

LILIAN CELESTE LOPES BATISTA

**QUALIDADE NUTRICIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE
LARANJINHA DE PACU (*Pouteria glomerata* (miq.) radlk) DO
CERRADO E DO PANTANAL**

CAMPO GRANDE

2013

LILIAN CELESTE LOPES BATISTA

**QUALIDADE NUTRICIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE
LARANJINHA DE PACU (*Pouteria glomerata* (miq.) radlk) DO
CERRADO E DO PANTANAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a Dr^a Priscila Aiko Hiane

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Mariana Ferreira
Oliveira Prates

CAMPO GRANDE

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

LILIAN CELESTE LOPES BATISTA

QUALIDADE NUTRICIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE LARANJINHA DE PACU (*Pouteria glomerata* (miq.) radlk) DO CERRADO E DO PANTANAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre.

Resultado _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Priscila Aiko Hiane
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a. Dr^a. Danielle Bogo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof^a. Dr^a Rita de Cássia Avellaneda Guimarães
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Vitor e Celeste**, que não só me deram a vida, mas pelo amor incondicional e os ensinamentos que jamais serão esquecidos.

Ao meu esposo, **Leandro Fiuza**, pelo amor, pelas orações, pela amizade, dedicação e compreensão durante todo o período do mestrado.

AGRADECIMENTOS

- À Santa Trindade: Deus Pai, Deus Filho e Deus Espírito Santo, pelo animo de viver, pela alegria em meio a paz ou a guerra, e por ter morrido em meu lugar para que hoje eu possa desfrutar mais um sonho.

- À minha família, pela presença constante em minha vida;

- À Profª Drª Priscila Aiko Hiane, pela orientação competente, confiança e incentivo dedicados à realização desse trabalho;

- À Profª Drª Mariana Ferreira Oliveira Prates por todo tempo disponível, toda atenção, carinho e ensinamentos, a ela dedico respeito e admiração.

- À Profª Drª Raquel Pires Campos, pelo carinho, paciência e orientação constante com sua alegria contagiante.

- Ao Prof. Dr. José Antônio Braga Neto pelo tempo dedicado em longas conversas que muito contribuíram para o enriquecimento do trabalho.

- Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos (DTA) pela amizade e profissionalismo a mim dedicados.

- Aos técnicos do DTA, Osmar Ferreira de Andrade e Márcio Olívio Figueiredo Vargas pela contribuição técnica e amizade.

- À PROPP/UFMS (Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) pelo suporte financeiro nesta pesquisa.

- E a todos que não mencionei, mas que estiveram presentes de alguma forma nessa jornada.

“Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes.”

(Paulo Freire)

Batista L.C.L. Qualidade nutricional e atividade antioxidante de laranjinha de pacu (*Pouteria glomerata (miq.) Radlk*) do Cerrado e do Pantanal. Campo Grande; 2013. [Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

RESUMO

As fruteiras nativas ocupam lugar de destaque no ecossistema do Cerrado e seus frutos já são comercializados em feiras, com grande aceitação popular. Os frutos de laranjinha de pacu são comestíveis, utilizados como alimento de peixe (isca) e no preparo de doces e sucos. Este trabalho teve por objetivo avaliar as características físicas (massa, diâmetro, rendimento de polpa e casca), químicas (umidade, pH, acidez titulável - AT e sólidos solúveis - SS) e bioativas (ácido ascórbico - AA, fenóis, taninos e atividade antioxidante - AO) de frutos de laranjinha de pacu. Os frutos foram separados em polpa e casca, sendo cada parte analisada em triplicata. Foi avaliado o efeito do tipo de solvente (água e etanol 95%) no estudo das características bioativas do fruto. Os frutos apresentaram valores de zinco em sua polpa de $8,45 \pm 0,08 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ e $1,42 \pm 0,36 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ na casca, o cobre foi somente encontrado na casca do fruto, com valor de $16,00 \pm 21,00 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, o teor de ferro foi de $12,50 \pm 4,88 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ na polpa e $9,25 \pm 3,46 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ na casca, já o manganês teve maior teor na polpa ($2,05 \pm 0,11 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) do que na casca ($0,86 \pm 0,21 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$). Os extratos aquosos apresentaram maior concentração de fenóis, taninos e AO. As maiores concentrações de fenóis, tanto na extração aquosa quanto na etanólica, foram encontradas na polpa. O teor de fenóis foi superior ao observado em outros estudos para este e outros frutos nativos do Pantanal. A concentração de taninos foi maior tanto na polpa como na casca na extração aquosa em relação a extração etanólica. Em relação à AO a polpa na extração aquosa apresentou maior valor que a etanólica, e valores próximos na casca nas duas extrações. Os frutos apresentaram elevado teor de ácido ascórbico comparado a outros frutos do cerrado, com maior concentração na casca do que na polpa. O fruto tem potencial para ser utilizado como alternativa de consumo para obtenção de nutrientes e de compostos com atividade antioxidante.

Palavras- chave: laranjinha de pacu, taninos, compostos fenólicos, atividade antioxidante, frutos do pantanal.

Batista LCL. Nutritional quality and antioxidant activity of Pacu Orange (*Pouteria glomerata (miq.) Radlk*) from Cerrado and Pantanal. Campo Grande; 2013. [This dissertation was submitted to the Post-Graduation program in Health and Development of the Federal University of Mato Grosso do Sul].

ABSTRACT

The native fruit trees take an important place in the Cerrado ecosystem and their fruits are already commercialized on the market, with a great popular appeal, the Pacu Orange fruits are eatable and used as bait fish as well as for preparing sweet-stuff and juices. This work aimed to evaluate physical characteristics (mass, diameter, pulp and peel yield), chemical (humidity, pH, titratable acidity - TA and soluble solids - SS) and bioactive (ascorbic acid - AA, phenols, tannins and antioxidant activity - AO) of Pacu orange. The fruits were separated in pulp and peel, each part being analysed in triplicate. In the study of bioactive characteristics of the fruit, it was evaluated the effect of the solvent type (water and ethanol 95%). The fruits showed zinc values in their pulps of $8,45 \pm 0,08$ mg 100 g⁻¹ and $1,42 \pm 0,36$ mg 100 g⁻¹ in the peels, the copper values were $12,50 \pm 4,88$ mg 100 g⁻¹ in the pulp and $9,25 \pm 3,46$ mg 100 g⁻¹ in the peel, and the manganese values were higher in the pulp ($2,05 \pm 0,11$ mg 100 g⁻¹) than in the peels ($0,86 \pm 0,21$ mg 100 g⁻¹). The watery extracts showed greater concentrations of phenols, tannins and AO. The greatest concentrations of phenols, in the watery and also in the ethanolic extractions, were found in the pulp. The value of phenols was greater than the observed in other studies for these and other native fruits from Pantanal. The concentration of tannin was greater in the pulp and also in the peel in the watery extraction compared to the ethanolic extraction. In relation to AO, the watery extraction showed higher values than the ethanolic extraction of the pulp and close values in the peel for both extractions. The fruits exhibited elevated values of Ascorbic Acid compared to other fruits from Cerrado, with greater concentration in the peel than in the pulp. The Pacu orange has potencial to be used as a consumption alternative to obtain nutrients and compounds with antioxidant activity.

Keywords: Pacu Orange, tannin, phenolic compounds, antioxidant activity, fruits from Pantanal.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas dos frutos laranjinha de pacu (<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk) do município de Miranda/MS	45
Tabela 2 - Características químicas da polpa e casca dos frutos laranjinha de pacu do município de Miranda/MS.....	46
Tabela 3 - Teores de minerais em frutos de laranjinha de pacu do município de Miranda/MS.....	47
Tabela 4 - Teores de compostos bioativos, em massa seca, em frutos de laranjinha de pacu do município de Miranda/MS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura de taninos hidrolisáveis	20
Figura 2 - Estrutura química de taninos condensados	21
Figura 3 - Estrutura química de um composto fenólico	23
Figura 4 - Ácido Ascórbico	25
Figura 5 - Biomas Brasileiros	30
Figura 6 - Frutos de Laranjinha de Pacu (<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.)Radlk)	31
Figura 7–Polpa, casca e sementes da Laranjinha de Pacu (<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.)Radlk)	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Atividade antioxidante	15
2.2 Oxidação lipídica	18
2.3 Compostos Bioativos.....	19
2.3.1 Taninos.....	19
2.3.2 Compostos Fenólicos	23
2.3.3 Ácido Ascórbico.....	25
2.4 Bioma Cerrado e Pantanal	27
2.4.1 Plantas medicinais	29
2.4.2 Laranjinha de Pacu	30
2.5 Características químicas dos frutos	31
2.5.1 Sólidos solúveis.....	31
2.5.2 pH.....	32
2.5.3 Acidez titulável	33
2.6 Minerais.....	33
2.6.1 Manganês.....	34
2.6.2 Zinco.....	35
2.6.3 Cobre.....	36
2.6.4 Ferro.....	37
3 OBJETIVOS	38
3.1 Objetivos geral	38
3.2 Objetivos específicos	38
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 Material.....	39
4.2 Caracterização física	40
4.3 Determinação de umidade	40
4.4 Caracterização química.....	40
4.5 Preparo de extratos	41
4.6 Determinação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH	42
4.7 Determinação de compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante.....	42

4.8 Análise estatística	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1 Características físicas	45
5.2 Características químicas	46
5.3 Minerais.....	47
5.4 Compostos bioativos	49
6 CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

De todos os métodos da medicina natural a fitoterapia é sem dúvida o mais antigo. Dele já lançava mão o homem pré-histórico, que aprendeu com os animais a distinguir as plantas comestíveis daquelas que podiam ajudá-lo a sanar suas moléstias (YWATA, 1999).

No Brasil a extração de produtos nativos da biodiversidade é uma atividade constante na história. Ainda hoje, muitas famílias pertencentes a diversas culturas em todo o mundo têm no extrativismo vegetal uma fonte importante de alimentos, remédios, utilitários e combustíveis (HIRONAKA, 2000; LESCURE, 2000; DIEGUES e ARRUDA, 2001). Sendo assim, a flora brasileira é uma das mais ricas em fontes de material bioativo do mundo devido a sua biodiversidade.

Os diversos biomas encontrados em nosso país abrigam uma biodiversidade ainda desconhecida e inexplorada. O Bioma Cerrado ocupa uma área de 204 milhões de hectares, possuindo cerca de 6.200 espécies de plantas nativas (SILVA et al., 2001), e o Bioma Pantanal constitui a maior planície do mundo, sendo que a porção brasileira dessa planície – quase 140 mil km² em sete municípios de Mato Grosso e nove de Mato Grosso do Sul – representa pouco mais de 38% da bacia do Alto Paraguai (CONCEIÇÃO, 2006). Dessa forma, há uma tendência de aumento de atividades de turismo rural, científico e de aventura no Pantanal, que tende a aumentar a demanda por informações sobre as plantas úteis.

Devido à sua extensão e situação geográfica, a região do Cerrado apresenta grandes variações de solo, clima, fauna e flora (SILVA et al., 1994). O clima é sazonal, com uma estação chuvosa - cuja precipitação média anual varia de 1200 a 1800 mm - e uma estação seca que acontece por 5 a 6 meses por ano (LACERDA et al., 2001). Já a flora é bastante diversificada apresentando um agrupamento de árvores baixas, com ramificações irregulares, troncos retorcidos e com cascas grossas, distribuídas sobre um extrato herbáceo e subarborescente (SILVA et al., 1994).

Hoje, graças ao desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que viabilizaram a sua utilização em bases econômicas, a região dos cerrados é um dos mais importantes pólos de produção de alimentos do país, contribuindo com mais de 25% da produção nacional de grãos alimentícios, além de abrigar mais de 40% do rebanho bovino do país. Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao

desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, o ecossistema cerrados apresenta surpreendente variabilidade de espécies (AVIDOS et al., 2000).

A Constituição Federal Brasileira confere à União a competência para elaborar e executar políticas nacionais para o desenvolvimento econômico e social. No intuito de estabelecer as diretrizes para a atuação do governo na área de plantas medicinais e fitoterápicos, elaborou-se a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que se constitui parte essencial das políticas públicas de saúde, meio ambiente, desenvolvimento econômico e social como um dos elementos fundamentais de transversalidade de implementação de ações capazes de promover melhorias na qualidade de vida da população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

A composição química dos frutos nativos das regiões brasileiras há tempos vem sendo pesquisada e ainda não se conseguiu analisar todos os frutos que estão disponíveis, restando ainda uma grande variedade de frutos nativos para serem estudados. Hiane et al (1992) já alertou, que pesquisas vinham demonstrando que as regiões tropicais e sub-tropicais necessitavam de programas urgentes para estabelecer e processar fontes.

A prevenção de carências nutricionais, o uso de medidas de manutenção de saúde e a necessidade de desenvolvimento sustentável de matérias-primas regionais, leva à busca de dados quanto às fontes alimentícias com viabilidade econômica (SILVA et al., 2001; SOARES et al., 2004; MARIN, 2006).

Uma dieta balanceada e diversificada, com a inclusão de frutas e vegetais regionais, promove a valorização da região, a diminuição de custo de produção e a redução de custos com transporte.

Portanto, o incentivo ao consumo de alimentos regionais, como as frutas nativas do Cerrado e do Pantanal é de suma importância, uma vez que, as frutas são consideradas componentes essenciais de uma dieta saudável (OGLE et al., 2001).

A laranjinha de pacu apresenta sabor azedo acentuado, com baixa percepção de açúcar, sendo comparado ao do fruto tamarindo. Já seu odor é agradável, suave e adocicado (POTT, POTT, 1994; POTT, POTT, 2000).

O estudo de Silva (2010) demonstrou elevada atividade antioxidante e concentração de fenólicos no fruto, demonstrando a alternativa de consumo da laranjinha de pacu.

A constatação de que os vegetais possuem substâncias biologicamente ativas que trazem benefícios à saúde ou efeitos fisiológicos desejáveis tem impulsionado estudos sobre a sua propriedade antioxidante. O efeito antioxidante de vegetais foi, inicialmente, evidenciado por Chipault et al (1952), citado por Melo et al (2006), que avaliaram a ação de 32 especiarias, das quais o alecrim e a sálvia foram consideradas as mais eficazes. Posteriormente, esta ação foi constatada na soja e produtos de soja, na canela, no espinafre e repolho, na maçã, no coentro, entre outros (MELO et al., 2006).

Nos organismos vivos, a função dos antioxidantes é impedir que radicais livres danifiquem células e tecidos. A dieta é uma importante fonte de antioxidantes e sabe-se que vegetais e frutos são ricos em vitaminas, compostos fenólicos, taninos e diversas substâncias que auxiliam a manter a saúde celular inibindo a instalação de patogenias ligadas ao stress oxidativo (SANTOS, 2006). Desta forma, a popularização destes alimentos é necessária para que possam estar presentes na mesa de todas as classes econômicas (KAWASHIMA e SOARES, 2003). No entanto, as informações a respeito da composição nutricional de alimentos brasileiros são escassas (SOARES et al., 2004).

Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina tradicional no tratamento de diversas moléstias, tais como diarreias, hipertensão arterial, reumatismo, hemorragias, feridas, queimaduras, problemas estomacais, renais e do sistema urinário, e processos inflamatórios em geral (PANSERA et al., 2003).

