

GABRIELA MORAES E SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DO CERRADO E DO
PANTANAL, NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

CAMPO GRANDE

2010

GABRIELA MORAES E SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DO CERRADO E DO
PANTANAL, NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

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 Maria Lígia Rodrigues Macedo

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Priscila Aiko Hiane

CAMPO GRANDE

2010

FOLHA DE APROVAÇÃO

GABRIELA MORAES E SILVA

**POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE FRUTOS DO CERRADO E DO
PANTANAL, NO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**

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. Dr. _____

Instituição_____

Prof. Dr. _____

Instituição_____

Prof. Dr. _____

Instituição_____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Tereza e Augusto**, que me deram a vida e com isto a oportunidade de realizar meus sonhos.

Ao meu companheiro, **Pedro Felipe**, pela dedicação e compreensão durante todo o período do mestrado.

Ao meu chefe, **Luciano Botelho**, pela confiança e pelo apoio incondicional sem os quais esta conquista simplesmente não seria possível.

AGRADECIMENTOS

- À Deus, a base da nossa existência;
- À minha família, pela presença constante em minha vida;
- À Prof^a Dr^a Maria Lígia Rodrigues Macedo, pela orientação competente, confiança e incentivo dedicados à realização desse trabalho;
- À Prof^a Dr^a Priscila Aiko Hiane, pelo carinho, confiança na minha capacidade, orientação e dedicação constantes;
- À Prof^a Dr^a Maria Isabel Lima Ramos pela valiosa colaboração e auxílio na execução do trabalho e validação de metodologias;
- 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, Darli Castro Costa e Márcio Olívio Figueiredo Vargas pela contribuição técnica e amizade.
- À Prof^a Dr^a Neli Kika Honda por ter acolhido a mim e a meu trabalho de braços abertos em seu laboratório.
- 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.

“Como subjetividade curiosa, inteligente, interferidora na objetividade com que dialeticamente me relaciono, meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre, mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da História, mas seu sujeito igualmente.”

(Paulo Freire)

RESUMO

Silva GM. Potencial antioxidante de frutos do Cerrado e do Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul. Campo Grande; 2010. [Dissertação – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antioxidante do araçá, saputá, pateiro, laranjinha de pacu, caraguatá e tarumã, através da verificação do conteúdo de compostos fenólicos e taninos e da atividade antioxidante das diversas frações dos frutos estudados. Foram utilizados o método da AOAC (1984) para análise de taninos; método de Fólin-Ciocalteu, para compostos fenólicos e método do DPPH para atividade antioxidante. A eficiência dos processos de extração utilizados foi diferente para as diversas amostras analisadas no que se refere à concentração de compostos fenólicos, no entanto, no tocante a atividade antioxidante, a extração etanólica foi mais efetiva. Apesar dos teores de fenóis dos frutos analisados não ter sido tão expressiva quanto a de outros frutos do Cerrado já estudados, as concentrações de compostos fenólicos mais elevadas foram encontradas no filtrado aquoso da polpa da laranjinha de pacu e nos filtrados etanólicos da casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa do saputá. Além disso, destaca-se a polpa como a fração dos frutos que apresentou os maiores valores de fenóis. A fração dos frutos que apresentou o maior conteúdo de taninos foi a casca, embora a polpa e a semente do pateiro tenham sido as amostras com os valores de taninos mais elevados. Em relação à atividade antioxidante, destacaram-se os filtrados etanólicos da polpa de laranjinha de pacu e da semente do pateiro, além do resíduo etanólico da semente do pateiro, que apresentaram excelente atividade antioxidante, o que pode ser atribuído ao conteúdo de compostos fenólicos e taninos encontrados na polpa da laranjinha de pacu e na semente de pateiro, respectivamente. Por outro lado, a semente foi a fração com a menor atividade antioxidante para a maioria das amostras estudadas. Desta forma, verificou-se que as diversas partes dos frutos avaliados podem ser utilizadas como alternativa de consumo para obtenção de compostos fenólicos e taninos e em aplicações tecnológicas, aproveitando-se assim sua atividade antioxidante.

Palavras-chave: taninos, compostos fenólicos, atividade antioxidante

ABSTRACT

The objective of this work was to study the antioxidant potential of the araçá, saputá, pateiro, laranjinha de pacu, caraguatá and tarumã, through the determination of the phenolic composites and tannins content and the antioxidant activity of the diverse fractions of the studied fruits. The methods utilized were AOAC method (1984) for tannin analysis; Fólin-Ciocalteau method, for phenolic composites and DPPH method, for antioxidant activity. The efficiency of the used extraction processes was different for the diverse samples analyzed with respect to phenolic composite concentration, however, in regards to antioxidant activity, the alcohol extration was more effective. Although the phenol concentration of the analyzed fruits haven't been so expressive than other Cerrado's fruits already studied, the higgest phenolic composite concentrations had been found in the watery filtered of the laranjinha de pacu pulp and in the alcohol filtered of the laranjinha de pacu rind and pulp and saputá pulp. Moreover, it is distinguished the pulp as the fraction of the fruits that presented the higgest values of phenols. The fraction of the fruits that presented the biggest tannin content was the rind, even so the pateiro pulp and seed have been the samples with the higgest tannin values. In relation to the antioxidant activity, the alcohol filtered of the laranjinha de pacu pulp and the pateiro seed had been distinguished, beyond the alcohol residue of the pateiro seed, that had presented excellent antioxidant activity, what it can be attributed to the phenolic composites and tannin content found in the laranjinha de pacu pulp and in the pateiro seed, respectively. On the other side, the seed was the fraction with the lesser antioxidant activity for the majority of the studied samples. Then, it was verified that the diverse parts of the evaluated fruits can be used as alternative of consumption for attainment of phenolic composites and tannins and in technological applications, using their antioxidant activity.

Keywords: tannins, phenolic composites, antioxidant activity

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características físicas dos frutos do Cerrado e do Pantanal, do Estado de Mato Grosso do Sul	40
Tabela 2 – Teor de umidade dos frutos do Cerrado e Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul, expressos em g.100g^{-1} de amostra integral.....	41
Tabela 3 - Teores de compostos fenólicos nos frutos do Cerrado e do Pantanal, expressos em equivalentes de ácido gálico (GAE) ($\text{mg de ácido gálico.g extrato seco}^{-1}$).....	42
Tabela 4 – Determinação da atividade antioxidante dos seis frutos analisados, expressa em $\mu\text{g.mL}^{-1}$ do extrato capaz de causar inibição de 50% (IC_{50}).....	46
Tabela 5 – Teores de taninos dos frutos do Cerrado e do Pantanal sul-matogrossenses, expressos em $\text{mg de ácido quercitânico.100g}^{-1}$ de amostra integral.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema da reação de autooxidação de lipídios.....	20
Figura 2 - Frutos de Caraguatá (<i>Bromelia balansae</i> Mez.) em cacho.....	27
Figura 3 - Frutos de Tarumã (<i>Vytex cymosa</i> Bert).....	28
Figura 4 - Frutos de Laranjinha de Pacu (<i>Pouteira glomerata</i>).....	29
Figura 5 - Frutos de Araçá (<i>Psidium guineense</i> SW.).....	30
Figura 6 - Frutos de Saputá (<i>Salacia elliptica</i> G. Don.).....	31
Figura 7 - Frutos de Pateiro (<i>Couepia uiti</i>).....	31
Quadro 1 - Locais de coleta dos frutos e épocas de safra.....	33
Figura 8 - Percentual de inibição de oxidação em função da concentração da amostra.....	44
Quadro 2 - Coeficientes angulares e lineares e valores de R^2 dos gráficos do percentual de inibição de oxidação em função da concentração da amostra.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERO	Espécies Reativas do Oxigênio
BHT	Butil-Hidróxi-Tolueno
BHA	Butil-Hidróxi-Anisol
TBHQ	Terc-Butil-Hidroquinona
GAE	Gallic Acid Equivalent
DPPH	2,2-Difenil-1-Picril Hidrazil
AOAC	Association of Official Analytical Chemists

