu^+ ; o que interrompe a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica; modificando o potencial redox do meio; reparando a lesão das moléculas atacadas por radicais livres (SUCUPIRA et al., 2012).

Os compostos fenólicos possuem diversidade estrutural que é possível devido à grande variedade de combinações, estas combinações fenólicas são chamadas de polifenóis e podem ser categorizadas em várias classes como mostradas na Tabela 1 (ANGELO & JORGE, 2007).

Tabela 1 – Classificação dos principais compostos fenólicos presentes em plantas (ANGELO & JORGE, 2007).

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	C_6
Ácidos hidroxibenzóicos	$C_6 - C_1$
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	$C_6 - C_2$
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	$C_6 - C_3$
Nafitoquinas	$C_6 - C_4$
Xantonas	$C_6 - C_1 - C_6$
Estibelnos, antoquinonas	$C_6 - C_2 - C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6 - C_3 - C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6 - C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6 - C_3 - C_6)_2$
Ligninas	$(C_6 - C_3)_n$
Taninos condensados	$(C_6 - C_3 - C_6)_n$

Os flavonóides podem atuar como antioxidantes na inativação dos radicais livres, tanto no meio lipofílico quanto no hidrofílico, podem inibir as reações em cadeia provocadas pelos radicais livres devido a sua capacidade de doar átomos de hidrogênio, são de baixo peso molecular, consistindo em 15 átomos de carbono, organizados na configuração C6–C3–C6 (ANGELO & JORGE, 2007; HARTMAN & SHANKEL, 1990; ARORA et al., 1998).

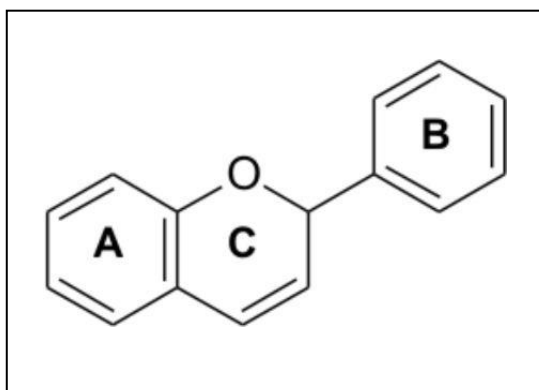


Figura 4: Estrutura química geral dos flavonóides (ANGELO & JORGE, 2007).

Quanto a estrutura química os flavonóides eles possuem dois anéis aromáticos, denominados anel A e B, que são unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico, denominado anel C (Figura 4). O anel A é derivado do ciclo acetato/malonato, enquanto o anel B é derivado da fenilalanina. Substituições do anel C padrão resultam em importantes classes de flavonóides, como flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis (ou catequinas), isoflavonas e antocianidinas. Assim como substituições dos anéis A e B originam diferentes compostos dentro de cada classe de flavonóides, estas substituições podem incluir oxigenação, alquilação, glicosilação, acilação e sulfatação (ANGELO & JORGE, 2007).

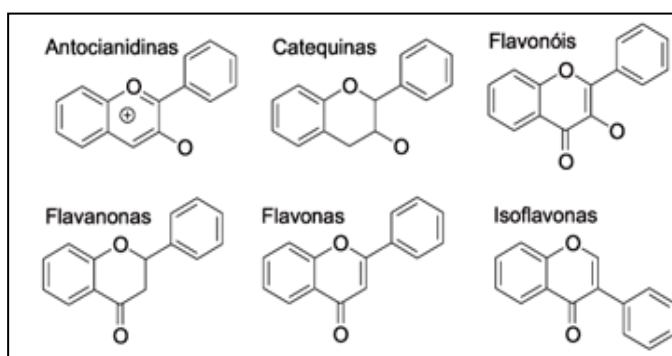


Figura 5: Estrutura química das principais classes de flavonóides (MARÇO et al., 2008).

Os flavonóides tem efeitos bioquímicos e farmacológicos dos quais se destacam a ação antioxidante, anti-inflamatória, antiplaquetária, além de efeitos antialérgicos e a

capacidade de inibir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (RAUHA et al., 2000; DEGÁSPARI & WASZCZYNSKYJ, 2004).

Dentre os compostos fenólicos existem também os ácidos fenólicos que consistem em dois grupos, derivados do ácido hidroxibenzóico e derivados do ácido hidroxicinâmico (Figura 6), esses caracterizam-se por terem um anel benzênico, um grupamento carboxílico e um ou mais grupamentos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, conferindo propriedades antioxidantes para os vegetais (ANGELO & JORGE, 2007).

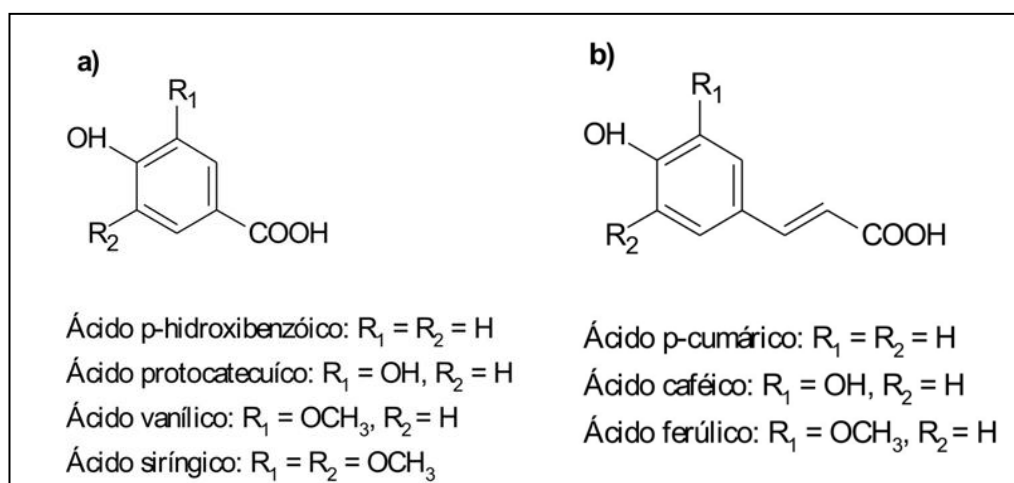


Figura 6: Estrutura química dos ácidos hidroxibenzóicos (a) e hidroxicinâmicos (b) (ANGELO & JORGE, 2007).

Enfim, os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos entre os diversos vegetais que contém diferentes compostos e concentrações variadas, porém sua maior concentração está nas frutas, nas hortaliças e em seus derivados (SUCUPIRA et al., 2012).