O ácido ascórbico é amplamente conhecido por sua atividade antioxidante e por isso é utilizado em cosméticos ou em tratamentos de doenças degenerativas (IRACHE, 1993). Assim como os compostos fenólicos que são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (HEIM et al., 2002).

A possibilidade de prevenir e/ou combater doenças por meio da dieta tem atraído a atenção, tanto da comunidade científica como das indústrias alimentícias, com o objetivo comum de desenvolver os atualmente conhecidos como “alimentos funcionais” ou alimentos ricos em um ou mais compostos/ componentes bioativos que apresentam efeitos positivos na saúde (BARBOSA et al., 2006).

Estudos dos frutos do Cerrado e do Pantanal poderão ser úteis em programas de prevenção de deficiências nutricionais e na formulação de alimentos funcionais devido à presença de compostos antioxidantes naturais que podem atuar na prevenção de inúmeras doenças crônicas humanas (SILVA, 2010).

Diante disto, investigação sobre o potencial antioxidante e qualidade nutricional da laranjinha de pacu poderão contribuir para a divulgação e o melhor aproveitamento deste fruto no Estado de Mato Grosso do Sul.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Atividade antioxidante

Sies e Stahl (1995) definem antioxidante como qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz.

Esses agentes que protegem as células contra os efeitos dos radicais livres podem ser classificados em antioxidantes enzimáticos e não-enzimáticos (SIES, 1993), conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Antioxidantes enzimáticos e não-enzimáticos (SIES, 1993).

Classificação dos antioxidantes	
Enzimáticos	Superóxido dismutase, catalase, NADPH-quinonaoxidoreductase, glutathionaperoxidase, enzimas de reparo
Não enzimáticos	α -tocoferol (vitamina E), β -caroteno, ácido ascórbico (vitamina C), flavonoides, proteínas do plasma, selênio, glutathione, clorofilina L-cisteína, curcumina

Os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Os

antioxidantes obtidos da dieta, tais como as vitaminas C, E e A, os flavonóides e carotenóides são extremamente importantes na intercepção dos radicais livres (BIANCHI e ANTUNES, 1999).

Os organismos eucariotos possuem enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase, a catalase e a glutathione peroxidase que reagem com os compostos oxidantes e protegem as células e os tecidos do estresse oxidativo (TRABER, 1997).

Os principais antioxidantes presentes no plasma humano são as proteínas com grupos tióis (SH), o ácido úrico, o ácido ascórbico, os tocoferóis e os carotenóides (CERQUEIRA et al., 2007).

Os principais componentes bioativos dos alimentos com ação antioxidante são: vitamina C, vitamina E, β -caroteno, flavonóides, antocianinas, taninos, compostos fenólicos entre outros. Neste contexto, destacam-se as frutas, hortaliças e outros produtos de origem vegetal que são ricos nestes fitoquímicos (SILVA, 2010).

A classe química de compostos naturais com ação antioxidante que mais se destaca são os compostos fenólicos, sendo que, estão amplamente distribuídos no reino vegetal, podendo ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (MALACRIDA e MOTTA, 2005).

Segundo Naczki e Shahidi (2004) os compostos fenólicos de plantas enquadram-se em diversas categorias, como fenóis simples, ácidos fenólicos (derivados de ácidos benzóico e cinâmico), cumarinas, flavonóides, estilbenos, taninos condensados e hidrolisáveis, lignanas e ligninas. Diante disso, os compostos fenólicos presentes em vegetais têm recebido considerável atenção por serem os principais componentes com atividade antioxidante, embora não sejam os únicos, já que, a atividade antioxidante de compostos fenólicos tem sido atribuída às suas propriedades de óxido-redução, que desempenham importante papel na adsorção ou neutralização de radicais livres (BASILE et al., 2005).

Em adição aos efeitos protetores dos antioxidantes endógenos, a inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância e o consumo de frutas e vegetais está relacionado com a diminuição do risco do desenvolvimento de doenças associadas ao acúmulo de radicais livres (POMPELLA, 1997).

Os estudos sobre os antioxidantes têm ressaltado, principalmente, o uso de nutrientes isolados no tratamento e prevenção de doenças. Entretanto, nos alimentos são encontrados uma grande variedade de substâncias que podem atuar em sinergismo na proteção das células e tecidos (JACOB, 1995; NIKI et al., 1995; HERCBERG et al., 1998).

Dessa forma, para evitar o desenvolvimento da reação oxidativa, os antioxidantes também são empregados como aditivos alimentares. Os antioxidantes sintéticos butil-hidróxi-tolueno (BHT), o butilhidróxi-anisol (BHA) e o terc-butil-hidroquinona (TBHQ) são amplamente utilizados pela indústria alimentícia. No entanto, vários estudos têm demonstrado o efeito tóxico destes aditivos sintéticos e, por isso o interesse pelos antioxidantes naturais têm aumentado (SILVA, 2010).

Em geral, os antioxidantes são classificados em primários e secundários de acordo com seu mecanismo de ação sobre a reação de oxidação. Os antioxidantes primários são os que possuem um grupamento fenólico que lhes conferem a capacidade de inativar radicais livres e com isto interromper a cadeia de radical das reações oxidativas, sendo assim, atuam desativando formas ativas do oxigênio, doando um átomo de hidrogênio para o radical graxo livre ou para um radical peróxido livre (WONG, 1995; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; OETTERER et al., 2006).

Os antioxidantes secundários reduzem a velocidade da oxidação pela capacidade de quelar metais pró-oxidantes, doar átomos de hidrogênio a antioxidantes primários, decompor hidropéroxidos em espécies não radicais, desativar o oxigênio singlete, absorver radiação ultravioleta ou agir como supressores de oxigênio. Os mais importantes antioxidantes secundários são o ácido cítrico, fosfórico, ascórbico e fosfatídeos. Quando presentes ou utilizados concomitantemente, os dois tipos de antioxidantes podem apresentar ação sinérgica (CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; OETTERER et al., 2006).

O efeito cooperativo entre as vitaminas C e E é freqüentemente mencionado na literatura, mostrando que a interação dessas vitaminas é efetiva na inibição da peroxidação dos lipídeos da membrana e na proteção do DNA (GEY, 1998).

A importância concernente ao desempenho dos antioxidantes *in vivo* depende dos fatores: tipos de radicais livres formados; onde e como são gerados esses radicais; análise e métodos para a identificação dos danos, e doses ideais para obter proteção. Assim, é perfeitamente possível que um antioxidante atue como protetor

em determinado sistema, mas que falhe na proteção, ou mesmo que aumente as lesões induzidas em outros sistemas ou tecidos (HALLIWELL et al., 1995).

2.2 Oxidação lipídica

A deterioração de alimentos e os danos celulares podem ocorrer pela oxidação de lipídios, sendo assim o entendimento sobre tal é de suma importância. As alterações que ocorrem nos compostos lipídicos normalmente resultam no desenvolvimento de odores e sabores indesejáveis que levam à rejeição do alimento, reduzindo seu tempo de comercialização (CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; OETTERER et al., 2006).

Segundo Oetterer et al (2006) depois da deterioração microbiana, a oxidação, que leva à instalação do ranço, é a segunda causa mais importante da deterioração de alimentos.

Por isso, a oxidação dos lipídios representa um grande interesse econômico para a indústria de alimentos, já que reduzem a qualidade nutritiva e reduzem a vida útil dos alimentos, além de resultar em produtos de reação potencialmente tóxicos (FENNEMA, 1993; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Biologicamente, a oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células. Entretanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais livres (ROESLER et al., 2007). Estas moléculas têm um elétron isolado, livre para se ligar a qualquer outro elétron, e por isso são extremamente reativas.

Os radicais livres são formados por três processos principais, os quais são a fotólise, a radiólise e a homólise molecular, podendo ser gerados por fontes endógenas ou exógenas (WONG, 1995).

Por fontes endógenas, originam-se de processos biológicos que normalmente ocorrem no organismo, tais como: redução de flavonas e tióis, resultado da atividade de oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases; presença de metais de transição no interior da célula e de sistemas de transporte de elétrons. As fontes exógenas geradoras de radicais livres incluem tabaco, poluição do ar, solventes orgânicos, anestésicos, pesticidas e radiações (SOARES, 2002).

Radicais livres (RL) e espécies reativas de oxigênio (ERO) desempenham papel fundamental no metabolismo celular. No entanto, quando em excesso, podem

gerar estresse oxidativo (DRÖGE, 2002). Os radicais livres reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis podendo provocar danos celulares irreparáveis, afetando a estrutura celular ao promoverem a peroxidação lipídica da membrana e inativando diversas enzimas por provocarem a fragmentação da proteína celular (MELO et al., 2006; SOARES, 2002). Assim, o stress oxidativo tem sido associado ao desenvolvimento de muitas doenças crônicas e degenerativas, incluindo câncer, doenças cardíacas bem como está envolvido no processo de envelhecimento. A membrana celular é um dos componentes celulares mais susceptíveis a oxidação em decorrência da sua composição em ácidos graxos poli-insaturados. (MATSUMOTO, 2008).

Os hidroperóxidos formados na peroxidação lipídica têm vida curta e, quando reagem com metais, formam aldeídos (malonaldeído, acroleína, crotonaldeído) e epóxidos, os quais são reativos e causam danos ao DNA (SOUZA et al., 2007). Vários autores também caracterizam o estresse oxidativo como o desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes ou ainda entre a taxa de produção de agentes oxidantes e sua degradação (BIANCHI e ANTUNES, 1999).

Predisposição genética, fatores ambientais como radiação UV e propriedades intrínsecas específicas de grupos celulares podem exacerbar o dano oxidativo ou diminuir a capacidade das células de degradar estes agentes agressores (GIASSON et al., 2002). A condição de estresse oxidativo pode ser definida como o acúmulo intracelular de níveis tóxicos de espécies reativas de oxigênio por meio da saturação dos sistemas de defesa antioxidante (ROESLER et al., 2007).

2.3 Compostos Bioativos

2.3.1 Taninos

Os taninos são constituídos por compostos fenólicos com peso molecular elevado, solúveis em água, que formam complexos razoavelmente fortes com proteínas e outros polímeros (AGOSTINI-COSTA et al., 1999). São compostos do metabolismo secundário vegetal ou metabolismo especial e são importantes nas interações entre a planta e seu ecossistema. Os taninos são divididos de acordo com a estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados (CASTEJON, 2001).

Os taninos hidrolisáveis são ésteres de ácido fenólicos como o ácido gálico, ácido elágico, ácido cafeico, e um açúcar, que são liberados por hidrólise ácida, básica ou enzimática (SILVA e SILVA, 1999). É extraído principalmente de folhas e galhas de arbustos do gênero *Rhus* (sumagre), das vagens de *Caesalpinia spinosa* (tara) e das galhas de várias espécies de carvalho.

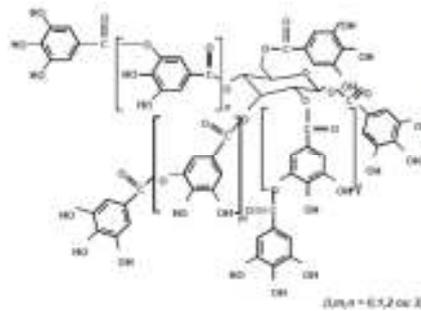


FIGURA 1 - Estrutura de taninos hidrolisáveis

FONTE: NAKAMURA et al. (2003)

Os elagitaninos são um tipo de taninos hidrolisáveis. Na dieta humana, os elagitaninos são encontrados apenas em grupos restritos de alimentos tais como framboesa, morango, castanha, avelã, caju e pistache. Estes taninos foram encontrados, também, em partes não comestíveis de plantas, como as folhas. É possível encontrar taninos elágicos em vinhos envelhecidos em barricas de madeira de carvalho, como resultado da sua difusão da madeira durante o estágio de produção em barricas (CLIFFORD et al., 2000).

Os taninos condensados ou proantocianidinas estão distribuídos por diversas famílias do reino vegetal, em geral, em plantas lenhosas. (CASTEJON, 2001).

Os taninos condensados são mais comuns na dieta humana do que os taninos hidrolisáveis. Estão presentes em concentrações relativamente importantes em alguns frutos (uvas, maçãs, etc.) e suas bebidas derivadas, no cacau e chocolate (SANTOS-BUELGA e SCALBERT, 2000).

Os taninos condensados estão presentes na fração fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995). Em leguminosas e cereais os taninos têm recebido considerável atenção, por causa de seus efeitos adversos na cor, sabor e qualidade nutricional (SALUNKHE et al., 1982).

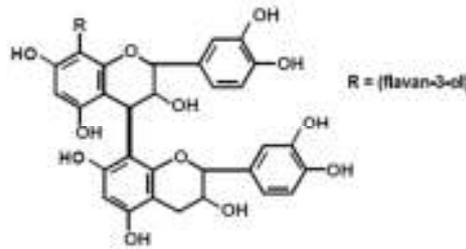


FIGURA 2 - Estrutura química de taninos condensados.

FONTE: LEKHA e LONSANE (1997).

Os taninos, polímeros de compostos fenólicos resultantes do metabolismo secundário dos vegetais, constituem um meio de defesa contra bactérias, fungos, vírus, estresse ambiental e ingestão por herbívoros (GINER-CHAVES, 1996). São importantes devido a seus efeitos sobre a cor, sabor e qualidade nutricional de alimentos. Em relação à cor, são pigmentos de cor avermelhada, violeta, rosa e azul (BATTESTIN et al., 2004).

Por outro lado, pode diminuir a digestibilidade de proteínas e minerais pela formação de complexos insolúveis. (SILVA e SILVA, 1999). A presença de taninos na dieta diminui a digestibilidade dos carboidratos fibrosos, levando a decréscimo na produção de ácidos graxos voláteis, de gases e do valor energético dos alimentos (KUMAR e SINGH, 1984).

Os compostos tânicos são responsáveis pela adstringência de muitos frutos e outros produtos vegetais. A adstringência ocorre devido à precipitação de glicoproteínas salivares, levando à perda do poder lubrificante (BRUNETON, 1991).

Os taninos ocorrem em uma ampla variedade de vegetais, podendo ser encontrados nas raízes, na casca, nas folhas, nos frutos, nas sementes e na seiva. O conteúdo de taninos nas plantas pode variar de acordo com as condições climáticas e geográficas, apresentando uma composição química variada. O teor e a espécie de tanino variam, não só de um vegetal para outro como também de uma parte para outra do mesmo vegetal (BATTESTIN et al., 2004). A idade e tamanho da planta, a parte coletada, a época ou, ainda, o local de coleta também interferem na concentração de taninos nos tecidos vegetais. A sazonalidade natural afeta a composição química em taninos das plantas devido a processos de desidratação e maturação (SIMON et al., 1999).

Pesquisas sobre atividade biológica dos taninos evidenciaram importante ação contra determinados microrganismos (MONTEIRO et al., 2005), assim como

contra agentes carcinogênicos e causadores de toxicidade hepática. Taninos também estão presentes em bebidas de consumo humano, nas quais são responsáveis pelo sabor adstringente de vinhos, sucos de frutas, chás e outras bebidas. (SINGLETON, 1992). A ingestão de chá verde e de dietas ricas em frutas que contêm taninos, por exemplo, tem sido associada com atividade anticarcinogênica (CHUNG et al., 1998). O ácido tânico é utilizado na produção de cerveja para reduzir a concentração protéica pela precipitação como complexos tanino-proteicos (REINOLD, 1999).