LISTA DE SÍMBOLOS

km ²	Quilômetro quadrado
%	Porcentagem
mm	milímetro
cm	centímetro
g	grama
m	metro
°C	graus Celsius
L	Litro
mL	mililitro
nm	nanometro
mg	miligrama
μL	microlitro
M	Molar
kg	Quilograma
μg	micrograma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Oxidação Lipídica.....	17
2.2 Atividade Antioxidante.....	21
2.3 Taninos.....	24
2.4 Frutos do Cerrado e do Pantanal.....	27
2.4.1 <u>Caraguatá</u>	27
2.4.2 <u>Tarumã</u>	28
2.4.3 <u>Laranjinha de Pacu</u>	28
2.4.4 <u>Araçá</u>	29
2.4.5 <u>Saputá</u>	30
2.4.6 <u>Pateiro</u>	31
3 OBJETIVOS.....	32
3.1 Objetivo Geral.....	32
3.2 Objetivos Específicos.....	32
4 MATERIAL E MÉTODO.....	33
4.1 Material.....	33
4.2 Caracterização Física.....	34
4.3 Determinação de Umidade.....	34
4.4 Preparo dos Extratos.....	35
4.5 Determinação de Compostos Fenólicos.....	35
4.6 Determinação da Atividade Antioxidante.....	37

4.7 Determinação de Taninos.....	38
4.8 Análise estatística.....	39
5 RESULTADOS.....	40
5.1 Características Físicas.....	40
5.2 Determinação de Umidade.....	41
5.3 Teores de Compostos Fenólicos.....	42
5.4 Atividade Antioxidante.....	44
5.5 Taninos.....	48
6 DISCUSSÃO.....	50
6.1 Características Físicas.....	50
6.2 Determinação de Umidade.....	50
6.3 Teores de Compostos Fenólicos.....	51
6.4 Atividade Antioxidante.....	54
6.5 Taninos.....	58
7 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

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).

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 subarbuscivo (SILVA *et al.*, 1994). Embora nas últimas décadas tenha-se aumentado o interesse no estudo do Cerrado brasileiro, baseado no fato de que se trata de um centro com uma biodiversidade extremamente rica, o conhecimento biológico do Cerrado é bastante incompleto (LACERDA *et al.*, 2001).

A vegetação pantaneira apresenta grande diversidade de formas devido à influência das províncias localizadas no entorno do Pantanal: da Floresta Amazônica (ao norte da planície pantaneira), do Cerrado (a leste), do Chaco (a oeste) e da Floresta Atlântica (que atinge a porção sul do Mato Grosso do Sul). A ocorrência de plantas de diferentes origens, ocupando ambientes às vezes incompatíveis, favorece a instabilidade dos componentes, impondo a estes, um intenso movimento de avanços e recuos regidos por fatores relacionados ao solo (edáficos) e aos ciclos (alternantes) de cheias e secas (CONCEIÇÃO, 2006).

Os frutos do Cerrado e do Pantanal são abundantes e se encontram disponíveis durante pelo menos duas estações do ano (SILVA *et al.*, 2001). Entre as partes comestíveis de espécies frutíferas encontradas no Cerrado e no Pantanal, destacam-se as amêndoas e polpas do piqui (*Caryocar brasiliense* Camb.), da

bocaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.) e do bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.); polpas do saputá (*Salacia elliptica* G. Don.), da laranjinha de pacu (*Ximenia americana* L.), do tucum (*Bactris coccinea* Drude), do caraguatá (*Bromelia balansae* Mez.), do araçá (*Psidium guineense* SW.), do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.); e amêndoas do baru (*Dipteryx alata* Vog.).

Prevenção de carências nutricionais, medidas de manutenção de saúde e necessidade de desenvolvimento sustentável de matérias-primas regionais, levam à busca de dados quanto às fontes alimentícias com viabilidade econômica (SILVA *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2004; MARIN, 2006). Composição, qualidade e aproveitamento de alimentos estão inseridos no conceito de segurança alimentar e nutricional e essa questão, no Brasil, tem gerado ações no sentido de se adotar uma política nacional de alimentação e nutrição, através da qual, planos, programas e projetos são incentivados quanto à sua elaboração e readequação (BRASIL, 1999).

A diversificação da dieta com a inclusão de frutas e vegetais regionais, ricos em nutrientes, oferece diversas vantagens entre elas, a valorização da produção regional, a redução de custo de produção devido à adaptação edafoclimática das plantas e a redução com transporte da produção. Além disso, a diversificação da dieta constitui uma estratégia sustentável de combate a deficiências nutricionais, pois pode ser perpetuada através da introdução e do estímulo ao consumo dos produtos naturais da região pela população.

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 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), o que dificulta a avaliação da real contribuição dos frutos do Cerrado para alimentação de populações.

Ainda, 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.

Diante disto, dados sobre o potencial antioxidante dos frutos do Cerrado e do Pantanal poderão contribuir para a divulgação e o melhor aproveitamento destes recursos, no Estado de Mato Grosso do Sul.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Oxidação lipídica

O entendimento sobre a oxidação de lipídios é importante, porque dela decorrem tanto a deterioração de alimentos quanto os danos celulares consideráveis.

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). Depois da deterioração microbiana, a oxidação, que leva à instalação do ranço, é a segunda causa mais importante da deterioração de alimentos (OETTERER *et al.*, 2006). 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 levam 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. Segundo Wong (1995), 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. Por fontes endógenas, originam-se de processos biológicos que normalmente ocorrem no organismo, tais como: redução de flavinas e tióis; resultado da atividade de oxidases, cicloxigenases, lipoxigenases, desidrogenases e peroxidases; presença de metais de transição no interior da célula e de sistemas de transporte de elétrons. As fontes exógenas geradoras de radicais livres incluem tabaco, poluição do ar, solventes orgânicos, anestésicos, pesticidas e radiações (SOARES, 2002).

O oxigênio molecular e seus radicais são os reagentes mais importantes na bioquímica dos radicais livres nas células aeróbicas. O termo “espécies reativas de oxigênio” (ERO) inclui os radicais livres contendo oxigênio, como o ânion superóxido (O_2^-), o radical hidroxila ($HO\bullet$), o radical peroxila ($ROO\bullet$) e espécies não radicalares como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o oxigênio singlete (1O_2), os quais são frequentemente gerados como subprodutos de reações biológicas ou por fatores exógenos (GYAMFI *et al.*, 1999; GÜLÇİN *et al.*, 2003).

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).

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 (MATSUMOTO, 2008). Isto porque os radicais livres reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis podendo provocar danos celulares irreparáveis (MELO *et al.*, 2006). Afetam a estrutura celular ao promoverem a peroxidação lipídica da membrana e inativam diversas enzimas por provocarem a fragmentação da proteína celular (SOARES, 2002). A membrana celular é um dos componentes celulares mais susceptíveis a oxidação em decorrência da sua composição em ácidos graxos poliinsaturados (MATSUMOTO, 2008).

Os hidroperóxidos formados na peroxidação lipídica têm vida curta e, quando reagem com metais, formam aldeídos (isto é, 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).

Quimicamente, os lipídios possuem dois pontos reativos em sua molécula: o grupamento éster, susceptível a hidrólise, e, as duplas ligações nas cadeias hidrocarbonadas, sensíveis a reação de oxidação (OETTERER *et al.*, 2006).

Existem vários fatores que favorecem a ocorrência da oxidação. Dentre eles, o fator primordial é a presença de oxigênio, mas a oxidação também é influenciada pela presença de ácidos graxos poliinsaturados esterificados e livres (substratos da reação), a temperatura (fator de aceleração da velocidade de reações químicas e enzimáticas), exposição à luz, presença de metais de dupla valência e ação da lipoxigenase (FENNEMA, 1993; WONG, 1995; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006).