2.3 CHÁS OBTIDOS A PARTIR DE CASCAS DE FRUTAS

O chá é uma das bebidas mais consumidas no mundo, e possui características que contribuíram para sua disseminação como sabor e aroma agradável, mas é devido às suas propriedades medicinais que se espalhou pelas diversas culturas. Essas propriedades conferem benefícios a saúde, pois, em sua composição existem compostos biologicamente ativos como, flavonóides, catequinas, polifenóis, alcalóides, vitaminas e sais minerais (SCHMITZ et al., 2005).

Os chás podem ser preparados por infusões de plantas, que são usadas para tratamento, cura e prevenção de doenças. Esta atividade é possível devido aos princípios

ativos que estão presentes em sua composição, e é uma das formas mais antigas de prática medicinal da humanidade. Por isso as cascas de frutas vêm sendo cada vez mais aproveitadas para a preparação de chás, já que concentram alto teor destas substâncias ativas (BRAIDANTE, 2014).

2.3.1 Manga

A manga (*Mangifera indica L.*) é uma fruta de aroma e cor agradáveis, que pertence à família *Anacardiaceae*, e faz parte do elenco das frutas tropicais de importância econômica. É uma fruta bastante apreciada, constitui uma importante fonte de fitoquímicos, dentre os quais se destacam os polifenóis, os carotenóides e a vitamina C (KIM et al., 2007; FRANKE et al., 2004; GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA, 1989; BRANDÃO et al., 2003).

Estes fitoquímicos protegem o organismo contra os radicais livres devido a propriedade antioxidante que possuem, atuam retardando a velocidade da reação de oxidação, por ação sinérgica ou não (KAUR & KAPOOR, 2001).

Algumas frutas podem conter maior teor de compostos antioxidantes nas sementes e cascas, do que na polpa, ou ainda, o perfil dos fitoquímicos antioxidantes ser diferenciado nestas partes do vegetal. Como consequência, muitas vezes, a ação antioxidante das sementes e cascas que é desperdiçada, é superior à exibida pela porção comestível da fruta, por exemplo no processamento da manga a remoção das cascas corresponde a cerca de 12 a 15 % do peso da fruta, que são descartadas como resíduos e que apresentam atividade antioxidante (MIRGHANI et al., 2009; SOONG E BARLOW, 2004; GUO et al., 2003).

O consumo destes alimentos está relacionado a efeitos benéficos à saúde, tais como redução do risco de câncer, Alzheimer, catarata, Parkinson e de doenças cardiovasculares. Estes efeitos são atribuídos às propriedades antioxidantes dos compostos bioativos, os quais inibem a oxidação de moléculas, evitando o início ou propagação das reações de oxidação em cadeia (AYALA-ZAVALA et al., 2011).

3.0 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é avaliar e comparar a atividade antioxidante de chás obtidos pelo método de decoção das cascas da manga (*Mangifera indica L.*) das variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar os compostos fenólicos presentes nos chás das cascas da manga das variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’;
- Avaliar e comparar a atividade antioxidante dos chás das cascas da manga das variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’ sobre o radical artificial ABTS e DPPH.

4.0 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Reagentes

- 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6 - ácido sulfônico) – (ABTS) - (Sigma-Aldrich);
- 1, 1-difenil-2-picril-hidrazil – (DPPH) - (Sigma-Aldrich);
- Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich);
- Carbonato de sódio (Reagen);
- Persulfato de potássio;
- Fosfato de sódio monobásico;
- Fosfato de sódio dibásico;

4.2 Equipamentos

- Espectrofotômetro (SECTRA MAX 190);
- Balança analítica (BEL ENGINEERING);
- Chapa aquecedora (BIOMIXER e LABOR SP 160);
- Micropipeta (KASVI)

4.3. Metodologia

4.3.1. Higienização das cascas das frutas

Para o preparo dos chás foi estabelecido padrão de higiene das cascas das frutas, onde lavou-se as mesmas em água corrente potável, com sabão neutro e escova de limpeza. Posteriormente, as cascas das frutas foram enxaguadas com água destilada.

4.3.2 Preparo dos chás

O extrato aquoso foi obtido pelo método de decocção. Primeiramente foram pesados 5g de cascas de manga de cada variedade. Após, a cada bécker identificado contendo separadamente cada casca, foi acrescentado 50 mL de água destilada e colocados na chapa aquecedora para fervura. Após atingir o ponto de fervura, foram deixados ferver por 5 minutos. Posteriormente, as soluções foram retiradas da chapa aquecedora e deixado atingir a

temperatura ambiente. Em seguida os chás foram filtrados com o auxílio de um papel filtro, originando a solução mãe dos diferentes chás. A partir da solução mãe realizou-se diluições sucessivas em água destilada, onde obteve-se as diferentes concentrações específicas para cada teste, em triplicata.

4.3.3. Quantificação dos compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais dos chás foi determinada utilizando o método de *Folin-Ciocalteu* conforme descrito por Smirdele (2013) modificado e de Andrade (2017), no qual o chá verde (*Camelia sinensis*) foi utilizado como padrão. Foram acrescentados a 100 μ L de amostras contendo os diferentes chás das cascas de frutas (5 mg/mL das cascas das duas variedades de manga) ou chá verde, 500 μ L de solução de *Folin-Ciocalteu* (previamente diluídos 1:10 em água destilada) sendo a reação iniciada pelo acréscimo de 400 μ L da solução de carbonato de sódio (7.5% p/v). Esse método se baseia no princípio de que, em meio alcalino, a mistura dos ácidos que constituem o reagente de *Folin-Ciocalteu*, se reduz ao oxidar os compostos fenólicos, formando um complexo azul (SMIDERLE, 2013). Posteriormente a mistura foi incubada a 55°C por 15 min e determinada absorvância a λ 760 nm. Todos os ensaios foram realizados em triplicata. Os valores dos compostos fenólicos foram expressos como equivalentes do chá verde.