Os taninos também são utilizados como corantes têxteis; na produção de borrachas; e como coagulantes e floculantes no tratamento de água em barragens (PANSERA et al., 2003). Também são largamente utilizados pela indústria de couros (QUEIROZ et al., 2002).

Têm sido atribuídas aos taninos muitas atividades fisiológicas humanas, como a estimulação das células fagocíticas e atividades anti-infecciosas (LOGUERCIO, 2005). Em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos auxiliam formando uma camada protetora (complexo tanino-proteína e/ou polissacarídeo) sobre tecidos epiteliais lesionados, permitindo que, logo abaixo dessa camada, o processo de reparação tecidual ocorra naturalmente (MELLO e SANTOS, 2001). Em patologias estomacais, o mecanismo de ação é bem semelhante, com a formação de uma camada de tanino-proteína complexados que envolvem a mucosa estomacal (HASLAM, 1989).

O mecanismo de atividade antioxidante atribuída aos flavonóides e taninos auxilia no processo de cura, já que os radicais livres são um fator importante na formação de lesões ulcerativas e erosivas do trato gastrointestinal (BORRELLI e IZZO, 2000; CARBONEZI et al., 2007).

É interessante considerar que o tanino também apresenta uma forte ação antioxidante que provavelmente poderá ser mais explorada em relação aos estudos na área de conservação de alimentos e ação no organismo humano (SILVA e SILVA, 1999). No entanto, a grande variedade estrutural dos taninos, a natureza polimérica e a falta de padrões comerciais específicos dificultam a determinação destes compostos nos alimentos (AGOSTINI-COSTA et al., 2003).

2.3.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos no reino vegetal. São uma das maiores classes de metabólitos secundários de plantas. Quimicamente podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxila, como mostra a figura 3. Os compostos fenólicos existentes nos alimentos abrangem ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides e taninos (DUBICK e OMAYE, 2001).

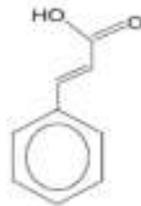


Figura 3: Estrutura química de um composto fenólico.

Fonte: DE MARIA et al, 2004.

Os compostos fenólicos mais estudados são: o ácido caféico, o ácido gálico e o ácido elágico. Esses compostos de considerável importância na dieta podem inibir o processo de peroxidação lipídica (HARTMAN e SHANKEL, 1990; HALLIWELL et al., 1995).

Os compostos fenólicos podem inibir os processos da oxidação em certos sistemas, mas isso não significa que eles possam proteger as células e os tecidos de todos os tipos de danos oxidativos. Esses compostos podem apresentar atividade pró-oxidante em determinadas condições (DECKER, 1997).

Esses compostos podem ser naturais ou sintéticos. Quando presentes em vegetais podem estar em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas. Dentre eles, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural. (ANGELO et al., 2007).

Estão amplamente distribuídos no reino vegetal e nos microrganismos, fazendo também parte do metabolismo animal. No entanto, os animais, em princípio, são incapazes de sintetizar o anel aromático e os compostos fenólicos produzidos

em pequena quantidade pelos mesmos, utilizam o anel benzênico de substâncias presentes na dieta alimentar. Por outro lado, os vegetais e a maioria dos microorganismos têm a capacidade de sintetizar o anel benzênico, e, a partir dele, principalmente, compostos fenólicos (CARVALHO et al., 2007; SOARES, 2002; PIMENTEL et al., 2005).

Estes compostos metabólitos secundários de plantas são geralmente envolvidos na defesa contra a radiação ultravioleta ou agressão por patógenos. Vários milhares de compostos fenólicos que têm sido descritos em plantas e alimentos podem ser agrupados em diferentes classes, de acordo com a sua estrutura química básica (tais como o tipo e o número de anéis fenóis), e em diferentes subclasses, de acordo com substituições específicas na estrutura básica, a associação com carboidratos e formas de polimerização (MANACH et al., 2004).

As frutas, principalmente as que apresentam a coloração vermelha/azul, são as mais importantes fontes de compostos fenólicos em dietas alimentares. Muitos destes compostos apresentam uma grande gama de efeitos biológicos, incluindo ações antioxidantes, antimicrobiana, anti-inflamatória e vasodilatadora. Estes compostos fenólicos apresentam diversas funções de defesa para as plantas, não somente contra agentes do meio ambiente (luz, temperatura e umidade), mas para fatores internos incluindo diferenças genéticas, nutrientes, hormônios, contribuindo para a sua síntese. (AHERNE e O'BRIEN, 2002; BURNS et al., 2001; KÄHKÖNEN, HOPIA e HEINONEN, 2001; SELLAPAN, AKOH e KREWER, 2002; SLUIS et al., 2001; ZHENG e WANG, 2001).

Vários efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos presentes nas frutas, vegetais, chás e vinhos. Estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* mostram múltiplos efeitos biológicos relacionados aos compostos fenólicos da dieta, tais como: atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e anticarcinogênica (ABE et al., 2007).

A quantificação e identificação dos componentes fenólicos da dieta têm atraído grande interesse devido à sua importância nutricional, cada dia mais dados podem ser encontrados na literatura científica sobre o perfil fenólico de alimentos. Além disso, a grande diversidade de compostos fenólicos dispersos nos tecidos vegetais e suas diferentes estruturas químicas trouxeram a necessidade de desenvolver um grande número de técnicas analíticas para identificação e quantificação (SILVA, 2010).

2.3.3 Ácido Ascórbico

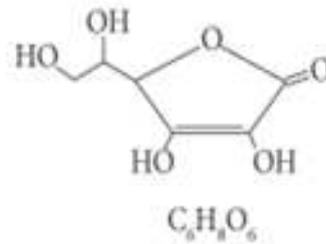


Figura 4: Ácido ascórbico

Fonte: TORALLES et al., 2008.

O ácido ascórbico ocorre naturalmente em alimentos sob duas formas: a forma reduzida (geralmente designada como ácido ascórbico) e a forma oxidada (ácido hidroascórbico). Ambos são fisiologicamente ativos e encontrados nos tecidos orgânicos (ANDERSON et al., 1988).

O termo vitamina C é uma denominação genérica para todos os compostos que apresentam atividade biológica do ácido ascórbico. Dentre eles, o ácido ascórbico é o mais largamente encontrado nos alimentos e possui maior poder antioxidante. A vitamina C é um nutriente essencial que protege contra o câncer por vários mecanismos, incluindo o seu papel na promoção da formação de colágeno no corpo e em inibir a formação de compostos N-nitrosos no estômago. Em plantas, também desempenha um papel protetor contra espécies reativas de oxigênio que são formadas a partir da fase fotossintética e processos respiratórios (ROCHA, 2011).

Acredita-se que a vitamina C estimule o sistema imune, iniba a formação de nitrosaminas e bloqueie a ativação metabólica de carcinógenos. Contudo, células tumorais parecem necessitar de ácido ascórbico e competem com células saudáveis por este nutriente, presumivelmente para se defenderem da ameaça oxidativa, uma vez que tumores tratados com vitamina C se tornam mais resistentes à injúria oxidativa (HALLIWELL, 2001; GOLD, 2003).

A vitamina C (ácido ascórbico) participa de diversos processos metabólicos, dentre eles a formação do colágeno e síntese de epinefrina, corticoesteróides e ácidos biliares. Além de co-fator enzimático, participa dos processos de óxido-

redução, aumentando a absorção de ferro e a inativação de radicais livres (PADH, 1991).

Tem-se concordado que o ácido ascórbico desempenha funções em muitas reações e processos celulares e ainda está envolvido em muitas etapas bioquímicas (PADH, 1991). Esta vitamina é necessária também no metabolismo de vários outros aminoácidos, além de ser um co-fator muito importante nas reações de hidroxilação, onde o cobre e o ferro devem permanecer reduzidos (CARVALHO, 1988). A presença da vitamina C aumenta a absorção do ferro não-heme mesmo na presença de fatores inibidores (fitatos, polifenóis, fosfatos, carbonatos e taninos) nas refeições (ANDERSON et al., 1988; TUDISCO, 1988).

A vitamina C é essencial para seres humanos, age como antioxidante, varredor de radicais livres e nutre as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes, da mesma forma que o α -tocoferol e o β -caroteno (PADH, 1991). Em humanos, vários fatores podem regular a biodisponibilidade do ácido ascórbico para os tecidos: o consumo dietético, sua ligação a uma proteína no soro ou no plasma, e a forma em que este se encontra (DHARIWAL et al., 1991).

O ácido ascórbico acelera a absorção intestinal dos íons de ferro e sua mobilização e influencia sua distribuição dentro do organismo (GUILLAND e LEQUEU, 1995).

Vários autores evidenciaram uma diminuição dos teores circulantes de vitaminas com a idade. Assim, é normal observarem teores séricos de ácido ascórbico muito baixos em pessoas idosas, sem manifestação clínica (ASCIUTTI-MOURA, 1987).

O ácido ascórbico está ligado ao crescimento celular, estando envolvido no ciclo celular e outros mecanismos de crescimento da célula vegetal e divisão, bem como atuando como co-fator para muitas enzimas. Estudos indicam que a vitamina C seja o mais abundante antioxidante solúvel em água no corpo (BYERS e PERRY, 1992; SILVA e NAVES, 2001; BARATA-SOARES et al., 2004).

Além da captação de radicais livres, estudos em cultura de células demonstram que a vitamina C pode alterar a expressão de genes envolvidos na resposta inflamatória, apoptose e diferenciação celular. O mecanismo pelo qual a vitamina C altera a expressão de genes é desconhecido, mas supõe-se que atue indiretamente na expressão gênica, alterando a expressão de genes responsivos a espécies oxidantes ou diretamente, modulando a ligação de alguns fatores de

transcrição ao núcleo (BERNOTTI et al., 2003; CATANI et al., 2002; ALCAIN et al., 1994; LEE et al., 2003).

As principais fontes de ácido ascórbico são: camu-camu, acerola, cabeludinha, caju, goiaba, manga, mamão, morango, laranja, limão e tangerina (CRAVEIRO, 1994), folhas vegetais cruas e tomates (MAHAN e ARLIN, 1995).

A adição do ácido ascórbico é comum na indústria de processamento de frutas, especialmente em sucos e purês (PORRETTA, 1991; SMOOT et al, 1980). O ácido ascórbico não só pode restabelecer valor nutricional perdido durante processamento, como também inibir o escurecimento enzimático resultando em melhoria da cor e da palatabilidade (ASHURST 1995; FREEDMAN et al., 1984).

Apesar de todos os benefícios citados, os estudos relativos à degradação do ácido ascórbico durante o processamento ou armazenamento são conhecidos para um pequeno universo de sucos de frutas, incluindo concentrado de laranja suco de limão, suco de uva, suco de romã e néctar de cereja (JOHNSON et al., 1995; ROBERTSON et al., 1986; LEE et al., 1988; SMOOT et al., 1980; OZKAN, 2004).

2.4 Bioma Cerrado e Pantanal

O Bioma Cerrado ocupa cerca de 2 milhões de km² do território brasileiro. Ocorre em 13 estados brasileiros e no Distrito Federal, e também na Bolívia (MAURO, 2004). Corresponde a uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, equivalente a 22% do território nacional, sendo a região Centro-Oeste, a área de maior predominância. O clima caracteriza-se por duas estações bem definidas, uma seca (de maio a setembro) e outra chuvosa. É constituído por árvores relativamente baixas (até vinte metros), esparsas, disseminadas em meio a arbustos, subarbustos e uma vegetação baixa constituída, em geral, por gramíneas. Assim, o Cerrado contém basicamente dois estratos: um superior formado por árvores e arbustos dotados de raízes profundas que lhes permitem atingir o lençol freático, situado entre 15 a 20 metros; e um inferior composto por um tapete de gramíneas de aspecto rasteiro, com raízes pouco profundas, no qual a intensidade luminosa que as atinge é alta, em relação ao espaçamento (IBAMA, 2008; SILVA et al., 1994).

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a área mais rica do mundo em biodiversidade com a presença de diversos ecossistemas, sua fauna e flora são riquíssimas. Esta região possui cerca de 10.000 espécies vegetais. Estima-se que em cada hectare podem ser encontradas cerca de 400 espécies de plantas. Quanto à fauna são conhecidas cerca de 1.600 espécies de animais. São 195 espécies de mamíferos, sendo 18 endêmicas. Devido a essa grande biodiversidade o Cerrado é considerado uma das 25 áreas do mundo prioritárias para a conservação (MAURO, 2004).

O bioma Pantanal é considerado uma das maiores extensões úmidas contínuas do planeta. Este bioma continental é considerado o de menor extensão territorial no Brasil, a sua área aproximada é 150 mil km², ocupando assim 1,76% da área total do território brasileiro. O Pantanal sofre influência direta de três importantes biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica. Além disso, sofre influencia do bioma Chaco (nome dado ao Pantanal localizado no norte do Paraguai e leste da Bolívia). Segundo a Embrapa Pantanal, quase duas mil espécies de plantas já foram identificadas no bioma e classificadas de acordo com seu potencial, e algumas apresentam vigoroso potencial medicinal. (MMA, 2004).

O desconhecimento do potencial de uso dos recursos naturais, o desrespeito às leis de proteção ambiental, as queimadas e a intensidade de exploração agrícola têm provocado prejuízos irreparáveis ao solo, à fauna, à flora e aos recursos hídricos, comprometendo a sustentabilidade desse ecossistema e colocando muitas espécies animais e vegetais em risco de extinção, principalmente as fruteiras nativas (SILVA, 2001). Diante deste cenário, apresentar o potencial de uso e a importância socioeconômica dessas espécies é a estratégia mais racional para garantir sua preservação (SILVA, 2001).

A região do cerrado no Brasil é o lar de inúmeras espécies de frutos oleaginosos (HIANE et al., 1992; MATUDA e NETTO, 2005). Sementes de leguminosas arbóreas vêm sendo estudadas, tendo em vista sua utilização na alimentação humana ou animal em algumas regiões, em épocas de alimentação escassa, ou ainda como forma de valorização e preservação de recursos naturais (HACISEFEROGULLARE et al., 2003). No entanto, existem frutos nativos de algumas regiões do país que requerem um estudo mais detalhado, para o estabelecimento da sua real composição e de seus possíveis benefícios e/ou

malefícios para a saúde humana, quando inserido(s) na dieta (HIANE, PENTEADO, BADOLATO, 1990).

2.4.1 Plantas medicinais

Nos últimos anos, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre o aproveitamento dos recursos biológicos pelos povos de diferentes regiões e etnias, em especial enfocando o aspecto medicinal.

É provável que a utilização das plantas como medicamento seja tão antiga quanto o próprio homem. Numerosas etapas marcaram a evolução da arte de curar; porém, torna-se difícil delimitá-las com exatidão, já que a medicina esteve por muito tempo associada a práticas mágicas, místicas e ritualísticas (RODRIGUES, 2001).