A oxidação pode ocorrer por auto-oxidação, fotoxidação, termoxidação e oxidação enzimática (FENNEMA, 1993; OETTERER *et al.*, 2006), sendo tradicionalmente descrita como uma reação em cadeia, via radical livre, autocatalítica, com as seguintes etapas: indução, iniciação, propagação e terminação (FENNEMA, 1993; WONG, 1995; BORGUINI, 2006; OETTERER *et al.*, 2006). Os radicais livres podem ser formados pela absorção de energia da irradiação, tratamento térmico, reação com íons metálicos ou com outros radicais livres (FENNEMA, 1993; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006).

No entanto, o mecanismo mais proposto para oxidação lipídica é o da autooxidação lipídica segundo Farmer (1942) e Bolland (1945) citado por Fennema (1993) e Oetterer *et al.* (2006). As etapas da oxidação lipídica por meio da reação em cadeia são apresentados na Figura 1.

No período de indução, ocorre a formação dos radicais livres, que podem ter várias origens tais como, proteínas, carboidratos, lipídios, etc. Nesta primeira etapa, ainda não há alteração dos compostos lipídicos (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

No período de iniciação, ocorre o ataque dos ácidos graxos pelos radicais livres, removendo H⁺ (hidrogênio) do C α (carbono alfa) à dupla ligação, devido ao aumento da densidade de elétrons ao redor do C (carbono) da dupla ligação. Com isto, há a formação do radical livre proveniente da molécula lipídica (alila) (FENNEMA, 1993; WONG, 1995; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006).

No período de propagação, o radical livre formado na etapa de iniciação reage com o oxigênio singlete, formando outro radical livre, denominado peróxido ou peroxila. O peróxido reage com o glicerídeo oxidado, formando hidroperóxidos, que

são os produtos primários da oxidação lipídica, e outro radical livre, que, por sua vez, volta à cadeia de reação com o oxigênio, repetindo a seqüência de reações (FENNEMA, 1993; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006).

No período de término, os radicais livres presentes no meio podem reagir entre si, formando dímeros e polímeros (produtos secundários da oxidação lipídica) (CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001).

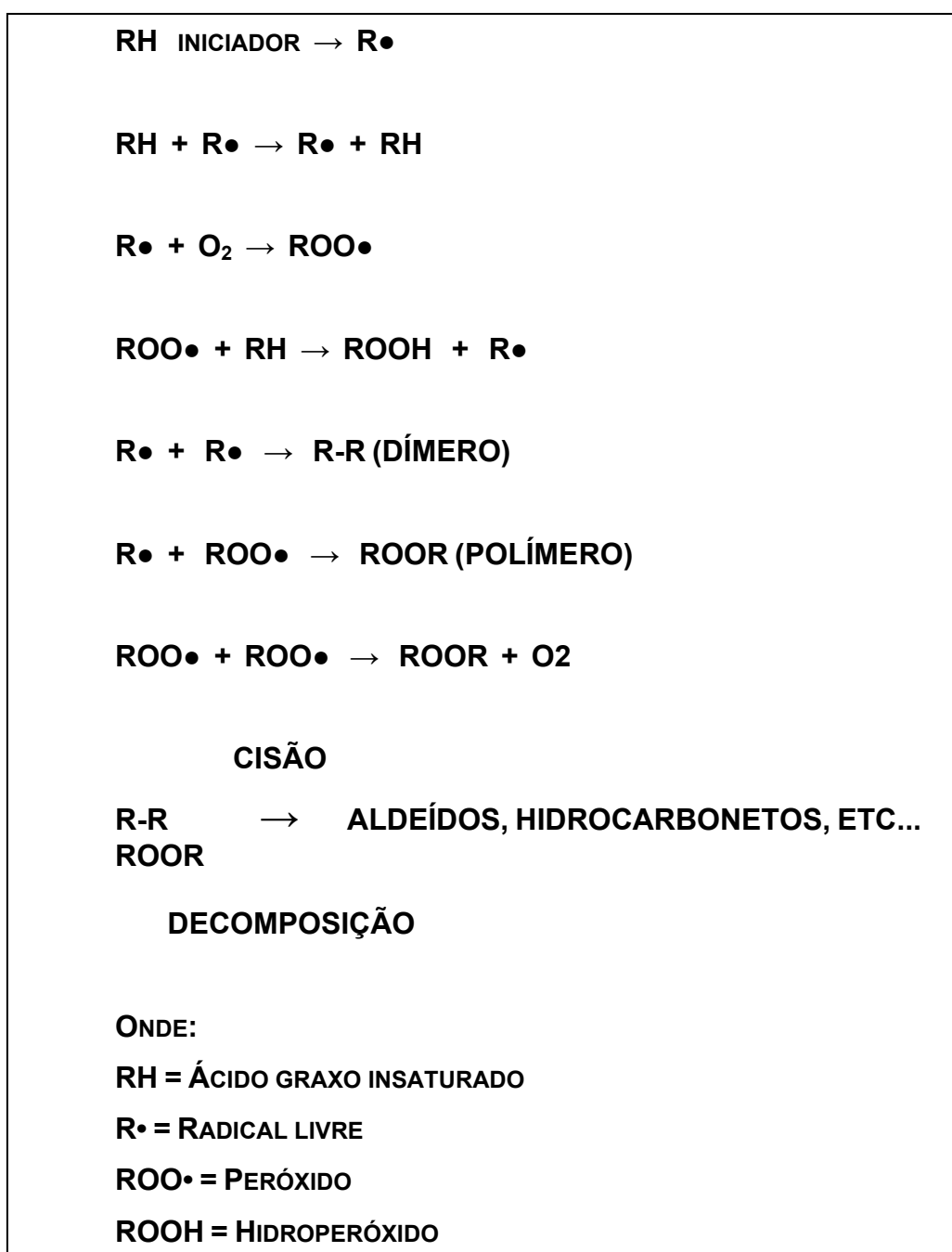


Figura 1. Esquema da reação de autooxidação de lipídios (WONG, 1995).

Além disso, os hidroperóxidos são instáveis e se decompõem pela quebra homolítica (FENNEMA, 1993; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006) para formar radicais alcoxi. Estes radicais sofrem quebra na ligação C-C (carbono-carbono) formando aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, ésteres, furanos e lactonas. Os hidroperóxidos dos ácidos graxos podem reagir de novo com o oxigênio molecular para formar produtos secundários, como epoxihidroperóxidos, cetohidroperóxidos, dihidroperóxidos, peróxidos cíclicos e endoperóxidos bicíclicos (OETTERER *et al.*, 2006).

Esses compostos, por sua vez, decompõem-se como os monohidroperóxidos para formar produtos de quebra voláteis. Os dímeros e polímeros formados na terminação também são instáveis e sofrem cisões até formar produtos voláteis de baixo peso molecular (aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres e éteres) e são estes que conferem odor e sabor característicos da rancificação oxidativa (FENNEMA, 1993; WONG, 1995; OETTERER *et al.*, 2006).

A variedade de compostos voláteis produzidos depende da natureza do ácido graxo envolvido, do mecanismo de oxidação, decomposição dos hidroperóxidos e da interação dos hidroperóxidos com outros componentes do alimento ou da célula (FENNEMA, 1993; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; OETTERER *et al.*, 2006).

A oxidação lipídica pode ser prevenida pelo controle de temperatura, controle da concentração de oxigênio no meio, proteção à luz, inativação de enzimas e pelo uso de antioxidantes (CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001; OETTERER *et al.*, 2006).

2.2. Atividade antioxidante

Antioxidantes são definidos como substâncias que, quando presentes em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, são capazes de inibir ou retardar substancialmente a oxidação daquele substrato (BORGUINI, 2006).

Os antioxidantes são capazes, em decorrência de sua estrutura molecular, de estabilizar ou desativar os radicais livres, antes que estes ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA *et al.*, 2007), reduzindo assim as lesões decorrentes

desta ação. Podem agir também complexando metais que atuariam como catalisadores da reação oxidativa (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006).

Os organismos desenvolveram adaptações biológicas, as quais se constituem defesas antioxidantes contra as EROs (RIBEIRO *et al.*, 2007), que consiste em um sistema enzimático antioxidante gerado pela evolução através de milhões de anos e que é dependente de uma série de vitaminas e microminerais provenientes da dieta (ARAYA *et al.*, 2006). O controle do nível das enzimas antioxidantes nas células é extremamente importante para a sobrevivência no ambiente aeróbico (BARNETT e KING, 1995). Segundo 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. 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).