4.3.4. Atividade antioxidante dos chás sobre o ABTS^{•+}

Para avaliação da atividade antioxidante sobre o radical ABTS^{•+}, foi utilizado o método de Rufino et al., (2007) modificado e de Andrade (2017). A atividade antioxidante dos chás pôde ser avaliada quantitativamente, através da análise colorimétrica obtida pela redução do ABTS^{•+}. Inicialmente uma mistura de solução de ABTS (7mM) e persulfato de potássio (2.45 mM), foi incubado a temperatura ambiente e ao abrigo de luz durante 12 h. Em seguida a solução formada, contendo ABTS^{•+} foi diluída em água destilada, a uma absorvância de 0,70 (λ =734 nm). Em uma microplaca foram pipetados 10 μ L das diferentes concentrações dos chás das cascas das frutas (5 – 0,10 mg/mL) e adicionados o 190 μ L do ABTS^{•+}. Após 5 min, a redução do ABTS^{•+} pelos chás foi observada em λ =734 nm. O resultado foi expresso em porcentagem de inibição, conforme a equação (Eq. (1)). Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

$$\text{Inibição (\%)} = (A_c - A_a) / A_c \times 100 \quad (\text{Eq. (1)})$$

Onde:

- A_c é a absorvância do controle, registrada à $\lambda=734\text{nm}$;
- A_a é a absorvância da amostra dos diferentes chás, registrada à $\lambda=734\text{nm}$.

4.3.5 Atividade antioxidante dos chás sobre o radical DPPH⁺

Para a avaliação da atividade antioxidante sobre o radical DPPH⁺, foi utilizado o método de Rufino et al., (2007), modificado e de Andrade (2017). O ensaio se baseia na medida da capacidade antioxidante das substâncias em sequestrar o radical DPPH⁺. Inicialmente, uma solução etanólica a 60 $\mu\text{mol/L}$ de 1, 1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH) foi diluída com álcool etílico, a uma absorvância de 0,9 ($\lambda= 531 \text{ nm}$). Em seguida em uma microplaca foram pipetados 10 μL das diferentes concentrações dos chás das duas variedades de manga (5 – 0,10mg/mL) e adicionados 190 μL de DPPH⁺, todos em triplicata. Após 30 min em temperatura ambiente, foi realizada a leitura da microplaca e a redução do DPPH⁺ pelos chás foi observada em $\lambda= 531 \text{ nm}$. O resultado foi expresso em porcentagem de inibição, conforme a equação (Eq. (1)).

$$\text{Inibição (\%)} = (A_c - A_a) / A_c \times 100 \quad (\text{Eq. (1)})$$

Onde:

- A_c é a absorvância do controle, registrada à $\lambda=531\text{nm}$;
- A_a é a absorvância da amostra dos diferentes chás, registrada à $\lambda=531\text{nm}$.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Quantificação dos compostos fenólicos totais

Dentre os principais componentes bioativos presentes nos vegetais e nas frutas que apresentam efeitos benéficos a saúde e que atuam como antioxidantes, os que mais se destacam são os compostos fenólicos, xantomas e carotenóides, que podem ser encontrados e caracterizados em diferentes partes das frutas, os compostos fenólicos trazem essa atividade devido a sua lipofilicidade, quelação de ferro e eliminação dos radicais livres (VAN ACKER, et al., 1996; AZMIR et al., 2013)

A concentração dos compostos fenólicos totais presentes nos chás das cascas de manga, foi determinada baseando-se na concentração do chá verde (padrão), o qual já é cientificamente provado seu alto teor de fenóis, bem como seu potencial poder inibitório contra radicais livres. A figura 7 ilustra a coloração do reagente frente as concentrações dos chás que foram avaliados (SALDANHA, 2005).

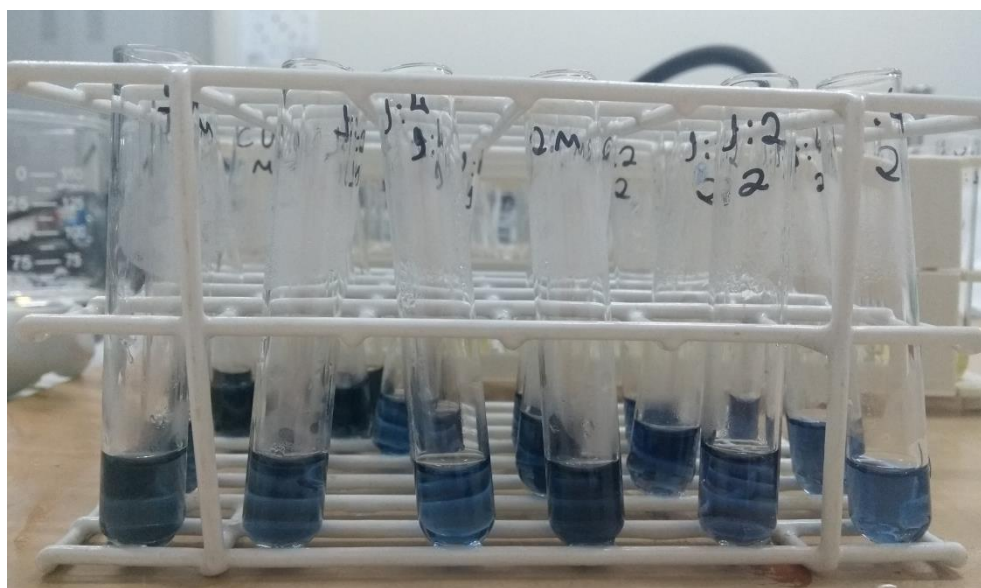


Figura 7 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente de *Folin-Ciocalteu* frente as diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas e do padrão chá verde na análise de compostos fenólicos totais (Fonte: Imagem obtida pela autora, 2019).

Na Figura 8, é possível observar a curva de calibração utilizada no doseamento de fenóis totais, no intervalo de concentração 0,1– 10 $\mu\text{g/mL}$. A metodologia apresentou

linearidade de resposta e a equação da reta e o coeficiente de correlação linear foram obtidos por análise de regressão linear.