Fitoterápico, de acordo com a legislação sanitária brasileira, é o medicamento obtido empregando-se exclusivamente matérias-primas ativas vegetais. É caracterizado pelo conhecimento da eficácia e dos riscos de seu uso, assim como pela reprodutibilidade e constância de sua qualidade (BRASIL, 2004).

A Constituição Federal Brasileira confere à União a competência para elaborar e executar políticas nacionais para o desenvolvimento econômico e social. No intuito de estabelecer as diretrizes para a atuação do governo na área de plantas medicinais e fitoterápicos, elaborou-se a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que se constitui parte essencial das políticas públicas de saúde, meio ambiente, desenvolvimento econômico e social como um dos elementos fundamentais de transversalidade de implementação de ações capazes de promover melhorias na qualidade de vida da população brasileira (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O Brasil é o país de maior biodiversidade do planeta que, associada a uma rica diversidade étnica e cultural que devem um valioso conhecimento tradicional associado ao uso de plantas medicinais, tem o potencial necessário para desenvolvimento de pesquisas com resultados em tecnologias e terapêuticas apropriadas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).



Figura 5: Biomas Brasileiros (IBGE, 2004).

2.4.2 Laranjinha de Pacu

No município de Miranda – MS, onde os frutos para este estudo foram colhidos, a população indígena da região tem a venda da laranjinha de pacu como importante fonte de renda, chegando a ser vendido o quilo por R\$20,00.

Devido à presença de ácido tartárico, málico e de pectina, a laranjinha de pacu apresenta bom teor de acidez, sendo também uma boa formadora de gel, o que favorece o preparo de geléias (DAMASCENO JÚNIOR e SOUZA, 2010).

A laranjinha de pacu ocorre freqüentemente na mata ciliar, mata alagável, piuvai, solos argilosos ou siltosos, distribuindo-se no Chaco Oriental e na mata ribeirinha, sendo nativa do cerrado. É um arbusto ou árvore, ramificada até o solo, de 1-8 m de altura. Floresce de setembro a dezembro e frutifica de janeiro a agosto. Os frutos são comestíveis, utilizado como alimento de peixe (isca) e no preparo de doces e sucos. (POTT e POTT, 1994). O fruto da laranjinha de pacu, espécie *Pouteira glomerata* (Miq.) Radlk, está apresentado na Figura 6.

Suas folhas são vermelhas quando velhas. Seus frutos são carnosos com casca verde quando imaturo e amarelo quando maduros. Em algumas regiões do Pantanal, por ter o formato de uma moranga (formando gomos na casca), recebe o nome de moranguinha (POTT, POTT, 1994; POTT, POTT, 2000).



Figura 6. Frutos de Laranjinha de Pacu (*Pouteria glomerata* (Miq.) Radlk).

Fonte: arquivo pessoal.

2.5 Características químicas dos frutos

2.5.1 Sólidos solúveis

Sólidos solúveis são usados como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas (OLIVEIRA, 1999).

O estágio de maturidade de um fruto, geralmente, é baseado na cor superficial e no teor de sólidos solúveis totais (ANDRADE et al., 2002). Estas análises são importantes, pois, influenciam na estabilidade e conservação dos frutos.

Silva et al (2009) em estudo que avaliou o teor de ácido ascórbico em frutos do cerrado durante o amadurecimento e congelamento observou que os valores de °Brix aumentaram com o amadurecimento dos frutos. Este parâmetro indica a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas, sendo constituído principalmente por açúcares (glicose, frutose e sacarose). Isto quer dizer que, quanto maior o teor de sólidos solúveis, mais doce é o fruto.

O teor dos sólidos solúveis (°Brix) nos frutos é muito importante, pois quanto maior a quantidade de sólidos solúveis existentes, menor será a quantidade de açúcar a ser adicionada aos frutos, quando processados pela indústria. Diminuindo,

assim, o custo de produção, aumentando a qualidade do produto, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (SILVA et al., 2002; COSTA et al., 2004).

O manejo das variáveis ambientais, por meio do cultivo protegido, está atrelado não somente ao aumento da produção, mas também à qualidade dos frutos. Este último pode ser medido em parte pelo teor de sólidos solúveis que, segundo Goto e Tivelli (1998), varia entre as cultivares e as condições ambientais. O teor de sólidos solúveis é característica de interesse, principalmente para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (CONTI et al., 2002).

O rendimento industrial é dado pelo índice tecnológico que considera as características físicas e químicas do fruto. O índice tecnológico, além de indicador da maturidade, pode ser utilizado como indicador da qualidade do fruto (SINCLAIR, 1984; SOULE e GRIERSON, 1986).

A determinação do teor de sólidos solúveis é uma atividade rotineira entre agricultores, pois para frutos serem exportados deve-se ter o teor mínimo exigido em cada país. O melão, por exemplo, necessita ter um teor de sólidos solúveis mínimo de 8% caso o mercado importador seja o europeu. No caso do mercado norte-americano, este valor passa a ser de 9% (BLEINROTH, 1994).

Vale ressaltar que o teor de sólidos solúveis pode variar com a quantidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade e solo (OLIVEIRA, 1999).

Conforme Morgan (1999), além das condições ambientais, o valor de sólidos solúveis também é afetado por aspectos nutricionais e varietais.

2.5.2 pH

A origem da definição do pH pode ser encontrada no desenvolvimento da química de soluções aquosas ocorrido durante o século XIX. A teoria da dissociação eletrolítica proposta por Svant e Arrhenius desempenhou um papel fundamental para a consolidação desse conceito. Não obstante, Louis Pasteur foi o primeiro a reconhecer em 1875, por intermédio dos seus estudos de fermentação, que a acidez

real é bem diferente da acidez total. Isto porque ácidos com mesmo número de hidrogênios ionizáveis não têm necessariamente a mesma força (TORRES, 2010).

O pH é variável de acordo com fatores ambientais e fatores da própria planta, mas é uma importante ferramenta para a avaliação da acidez dos frutos. Pelo valor do pH, podem ser estabelecidos critérios de acidez de maneira comparativa entre os frutos. Os valores de pH também variaram de uma época para a outra (MEDEIROS, 2009).

O pH baixo e acidez elevada é uma característica desejável para a industrialização. O pH baixo dispensa a etapa de acidificação durante o processamento. Além disso, o alto teor de acidez contribui para o sabor acentuado da polpa. Esta característica promove um fator de diluição elevado na formulação de sucos, e conseqüentemente, maior rendimento industrial (ANDRADE, ARAGÃO e FERREIRA, 1993).

2.5.3 Acidez titulável

Segundo Oliveira et al (1999), a acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição do alimento durante sua estocagem seja, por hidrólise, oxidação ou fermentação, geralmente altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por conseqüência, sua acidez. Por outro lado, produtos com alto teor de acidez, no momento do processamento, apresentam melhor conservação, devido à dificuldade de desenvolvimento de microrganismos neste tipo de produto.

A acidez titulável consiste na neutralização dos íons H_3O^+ resultantes da dissociação incompleta dos ácidos orgânicos fracos, os quais são titulados com uma base padrão (DARIAS-MARTÍN et al., 2003).

A acidez total titulável (ATT) é uma importante característica de qualidade e é bastante variável em função tanto de fatores ambientais como de fatores da própria planta (cultivo, estágio de maturação, etc.) (CHITARRA, 1997).

2.6 Minerais

Frutas e vegetais são exemplos de importantes fontes de nutrientes essenciais, entre eles, encontram-se os minerais, que desempenham uma função

vital no desenvolvimento e boa saúde do corpo humano. Os minerais são essenciais à manutenção de várias funções de importância fisiológica como na contratibilidade muscular, na função dos nervos, na coagulação sanguínea, nos processos digestivos e no equilíbrio ácido-básico (FRANCO, 2007; HARDISSON et al., 2001).

Especialmente quando se trata de hortaliças e frutas silvestres, geralmente os teores minerais são significativamente maiores do que em plantas domesticadas (BOOTH et al., 1992; GUERRERO et al., 1998; SUNDRIYAL, 2004; LETERNE et al., 2006; FLYMAN et al., 2006; ODHAV et al., 2007).

Segundo Franco (2007), o corpo humano apresenta, na composição elementar, 96% de sua parte sólida formada pelos compostos de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, os quais constituem os chamados princípios imediatos: água, proteínas, carboidratos e lipídios. Os 4% restantes são formados pelos minerais, sendo que somente cálcio (1,5%) e fósforo (1%) respondem por 2,5%, cabendo ao 1,5% restante todos os demais minerais. O corpo humano, em condições normais, excreta diariamente de 20 a 30 g de minerais e necessita de reposição imediata por meio da alimentação.

Silva et al (2001) listaram 58 espécies de fruteiras nativas do Cerrado, com potencial de aproveitamento alimentar e agroindustrial, sendo que muitas dessas frutas são altamente nutritivas, pois além do valor energético são também ricas em vitaminas, sais minerais e apresentam propriedades medicinais.

2.6.1 Manganês

O manganês (Mn) é um elemento essencial na nutrição de plantas e desempenha importantes funções, entre elas, a participação na fotossíntese, no metabolismo do nitrogênio, bem como, precursor de aminoácidos aromáticos, hormonais (auxinas), fenóis e ligninas (HEENAN e CAMPBELL, 1980).

O manganês é um elemento químico que atua em vários processos fisiológicos, de vegetais e animais. Nos vegetais, participa dos processos relacionados à respiração, sendo essencial para enzima oxidante lactase. É um elemento essencial para a fisiologia animal, em processo de formação dos ossos, função reprodutiva e metabolismo de lipídios e carboidratos (AZEVEDO et al., 2003). Para os seres humanos, o manganês é um nutriente essencial, que tem um

importante papel na mineralização óssea, no metabolismo energético e protéico, na proteção celular sobre os radicais livres e na formação de glicosaminas. Entretanto, a exposição a altos níveis por inalação ou ingestão, podem causar efeitos adversos à saúde. Doses de ingestão de manganês alcançam o cérebro através da inalação, seguindo da ingestão, e a maioria dos efeitos tóxicos à saúde, estão associados à ingestão crônica desse mineral (WHO, 1999).

É essencial para o metabolismo do colesterol, crescimento corpóreo e reprodução. Sua deficiência causa modificações nas estruturas celulares, deformações específicas do esqueleto, podendo ter sua causa associada, muitas vezes, à presença de cálcio, fosfato, ferro e carbonato, que reduzem a absorção do manganês (FRANCO, 2007).

O excesso de manganês parece contribuir para casos de oclusões coronárias e em artrite reumatóide; foram encontrados altos teores de manganês no sangue de pacientes com essas sintomatologias. Envenenamento por manganês ocorre por aspiração, em trabalhadores de atividades industriais específicas, podendo causar distúrbios neurológicos e psiquiátricos (CORTECCI, 2006).

O manganês é aparentemente absorvido em toda a extensão do intestino delgado, sendo mais absorvido em mulheres do que por homens. Sua absorção varia de 3 a 12% da ingestão oral. O cálcio e o fósforo da dieta diminuem sua absorção (FRANCO, 2007).

Nos alimentos, as fontes mais ricas em manganês são os grãos integrais, aveia, leguminosas, amêndoas, nozes e chás. As frutas e vegetais são fontes moderadas (BASU e DICKERSON, 1996).

2.6.2 Zinco

Recentes pesquisas experimentais e clínicas têm reforçado a importância do zinco na saúde humana. O zinco participa de muitas reações do metabolismo celular, incluindo processos fisiológicos, tais como função imune, defesa antioxidante, crescimento e desenvolvimento (SZCKUREK et al., 2001). Há

evidências de que a suplementação com zinco reduz o impacto de muitas doenças, pois promove melhora do sistema imune (FRAKER et al., 2000; RINK et al., 2000).

A deficiência de zinco moderada, além da grave, tem sido cada vez mais detectada, principalmente nos países em desenvolvimento, onde estudos bem delineados têm mostrado a importância clínica deste estado de deficiência, onde se observa: retardo no crescimento, diarreia, pneumonia, malária e prejudicado desenvolvimento cerebral (HAMBIDGE, 2000).

Inúmeras descobertas sobre as funções do zinco têm sido objetos de estudo como: transportadores de membrana, seu envolvimento com a apoptose, mecanismos de defesa antioxidante e seu papel nos botões sinápticos e desenvolvimento cognitivo. Várias pesquisas mostram os resultados promissores da suplementação com zinco no tratamento da diarreia, na melhora de infecções oportunistas em aids, nas alterações do paladar, na melhora do hipogonadismo (MAFRA et al., 2004).

2.6.3 Cobre

O cobre é um dos principais metais presentes no corpo humano. Encontra-se distribuído praticamente em todo o organismo, mas em diferentes concentrações, o que indica seu papel funcional. As atividades proteicas como a tirosinase, a citocromo oxidase e a ceruloplasmina, são basicamente regidas pelo cobre. Apesar da grande importância no corpo humano, seu excesso no organismo é nocivo, pela interferência nas atividades catalíticas normais de algumas enzimas (DIAS, 2009).

O cobre é essencial para o metabolismo energético, sendo componente de enzimas oxidantes. Necessário para a síntese da hemoglobina, para funções neuro-cerebrais e para queratinização e pigmentação da pele e do cabelo. Sintomas de falta de cobre são osteoporose, deficiência de glóbulos brancos e a redução de defesa imunológica. No corpo humano, o cobre situa-se principalmente no fígado, nos rins, no coração e no cérebro, com 100-150mg. A essencialidade do cobre deriva de sua presença em complexos organometálicos responsáveis de processos bioquímicos vitais. Deficiência de cobre pode provocar anemia, desmineralização dos ossos, danos de tecidos musculares e outros males (SMITH KS et al., 1999).

O uso excessivo de sulfato de cobre em agricultura pode contaminar solos, águas e produção agrícola; sendo as patologias mais comuns problemas gastrintestinais e, em escala menor, anemias hemolíticas e complicações hepato-renais. O cobre reage com outros metais presentes na dieta (Zn, Fe, Pb, Mo), competindo com eles e possivelmente induzindo o desbalanceamento a níveis fisiológicos (SMITH KS et al., 1999).

2.6.4 Ferro

O ferro é componente de uma série de proteínas, incluindo enzimas e a hemoglobina, sendo que a hemoglobina é importante no transporte do oxigênio para os tecidos. Aproximadamente dois terços do ferro presente no corpo humano se encontram nos eritrócitos circulantes. A deficiência de ferro ocorre quando as reservas nutricionais de ferro são esgotadas, principalmente devido ao balanço negativo entre a ingestão e os requerimentos de ferro (WHO, 1997).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que haja no mundo 3,6 bilhões de pessoas com deficiência de ferro, sendo que dois bilhões destas apresentam anemia ferropriva (WHO, 1997).

Estão presentes na dieta dois tipos de ferro: o ferro heme e o ferro não heme. O ferro heme é constituinte da hemoglobina e da mioglobina e está presente nas carnes e nos seus subprodutos. O ferro heme contribui com uma pequena fração do total do ferro ingerido. O ferro não heme, que é a forma mais consumida, é encontrado, em diferentes concentrações, em todos os alimentos de origem vegetal. A absorção do ferro não heme é dependente da solubilização do ferro ingerido no estômago e redução a forma ferrosa no intestino (WHO, 1989).