No entanto, os organismos não são completamente protegidos por suas defesas antioxidantes endógenas (RIBEIRO *et al.*, 2007). Assim, a absorção de substâncias antioxidantes exógenas, por exemplo, através da dieta, é necessária para a manutenção do balanço oxidativo e da saúde do organismo humano (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 (BIANCHI e ANTUNES, 1999; LIMA *et al.*, 2004; MALACRIDA e MOTTA, 2005; KUSKOSKI *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2006; KUSKOSKI *et al.*, 2006; ARAYA *et al.*, 2006; BROINIZI *et al.*, 2007; ABE *et al.*, 2007; PANATO *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2008a; SOARES *et al.*, 2008b; MELO *et al.*, 2008; BROINIZI *et al.*, 2008).

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

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 (NACZK e SHAHIDI, 2004).

Os compostos fenólicos presentes em vegetais têm recebido considerável atenção por serem os principais componentes com atividade antioxidante, embora não sejam os únicos. 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).

Os polifenóis são efetivos doadores de hidrogênios, sendo seu potencial antioxidante dependente do número e da posição dos grupos hidroxila e sua conjugação, assim como da presença de elétrons doadores no anel estrutural (MILLER e RICE-EVANS, 1997). Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (WONG, 1995; SOARES, 2002).

Vários autores corroboram em afirmar que existe uma correlação inversa entre o consumo de frutas e hortaliças ricas em compostos fenólicos e a redução da incidência de doenças crônico-degenerativas, tais como câncer e doenças cardíacas (STEINMETZ e POTTER, 1996; ZUQUE *et al.*, 2004; SOARES *et al.*, 2005; PANATO *et al.*, 2007). Esta relação tem sido atribuída à capacidade antioxidante destes compostos (RICE-EVANS *et al.*, 1996; WANG *et al.*, 1996). No entanto, tal capacidade sofre forte influência da concentração e composição em compostos fenólicos presentes (MELO *et al.*, 2006) que, por sua vez, são afetadas por fatores como: a maturação, a espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento (KIM *et al.*, 2003). Além disso, deve ser considerado determinante para efetividade do composto fenólico a sua biodisponibilidade no organismo (MALACRIDA e MOTTA, 2005).

Além disso, 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, conforme revisado por Soares (2002); Melo *et al.* (2003); Jardim e Filho (2007).

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. 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). A efetividade dos antioxidantes fenólicos está ligada à presença de grupos volumosos na molécula do fenol pelo seu efeito estérico e estabilizante nas estruturas de ressonância dos radicais, formados pela doação de um próton ao radical livre do ácido graxo (FENNEMA, 1993; WONG, 1995; CHEFTEL e CHEFTEL, 1999; BOBBIO e BOBBIO, 2001). Fazem parte deste grupo os antioxidantes sintéticos BHA, BHT, TBHQ, galatos e tocoferóis. Os antioxidantes secundários reduzem a velocidade da oxidação pela capacidade de quelar metais pró-oxidantes, doar átomos de hidrogênio a antioxidantes primários, decompor hidroperóxidos 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).

A eficácia de um antioxidante está relacionada com muitos fatores, como a energia de ativação, as constantes de velocidade, o potencial de óxido-redução, a facilidade com que se perde ou destrói o antioxidante e sua solubilidade e volatilidade. Além destes aspectos, devem ser considerados fatores tais como a facilidade de incorporação no alimento, a sensibilidade ao pH, a tendência de produzir alterações de cor ou odores desagradáveis, a disponibilidade e o custo (FENNEMA, 1993).

2.3 Taninos

Os taninos são compostos de natureza polifenólica provenientes do metabolismo secundárias das plantas (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 1999; QUEIROZ *et al.*, 2002; BATTESTIN *et al.*, 2004; GUIMARÃES-BEELEN *et al.*, 2006). Caracterizam-se principalmente pelo elevado peso molecular (500-3000 Da),

solubilidade em água, habilidade de formar complexos insolúveis com proteínas, celulose e pectina, conforme revisado por Battestin *et al.* (2004), Monteiro *et al.* (2005) e Pinto *et al.* (2005). De acordo com alguns pesquisadores (CARNEIRO *et al.*, 2001; QUEIROZ *et al.*, 2002; MONTEIRO *et al.*, 2005), via de regra, os taninos são classificados em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados ou proantocianidinas.

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). Em função do ácido liberado na hidrólise, são denominados de galotaninos (ácido gálico) ou elagitaninos (ácido elágico) (QUEIROZ *et al.*, 2002). A unidade básica estrutural deste tipo de tanino é um poliol, usualmente D-glucose, com seus grupos hidroxilas esterificados pelo ácido gálico ou pelo ácido elágico (BATTESTIN *et al.*, 2004).

Os taninos condensados são polímeros dos flavonóides, formados predominantemente por unidades de flavan-3-ols (catequina) e flavan 3, 4-diols (leucoantocianidina), presentes em maior quantidade nos alimentos normalmente consumidos conforme descrito na revisão realizada por Silva e Silva (1999). Constituem a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, perdendo apenas para a lignina (QUEIROZ *et al.*, 2002). São resistentes à hidrólise (BATTESTIN *et al.*, 2004), fazendo parte da fração fibra alimentar de diferentes alimentos. 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). Conferem adstringência aos alimentos pela precipitação das proteínas salivares (MONTEIRO *et al.*, 2005), tornando-os impalatáveis, o que é considerado como um mecanismo de defesa da planta contra herbívoros e fitófagos (AERTS *et al.*, 1999). Por outro lado, baseado na revisão de Silva e Silva (1999), podem diminuir a digestibilidade de proteínas e minerais pela formação de complexos insolúveis.

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).

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). Pesquisas sobre atividade biológica dos taninos evidenciaram importante ação contra determinados microrganismos (MONTEIRO *et al.*, 2005), como agentes carcinogênicos e causadores de toxicidade hepática. A ingestão de chá verde e de dietas ricas em frutas que contêm taninos, por ex., tem sido associada com atividade anticarcinogênica (CHUNG *et al.*, 1999). Na indústria alimentícia, os taninos são usados como antioxidantes nos sucos de frutas e bebidas e como clarificantes de vinhos; 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).

Apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos vegetais, em particular a redução de digestibilidade de proteínas, a inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de ferro, os efeitos do tanino na saúde humana ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área. 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).

2.4 Frutos do Cerrado e do Pantanal

2.4.1 Caraguatá

O caraguatá, também conhecido como gravatá e bananinha do mato, é um fruto da família Bromeliaceae, que frutifica em cachos, possuindo folhas duras com espinhos nas margens, atingindo de 40 a 90 cm de altura e apresentando flores violáceas em racemo. Possui casca fina, áspera e amarelada, e polpa branca constituída de uma matriz fibrosa. Os frutos variam em peso e tamanho, medindo de 3 a 5 cm de comprimento por 2 a 4 cm de diâmetro, e pesando entre 7,0 e 20,0 g. Junto com a polpa apresenta sementes pequenas, pretas e leves, sendo a média de 4 a 10 sementes por fruto. A polpa pode ser consumida *in natura* ou na forma de doces e xaropes (SILVA *et al.*, 2001). Na medicina popular atribui-se ao xarope poder expectorante, sendo este utilizado contra tosse (POTT e POTT, 1994). O fruto do caraguatá, espécie *Bromelia balansae* Mez., está apresentado na Figura 2.



Figura 2. Frutos de Caraguatá (*Bromelia balansae* Mez.) em cacho.