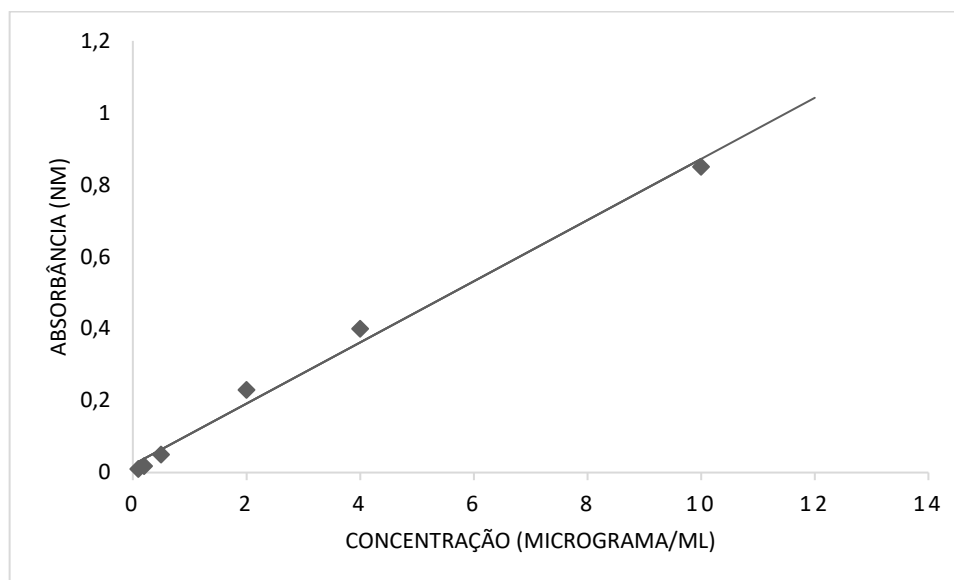


Figura 8 - Curva de calibração para quantificação dos compostos fenólicos utilizando como padrão chá verde, λ : 760 nm. Equação da reta: $y = 0.085x + 0.02$ ($r = 0.991$) (Fonte: Andrade, 2017).

As estimativas de compostos fenólicos totais, das duas variedades da fruta avaliada estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantificação de compostos fenólicos totais, equivalentes em $\mu\text{g/mL}$ de chá verde, dos chás das cascas de diferentes espécies de manga. Os resultados expressos correspondem a média $\pm Dp$, onde as letras diferentes na mesma coluna diferem estaticamente ($p < 0,05$) sendo que as análises foram feitas em triplicata (Fonte: elaborado pela autora, 2019).

Chás das cascas de manga	Quantidade de compostos fenólicos totais (equivalente $\mu\text{g/mL}$ de chá verde)
Manga 'TommyAtkins' (Chá 1)	$6,37 \pm 0,31^a$
Manga 'Palmer' (Chá 2)	$6,61 \pm 0,42^a$

Os resultados expressos na Tabela 2, permite-nos observar que os dois chás analisados, os quais foram preparados em uma concentração de 5 mg/mL, apresentam compostos fenólicos em sua composição, e estatisticamente não apresentaram diferenças, sendo que a manga ‘Palmer’ apresentou $6,61 \mu\text{g/mL} \pm 0,42$ e a manga ‘Tommy Atkins’ $6,37 \mu\text{g/mL} \pm 0,31$.

Ribeiro e colaboradores (2007), quantificaram os compostos fenólicos da polpa liofilizada de quatro variedades de manga, entre elas a ‘Palmer’ e a ‘Tommy Atkins’. Em todas as variedades analisadas, foram demonstradas presença de compostos fenólicos em sua composição e a sua quantidade variou dependendo da variedade testada, onde a ‘Palmer’ apresentou uma concentração de fenólicos totais, de aproximadamente, 120 mg GAE/100 g, sendo superior quando comparada a ‘Tommy Atkins’, 50mg GAE/100 g. Em nosso trabalho, não foram evidenciadas diferenças estatísticas entre as duas variedades, no entanto foi avaliada a casca e não a polpa.

O estudo de Azevedo (2006) utilizou um método mais sensível para realizar a análise, o de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com o extrato liofilizado da manga ‘Tommy Atkins’, que ao quantificar os compostos fenólicos demonstrou que sua concentração variou dependendo do estado de maturação das frutas, os quais, os valores médios encontrados foram de 101,12 mg/100g, 58,66 mg/100g e 45,96 mg/100g em mangas verdes, “de vez” e maduras respectivamente, mostrando que com o processo de amadurecimento da fruta ocorreu uma diminuição gradativa desses fenóis.

No entanto, quando comparado ao estudo de Infante e colaboradores (2013), o qual utilizaram extrato liofilizado de cascas de manga ‘Tommy Atkins’, a quantidade de compostos fenólicos encontrado foi de $4,50 \pm 0,26 \text{ mg GAE/g m.s.}$, demonstrando quantidade superior aos encontrados no presente estudo.

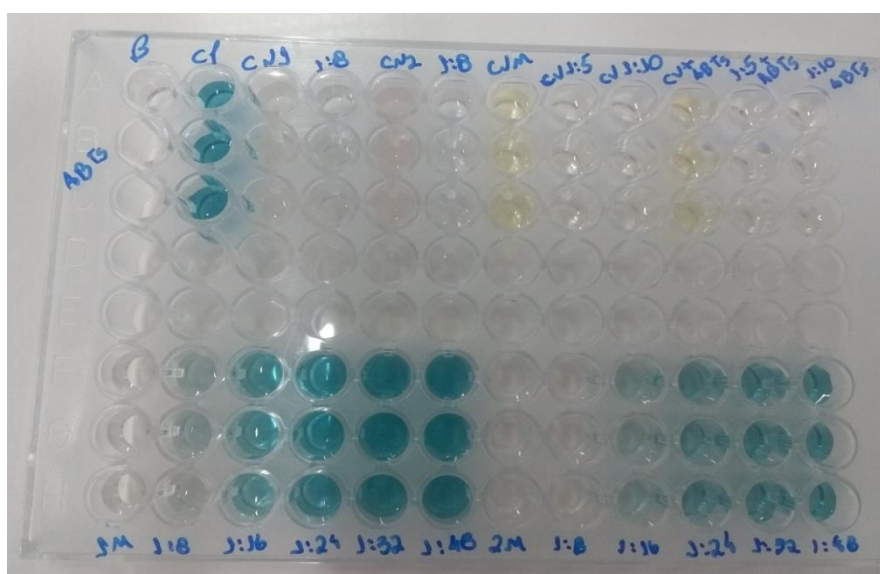
O teor desses compostos em frutas pode variar não só pelas características de cada variedade, como também por vários fatores: pré, durante e pós colheita dos frutos. Como por exemplo: clima, práticas agrícolas, estágio de maturação, método de colheita, condições de armazenamento e estocagem (LEE & KADER, 2000).

As cultivares de manga contêm concentrações fenólicas totais expressivas que podem contribuir para aumentar a ingestão de antioxidantes adquiridos pela dieta humana, considerando que a ingestão de compostos fenólicos recomendada em uma dieta é estimada entre 0,15 e 1,0 g/dia (RIBEIRO et.al., 2007).

5.2. Atividade dos chás das cascas das frutas sobre ABTS^{•+}

O radical ABTS^{•+} é um composto cromóforo quimicamente estável, apresenta alta solubilidade em água, pode ser solubilizado em meios orgânicos e aquosos nos quais a atividade antioxidante pode ser determinada, dependendo da natureza dos compostos antioxidantes. O método se baseia na capacidade dos antioxidantes em capturar o radical ABTS^{•+}, conforme essa reação acontece a absorvância vai diminuindo gradativamente (SUCUPIRA et al., 2012).