A disponibilidade de ferro nos alimentos depende muito de fatores geoquímicos, no sentido de que baixo teor de ferro nos solos e na água repercute diretamente na cadeia alimentar.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Estudar as características químicas, físicas, o teor de minerais, de compostos bioativos e a atividade antioxidante da casca e da polpa de frutos de laranjinha-de-pacu (*Pouteria glomerata* (Miq.) Radlk) do Estado de Mato Grosso do Sul.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar a massa, rendimento, diâmetro externo transversal e longitudinal dos frutos de laranjinha-de-pacu;
- Analisar os teores de umidade, pH, acidez titulável e sólidos solúveis da polpa e da casca dos frutos;
- Determinar o teor de minerais na polpa e casca dos frutos;
- Determinar a concentração de taninos, compostos fenólicos e ácido ascórbico na polpa e casca do fruto;
- Avaliar a atividade antioxidante da polpa e casca do fruto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria-prima

Frutos de laranjinha de pacu com características visuais de maturação foram adquiridos no município de Miranda, sendo provenientes da região do Cerrado e Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul. Os frutos foram obtidos no mês de junho de 2012, sendo transportados até os laboratórios da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, selecionados, descartando-se os deteriorados e os danificados, higienizados e fracionados em casca, polpa e semente, posteriormente congelados separadamente para análises que foram realizadas no período de um mês.

Para a determinação de taninos, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada, a 40°C. Após a secagem, homogeneizaram-se as amostras no triturador tipo turrax, obtendo-se a farinha. Com a farinha, procedeu-se ao desengorduramento com éter de petróleo p.a. (PE 30-60°C), no aparelho extrator de Soxhlet, obtendo-se amostras desengorduradas. Estas etapas de preparação dos frutos foram realizadas no Laboratório de Pesquisa da Unidade de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública da UFMS, em Campo Grande.

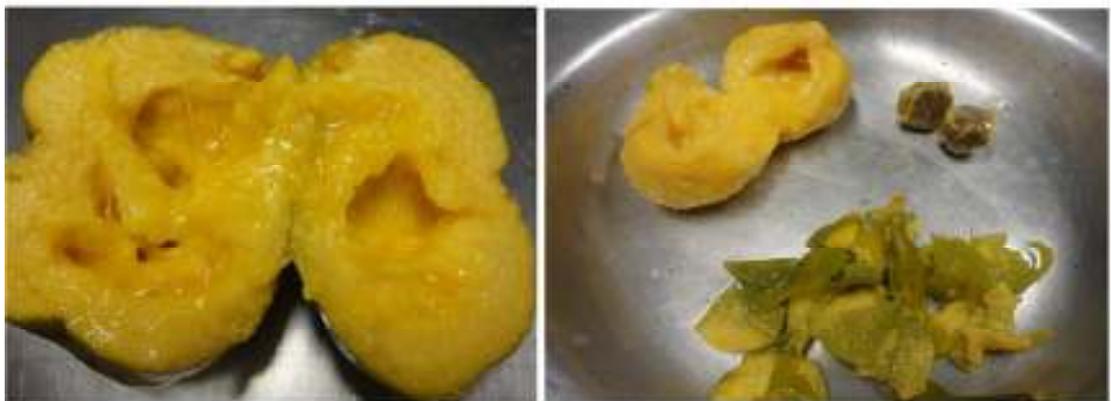


Figura 7 – Polpa, casca e semente da laranjinha de pacu (*Pouteria glomerata* (Miq.) Radlk).

Fonte: arquivo pessoal.

4.2 Caracterização física

Os frutos foram caracterizados fisicamente, quanto ao diâmetro externo longitudinal e transversal (com auxílio de um paquímetro), massa e ao percentual das frações polpa, casca, sementes e descartes, com o auxílio de balança semi-analítica. Para obtenção dos dados foram escolhidos frutos maduros aleatórios, foram pesados e medidos 24 frutos, divididos em 3 lotes de 8 frutos, com três repetições da amostra.

4.3 Determinação de umidade

O teor de umidade de cada fração dos frutos foi determinado visto que este dado é necessário para os cálculos de concentração de compostos fenólicos e da atividade antioxidante em base seca.

A umidade de cada parte dos frutos foi determinada pelo método analítico gravimétrico. Cerca de 5,0 g de cada parte do fruto foram utilizados para determinação de umidade. As amostras permaneceram em estufa a 105°C por 4 horas, sendo posteriormente mantidas em dessecador por 30 minutos e realizada a primeira pesagem. Em seguida, as amostras retornaram a estufa por mais uma hora para posterior pesagem. Esse procedimento foi repetido até obter-se peso constante. As análises de umidade das partes de cada fruto foram realizadas em triplicata (BRASIL, 2005).

4.4 Caracterização química

A polpa e a casca, separadamente, foram submetidas às determinações de umidade, pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável. Todas as determinações foram feitas em triplicata.

Os sólidos solúveis totais foram determinados em refratômetro digital (Hanna, HI 96801), com resultados expressos em °Brix. O pH foi medido em potenciômetro digital e a acidez titulável foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,1 M (BRASIL, 2005).

O conteúdo do ácido ascórbico foi determinado por titulação com 2,6 diclorofenolindofenol segundo método da AOAC 967.21 (1995), com resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra. Obteve-se um extrato de cada amostra usando um solvente hidroalcoólico. A escolha do sistema solvente foi definido por teste anterior que indica que a mistura Álcool:Água (60:40 v/v) otimiza a extração do composto bioativo estudado. A obtenção das amostras dos extratos seguem a metodologia de Roesler et al (2007).

As polpas obtidas em triplicata foram sujeitas a análise do conteúdo mineral. Foram pesadas 2g de amostra depois desidratadas em estufa a 105°C, resfriada a amostra foi acrescentada 8ml de HNO₃:HClO₄ 2:1. Após repouso de 12h em capela, as amostras foram colocadas em um bloco digestor a 100°C durante 45 minutos. Depois de resfriada foi adicionado 4mL da mistura de solvente e as amostras foram aquecidas a 200°C durante 1 hora. As amostras foram analisadas por meio de espectrofotometria de absorção atômica (Varian, 200 FS) para os minerais específicos Fe, Zn, Cu e Mn de acordo com o método da AOAC 970.12 (AOAC, 1995).

4.5 Preparo de Extratos

Os extratos foram preparados segundo metodologia descrita por Roesler et al (2007) realizando-se duas extrações: aquosa e etanólica. A extração aquosa foi realizada em cada parte do fruto utilizando-se água destilada na proporção 1:3 fruto:água (m/m). As partes foram homogeneizadas em liquidificador, submetidas a agitação por 20 minutos e em seguida filtradas em gaze. O resíduo obtido foi reextraído nas mesmas condições, sendo o volume do filtrado recolhido em balão de 50 mL.

A extração etanólica foi realizada com álcool 95%, na proporção 1:3 fruto:álcool (m/m). As partes foram homogeneizadas em liquidificador por aproximadamente 20 minutos e em seguida filtradas em gaze. O resíduo obtido foi reextraído nas mesmas condições, sendo o volume do filtrado recolhido em balão de 50 mL.

Os extratos foram concentrados em evaporador rotatório a vácuo, na temperatura de 20°C e submetidos à determinação de compostos fenólicos, taninos

e da atividade antioxidante. Extratos concentrados e resíduos foram armazenados sob refrigeração em frasco âmbar para análise posterior.

4.6 Determinação da Atividade Antioxidante pelo método DPPH

Este método se baseia na redução do radical [2,2 difenil-1-picril- hidrazil (DPPH.)], que ao fixar um hidrogênio (removido do antioxidante em estudo), leva a uma diminuição da absorbância, permitindo calcular, após o estabelecimento do equilíbrio da reação, a quantidade de antioxidante gasta para reduzir 50% do radical DPPH (SILVA, 2010).

No método do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), o radical DPPH reage com o antioxidante convertendo-o na forma reduzida (1,1-difenil-2-picrilhidrazina). Nesta reação, a solução metanólica de DPPH, inicialmente de coloração violeta, torna-se amarela e o grau de descoloramento indica a habilidade do antioxidante em sequestrar o radical livre (ABDILLE et al., 2005; MELO et al., 2006; ROESLER et al., 2007).

4.7 Determinação de compostos fenólicos, taninos e atividade antioxidante

Os compostos fenólicos foram determinados por colorimetria de acordo com metodologia proposta por Swain e Hillis (1959), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Este método permite quantificar compostos fenólicos presentes nas amostras, os quais têm a capacidade de ligar-se a radicais livres, inibindo processos oxidativos.

Foi feita uma curva de calibração com o reagente ácido gálico (padrão de composto fenólico), por meio do preparo de uma solução mãe de ácido gálico $0,5\text{g.L}^{-1}$, a partir da qual foram feitas diluições em tubos de ensaio com as seguintes concentrações: 0,024; 0,075; 0,09; 0,105 (mg.mL^{-1}), sendo o volume final completado para 3mL. Foram adicionados aos tubos 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu a 10% e 2mL de solução aquosa de carbonato de sódio 7,5%.

Em seguida, os tubos testes contendo as soluções foram incubados por 5 minutos, em banho-maria a 50°C . Resfriadas as alíquotas, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro a 760nm, conforme Roesler et al (2007). Todos os

pontos foram analisados em triplicata. Os resultados foram expressos em mg de equivalente ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra seca.

Os taninos foram determinados por método colorimétrico, baseado na redução de fosfotungstomolibidico (Folin-Dennis), segundo método da AOAC 952.03 (1995).

A capacidade antioxidante em seqüestrar radicais livres foi avaliada utilizando-se o radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) conforme descrito por Melo et al (2006) e Roesler et al (2007). A partir dos extratos e resíduos obtidos previamente nas extrações aquosa e etanólica, foram preparadas soluções testes de concentração 10% em mg sólidos.mL⁻¹.

Em seguida, tubos de diferentes concentrações (0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1%) desses extratos foram adicionadas de 1800µL de solução etanólica de DPPH (0,004% m.v-1). Os tubos foram agitados e incubados a temperatura ambiente por 30 minutos, no escuro. Em seguida, as absorbâncias das amostras foram lidas a 517nm em espectrofotômetro. O etanol foi utilizado como branco. Todos os pontos foram analisados em triplicata. O mesmo procedimento foi adotado para o extrato etanólico de folhas de alecrim para efeito comparativo. O controle negativo do teste foi metanol adicionado do mesmo volume da solução de DPPH e o controle positivo do teste foi solução etanólica de Trolox a 0,005% m.v-1, adicionado do mesmo volume da solução de DPPH. O valor médio das absorbâncias apresentadas pelo controle negativo representa 100% de inibição da oxidação, e através desse dado, pode-se calcular o percentual de inibição de oxidação de cada um dos valores de absorbância obtidos. Assim, determina-se o gráfico da atividade antioxidante em função da concentração µg.mL⁻¹. A solução de DPPH deve ser preparada somente no momento dos testes, acondicionada ao abrigo da luz e mantida a 4°C durante o intervalo dos testes. O controle positivo deve ser preparado sempre no momento do teste, através da diluição da solução-mãe (1mg.mL⁻¹) 20 vezes. Os controles, positivo e negativo, foram realizados em triplicata para cada amostra. A capacidade de sequestrar radical livre, expressa como percentual de inibição foi calculada de acordo com a equação (1):

$$\text{Equação (1): } \text{EAG} = \frac{C \times V}{m}$$

Em que EAG = equivalentes de ácido gálico em mg.100g^{-1} , C = concentração de ácido gálico em mg.mL^{-1} , V = volume de extrato usado no teste em mL e m = massa do extrato em g.

As análises de bioativos foram realizadas sob proteção da incidência de luz.

4.8 Análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado, os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F (Origin 7.0) ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características físicas

As medidas físicas dos frutos estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características físicas dos frutos de laranjinha de pacu (*Pouteriaglomerata*(Miq.) Radlk do município de Miranda-MS.

Característica	Média ± desvio padrão*
Massa (g)	93,86±7,11
DET (cm)	6,45±0,26
DEL (cm)	4,15±0,24
Polpa (%)	56,96±2,93
Casca (%)	28,62±2,34
Sementes (%)	10,90±2,07
Descartes (%)	3,52±0,86

* Os resultados constituem médias ± desvios padrão de 24 frutos. DET = diâmetro externo transversal, DEL= diâmetro externo longitudinal.

Silva (2010) estudou os parâmetros físicos de frutos de laranjinha de pacu provenientes do município de Corumbá/MS e observou valores de 4,74±0,86 (DET) e de 3,42±0,55 (DEL). Neste estudo os valores observados para estes parâmetros foram superiores em 150% e 21%, respectivamente.

Como não existem na literatura estudos sobre a laranjinha de pacu com todas as análises realizadas nesta pesquisa, as comparações serão feitas com frutos nativos do cerrado e pantanal brasileiro.

A Laranjinha de pacu apresentou rendimento de polpa inferior ao relatado por Silva (2010) para frutos de Tarumã e Caraguatá, sendo 85,95% e 82,43% respectivamente. Com relação aos rendimentos de casca e semente os valores observados para os frutos de Laranjinha de pacu (Tabela 1) foram superiores aos relatados para tarumã (4,52 e 9,53%, respectivamente) e caraguatá (16,44e 1,13% respectivamente). Já os frutos de laranjinha de pacu estudados por Silva (2010) tiveram como resultado rendimento superior na polpa (63,41%) e na semente (18,80%) e inferior na casca (17,79%).

5.2 Características químicas

Na Tabela 2 estão apresentadas as características químicas da polpa e da casca dos frutos de laranjinha de pacu estudados.

Tabela 2 – Características químicas da polpa e casca dos frutos de laranjinha de pacu do município de Miranda-MS.

Característica	Polpa	Casca
Umidade (g 100 g ⁻¹)	81,46±0,26 ^a	72,42±0,08 ^b
pH	3,48±0,01 ^a	3,32±0,03 ^b
Acidez titulável (g 100g ⁻¹)	4,27±0,13 ^a	4,29±0,10 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	10,95±0,17 ^a	3,89±0,53 ^b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Os frutos de laranjinha de pacu mostraram umidade muito próxima aos valores citados por Silva (2010) para frutos de laranjinha de pacu provenientes de regiões do cerrado e pantanal, os autores observaram resultados de 81,41±0,21 na polpa e 72,39±0,06 na casca, essas pequenas diferenças podem ser devido às condições climáticas e época do ano coletadas. Em outros frutos como caraguatá foi observado umidade com valores de 79,42±0,24 na polpa e 53,49±0,58 na casca, o saputá obteve valores de 76,07±0,08 na polpa e 47,92±0,23 na casca. Os valores de umidade observados para este fruto indicam que podem sofrer processo de deterioração facilmente e a necessidade de armazenamento sob refrigeração.

Verifica-se que valores do pH das amostras apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), sendo o pH da casca menor que o da polpa.

A acidez titulável da laranjinha de pacu não apresentou valores que se diferem estatisticamente entre a polpa e a casca ($p>0,05$).

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os valores dos sólidos solúveis entre a polpa e a casca ($p<0,05$).