2.4.2 Tarumã

O tarumã está presente desde a região Amazônica até Brasil Central, alcançando Mato Grosso do Sul e São Paulo. Também freqüente nas várzeas pantaneiras. Possui árvore alta, medindo de 10 a 20 metros de altura, apresenta inflorescência cimosa de cor lilás, muito usada para ornamentação. Os frutos têm cor roxa quando maduros (entre dezembro e fevereiro), com uma semente interna e polpa mucilaginosa de odor característico, são redondos com diâmetro geralmente de 2 cm e peso variando entre 5,0 e 9,0 g e podem ser consumidos *in natura* ou na forma de geléias e licores (POTT e POTT, 1994; LORENZI, 2002). Ao óleo essencial da espécie *Vytex cymosa* Bert. está associada à atividade antimicrobiana (FONSECA *et al.*, 2006). O fruto do tarumã, espécie *Vytex cymosa* Bert, está representado na Figura 3.



Figura 3. Frutos de Tarumã (*Vytex cymosa* Bert).

2.4.3 Laranjinha de pacu

A laranjinha de pacu ocorre freqüentemente na mata ciliar, mata alagável, piuval, solos argilosos ou siltosos, distribuindo-se no Chaco Oriental e na mata

ribeirinha. 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 4.



Figura 4. Frutos de Laranjinha de Pacu (*Pouteira glomerata* (Miq.) Radlk).

2.4.4 Araçá

O araçá tem como seu habitat natural os cerrados, campos, savanas e cerradões de quase todo o território brasileiro. É um arbusto ou arvoreta semidecídua, de tronco e ramos revestidos por casca lisa de cor amarronzada, de 1-5 m de altura, com ramos novos pubescentes, arroxeados e tetragonais. Folhas discolores, coriáceas, pubescentes na face inferior, de 7-10 cm de comprimento, com nervação saliente e pecíolo de 5-10mm. Flores solitárias ou em grupos de 2-3, axilares, formadas em outubro-novembro. Frutos ovóides do tipo gaba, coroados pelas sépalas, com polpa succulenta, de sabor acidulado, ocorrendo a maturação no verão (POTT e POTT, 1994; LORENZI *et al.*, 2006). Tais frutos podem ser utilizados

no preparo de geléias, suco, doces, sorvete, licor (POTT e POTT, 1994). O fruto do araçá, espécie *Psidium guineense* SW., está representado na Figura 5.



Figura 5. Frutos de Araçá (*Psidium guineense* SW.).

2.4.5 Saputá

O saputá é nativo no Vale do São Francisco, no Pantanal Mato-Grossense e nas matas ciliares do Planalto Central e na Mata Atlântica. É uma árvore perenifólia de 4-8 m de altura, dotada de copa densa e baixa. Folhas coriáceas, glabras, de 8-14 cm de comprimento. Inflorescências em fascículos axilares com flores esverdeadas de ambos os sexos, formadas em agosto-setembro. Frutos do tipo drupa, 4,5-6cm de comprimento por 4-4,5cm de diâmetro, com polpa mucilagionosa, de sabor levemente adocicado, que amadurecem em novembro-dezembro (SILVA *et al.*, 2001; LORENZI *et al.*, 2006). O fruto do saputá, espécie *Salacia elliptica* G. Don., está apresentado na Figura 6.



Figura 6. Frutos de Saputá (*Salacia elliptica* G. Don.).

2.4.6 Pateiro

O pateiro ocorre de forma abundante em campos arenosos de inundação fluvial, canjiqueiral, mata ciliar de corixos e rios menores. É amplamente distribuído na região amazônica, do Piauí a Bahia, em savanas, cerrados, areias e rochas ribeirinhas no Brasil Central e Nordeste, e Paraguai. A árvore do pateiro apresenta 3-6m de altura, possuindo copa larga e baixa. Floresce de agosto a novembro e os frutos, muito semelhantes ao abacate, são utilizados para fazer doce (POTT e POTT, 1994). O fruto do pateiro espécie *Couepia uiti*, está apresentado na Figura 7.



Figura 7. Frutos de Pateiro (*Couepia uiti*).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Quantificar o teor de taninos e compostos fenólicos presentes em alguns frutos do Cerrado e do Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul e avaliar a atividade antioxidante destes frutos.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar a concentração de taninos na casca, polpa e semente de frutos da região do Cerrado e do Pantanal, do Estado de Mato Grosso do Sul;
- Determinar a concentração de compostos fenólicos em cada fração (casca, polpa e semente) das espécies de frutos estudados;
- Avaliar o potencial antioxidante das espécies estudadas dos frutos.
- Comparar as frações (casca, polpa e semente) dos frutos analisados em função dos teores de taninos, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Material

Frutos maduros das espécies estudadas foram coletados em regiões do Cerrado e do Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul. Todos os frutos foram obtidos em épocas de safra conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Locais de coleta dos frutos e épocas de safra.

Frutos	Local de Coleta	Época de safra*
Saputá (<i>Salacia elliptica</i> G. Don.)	Campo Grande – MS	Novembro a Março
Araçá (<i>Psidium guineense</i> SW.)	Rio Verde - MS	Janeiro a Abril
Caraguatá (<i>Bromelia balansae</i> Mez.)	Campo Grande - MS	Março a Julho
Pateiro (<i>Couepia uiti</i>)	Corumbá -MS	Julho a Janeiro
Tarumã (<i>Vitex cymosa</i> Bert.)	Campo Grande - MS	Outubro a Fevereiro
Laranjinha de Pacu (<i>Pouteira glomerata</i> (Miq.) Radlk)	Corumbá - MS	Janeiro a Agosto

*Fonte: POTT e POTT, 1994; SILVA *et al.*, 2001

Em seguida, no laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, os frutos coletados foram selecionados, descartando-se os deteriorados e os

danificados. Após a seleção, os frutos foram lavados com água corrente, secos naturalmente e fracionados em casca, polpa e semente.

As partes foram trituradas e armazenadas sob refrigeração até posterior utilização para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante. 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 do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública no campus da UFMS/Campo Grande – MS.

4.2 Caracterização física

Os frutos tiveram o diâmetro e o comprimento medidos utilizando-se um paquímetro e foram pesados, tanto os frutos inteiros quanto as suas frações, empregando-se uma balança semi-analítica.

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. 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 Preparo dos 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 m.m⁻¹, fruto:água. As partes foram homogeneizadas em liquidificador por aproximadamente 20 minutos e em seguida filtradas em gaze. O resíduo obtido foi reextraído nas mesmas condições e, tanto o extrato quanto o resíduo foram armazenados sob refrigeração em frasco âmbar para análise posterior.

A extração etanólica foi realizada com álcool 95%, na proporção 1:3 m.m⁻¹, fruto:álcool. As partes foram homogeneizadas em liquidificador por aproximadamente 20 minutos e em seguida filtradas em gaze. O resíduo obtido foi reextraído nas mesmas condições. Os extratos foram concentrados em evaporador rotatório a vácuo, na temperatura de 20 °C. Extratos concentrados e resíduos foram armazenados sob refrigeração em frasco âmbar para análise posterior.

4.5 Determinação de compostos fenólicos

A curva de calibração com ácido gálico (padrão de composto fenólico) foi preparada para quantificação de compostos fenólicos conforme descrito por Miliukaus *et al.* (2004). Uma solução mãe de ácido gálico 0,5g.L⁻¹ foi preparada e, a partir dessa solução, foram feitas diluições em tubos de ensaio com as seguintes concentrações: 0,024; 0,075; 0,09; 0,105 (mg.mL⁻¹), obtendo-se um volume final de 3mL. Para cada concentração, foi preparado um tubo teste, composto por 0,5mL da solução de ácido gálico diluída, 2,5 mL de reagente aquoso de Folin-Ciocalteu a

10% e 2 mL 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.

Foram preparadas soluções metanólicas dos extratos e dos resíduos (mg.mL^{-1}), tanto aquosos quanto etanólicos, segundo Melo *et al.* (2006) e Roesler *et al.* (2007). Cada extrato e resíduo, agora em solução metanólica, foram submetidos à reação colorimétrica de determinação de compostos fenólicos descrita por Swain e Hills (1959), onde os compostos fenólicos presentes na amostra reduzem o reagente de Folin-Ciocalteu, que é uma mistura dos ácidos fosfomolibdico e fosfotungístico, formando um complexo azul de coloração intensa, que, por sua vez, são os respectivos óxidos de molibdeno e tungstênio (IKAWA *et al.*, 2003; NACZK e SHAHIDI, 2004).