A partir da análise da absorvância, determinou-se a porcentagem de inibição do ABTS^{•+}. Quanto maior a porcentagem de inibição maior o potencial antioxidante. Através da imagem fotográfica mostrada na Figura 9 é possível evidenciar a redução da coloração do reagente contendo ABTS^{•+} frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das frutas, demonstrando o potencial antioxidante dos mesmos.



Legenda: B: Branco; CP: Controle positivo; CN: Controle negativo chá 1; CN2: Controle negativo chá 2; CVM: Chá verde Mãe; CV 1:5: Chá verde diluído 1:5; CV 1:10: Chá verde diluído 1:10; CV + ABTS: Chá verde + ABTS; 1M: Chá 1 Mãe ('Tommy'); 2M: Chá 2 Mãe ('Palmer').

Figura 9 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente contendo ABTS^{•+} frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas na análise antioxidante (Fonte: Imagem obtida pela autora, 2019).

O gráfico da atividade antioxidante dos diferentes chás em diluições seriadas feitas em triplicata, conforme a Figura 11, mostra a porcentagem de inibição de cada chá das cascas de manga, onde o chá 1 é o chá da casca da manga ‘Tommy Atkins’ e o chá 2 é o chá da casca da manga ‘Palmer’.

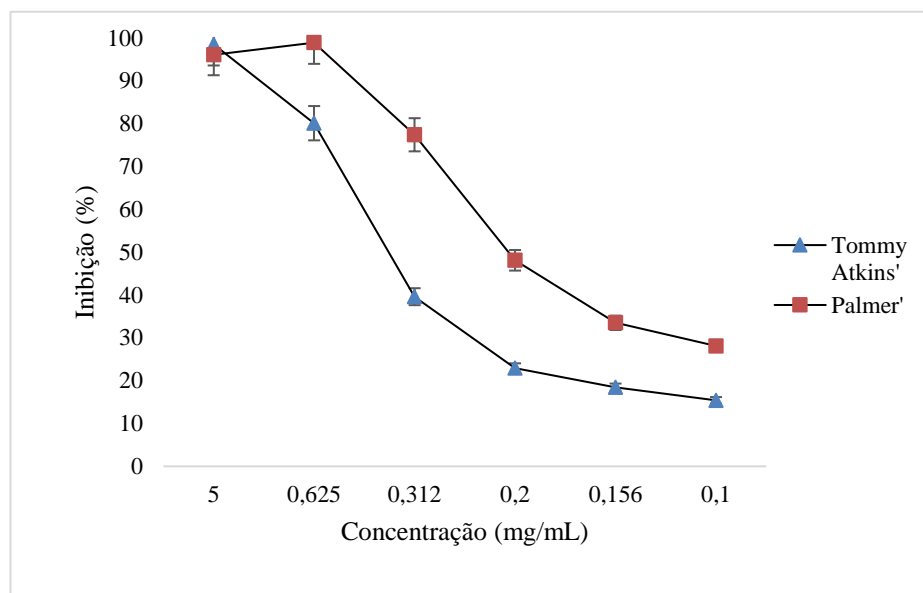


Figura 10 - Análise da % de Inibição dos chás de cascas de diferentes espécies de manga (5 – 0,1 mg/mL) sobre ABTS⁺. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em média ± Dp (Fonte: elaborado pela autora, 2019).

Analisando os resultados apresentados pelo gráfico da Figura 11, podemos observar que os dois chás apresentaram atividade antioxidante, sendo dose-dependente, pois quanto maior a concentração do chá, maior foi a sua atividade antioxidante. Sugere-se que o chá da manga ‘Palmer’ apresentou atividade superior quando comparada com o chá da manga ‘Tommy Atkins’, uma vez que na menor concentração 0,1 mg/mL, a mesma demonstrou porcentagem de inibição, aproximadamente 30%, enquanto a ‘Tommy Atkins’ aproximadamente, 15%.

Kim et al., 2009, demonstrou a atividade antioxidante das cascas da manga em seu estudo realizado com extrato liofilizado de cascas de mangas verdes e maduras, o qual obteve um percentual de inibição do radical ABTS⁺ de 67,5% (200 ug/mL), em cascas verdes, e aproximadamente 45% (200 ug/mL) em cascas maduras. Também demonstrou que esta atividade é dose-dependente, corroborando com o encontrado no presente estudo.

Sogi e colaboradores (2013), demonstraram a atividade antioxidante da casca e do caroço da manga ‘Tommy Atkins’. Em seu estudo, as análises foram realizadas com extratos obtidos através de diferentes métodos de secagem: liofilização, secagem em armário, secagem

a vácuo, e secagem por infravermelho. Resultados apontaram que tanto o caroço quanto a casca apresentam atividade antioxidante, porém, o caroço se mostrou superior ao da casca, evidenciando que o calor, afeta o seu potencial antioxidante, diminuindo-o significativamente.

A atividade antioxidante encontrada nas cascas das frutas está associada a presença de várias substâncias presentes em sua composição como os compostos fenólicos o ácido ascórbico, carotenóides, e aos minerais cobre, zinco, selênio, mangânes, por estarem relacionadas a enzimas com mecanismos antioxidantes (RIBEIRO, 2008).

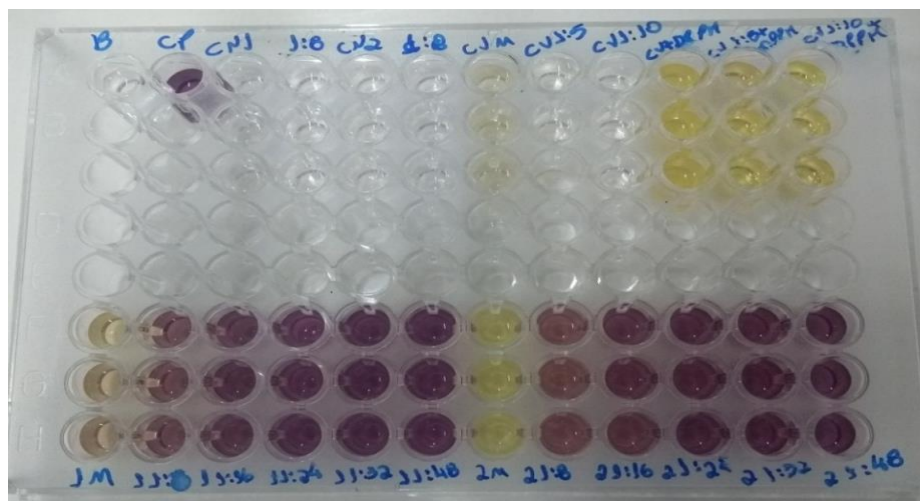
As diferenças encontradas de um estudo para o outro pode ser explicada pela quantidade de fenólicos totais presentes nas diferentes partes das frutas, ou uma possível interferência de alguns compostos bioativos da fruta que também podem interferir na reação, assim como pela diferença dos métodos e de preparo das amostras usados para as análises que podem ter sensibilidade variáveis, sendo uns mais sensíveis que outros (HOYOS-ARBELÁEZ, et al., 2018).