Em 2000 foi aprovado o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de fruta, exigindo assim padrões de qualidade, entre eles de sólidos solúveis e pH para diversas frutas.

Em relação ao pH a polpa de acerola teve exigência mínima de 2,80; a de cupuaçu de 2,60; a de goiaba 4,0; graviola 3,50; mangaba 2,80; e pitanga 2,5. A

polpa e laranjinha de pacu deste estudo apresentou valores de pH próximos aos frutos de goiaba e graviola, o que sugere potencial para aproveitamento alimentício e preparo de bebidas.

Já para o PIQ da polpa de algumas frutas destinada para bebidas as exigências de sólidos solúveis são variadas, para a manga, maracujá e abacaxi são exigidos concentrações mínimas de 11°Brix, para polpa de goiaba 7°Brix, para a polpa de acerola o valor mínimo exigido é de 5,5°Brix, para polpa de cajá 2,2°Brix, 10°Brix para o caju e mamão, 9°Brix para o cupuaçu e graviola, para o fruto mangaba 8°Brix e pitanga 6°Brix. A polpa da laranjinha de pacu neste estudo apresentou valores dentro dos padrões exigidos de °Brix para as polpas dos frutos referenciados na norma de 2000. Demonstrando assim, que tem um importante potencial para utilização como fonte alimentar e em preparos de bebidas.

A acidez titulável da laranjinha de pacu comparada com outros frutos apresentou valores superiores ao puçá-preto ($0,62\text{g } 100\text{g}^{-1}$), manga (casca: $0,26\text{g } 100\text{g}^{-1}$; polpa: $0,13\text{g } 100\text{g}^{-1}$) e valores próximos ao maracujá (3,6 a $4,3\text{g } 100\text{g}^{-1}$).

Esses valores são mais elevados que a maioria dos frutos comestíveis, característica importante para a produção de sucos concentrados, já que esses não necessitariam de adição de acidulantes como conservantes. Segundo Roriz (2012) a acidez age como conservante para o alimento podendo proporcioná-lo uma vida de prateleira mais longa.

5.3 Minerais

Na Tabela 3 estão apresentadas os teores de minerais da polpa e da casca dos frutos de laranjinha de pacu estudados.

Tabela 3 - Teores de minerais em frutos de laranjinha de pacu do município de Miranda-MS.

Mineral (mg 100 g ⁻¹)	Polpa	Casca
Manganês	2,05±0,11 ^a	0,86±0,21 ^a
Zinco	8,45±0,08 ^a	1,42±0,36 ^b
Cobre	n.d.	16,00±21,00
Ferro	12,50±4,88 ^a	9,25±3,46 ^a

n.d. = não detectado. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

A laranjinha de pacu apresentou valores superiores de zinco na polpa em comparação a casca. Relacionando com outros estudos de frutos do cerrado a laranjinha de pacu tem valores elevados de zinco em sua polpa.

Silva (2009) analisou frutos do cerrado e encontrou nos frutos de araçá, araticum, caju-do-cerrado, gabiroba, mangaba, murici, pitomba e puçá valores entre $0,50\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$ e $0,84\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$. Não sendo observado conteúdo de zinco em frutos de cagaita.

Foram observados para os minerais ferro e manganês, teores estatisticamente iguais entre a casca e polpa ($p < 0,05$) e para o zinco diferença significativa entre a casca e a polpa ($p < 0,05$).

Silva (2008) estudou o teor de ferro em frutos do cerrado e verificou que frutos de macaúba apresentaram teores de ferro de $0,88\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$ semelhante ao observado em frutos de mangaba. O murici apresentou valor de $1,29\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$, e os frutos de araçá, araticum, caju-do-cerrado, gabiroba, mangaba, pitomba e puçá apresentaram valores entre $0,21\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$ e $0,60\text{mg } 100\text{ g}^{-1}$. Todos inferiores aos valores encontrados neste estudo na laranjinha de pacu.

Uma das principais fontes consideradas de ferro na alimentação é o fígado bovino, que apresenta valores de $5,8\text{mg}$ de acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO), valores ainda menores que a da laranjinha de pacu do presente estudo.

Foi observado neste estudo nos frutos de laranjinha de pacu teores de manganês, maiores na polpa do que na casca. E cobre valores somente na casca.

Ramos (2008) determinou o teor de minerais em frutos de bocaiúva, sendo encontrados $2,43\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de cobre e $1,38\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de manganês no fruto não fracionado. Os resultados de cobre da bocaiúva foram inferiores ao da casca de laranjinha de pacu neste estudo, já o manganês da bocaiúva foi inferior para a polpa de laranjinha de pacu, mas superior a casca.

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), frutos considerados comuns na alimentação cotidiana como laranja, goiaba, caju, maracujá, kiwi e caqui apresentaram valores muito inferiores para todos os minerais estudados na laranjinha de pacu do presente estudo, com valores de manganês, zinco, cobre e ferro variando de $0,1\text{mg}$ a $0,39\text{mg}$. A macaúba, fruto nativo apresentou valores na TACO de $0,08\text{mg}$ de manganês, $0,7$ de zinco; $0,35$ de cobre e $0,8\text{mg}$ de ferro.

5.4 Compostos bioativos

Os teores de compostos bioativos obtidos para a polpa e casca de laranjinha de pacu encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Teores de compostos bioativos, em massa seca, em frutos de laranjinha de Pacu do município de Miranda-MS.

Característica	Compostos fenólicos (mg EAG 100g⁻¹)	Taninos (mg EAT 100g⁻¹)	AAO (IC₅₀ mg g DPPH⁻¹)
Polpa			
Extração aquosa	164,57±2,40 ^a	55,71±3,13 ^a	111,27±7,62 ^b
Extração etanólica	162,71±0,25 ^a	45,19±0,96 ^c	43,88±1,84 ^c
Casca			
Extração aquosa	78,00±8,00 ^b	58,22±6,97 ^{ab}	216,92±13,25 ^a
Extração etanólica	157,75±7,64 ^a	52,78±5,60 ^b	228,26±18,67 ^a
Característica	Ácido Ascórbico (mg 100g⁻¹)		
Polpa	239,69±27,36 ^a		
Casca	313,88±12,48 ^b		

EAG = equivalente ácido gálico; EAT: equivalente ácido tânico; AAO = atividade antioxidante.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

O ácido ascórbico teve maior concentração na casca da laranjinha de pacu do que na polpa ($p>0,05$). Segundo Oliveira (2012), o ácido ascórbico é facilmente oxidado e degradado, sendo o processo acelerado em presença de ferro, na análise de minerais deste estudo a laranjinha de pacu apresentou maiores teores de ferro na polpa do que na casca, o que pode explicar a concentração mais elevada de ácido ascórbico na casca da laranjinha de pacu. Ambos tiveram concentração elevada comparada a outros frutos do cerrado. O estudo de Gonçalves (2008) demonstrou valores de 110,00±2,00mg 100g⁻¹ na polpa do fruto cagaita, 24,00±2,00mg 100g⁻¹ na polpa do fruto umbu, já no fruto coquinho azedo o teor de ácido ascórbico foi superior ao da laranjinha de pacu obtido neste estudo, sendo o valor de 341,00±18,00mg 100g⁻¹.

Em comparação a frutas consideradas fontes de vitamina C, valores referenciados pela TACO, como a acerola (941,4mg), laranja pêra (73,3mg), caju (186mg), goiaba branca (99,2mg) e kiwi (70,8mg), tiveram valores inferiores a

laranjinha de pacu deste estudo, com exceção da acerola. O fruto camu-camu é considerado uma das maiores fontes de vitamina C (1.100,54mg), apresentando valores superiores ao da laranjinha de pacu deste estudo.

Ao nível de 5%, na polpa os compostos fenólicos não se diferem estatisticamente entre as extrações aquosa ($164,57 \pm 2,40 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$) e etanólica ($162,71 \pm 0,25 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$), tanto a extração aquosa quanto a extração etanólica da polpa não se diferem estatisticamente da extração etanólica da casca ($157,75 \pm 7,64 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$), porém apresentam diferença estatística comparada a extração aquosa da casca ($78,00 \pm 8,00 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$). Existe uma diferença estatística entre a extração aquosa e a extração etanólica da casca.

Em relação aos taninos, ao nível de 5%, para a polpa as extrações aquosa ($55,71 \pm 3,13 \text{ mg EAT } 100\text{g}^{-1}$) e etanólica ($45,19 \pm 0,96 \text{ mg EAT } 100\text{g}^{-1}$) apresentam diferença estatisticamente significativa entre elas, assim como ambas extrações da polpa em relação a extração etanólica da casca ($52,78 \pm 5,60 \text{ mg EAT } 100\text{g}^{-1}$), ainda apresentam diferença estatística a extração etanólica da polpa em relação a extração aquosa da casca ($58,22 \pm 6,97 \text{ mg EAT } 100\text{g}^{-1}$). A extração aquosa da polpa é estatisticamente igual a extração aquosa da casca, assim como a extração aquosa e a extração etanólica da casca entre elas.

Quanto a atividade antioxidante, ao nível de 5%, ambas extrações (aquosa $111,27 \pm 7,62 \text{ IC}_{50} \text{ mg g DPPH}^{-1}$ e etanólica $43,88 \pm 1,84 \text{ IC}_{50} \text{ mg g DPPH}^{-1}$) da polpa se diferem estatisticamente entre elas, bem como se diferem tanto da extração aquosa ($216,92 \pm 13,25 \text{ IC}_{50} \text{ mg g DPPH}^{-1}$) como da extração etanólica ($228,26 \pm 18,67 \text{ IC}_{50} \text{ mg g DPPH}^{-1}$) da casca. Para a casca a extração aquosa não apresenta diferença significativa estatisticamente em relação a extração etanólica.

Em relação aos compostos fenólicos, observa-se que as extrações com etanol mostraram mais eficiente para casca e valores muito próximos para a polpa de laranjinha de pacu comparado a extração aquosa. Houve diferença estatística entre a polpa e a casca na extração com etanol, diferença que não foi apresentada na extração aquosa ambos ao nível de 0,05. As maiores concentrações de compostos fenólicos, tanto na extração aquosa quanto na etanólica, foram encontradas na polpa.

Os taninos obtiveram melhores resultados tanto na polpa como na casca na extração aquosa, onde não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$), já na extração etanólica foi apresentada diferença estatística ($p < 0,05$).

Em relação à atividade antioxidante da polpa a extração aquosa apresentou maior valor que a etanólica, e valores próximos na casca nas duas extrações, em ambas as extrações houve diferença estatisticamente significativa entre a polpa e a casca ($p > 0,05$).

Tavares (2010) com o intuito de quantificar o teor fenólico e avaliar a capacidade antioxidante dos frutos caraguatá e tarumã, sendo ambos frutos do Cerrado brasileiro, concluiu que as polpas dos frutos apresentaram maiores valores de compostos fenólicos quando comparadas as cascas e as sementes. O extrato aquoso da casca do tarumã mostrou capacidade em sequestrar radicais livres próxima à do alecrim, o qual é conhecido por desempenhar excelente atividade antioxidante.

Os maiores teores de compostos fenólicos obtidos foram: extrato aquoso e etanólico de polpa de caraguatá, 27,68 e 27,36mg EAG.g extrato seco⁻¹, respectivamente, extrato aquoso e etanólico de polpa de tarumã, 16,81 e 12,59mg EAG.g extrato seco⁻¹, respectivamente. Observou-se que os teores de fenólicos encontrados nos resíduos foram muito inferiores aos presentes nos filtrados; as extrações aquosas e as etanólicas mostraram eficiências semelhantes e, nos frutos analisados, esses teores não foram tão expressivos quanto aos de outros frutos do Cerrado já estudados.

As outras frações dos frutos apresentaram resultados que indicam bom potencial antioxidante quando comparados a outros frutos do cerrado. Apenas nos extratos etanólicos das cascas de tarumã e de caraguatá observou-se uma relação entre o teor de fenólicos e a atividade antioxidante, nos outros extratos não foi possível verificar esta correlação.

Silva (2010) demonstrou resultados onde a polpa da laranjinha de pacu e da semente de pateiro no filtrado etanólico apresentou elevada atividade antioxidante, sendo que o percentual de inibição da oxidação ficou acima de 50%, por isso o valor do IC₅₀ não foi determinado. Outras amostras que também apresentaram um bom potencial antioxidante foram os filtrados aquosos da casca do tarumã, da polpa de laranjinha de pacu e do saputá. Em relação aos taninos o valor da laranjinha de pacu apresentou valores menores comparadas a canjiqueira do estudo de Prates (2012) 65,53±0,95mg EAT 100g⁻¹

Segundo estudo de Rocha (2011), em massa fresca, os taninos nos frutos de guapeva 1 (175,00±4,00mg EAT 100g⁻¹) e da gabioba (93,00±4,00mg EAT 100g⁻¹)

apresentaram resultados superiores ao da laranjinha de pacu, já nos frutos de cagaita ($5,00 \pm 0,30 \text{ mg EAT } 100 \text{ g}^{-1}$), cambucá ($3,70 \pm 0,30 \text{ mg EAT } 100 \text{ g}^{-1}$) e jaracatiá ($17,00 \pm 2,00 \text{ mg EAT } 100 \text{ g}^{-1}$) observa-se valores menores.

Em estudo realizado por Genovese et al (2010) com o fruto de cagaita foi observado resultados de $150 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de fenólicos totais (extrato aquoso), valores próximos ao obtido com a laranjinha de pacu, já Moreira-Araújo et al (2010) no fruto cajuí obteve valores de $81,76 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de fenólicos totais (extrato etanólico) e $39,40 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de fenólicos totais (extrato aquoso), resultados inferiores aos registrados na laranjinha de pacu, assim como no estudo de Kuskoski et al (2005) em que se observou no maracujá $20,0 \text{ mg}/100 \text{ g}$ de fenólicos totais (extrato aquoso). Ao contrário do pequi analisado por Lima et al (2007), onde os resultados foram superiores, $209,0 \text{ mg}/100 \text{ g}$ na polpa de fenólicos totais (extrato aquoso).

O resultado de ácido ascórbico no estudo de Rufino et al (2010) para o fruto puçá foi de $28,9 \text{ mg}/100 \text{ g}$ e para o fruto mangaba foi de $190 \text{ mg}/100 \text{ g}$ e no estudo de Genovese et al (2010) para o fruto cagaita foi de $9,8 \text{ mg}/100 \text{ g}$, dados inferiores quando comparados com os obtidos no estudo da laranjinha de pacu. Já no estudo de Almeida (2009) para o fruto cajuí os resultados obtidos variam entre $200 \text{ mg}/100 \text{ g}$ e $340 \text{ mg}/100 \text{ g}$, o que pode ser superior ao da laranjinha de pacu.

Isto corrobora com a literatura que demonstra divergências entre resultados obtidos em virtude da etapa de extração com diferentes solventes. Lima et al (2004), em estudo realizado com feijão-mungo, e Broinizi et al (2007), que avaliaram os compostos fenólicos presentes em subprodutos do pseudofruto do caju, observaram que a melhor extração foi a aquosa, já Roesler et al (2007), que determinaram o conteúdo de compostos fenólicos em frutos do cerrado, verificaram que a extração etanólica resultou em extratos com maiores conteúdos de compostos fenólicos. Soares et al (2008) concluíram que a acetona é melhor que o etanol para a extração de compostos fenólicos em bagaço de maçã, tendo ocorrido o mesmo no estudo realizado por Rockenbach et al (2008) em bagaço de uva. Por sua vez, Melo et al (2008) verificaram que o uso da água (100%) no processo de extração de diversas frutas possibilitou a obtenção de um maior teor de polifenóis do que no processo de extração com acetona.