Assim como foi feito na curva padrão, tubos com volume final de 3mL foram preparados a partir das soluções metanólicas obtidas. Foram adotados valores diferentes de concentração para cada amostra, os quais foram determinadas a partir de testes realizados com concentração inicial de $0,5 \text{ mg sólidos.mL}^{-1}$, respeitando o limite mínimo detectável da reação, estabelecido previamente pela curva de calibração de ácido gálico. Tais concentrações variaram de $2,0 \text{ mg sólidos.mL}^{-1}$ a $60,0 \text{ mg sólidos.mL}^{-1}$.

Alíquotas de 0,5mL da solução metanólica do tubo teste foram adicionados de 2,5 mL de reagente aquoso de Folin-Ciocalteu a 10% e 2 mL de solução aquosa de carbonato de sódio 7,5%. Em seguida, incubados por 5 minutos em banho-maria a 50 °C. Resfriadas as alíquotas, as absorbâncias foram lidas a 760 nm em espectrofotômetro, utilizando o metanol como branco. Cada amostra foi analisada em triplicata. Um extrato etanólico de alecrim foi obtido através do mesmo procedimento de extração e quantificação, para efeito comparativo. A quantificação do teor total de fenóis de cada amostra foi feita através da curva de calibração de ácido gálico preparada anteriormente. O teor de fenóis foi expresso como equivalente de ácido gálico (GAE) em mg de ácido gálico por g de extrato seco do fruto, obtido a partir da aplicação da equação (1):

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

Onde GAE = equivalentes de ácido gálico em mg.g^{-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.

4.6 Determinação da atividade antioxidante

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 das soluções metanólicas de extratos e resíduos obtidos previamente, foram preparadas soluções testes de concentração 10% em mg sólidos. mL^{-1} , somente a amostra de semente de tarumã foi analisada na concentração 20% 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 1800 μL 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 volume final nas cubetas foi de 2000 μL , e 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 por cada concentração testada de cada amostra. Assim, determina-se o gráfico da atividade antioxidante em função da concentração $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

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 seqüestrar radical livre, expressa como percentual de inibição foi calculada de acordo com a equação (2):

$$\text{Equação (2): \%Inibição} = \frac{(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{EXTR}})}{A_{\text{DPPH}}} \times 100$$

Onde A_{DPPH} = absorbância da solução de DPPH, A_{EXTR} = absorbância da amostra em solução (calculado com base na diferença da absorbância da solução da amostra em teste com o seu branco). O valor de IC_{50} é definido como a concentração final do extrato seco requerido para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50%.

4.7 Determinação de taninos

Os taninos foram analisados segundo a metodologia descrita nos métodos oficiais da Association of Official Analytical Chemists - AOAC, (1984). Iniciou-se a análise, pesando 2,0g das amostras desengorduradas e trituradas de cada fruto, em triplicata. O resíduo foi fervido por 2 horas, com 150mL de água destilada, esfriado e diluído para 250mL em balão volumétrico, realizando-se em seguida a filtração. Foram medidos 10mL do filtrado, em erlenmeyer de 500mL, adicionando-se 8mL de solução de índigo de carmim e 300mL de água destilada. Titulou-se esta solução com permanganato de potássio 0,0084M, que foi adicionado, de 1 em 1mL, até a solução azul mudar para verde; após essa mudança, deu-se continuidade à titulação que foi então gota a gota até a solução passar para amarelo ouro. De maneira semelhante, titulou-se a mistura de 8mL de solução de índigo de carmim e 300mL de água destilada (branco). A solução de permanganato foi padronizada utilizando uma solução de ácido oxálico 0,05M até o surgimento de uma cor rósea permanente por 30 segundos. Foi obtida a diferença entre as titulações das triplicatas e a titulação do branco. Essa diferença entre as duas titulações foi multiplicada pelo fator de correção 6,235mg de ácido quercitânico e, considerando-se a diluição empregada no método, foi obtido a concentração de

tanino na amostra, de acordo com a equação (3). O resultado foi expresso em mg de ácido quercitânico.100g⁻¹ de amostra.

$$\text{Equação (3): [] Tanino} = \frac{(V_a - V_b) \times 6,235 \times 100}{10 \times m}$$

Onde [] Tanino = concentração de taninos em mg de ácido quercitânico.100g⁻¹, V_a = volume de permanganato de potássio gasto na titulação da amostra em ml, V_b = volume de permanganato de potássio gasto na titulação do branco em ml e m = massa da amostra em g.

4.8 Análise estatística

Todos os resultados foram expressos como média ± desvio padrão e a comparação entre os grupos foi feita por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, utilizando-se o Programa BioEstat 5.0.

5 RESULTADOS

5.1 Características físicas

As medidas físicas dos frutos estão apresentadas na Tabela 1, sendo que para obtenção dos dados foram escolhidos lotes aleatórios de frutos maduros e para cada amostra, foram pesados e medidos 20 frutos.

Tabela 1 – Características físicas dos frutos do Cerrado e do Pantanal, do Estado de Mato Grosso do Sul.

Fruto	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	Porção do fruto	Massa (g)	Rendimento (%)
Caraguatá	2,23 ± 0,41	4,40 ± 0,69	Casca	1,61 ± 0,68 ^a	16,44 ± 2,89
			Polpa	8,76 ± 5,17 ^b	82,43 ± 3,89
			Semente	0,11 ± 0,32 ^a	1,13 ± 2,64
			Fruto inteiro	10,47 ± 6,07	-
Tarumã	2,46 ± 0,15	2,46 ± 0,15	Casca	0,33 ± 0,17 ^a	4,52 ± 2,59
			Polpa	6,41 ± 1,17 ^b	85,95 ± 2,44
			Semente	0,71 ± 0,12 ^a	9,53 ± 0,63
			Fruto inteiro	7,46 ± 1,32	-
Laranjinha de Pacu	4,74 ± 0,86	3,42 ± 0,55	Casca	6,35 ± 2,28 ^a	17,79 ± 3,82
			Polpa	24,06 ± 10,39 ^b	63,41 ± 9,28
			Semente	6,83 ± 3,32 ^a	18,80 ± 7,44
			Fruto inteiro	37,24 ± 14,37	-
Araçá	2,82 ± 0,30	3,04 ± 0,30	Casca	1,89 ± 0,50 ^a	12,96 ± 1,92
			Polpa	7,09 ± 2,54 ^b	47,53 ± 5,39
			Semente	5,93 ± 2,35 ^b	39,51 ± 5,73
			Fruto inteiro	14,92 ± 5,05	-
Pateiro	2,46 ± 0,13	4,60 ± 0,28	Casca	3,99 ± 0,50 ^a	22,78 ± 2,22
			Polpa	6,82 ± 1,64 ^b	39,17 ± 7,84
			Semente	6,84 ± 2,21 ^b	38,05 ± 7,96
			Fruto inteiro	17,72 ± 3,06	-
Saputá	2,69 ± 0,28	2,89 ± 0,23	Casca	5,20 ± 0,85 ^a	38,88 ± 4,71
			Polpa	4,40 ± 1,58 ^a	31,36 ± 4,86
			Semente	4,12 ± 1,28 ^a	29,76 ± 3,18
			Fruto inteiro	13,72 ± 3,48	-

Valores obtidos por meio da média de 20 frutos ± desvio padrão.

* Valores com letras iguais indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%. Neste caso, só foram comparados as porções de cada fruto entre si. Não foi feita comparação entre porções de frutos diferentes.

Observa-se por meio dos dados de composição das partes dos frutos (%) expostos na Tabela 1, que a fração polpa, para o caraguatá, tarumã e laranjinha de

pacu, é a que representa maior percentual em relação aos pesos totais dos frutos com rendimento considerável em relação ao fruto inteiro. Enquanto que, para o araçá e pateiro, não houve diferença estatisticamente significativa entre a polpa e a semente, no caso do saputá, todas as partes do fruto são estatisticamente semelhantes, ao nível de significância de 0,05.