Os resultados apresentados no presente trabalho corroboram com os trabalhos encontrados na literatura, se mostrando eficientes para avaliação da atividade antioxidante das cascas da manga.

5.3. Atividade dos chás das cascas das frutas sobre DPPH^{•+}

O método do radical DPPH é um dos mais utilizados, pois é considerado um método rápido, prático e com boa estabilidade. O DPPH^{•+} (2,2-difenil-1-picrilidrazil) é um radical de nitrogênio orgânico, de cor violeta, que tem sua absorção na faixa de 515-520 nm. Sua reação consiste em que na presença de um doador de hidrogênio ou elétron a intensidade de absorção diminui e a solução com o radical perde cor, tornando-se amarela, de acordo com o número de elétrons capturados, ou seja, quando o elétron desemparelhado do átomo de nitrogênio no DPPH^{•+} recebe um átomo de hidrogênio proveniente de compostos antioxidantes, ocorre a mudança de cor (SUCUPIRA et al., 2012).

A partir da análise da absorbância, determinou-se a porcentagem de inibição do DPPH^{•+}. Quanto maior a porcentagem de inibição maior é o potencial antioxidante. Através da imagem fotográfica mostrada na Figura 12 é possível evidenciar a redução da coloração do reagente contendo DPPH^{•+} frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas, demonstrando o potencial antioxidante dos mesmos.



Legenda: B: Branco; CP: Controle positivo; CN: Controle negativo chá 1; CN2: Controle negativo chá 2; CVM: Chá verde Mãe; CV 1:5: Chá verde diluído 1:5; CV 1:10: Chá verde diluído 1:10; CV + DPPH: Chá verde + DPPH; 1M: Chá 1 Mãe ('Tommy'); 2M: Chá 2 Mãe ('Palmer').

Figura 11 – Imagem fotográfica ilustrativa da coloração do reagente contendo DPPH⁺ frente às diferentes concentrações dos chás das cascas das mangas na análise antioxidante (Fonte: Imagem obtida pela autora, 2019).

O gráfico da atividade antioxidante dos diferentes chás em diluições seriadas feitas em triplicata, conforme a Figura 12, mostra a porcentagem de inibição de cada chá das cascas de manga, onde o chá 1 é o chá da casca da manga 'Tommy Atkins' e o chá 2 é o chá da casca da manga 'Palmer'.

Conforme evidenciado no gráfico, podemos observar que os dois chás apresentaram atividade antioxidante bem significava sobre o radical DPPH⁺. O percentual de inibição foi dose-depende, onde quanto maior a concentração maior é a capacidade do chá inibir o radical. Os chás apresentaram desempenho semelhante, ainda assim sugere-se que o chá das cascas da manga 'Palmer' teve uma atividade superior em relação ao chá das cascas da manga 'TommyAtkins', uma vez que nas concentrações de 5,0 e 0,3125 mg/mL demonstraram um potencial de inibição superior.

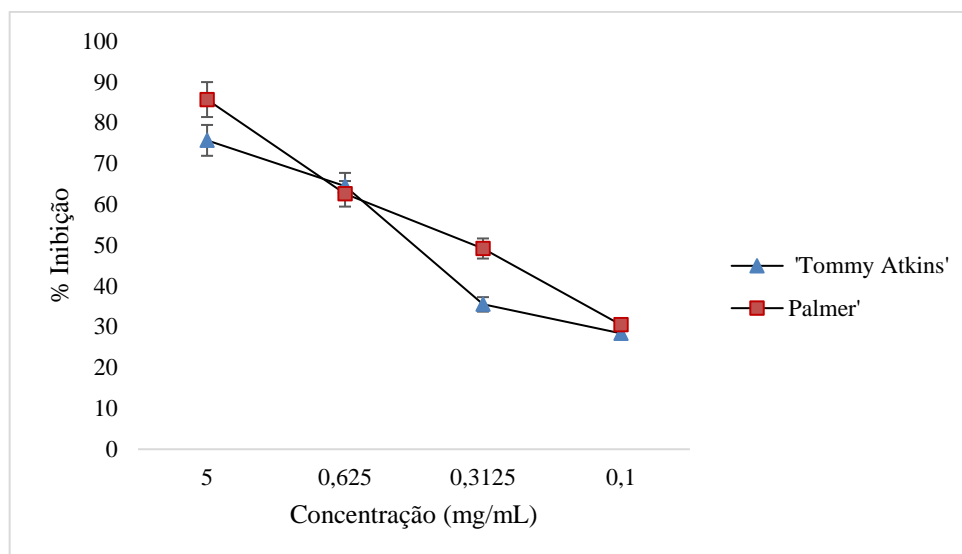


Figura 12 - Análise da % de Inibição dos chás de cascas de diferentes espécies de manga (5 – 0,1 mg/mL) sobre DPPH⁺. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em média \pm Dp (Fonte: elaborado pela autora, 2019).

Resultados semelhante ao encontrado por Kim et al., 2009, que em seu estudo analisou atividade antioxidante das cascas da manga e o qual se mostrou dose-dependente, porém concentrações menores (50 ug/ml) demonstraram aproximadamente 95% de inibição sobre o radical.

No estudo de Ajila et al., 2007, com extratos de casca de manga, também comprovou-se a atividade antioxidante das cascas de manga, obtendo um percentual de inibição do radical de aproximadamente 97% em 5 GAE/ug, ele também demonstrou que essa atividade é maior em cascas de mangas maduras, quando comparadas com as cascas de mangas verdes.

Agatonovic-Kustrin e colaboradores (2018) realizaram um estudo avaliando atividade antioxidante em nove variedades de manga, o qual todas demonstraram potencial antioxidante, sendo que em algumas variedades, a casca apresentou atividade superior ao da polpa.