Estas divergências não estão relacionadas apenas a quantidades diferentes de fenóis nas diversas amostras, mas, sobretudo na composição em fenóis dos materiais estudados que os diferenciam entre si. Este fator influencia os resultados

devido a grande variabilidade estrutural dos compostos fenólicos, que possuem maior ou menor afinidade por determinado solvente ou método de extração devido a sua polaridade característica (ROCKENBACH et al., 2007).

Com isto, pode-se dizer que para a extração seletiva de antioxidantes naturais, é importante e é necessário um estudo sobre o solvente mais apropriado, por não existir um método de extração universal (MELO et al., 2008).

6 CONCLUSÕES

Nas condições de realização desta pesquisa, de acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que:

- a) Dentre os minerais estudados, a laranjinha apresentou maiores teores de cobre na casca e ferro na polpa, não sendo detectado cobre na polpa.
- b) O ferro neste estudo apresentou valores expressivos, podendo ser considerado uma ótima fonte deste mineral.
- c) A laranjinha de pacu apresentou teor de ácido ascórbico superior ao de outros frutos nativos do cerrado, considerados fonte desta vitamina. Foi verificado maior concentração de ácido ascórbico na casca dos frutos.
- d) Os extratos aquosos apresentaram maior concentração de compostos fenólicos, taninos e de atividade antioxidante.
- e) Independente do tipo de extração realizada, as maiores concentrações de compostos fenólicos e a maior atividade antioxidante foram encontradas na polpa.
- f) O fruto estudado pode ser empregado como alternativa de consumo para obtenção de compostos fenólicos, vitamina C e taninos ou em aplicações tecnológicas, aproveitando-se sua atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

- Abdille, MDH, Singh RP, Jayaprakasha GK, Jena BS. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. *Food Chem.* 2005; 90: 891-6.
- Abe LT, Da Mota RV, Lajolo FM, Genovese MI. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas.* 2007; 27(2): 394-400.
- Agostini-Costa TS, Garruti DS, Lima L, Freire S, Abreu FAP, Feitosa T. Avaliação de metodologias para determinação de taninos no suco de caju. *B. CEPPA.* 1999; 17(2): 167-76.
- Agostini-Costa TS, Lima A, Lima MV. Determinação de taninos em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. *Quim. Nova.* 2003; 26(5): 763-765.
- Aherne SA, O'Brien NM. Dietary flavonols: chemistry, food content, and, metabolism. *Nutrition.* New York. 2002; 18 (1).
- Alcain FJ, Buron MI, J Bioenerg. *BIOMEMBR.* 1994; 26(4): 393-8.
- Almeida AS. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do semiárido do Piauí. (Tese) – Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró – RN. 2009; 178.
- Anderson L, Dibble MV, Turkki PR, Mitchell HS. *Nutrição.* Rio de Janeiro : Guanabara, 1988; 17: 119-123.
- Andrade JS, Aragão CG, Ferreira SAN. Caracterização física dos frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.) *ACTA Amazônica.* 1993; 23 (2-3).
- Andrade RSG et al. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. *Eclética Química.* 2002.
- Angelo PM, Jorge N. Avaliação do óleo de girassol adicionado de antioxidantes sob estocagem, 2007.
- AOAC. Official methods of analysis 16. ed. Washington: Association of Analytical Chemists.
- Araya HL, Clavijo CR, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados em Chile. *Alan, Caracas.* 2006. 56(4).
- Asciutti-Moura LS. Evaluation du statut nutritionnel vitaminique B1, B2, B6, C, A et E chez des personnes âgées en hospitalisation de longue durée. Thèse (Doctorat en Gériatrie) - Université de Bourgogne. 1987; 175.

Ashurst PR. Production and Packaging of Non-Carbonated Fruit Juices and Fruit Beverages. London: Blackie Academic. 1995; 2.

Avidos MFD, Ferreira LT. Frutos do Cerrado – Preservação gera muitos frutos. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento. 2000.

Azevedo FA, Chasin AAM, Martins I. Metais: Gerenciamento da Toxicidade. Ed. Atheneu, São Paulo. 2003.

Barata-Soares AD, Gomez MLPA, Mesquita CH, Lajolo FM. Ascorbic acid biosynthesis: a precursor study on plants. Brazilian Journal of Plant Physiology. 2004; 16(3).

Barbosa ACL, Hassimotto NMA, Lajolo FM, Genovese MI. Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2006; 26(4): 921-6.

Bartolomé B, Jiménez-Ramsey, LM, Butler, LG. Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in foods. Food Chemistry, Barking, 1995; 53(4): 357-362.

Baruffaldi R e Oliveira, MN. Fatores que condicionam a estabilidade de alimentos. Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 1998; 3(2): 13-25.

Basile A, Ferrara L, Del Pozzo M, Mele G, Sorbo S, Bassi P, et al. Antibacterial and antioxidant activities of ethanol extract from *Paullinia cupana Mart.* J Ethnopharmacol. 2005; 102:32-36.

Basu TK, Dickerson JWT. Vitamins in Human Health and Disease. Wallingford, CAB International, 1996; 345.

Battestin V, Matsuda LK, Macedo GA. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. Alim. Nutr. 2004; 15(1): 63-72.

Bernotti S, Seidman E, Sinnott D, Brunet S, Dionne S, Delvim E, Levy E. Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol. 2003; 285: G898.

Bianchi MLP, Antunes LMG. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. Rev. Nutr. 1999; 12(2):123-30.

Bleinroth EW. Determinação do ponto de colheita. In: Netto AG. Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, MAARA/FRUPEX. (Série Publicações Técnicas). 1994; 11-21.

Bobbio PA, Bobbio FO. Química do Processamento de Alimentos. São Paulo: Varela. 2001; 3.

Booth S et al. Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. Journal of Food Composition and Analysis. 1992; 5(1): 25-34.

Borrelli F, Izzo AA. The plant kingdom as a source of anti-ulcer remedies. *Phytotherapy Research*. 2000.

Brasil 2000. Estabelece o regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para a polpa de fruta. Instrução normativa no. 1, de 7 de janeiro de 2000. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF. 2000; 1(6): 54-58.

Brasil 2004a. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução de Diretoria Colegiada no. 48 de 16 de março de 2004*. Aprova o regulamento técnico de medicamentos fitoterápico junto ao Sistema Nacional de Vigilância Sanitária. DOU. Diário Oficial da União, Poder Executivo, DF, Brasília, 18 mar. 2004.

Brasil 2006b. Presidência da República. Decreto no. 5813 de 22 de junho de 2006. Aprova a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos e dá outras providências. DOU. Poder Executivo, Brasília, DF, 23 jun. 2006.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos / Ministério da Saúde. 2006; 1: 9.

Broinizi PRB, Andrade-Wartha, ERS, Silva AMO, Novoa AJV, Torres RP, Azeredo HMC, Alves RE, Mancini-Filho J. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2007; 27(4): 902-908.

Bruneton J. *Elementos de fitoquímica y farma-cognosia*. Barcelona: Acribia. 1991; 593.

Burns J. et al. Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. *J. Agric. Food Chemistry*. Chicago: 2001; 49: 5797-5808.

Byers T, Perry G. Dietary Carotenes, Vitamin C, and Vitamin E as Protective Antioxidants in Human Cancers. *Annual Review of Nutrition*. 1992; 12: 139-159.

Carbonezi CA, Hamerski L, Gunatilaka AAL, Cavalheiro A, Castro-Gamboa I, Silva DHS. Bioactive flavone dimers from *Ouratea multiflora* (Ochnaceae). 2007.

Carvalho EB. Estudos da interação entre proteínas e taninos: Influência da presença de Polissacarídeos. Tese (Doutorado em Química) - Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. 2007; 193

Carvalho PRN. Manual técnico: análises de vitaminas em alimentos. Campinas: ITAL. 1988; 30-7.

Castejon FV. Seminários aplicados: Taninos e Saponinas. Universidade Federal de Minas Gerais. Goiânia. 2001.

Catani MV, Constanzo A, Savini I, Leviero M, De Laurenzi V, Wang JYJ, Melino G, Avigliano L. *Biochem. J.* 2002; 364-441.

Cerqueira FM, Medeiros MHG, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Quim. Nova.* 2007; 30(2):441-9.

Cheftel JC, Cheftel H. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos.* 3 ed. Zaragoza: Acribia; 1999.

Chipault JR, Mizumo GR, Hawkins JM, Laundberge WP. Antioxidant properties of natural spices. 1952; 17.

Chitarra AB. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de pessegueiro e da ameixeira. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte,* 1997; 18 (189): 68-74.

Chung KT, Lu Z, Chou MW. Mechanism of inhibition oh tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. *Food and Chemical Toxicology* 1998; 36: 1053-1060.

Clifford, MN, Scalbert A. Ellagitannins – nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2000; 80(1118): 1125.

Conceição CA. *Vegetação do pantanal.* Campo Grande: Ed. UFMS, 2006; 32.

Conti JH, Minami K, Tavares FCA. Produção e qualidade de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. *Horticultura Brasileira.* 2002; 20 (1):10-17.

Cortecchi G. *Geologia e saúde.* Bologna: Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Scienze.della Terra e Geologico-Ambientale. Trad. De Wilson Scarpelli. 2006; 05-17.

Costa WS; Filho JS, Mário ERM, Mata C, Queiroz AJ de M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande.* 2004; 6(2): 141-7.

Craveiro A. *Vitamina C dá em árvore.* Globo Ciência, Rio de Janeiro. 1994; 12: 39-42.

Damasceno Jr GA, SOUZA PR. *Sabores do Cerrado e Pantanal: receitas e boas práticas de aproveitamento.* Campo Grande: Ed UFMS. 2010; 141.

Darias-Martin J, Lobo-Rodrigo G, Hernandez-Cordero J, Diaz-Diaz E, Diaz Romero C. Alcoholic beverages obtained from black mulberry. *Food Technol Biotechnol.* 2003; 41(2): 173–6.

De Maria BAC, Moreira AFR. Métodos para análise de ácido clorogênico. *Química Nova.* 2004; 27(4):586-592.

Decker EA. Phenolics: prooxidants or antioxidants? *Nutrition Reviews*, New York. 1997; 55(11): 396-407.

Dhariwal RK, Hartzell WO, Levine M. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid measurements in human plasma and serum. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda. 1991; 54(4): 712-6.

Dias VLN, Souza AG de; Nascimento AR; Martins AGLA. A importância do cobre na dieta alimentar. Revisão / The importance of copper in the diet. 2009.

Diegues AC, Arruda RSV (orgs). Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001; 176.

Diegues Antônio C. Apresentação. In: _____. *Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*. São Paulo: NUPAUB USP/Annablume/HUCITEC. 2000; 163.

Dröge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Phys. Rev.* 2002; 82: 47-95.

Dubick MA, Omaye ST. Modification of atherogenesis and heart disease by grape wine and tea polyphenols. In: Wildman, R. E.C. (org). *Handbook of Nutraceutical and Functional Food*. Boca Raton: CRC Press. 2001; 14: 143-153.

Fennema OR. *Química de los alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia. 1993; 2.

Flyman MV, Afolayan AJ. The suitability of wild vegetables for alleviating human dietary deficiencies. *South African Journal of Botany*. 2006; 72(4): 492-497.

Fraker PJ, King LE, Laakko T, Vollmer TL. The dynamic link between the integrity of the immune system and zinc status. *J Nutr.* 2000; 130(5): 1399-1406.

Franco G. *Tabela de Composição Química dos Alimentos*. Editora Atheneu, São Paulo, 2007; 9: 307.

Freedman L, Francis FJ. Effect of ascorbic acid on color of jellies. *Journal of Food Science*, 1984; 49(4): 1212-3.

Genovese MI, Silva-Pinto, M. da, Gonçalves AE de SS, Lajolo FM. Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Exotic Fruits and Commercial Frozen Pulpes From Brazil. *Food Science and Technology International*. 2010; 14: 207-214.

Gey KF. Vitamins E plus C and interacting nutrients required for optimal health. *Biofactors*, Oxford. 1988; 7(1/2): 113-174.

Giasson BI, Ischiropoulos H, Lee VM-Y, Trojanowski JQ. The relationship between oxidative/nitrative stress and pathological inclusions in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Free Radical Biology e Medicine*. 2002; 32(12): 1264-1275.

Giner-Chaves BI. *Condensed tannins in tropical forages*. (Tese) - Cornell University, Ithaca, NY. 1996; 196.

Gold MD. Integr. Cancer Ther. 2003.

Gonçalves AESS. Avaliação da capacidade antioxidantes de frutas e polpas de frutas nativas e determinação dos teores de flavonoides e vitamina C. 2008.

Goto R, Tivelli SB. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP. 1998; 319.

Guerrero JLG et al. Mineral nutrient composition of edible wild plants. Journal of Food Composition and Analysis. 1998; 11(4): 322-8.

Guilland JC, Lequeu B. As vitaminas do nutriente ao medicamento. São Paulo: Santos. 1995; 375.

Haciseferogullare H, Gezer I, Bahtiyarca Y, Menges HO. Determination of some chemical and physical properties of Sakiz faba bean (L. Var. Major). 2003; 60(4): 475-9.

Halliwel B, Aeschbach R, Lölinger J, Aruoma OI. The characterization on antioxidants. Food and Chemical Toxicology, Oxford, 1995; 33(7): 601-617.

Halliwel B, Mutat. Res. 2001.

Hambidge KM. Human zinc deficiency. J Nutr. 2000; 130 Suppl. 1:1344-9.

Hardisson A et al. Mineral composition of the banana (*Musa acuminata*) from the island Tenerife. Food Chemistry. 2001; 17(2): 153-161.

Hartman PE, Shankel DM. Antimutagens and anticarcinogens: a survey of putative interceptor molecules. Environmental and Molecular Mutagenesis, New York, 1990; 15(3): 145-182.

Haslam E. Plant Polyphenols, Vegetable Tannins Revisited. Cambridge University Press, Cambridge. 1989.

Heenan DP, Campbell LC. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. Plant Cell Physiol. 1980; 21(4): 731-6.

Heim KE et al. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationships. J Nutr Biochem. 2002; 13: 572-580.

Hercberg S, Galan P, Preziosi P, Roussel AM, Arnaud J, Richard MJ, Malvy D, Pauldauphin A, Briancon S, Favier A. Background and rationale behind the SU.VI. MAX study, a prevention trial using nutritional doses of a combination of antioxidant vitamins and minerals to reduce cardiovascular diseases and cancers. *International Journal for Vitamins and Nutrition Research*, Bern. 1998; 68(1): 3-20.

Hiane PA, Ramos MIL, Filho MMR, Pereira JG. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul. B. CEPPA. 1992; 10(1): 35-42.