5.2 Determinação de umidade

Cada uma das partes dos frutos estudados foram analisadas quanto ao teor de umidade. Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade em amostra integral e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Teor de umidade dos frutos do Cerrado e Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul, expressos em g.100g^{-1} de amostra integral*

Fruto	Porção do fruto	Umidade**
Caraguatá	Casca	$53,49 \pm 0,58^a$
	Polpa	$79,42 \pm 0,24^b$
	Semente	$13,53 \pm 0,18^c$
Tarumã	Casca	$80,25 \pm 0,28^d$
	Polpa	$88,59 \pm 0,00^e$
	Semente	$28,49 \pm 0,54^f$
Laranjinha de Pacu	Casca	$72,39 \pm 0,06^g$
	Polpa	$81,41 \pm 0,21^h$
	Semente	$35,69 \pm 0,11^i$
Araçá	Casca	$71,72 \pm 0,08^g$
	Polpa	$77,74 \pm 0,05^j$
	Semente	$9,47 \pm 0,21^l$
Pateiro	Casca	$65,22 \pm 0,20^m$
	Polpa	$83,43 \pm 0,45^n$
	Semente	$40,28 \pm 0,06^o$
Saputá	Casca	$47,92 \pm 0,23^p$
	Polpa	$76,07 \pm 0,08^q$
	Semente	$45,21 \pm 0,09^r$

*Valores obtidos por meio da média $\pm$ desvio padrão de uma triplicata.

** Valores com letras iguais indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

De acordo com os resultados da Tabela 2, os frutos mostraram valores elevados de umidade, principalmente as polpas, indicando que podem sofrer processo de deterioração facilmente e a necessidade de armazenamento sob

refrigeração. As sementes por sua vez, apresentaram os menores valores de umidade.

5.3 Teores de compostos fenólicos

As concentrações de compostos fenólicos em mg de ácido gálico.g⁻¹ de extrato seco (GAE), obtidas para as partes dos frutos estudados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores de compostos fenólicos nos frutos do Cerrado e do Pantanal, expressos em equivalentes de ácido gálico (GAE) (mg de ácido gálico.g extrato seco⁻¹). *

AMOSTRA		Filtrado		Resíduo	
		Aquoso	Etanólico	Aquoso	Etanólico
Caraguatá	Casca	13,00 ± 0,07 ^{Aa}	12,98 ± 0,76 ^{Aab}	3,49 ± 0,37 ^{Babj}	0,62 ± 0,06 ^{Cab}
	Polpa	24,74 ± 2,57 ^{Ab}	27,36 ± 0,87 ^{Ac}	2,79 ± 0,01 ^{Bac}	0,89 ± 0,04 ^{Bb}
	Semente	1,52 ± 0,19 ^{Ac}	1,33 ± 0,05 ^{Bde}	0,42 ± 0,01 ^{Cd}	0,29 ± 0,02 ^{Cab}
Tarumã	Casca	11,30 ± 0,66 ^{Aad}	11,63 ± 0,83 ^{Abfo}	1,26 ± 0,15 ^{Bef}	3,38 ± 0,23 ^{Cc}
	Polpa	16,72 ± 1,29 ^{Ae}	12,59 ± 0,44 ^{Bb}	4,35 ± 0,00 ^{Cgl}	3,81 ± 0,00 ^{Cc}
	Semente	3,08 ± 0,31 ^{Acf}	1,09 ± 0,09 ^{Be}	0,68 ± 0,01 ^{Bde}	0,76 ± 0,00 ^{Bab}
Laranjinha de Pacu	Casca	32,10 ± 2,58 ^{Ag}	46,53 ± 1,93 ^{Bg}	10,12 ± 0,15 ^{Ch}	9,30 ± 0,23 ^{Cd}
	Polpa	43,33 ± 2,02 ^{Ah}	68,55 ± 2,70 ^{Bh}	18,51 ± 1,15 ^{Ci}	11,21 ± 0,09 ^{De}
	Semente	24,44 ± 0,99 ^{Ab}	7,40 ± 0,37 ^{Bijp}	0,61 ± 0,04 ^{Cde}	1,23 ± 0,08 ^{Cabf}
Araçá	Casca	10,12 ± 0,12 ^{Aad}	16,54 ± 1,14 ^{Bal}	3,08 ± 0,06 ^{Cac}	6,18 ± 0,31 ^{Dg}
	Polpa	8,01 ± 0,29 ^{Adi}	33,43 ± 1,94 ^{Bm}	1,52 ± 0,05 ^{Cf}	1,38 ± 0,04 ^{Caf}
	Semente	5,02 ± 0,31 ^{Afi}	8,21 ± 0,16 ^{Bfinop}	0,67 ± 0,05 ^{Cde}	1,31 ± 0,01 ^{Dabf}
Pateiro	Casca	5,28 ± 0,06 ^{Afi}	5,01 ± 0,21 ^{Adi}	2,52 ± 0,20 ^{Bc}	1,99 ± 0,11 ^{Cf}
	Polpa	10,09 ± 0,29 ^{Aad}	10,93 ± 1,27 ^{Abfjnp}	3,48 ± 0,04 ^{Baj}	10,56 ± 0,71 ^{Ae}
	Semente	6,37 ± 0,10 ^{Afi}	17,65 ± 0,28 ^{Bl}	3,82 ± 0,18 ^{Cbgjl}	16,39 ± 1,11 ^{Bh}
Saputá	Casca	23,85 ± 1,14 ^{Abj}	23,83 ± 1,18 ^{Ac}	3,78 ± 0,20 ^{Bbgjl}	3,57 ± 0,17 ^{Bc}
	Polpa	30,55 ± 1,97 ^{Ag}	48,10 ± 2,28 ^{Bg}	7,35 ± 0,25 ^{Cm}	5,30 ± 0,06 ^{Cg}
	Semente	20,43 ± 0,64 ^{Aj}	25,01 ± 1,39 ^{Bc}	3,39 ± 0,16 ^{Caj}	3,37 ± 0,10 ^{Cc}

*Valores obtidos por meio da média ± desvio padrão de uma triplicata.

** Valores com letras maiúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

*** Valores com letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

O método de Folin-Ciocalteu permite quantificar compostos fenólicos presentes nas amostras, os quais têm a capacidade de ligar-se a radicais livres, inibindo processos oxidativos. Na maioria das amostras estudadas, os valores de compostos fenólicos encontrados nos resíduos resultantes das extrações foram inferiores aos encontrados nos filtrados, indicando boa extração destes compostos nos procedimentos realizados; sendo observado, no entanto, que as extrações etanólicas da polpa do pateiro e da semente do tarumã e do pateiro resultaram em teor de compostos fenólicos semelhantes entre o resíduo e o respectivo filtrado.

Observa-se que as extrações aquosas e etanólicas mostraram eficiências diferenciadas para cada amostra, sendo ora mais eficiente a extração com etanol (casca e polpa de laranjinha de pacu; casca, polpa e semente de araçá; semente de pateiro; polpa e semente de saputá), ora mais eficiente a extração com água (semente de laranjinha de pacu; semente de caraguatá; polpa e semente de tarumã) e, em alguns casos as extrações com solventes diferentes apresentaram eficiências semelhantes, sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$) (casca e polpa de caraguatá e do pateiro; casca tarumã e saputá).

Para o caraguatá, a laranjinha de pacu e o saputá, as maiores concentrações de compostos fenólicos, tanto na extração aquosa quanto na etanólica, foram encontradas na polpa. Os maiores valores de fenóis totais para o araçá, na extração aquosa, foram encontrados na casca e na polpa, pois não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre estas duas frações deste fruto; já, na extração etanólica, a polpa se destacou por apresentar o maior teor de fenóis. O tarumã, por sua vez, na extração aquosa, teve a polpa como a fração com o valor mais elevado de fenóis e, na extração etanólica, a casca e a polpa se destacaram, não havendo diferença estatística entre elas ($p > 0,05$). Já para o pateiro, destacou-se a polpa na extração aquosa e a semente na extração etanólica.