Sendo assim a manga é uma boa alternativa na busca por antioxidantes, principalmente pelos compostos fenólicos que apresenta como: os ácidos gálico, taninos condensados, mangiferina, catequina, epicatequina e ácido benzóico nas sementes, e mangiferina e quercetina, na forma de aglicona e de glicosídeos na casca, assim como outros constituintes que a compõem e colaboram com esta atividade como os betacarotenos e ácido ascórbico (RIBEIRO et al., 2008; SOONG & BARLOW, 2004).

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo, foi possível observar e quantificar os compostos fenólicos totais dos chás das cascas das mangas das variedades ‘TommyAtkins’ e ‘Palmer’, sendo que ambos os chás apresentaram compostos fenólicos, e estatisticamente não apresentaram diferenças.

Quanto a atividade antioxidante dos chás sobre o ABTS⁺, ambos tiveram a capacidade de inibir o radical em todas as concentrações testadas, sugere-se que o chá das cascas da manga ‘Palmer’ foi superior ao chá das cascas da manga ‘Tommy Atkins’, pois, apresentou inibição superior em todas as concentrações testadas, ambas se mostraram dose-dependentes.

Para o DPPH⁺, ambos os chás inibiram o radical, com bastante semelhança, apesar de ficarem próximos, sugere-se novamente que o chá das cascas da manga ‘Palmer’ obteve desempenho um pouco superior quando comparado ao chá da manga ‘TommyAtkins’.

Por meio deste estudo podemos observar que as cascas da manga exercem uma considerável atividade antioxidante, podendo ser usadas com diversas finalidades benéficas a saúde humana, já que muitas vezes são desprezadas como subprodutos da fruta. Ressalta-se a importância dos estudos para maior aplicabilidade das cascas para que essa importante fonte de antioxidantes naturais, não seja mais desprezada e seus benefícios possam ser aproveitados da melhor maneira possível.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, M. S; SANT'ANA, L. S; MANCINI FILHO, J. **Interação entre antioxidantes naturais e espécies reativas do oxigênio nas doenças cardiovasculares: perspectivas para a contribuição do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.)**. Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr, v. 35, n. 1, 2010.
- AGATONOVIC-KUSTRIN, S.; KUSTRIN, E.; MORTON, D. W. **Phenolic acids contribution to antioxidant activities and comparative assessment of phenolic content in mango pulp and peel**. South African journal of botany, v. 116, p. 158-163, 2018.
- AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT S. G.; PRASADA RAO U. J. S. **Bio active compounds and antioxidant potential of mango peel extract**. Food chemistry, v. 105, n. 3, p. 982-988, 2007.
- ANDERSON, Diana. **Antioxidant defences against active oxygen species causing genetic damage**. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, v. 350, n. 1, p. 103-108, 1996.
- ANDRADE, C. S. A. **Estudo comparativo da atividade antioxidante de chás obtidos pelo método de decocção de cascas de frutas**. 2017. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) - Faculdade Guairacá – FAG, Guarapuava, 2017.
- ANGELO, P. M; JORGE, N. **Compostos fenólicos em alimentos uma breve revisão**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.
- ARORA, A.; MURALEEDHARAN, G. N.; STRASBURG, G. M. **Structure-activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system**. Free Radical Biology and Medicine, New York, v.24, n.9, p. 1355-1363, 1998.
- AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZA, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; WASIMSIDDQUIBJ, M. D.; DÁVILA-AVIÑA, J. E.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. **Agro-industrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives**. Food Res. Int., v. 44, p. 1866-1874, 2011.
- AZEVEDO, Andreia Cristiane Souza. **Estudo das enzimas oxidativas e presença de compostos bioativos em mangas (*Mangifera indica* L.) produzidas no Brasil**. Tese de doutorado. Universidade Estadual De Campinas, Faculdade De Engenharia De Alimentos, Campinas, 2006.
- AZMIR, J.; ZAIDUL, I. S. M.; RAHMAN, M. M.; SHARIF, K. M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M. H. A.; GHAFOR, J.; NORULAINI, N. A. N.; OMA, A. K. M. **Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review**. Journal of Food Engineering, v. 117, n. 4, p. 426–436, ago. 2013.
- BARBOSA, K. B. F.; COSTA, B. M. N.; ALFENAS, G. C. R.; PAULA, O. S.; MINIM, R. P. V.; BRESSAN, J. **Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios**. Revista de nutrição, 2010.

BRAIBANTE, M. E. F.; SILVA, D.; SCHMITZ, B. T. H.; PAZINATO, S.M. **A química dos chás**. Química Nova Escola, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

BRANDÃO, M. C. C.; MAIA, G. A.; LIMA, D. P. **Análise físico-química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótica solar**. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BUCHLI, Lucy. **Radicais livres e antioxidantes**. Cosmetics & Toiletries, v.14, n. 2, p. 54-57, 2002.

COTINGUIBA, G. G.; SILVA, J. R. N.; AZEVEDO, R. R. S.; ROCHA, T. J. M.; SANTOS, A. F. **Método de Avaliação da Defesa Antioxidante**. Uma Revisão de Literatura. UNOPAR Cient. Ciênc. Biol., v.15, n. 3, p. 231-7, 2013.

DECKER, E. A. **Phenolics: pro oxidants or anti oxidants?** Nutrition Reviews, New York, v.55, n.11, p.396-398, 1997.

DEGÁSPARI, C. H; WASZCZYNSKYJ, N. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos**. Visão acadêmica, v. 5, n. 1, 2004.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. **Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo**. Revista da associação médica brasileira, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FERREIRA, I. C. F. R; ABREU, R. **Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos**. Bioanálise, p. 32-39, 2007.

FRANKE, A. A.; CUSTER, L. J.; ARAKAKI, C.; MURPHY, S. P. **Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii**. Journal of Food Composition and Analysis, Orlando, v. 17, n. 1, p. 1-35, 2004.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoid composition of commercial mangoes from Brazil**. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, London, v. 22, n. 3, p. 100-103, 1989.

GUO, C.; YANG, J.; WEI, J.; LI, Y.; XU, J.; JIANG, Y. **Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay**. Nutrition Research, New York, v. 23, n. 12, p. 1719-1726, 2003.

HARTMAN, P. E.; SHANKEL, D.M. **Antimutagens and anticarcinogens: a survey of putative interceptor molecules**. Environmental and Molecular Mutagenesis, New York, v.15, n.3, p.145-182, 1990.

HOYOS-ARBELÁEZ, J.; BLANDÓN-NARANJO, L.; VÁZQUEZA, M.; CONTRERAS-CALDERÓN, J. **Antioxidant capacity of mango fruit (*Mangifera indica*). An electrochemical study as an approach to the spectrophotometric methods**. Food chemistry, v. 266, p. 435-440, 2018.