Hiane PA, Penteado MVC, Badolato E. Teores de ácidos graxos e composição centesimal do fruto e da farinha da bocaiúva. Revista de Alimento e Nutrição, São Paulo, 1990; 2: 21-5.

Hironaka GMFN. O extrativismo como atividade agrária. Teresina: JusNavigandi. 2000; 4.

IBAMA <http://www.ibama.gov.br>.

IBGE. Mapa de biomas do Brasil. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

Irache JM, Ezpeleta I, Vega FA. HPLC determination of antioxidant synergists and ascorbic acid in some fatty pharmaceuticals, cosmetics and food. Chromatographia. 1993; 35(3-4): 232-6.

Jacob RA. The integrated antioxidant system. Nutrition Research, New York. 1995; 15(5): 755-766.

Johnson JR, Braddock RJ, Chen CS. Kinetics of ascorbic acid loss and nonenzymatic browning in orange juice serum: experimental rate constants. Journal of Food Engineering. 1995; 60(3): 502-5.

Journal of Vitamin and Nutrition Research, Bern. 1997; 67(5): 289-297.

Kähkönen MP, Hopia AI, Heinonen M. Berry phenolics and their antioxidant activity. J. Agric. Food Chemistry. Chicago. 2001; 49: 4076-4082.

Kawashima LM, Soares LMV. Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in southern Brazil. J. Food Comp. Anal. 2003; 16: 605-611.

Kumar R, Singh M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. J. Agric. Food Chem. 1984; 32: 447-453.

Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2005; 25(4): 726-732.

Lacerda DR, Acedo MDP, Filho JPL, Lovato MB. Genetic diversity and structure of natural populations of *Plathymania reticulata* (Mimosoideae), a tropical tree from the Brazilian Cerrado. Mol Ecol. 2001; 10: 1143-1152.

Lacerda E, Cunha AJ. Anemia ferropriva e alimentação no segundo ano de vida no Rio de Janeiro. Rev Panam de Saúde Pública. 2001; 9(5): 294-301.

Lee HS, Nagy S. Quality changes nonenzymatic browning intermediates in grapefruit juice during storage. Journal of Food Science. 1988; 53(1): 168-172.

Lee KW, Lee HJ, Surh YJ, Lee CY, Am J. Clin. Nutr. 2003; 78: 1074.

Lekha PK, Lonsane BK. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. *Advances in Applied Microbiology*, 1997; 44.

Lescure JP. Algumas questões a respeito do extrativismo. *In* Emperaire, Laure. A floresta em jogo: o extrativismo na Amazônia central. São Paulo: UNESP/ Imprensa Oficial. 2000; 191-204.

Leterne P. et al. Mineral content of tropical fruits and unconventional foods of the Andes and the rain Forest of Colombia. *Food Chemistry*. 2006; 95(4): 644-652.

Lima DG, Soares VCD, Ribeiro EB, Carvalho DA, Cardoso ÉCV, Rassi FC, Mundim KC, Rubim JC, Suarez PA. *Journal of analytical and Applied Pyrolysis*. 2004; 71: 987.

Lima ES, Silva EG, Neto JMM, MoitaGC. Redução de Vitamina C em suco de caju (*Anacardium Occidentale* L.) industrializado e cajuína. *Química Nova*. 2007; 30(5): 1143-6.

Loguercio AP. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). *Ciência Rural*, Santa Maria. 2005; 35(2): 366-370.

Mafrá I, Ferreira IMPLVO, Faria MA, Oliveira BPP. A novel approach to the quantification of bovine Milk in ovine cheeses using a duplex polymerase chain reaction method. *J. Agric. Food Chem.*, 2004; 52: 4943-7.

Mahan LK, Arlin MT. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. São Paulo : Roca. 1995; 8: 71-111.

Malacrida CR, Motta S. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2005; 25(4): 659-664.

Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jimenez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 79: 727-747.

Marin AMF. Potencial nutritivo de frutos do cerrado: composição em minerais e componentes não convencionais [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2006.

Matsumoto RLT. Atividade antioxidante do chá mate (*Ilex paraguariensis*). [Dissertação] São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2008.

Matuda TG, Maria FN. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 2005; 25(2).

Mauro RA, Aguiar LMS, Silva MP, Pott A. & Pott VJ. Fauna e Flora do Cerrado, Campo Grande. 2004.

Medeiros SAF, et al. Caracterização físico-química de progênies de maracujá-roxo e maracujá-azedo cultivados no Distrito Federal. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal. 2009; 31(2).

Mello JCP, Santos SC. Taninos. In: Simões CM, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC. 2001; 24(3): 517-543.

Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG de, Nascimento RJ do. Capacidade antioxidante de frutas. Rev. Bras. Cienc. Farm. 2008; 44(2): 193-201.

Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Leal FLL, Caetano ACS, Nascimento RJ. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas. 2006; 26(3): 639-644.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado - "Programa Cerrado Sustentável". Brasília: Núcleo dos Biomas Cerrado e Pantanal, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Ministério do Meio Ambiente. 2004; 63.

Monteiro JM, Albuquerque UP, Araújo EL, Amorim ELC. Taninos: Uma abordagem da química à ecologia. Química Nova, São Paulo. 2005; 28(5): 892-6.

Morgan L. Fruit flavour and hydroponics. In: MORGAN L (ed). The best of practical hydroponics and greenhouses. Austrália: Casper Publications. 1999; 152-7.

Nacz M, Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. J. Chromatogr., A. 2004; 1054: 95-111.

Nakamura Y, Tsuji S, Tonogai Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003; 25(51, 1): 331-9.

Niki E, Nogushi N, Tsuchihashi H, Gotoh N. Interaction among vitamin C, vitamin E, and b--carotene. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, 1995; 62(6): 1322-6.

Odhav B, et al. Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. Journal of Food Composition and Analysis. 2007; 20(5): 430-5.

Oetterer M, Regitano-d'Arce MAB, Spoto MHF. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri:Manole. 2006.

Ogle BM, Dao HTA, Mulokozi G, Hambreus L. Micronutrient composition and nutritional importance of gathered vegetables in Vietnam. Int J Food Sci Nutr. 2001; 52: 485-99.

- Oliveira MEB, et al . Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas. 1999; 19(3).
- Oliveira RG, Godoy HT, Prado MA. Quantificação dos isômeros ácido L-ascórbico e ácido D-iso-ascórbico em geleias de frutas por cromatografia líquida de alta eficiência. *Quím. Nova*, São Paulo. 2012; 35(5).
- Ozkan M, Kirca A, Cemeroglu B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. *Food Chemistry*. 2004; 88: 591-7.
- Padh H. Vitamin C: never insights into its biochemical functions. *Nutrition Reviews*, New York. 1991; 49(3): 65-70.
- Pansera MR, Santos ACA, Paese K, Wasum R, Rossato M, Rota LD, et al. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Farmacogn*. 2003; 13(1): 17-22.
- Pimentel CVDMB, Rancki VM, Gollucke APB. Alimentos Funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos. São Paulo, Livraria Varela. 2005.
- Pompella, A. Biochemistry and histochemistry of oxidant stress and lipid peroxidation. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research*, Bern. 1997; 67(5): 289-297.
- Porretta S, Nonenzymatic browning of tomato products. *Food Chemistry*. 1991; 40(3): 323-335.
- Pott A, Pott, VJ. *Plantas do Pantanal*. 1994.
- Pott VJ, Pott A. *Plantas aquáticas do Pantanal*. Corumbá: EMBRAPA. 2000; 353.
- Prates MFO. Potencial nutritivo e compostos bioativos em frutos de canjiqueira: pós-colheita e processamento. Campo Grande – MS. 2012.
- Queiroz CRAA, Morais S, Nascimento EA. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *R. Árvore*. 2002; 26(4): 485-492.
- Ramos MIL, Ramos Filho MM, Hiane PA, Braga Neto Já, Siqueira EMA. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2008; 28(supl.): 90-4.
- Reinold MR, Cerveja – como assegurar a uniformidade do produto final. *Engarrafador Moderno*. 1999; 63(19).
- Rink L, Kirchner H. Zinc-Altered immune function and cytokine production. *J Nutr*. 2000; 130: 1407-1411.
- Robertson LM, Samaniego HT. Effect of initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning of lemon juice during storage. *Journal of Food Science*. 1986; 51(1): 184-192.

Rocha WS, et al . Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal. 2011; 33(4).

Rockenbach II, Silva GL, Rodrigues E, Gonzaga LV, Fett R. Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). Rev Inst Adolfo Lutz. 2007; 66(2): 158-163.

Rockenbach II, et al. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. 2008; 28: 238-244.

Rodrigues VEG, Rodrigues DAC. Plantas medicinais no domínio dos cerrados. Lavras: UFLA; 2001; 1: 11.

Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Ciências e Tecnologia de Alimentos, Campinas. 2007; 27(1): 53-60.

Roriz RFC. Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para alimentação humana. Universidade federal de Goiás. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. 2012.

Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food Chemistry. 2010; 121(4): 996-1002.

Salunkhe DK, Jadhav SJ, Kadam SS, Chavan JK. Chemical, biochemical, and biological significance of polyphenols in cereals and legumes. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton. 1982; 17(3): 277-305.

Santos AB. Atividade Antioxidante de extratos vegetais da flora brasileira: Estudo com ressonância paramagnética eletrônica (RPE) e teoria do funcional da densidade (TFD). [Tese] (doutorado em Física aplicada a Medicina e Biologia) – Curso de Pós-Graduação em Física aplicada a Medicina e Biologia da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

Santos-Buelga C, Scalbert A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2000.

Sellappan S, Akoh CC, Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. J. Agric. Food Chemistry, Chicago. 2002; 50(8): 2432-8.

Sies H. Strategies of antioxidant defense. Eur. J. Biochem. 1993; 215: 213-219.

Sies H, Stahl W. Vitamins E and C, beta-carotene, and other carotenoids as antioxidants. Am. J. Clin. Nutr. 1995; 62: 1315-1321.

Silva MR, Silva MAAP. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. *Rev. Nutr.* 1999; 12(1): 5-19.

Silva AML, Martins BA, Deus TN. Avaliação do Teor de Ácido Ascórbico em frutos do Cerrado durante o amadurecimento e congelamento. 2009.

Silva CRM, Naves MMV. Suplementação de vitaminas na prevenção de câncer. *Revista de Nutrição.* Campinas. 2001; 14(2).

Silva DB, Silva JA, Junqueira NTV, Andrade LRM. FRUTAS DO CERRADO. Brasília, Distrito Federal, Brasil, Embrapa. 2001; 1: 178.

Silva GM. Potencial antioxidante de frutos do cerrado e do pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul. 2010.

Silva ICC. Usos de processos combinados para aumento do rendimento da extração e da qualidade do óleo de macaúba. [Dissertação] (Mestrado em tecnologia de processos químicos e bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ. 2009; 99.

Silva JA. et al. Frutas nativas dos cerrados. Brasília, DF: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC. 1994; 166.

Silva PSL, Sá WR, Marigule KH, Barbosa APR, Oliveira OF. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. Caatinga, Mossoró- RN. 2002; 1-2(15).

Simón BF, Cadahia E, Conde E, García-Vallejo MC. Evolution of Phenolic Compounds of Spanish Oak Wood during Natural Seasoning. *First Results J. Agric. Food Chem.* 1999; 47(4): 1687-94.

Sinclair WB. The biochemistry and physiology of the lemon and other citrus fruits. Riverside: Univ. of California, 1984; 469.

Singleton VL. Tannins and the qualities of wines. In: HEMINGWAY, R.W. e LAKS, P.E. (ed.). *Plant Polyphenols.* New York: Plenum. 1992; 859-880.

Sluis AA. et al. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *J. Agric. Food Chemistry.* Chicago. 2001; 49: 3606-3613.

Smith KS, Huyck HLO. An overview of the abundance, relative mobility, bioavailability, and human toxicity of metals. In: (Plumbee G.S. & Logson G.S., eds) *Review Volume 6: The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits; Part A: Processes, Techniques, and Health Issues.* Soc. Econ. Geol. 1999; 29-70.

Smoot JM, Nagy S. Effect of storage temperature and duration on total vitamina C content of canned single-strength grapefruit juice. *Journal Agricultural and Food Chemistry.* 1980; 28: 417-421.

Soares LMV, Shishido K, Moraes AMM. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2004; 24: 202-6.

Soares SE. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Rev. Nutr.* 2002; 15(1): 71-81.

Soares M, Welter L, Kuskoski EM, Gonzaga L, Fett R. Compostos Fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal.* 2008; 30(1): 59-64.

Soule I, Grierson W. Anatomy and physiology. In: WARDOWSHI, W.F., NAGY, S. (Ed.) *Fresh citrus fruits.* New York. 1986; 1-22.

Sousa CMM, Silva HR e, Vieira-Jr GM, Ayres MCC, Costa CLS da, Araújo DS, *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Quim. Nova.* 2007; 30(2): 351-5.

Souza TM, Severi JÁ, Silva VYA, Santos E, Pietro LCLR. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Strtphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae – Mimosoidae). *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.* 2007; 28(2): 221-6.

Sundriyal M, Sundriyal RC. Wild edible plants of the Sikkim Himalaya: Nutritive values of selected species. *Economic Botany.* 2004; 58(2): 286-299.

Swain T, Hillis WE. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I.- The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of Science and Food Agriculture.* 1959; 10: 63-8.

Szckurek EI, Bjornsson CS, Taylor CG. Dietary Zinc Deficiency and Repletion Modulate Metallothionein Immunolocalization and Concentration in Small Intestine and Liver of Rats. *J Nutr.* 2001; 131: 2132-8.

Tavares MSS, Ramos MIL. Atividade antioxidante de frutos do cerrado e do pantanal, do estado de mato grosso do sul: padronização de metodologias. 2010.

Toralles RP. *et al.* Determinação das constantes cinéticas de degradação do ácido ascórbico em purê de pêssego: efeito da temperatura e concentração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2008; 28(1): 18-23.

Tôrres AR. Determinação da acidez total de vinhos tintos empregando titulações baseadas em imagens digitais / Adamastor Rodrigues Tôrres.- João Pessoa. 2010; 60.

Traber MG. Cellular and molecular mechanisms of oxidants and antioxidants. *Mineral and lectrolyte Metabolism*, Basel. 1997; 23(3/6): 135-9.

Tudisco ES. O papel da dieta na profilaxia da anemia ferropriva. *Boletim Revista da Sociedade Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, São Paulo. 1988; 10(149): 129-133.

Wong DWS. Química de los alimentos: Mecanismos y Teoría. Zaragoza: Editorial Acribia. 1995.

World Health Organization. Concise International Chemical Assessment Document nº12, Manganese and its compounds. Geneva. 1999.

World Health Organization. The prevalence of anaemia through primary healthcare: a guide for health administrators and programme managers. Geneva: Demayer EM e cols. World Health Organization. 1989.

World Health Organization. The World Health Report: Conquering Suffering Enriching Humanity. Geneva: WHO. 1997.

Ywata C, Antônio J, Cordeiro R. A cura está na natureza – Medicina Natural. São Paulo – SP: Brasil 21 Ltda. 1999; 1: 9-10.

Zheng W, Wang SY. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. J. Agric. Food Chemistry. Chicago. 2001; 49: 5165-5170.