HUANG, M. T.; HO, C. T.; LEE, C. Y. **Phenolic compounds in food and their effect on health**. Washington: American Chemical Society, 1992.

INFANTE, J.; SELANI, M.M.; TOLEDO, N.M.V.; SILVEIRA-DINIZ, M.F.; ALENCAR, S.M.; SPOTO, M.H.F. **Atividade antioxidante de resíduos**. Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr., Araraquara, v. 24, n. 1, p. 87-91, jan./mar. 2013.

KAUER, C.; KAPOOR, H. C. **Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's health**. International Journal of Food Science and Technology, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, 2001.

KIM, Y.; BRECHT, J. K.; TALCOTT, S. T. **Antioxidant phyto chemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage**. Food Chemistry, Davis, v.105, n. 4, p. 1327-1334, 2007.

KIM, H.; MOON, J. Y.; KIM, H.; LEE, DONG-SUN; CHO, M.; CHOI HYUNG-KYOON, KIM Y. S.; MOSADDIK A.; CHO S. K. **Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel**. Food Chemistry, v. 121, n. 2, p. 429-436, 2009.

KONDO, S.; TSUDA, K.; MUTO, N.; UEDA, J. **Antioxidant activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development in selected apple cultivars**. Scientia Horticultura, v. 96, n. 1-4, p. 177-185, 2002.

KUSS, F. **Agentes oxidantes e antioxidantes**. Programa de pós graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 5, 2005.

LEE, S. K.; KADER, A. A. **Pre harvest and post harvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops**. Postharvest Biology and Technology, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

MARÇO, H. P.; POPPI, J. R. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos Naturais**. Química Nova, vol. 31, No. 5, 1218-1223, 2008.

MARTELLI, F.; NUNES, F. M. F. **Radicais livres: em busca do equilíbrio**. Ciência e Cultura, v. 66, n. 3, p. 54-57, 2014.

MIRGHANI MES, Y. F.; KABBASHI N. A.; VEJAYAN J & YOSUF Z. B. M. **Antibacterial activity of mango kernel extracts**. Journal of Applied Sciences, 9:3013-3019, 2009.

PÓVOA, L.G.; PÓVOA FILHO, H. **Radicais livres (Generalidade)** In: PÓVOA, H. **Radicais Livres: em Patologia Humana**. Rio de Janeiro: Imago, p.163-182, 1995.

RAUHA, J.P.SUSANNA, R.; HEINONEN, M.; HOPIA, A.; KAHKONEN, M.; KUJALA, T.; PIHLAJA, K.; VUORELA, H.; VUORELA, P. **Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds**. International Journal of Food Microbiology. Amsterdam: v.56, n.1, p. 3-12, 2000.

RIBEIRO, R. M. Sônia. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de manga (*Mangifera indica* L.) cultivadas no estado de Minas Gerais.** 2006. 166 f. Tese – Pós graduação – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. L.R.; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P. **Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp.** Plant Foods for Human Nutrition, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2007.

RIBEIRO, S. M. R.; BARBOSA, L. C. A; QUEIROZ, J. H.; KNODLER, M.; SCHIEBER, A. **Phenolic compounds and antioxidant capacity of brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties.** Food Chemistry, v. 110, p. 620-626, 2008.

RUFINO, M. S. M; ALVES, R. E; BRITO, E. S; MORAIS, M. M; SAMPAIO, C. G; JIMÉNEZ, J. P; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS.** Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico, ISSN 1679-6535, Julho, Fortaleza, Ceará, 2007.

RUFINO, M. D. S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S; MORAIS, M. M; SAMPAIO, C. G; JIMÉNEZ, J. P; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E),Fortaleza, Ceará, 2007.

SALDANHA, Luciane Arias. **Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de erva-mate (*Ilexparaguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camelliasinensis*).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2005.

SCHMITZ, W.; SAITO, A. Y.; ESTEVÃO, D.; SARIDAKIS, H. O. **O chá verde e suas ações como quimioprotetor.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, v. 26, n. 2, p. 119-130, 2005.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P. K. J. P. D. **Phenolic antioxidants.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHI, H.; NOGUCHI, N.; NIKY, E.. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Natural antioxidants Antioxidants in food practical application.** Cambridge: CRC., p. 147-148, 2001.

SILVA, O. D; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; SANT'ANA, H. M. P. **Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais.** Acta Scientiarum. Health Sciences, v. 33, n. 1, 2011.

SILVA, W. J. M.; FERRARI, C. K. B. **Metabolismo mitocondrial, radicais livres e envelhecimento.** Rev Bras Geriatr Gerontol., v.14, n.3, p. 441-51, 2011.

SMIDERLE, L. A. S. **Atividade antioxidante, polifenóis totais, carotenoides totais, α - e β -carotenos e isômeros trans (E) e cis (Z) em cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata*) cruas e cozidas.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em

Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

SOGI, D. S.; MUHAMMAD, S.; IBRAHIM, G.; KIRK D. D. **Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of ‘Tommy Atkins’ mango peel and kernel as affected by drying methods.** Food chemistry, v. 141, n. 3, p. 2649-2655, 2013.

SOONG, Y-Y.; BARLOW, P. J. **Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds.** Food Chemistry, Davis, v. 88, n. 3, p. 411-417, 2004.

SOUSA, C. M. M; SILVA, H. R.; VIEIRA-JUNIOR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. C.; ARAÚJO, D. S. **Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais.** Quim Nova; 30 (2): 351-5, 2007.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. **Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos.** Revista Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 4, p. 263–269, 2012.

VAN ACKER, S. A .B .E.; GROOT, M. J.; VAN DEN BERG, D.; TROMP, M. N. J. L.; KELDER, G. D.; VAN DER VIJGH, W. J. F.; BAST, A. **A quantum chemical explanation of the activity of flavonoids.** Chemical Research Toxicology, v. 9, p. 1305-1312, 1996.

VASCONCELOS, T.B, CARDOSO, A.R.N.R, JOSINO, J.B, MACENA, R.H.M, BASTOS, V.P.D **Radicais livres e Antioxidantes: Proteção ou Perigo.** UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde, 2014.

VASCONCELOS, T. B; et al. **Radicais livres e antioxidantes: proteção ou perigo?.** Journalof Health Sciences, v. 16, n. 3, 2015.

ZIMMERMANN, A. M; KIRSTEN, V.R. **Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica.** Disciplinarum Scientia| Saúde, v. 9, n. 1, p. 51-68, 2008.