A concentração de compostos fenólicos nas diferentes frações dos frutos analisados neste trabalho variou de 1,52 a 43,33 mg GAE.g extrato seco⁻¹ e de 1,09 a 68,55 mg GAE.g extrato seco⁻¹ na extração aquosa e etanólica, respectivamente. Destacaram-se os teores de compostos fenólicos apresentados pelo filtrado aquoso da polpa de laranjinha de pacu e os filtrados etanólicos da casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa do saputá, por terem sido os mais elevados encontrados nesta pesquisa.

5.4 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante foi analisada segundo método de seqüestro do radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH), onde o composto antioxidante transfere elétrons para o DPPH e este perde a coloração púrpura característica. O ensaio foi escolhido por se tratar de um método simples e sensível (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995; VON GADOW *et al.*, 1997; SILVA e SILVA, 1999; NAIK *et al.*, 2003; HUANG *et al.*, 2005; BANERJEE *et al.*, 2005; DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006).

Por meio da análise de regressão linear entre o percentual de inibição de oxidação e a concentração da amostra, obtiveram-se diferentes equações ($R^2 \geq 0,95$) e coeficientes angulares para os filtrados aquosos e etanólicos e seus respectivos resíduos. Os resultados foram representados na Figura 8 e apresentados no Quadro 2.

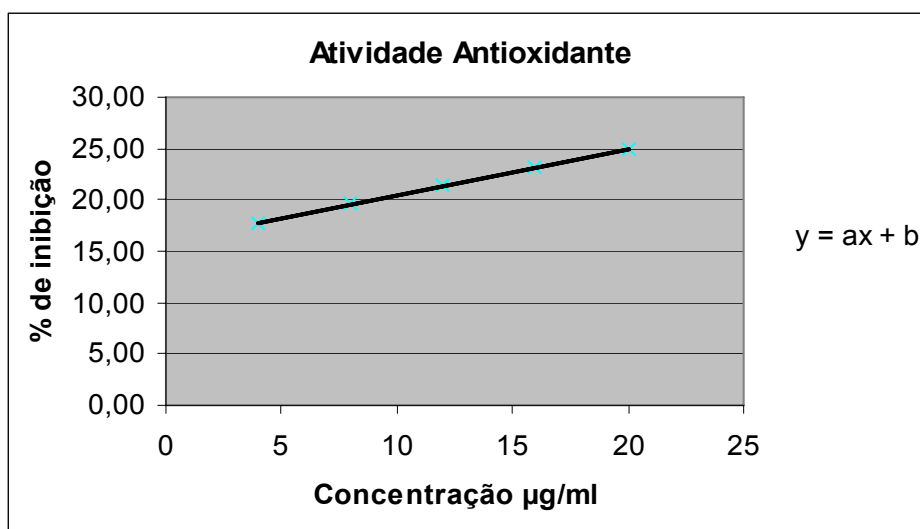


Figura 8. Percentual de inibição de oxidação em função da concentração da amostra.

Quadro 2: Coeficientes angulares e lineares e valores de R^2 dos gráficos do percentual de inibição de oxidação em função da concentração da amostra.

Fruto	Porção do Fruto	Filtrado						Resíduo					
		Aquoso			Etanólico			Aquoso			Etanólico		
		a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2
Caraguatá	Casca	0,82	21,13	0,97	0,96	25,85	0,96	1,62	32,77	0,99	1,29	33,23	0,98
	Polpa	0,51	18,20	0,99	0,62	19,19	0,99	0,33	22,15	0,95	0,24	23,40	0,98
	Semente	0,11	5,71	0,95	0,26	10,11	0,99	0,26	16,07	0,99	0,22	10,17	0,99
Tarumã	Casca	1,67	41,76	0,97	1,17	23,40	0,99	0,29	4,45	0,95	0,21	12,36	0,99
	Polpa	0,35	-0,23	0,97	0,90	16,48	0,99	0,31	17,97	0,95	0,28	11,36	0,95
	Semente	0,48	30,44	0,99	0,14	20,12	0,95	0,14	16,65	0,96	0,29	12,94	0,99
Laranjinha de Pacu	Casca	2,04	19,21	0,99	3,80	17,91	0,98	1,19	-1,78	0,99	1,20	5,38	0,99
	Polpa	2,39	22,00	0,99	0,91	79,10	0,99	1,85	2,24	0,99	2,12	1,47	0,99
	Semente	0,46	5,62	0,97	0,07	10,79	0,99	0,14	7,68	0,98	0,20	2,17	0,95
Araçá	Casca	0,80	15,50	0,99	2,40	13,50	0,99	0,72	8,75	0,98	2,54	17,18	0,99
	Polpa	0,45	16,00	1,00	1,11	12,12	0,99	0,54	8,80	0,99	0,49	18,00	0,99
	Semente	0,14	17,13	0,97	0,40	7,27	0,95	0,36	14,46	0,95	0,27	17,28	0,99
Pateiro	Casca	0,29	13,84	0,99	0,89	-0,81	0,95	0,78	7,51	0,99	0,56	0,63	0,95
	Polpa	0,49	-1,71	0,99	1,50	-0,73	0,98	0,34	10,34	0,99	2,20	-5,33	0,97
	Semente	3,30	0,84	0,99	1,39	69,48	0,95	2,39	12,29	0,99	2,59	46,40	0,96
Saputá	Casca	1,65	14,42	0,99	4,03	10,35	0,99	1,08	7,04	0,99	1,03	15,18	0,99
	Polpa	2,32	17,00	0,99	3,85	13,03	0,99	2,21	2,42	0,99	1,07	12,83	0,95
	Semente	1,25	14,64	0,99	3,58	9,26	0,99	0,67	3,22	0,99	0,86	13,58	0,99

O radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazil) reage com a substância antioxidante e é convertido a 2,2-difenil-1-picril hidrazina. O grau de descoloração indica a capacidade do extrato em seqüestrar o radical livre. Um alto potencial de seqüestrar radicais livres é expresso através de um baixo índice de IC_{50} , pois quanto menor a concentração necessária do extrato para inibir a oxidação do radical em 50%, melhor a atividade antioxidante (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995; SÁNCHEZ-MORENO *et al.*, 1998; MOLYNEUX, 2003; BANERJEE *et al.*, 2005; SOUSA *et al.*, 2007). Os valores de IC_{50} obtidos para os extratos de diferentes partes dos frutos foram expressos na Tabela 4.

Tabela 4 – Determinação da atividade antioxidante dos seis frutos analisados, expressa em $\mu\text{g.mL}^{-1}$ do extrato capaz de causar inibição de 50% (IC_{50}).

Fruto	Porção do Fruto	IC_{50}^*			
		Filtrado		Resíduo	
		Aquoso	Etanólico	Aquoso	Etanólico
Caraguatá	Casca	$35,21 \pm 2,82^{\text{Aabh}}$	$25,19 \pm 1,40^{\text{Babc}}$	$10,62 \pm 0,77^{\text{Ca}}$	$13,03 \pm 0,92^{\text{Ca}}$
	Polpa	$62,51 \pm 2,30^{\text{Acd}}$	$49,93 \pm 4,04^{\text{Bdeg}}$	$85,87 \pm 6,27^{\text{Cbcd}}$	$111,29 \pm 1,03^{\text{Db}}$
	Semente	$411,51 \pm 19,59^{\text{Ae}}$	$155,65 \pm 6,86^{\text{BCf}}$	$132,82 \pm 13,23^{\text{Be}}$	$178,02 \pm 8,53^{\text{Cc}}$
Tarumã	Casca	$4,94 \pm 0,41^{\text{Af}}$	$22,65 \pm 0,58^{\text{Babc}}$	$158,17 \pm 6,89^{\text{Cf}}$	$180,69 \pm 10,66^{\text{Dc}}$
	Polpa	$143,30 \pm 9,00^{\text{Ag}}$	$37,37 \pm 2,86^{\text{Bcdeg}}$	$101,94 \pm 5,08^{\text{Cdg}}$	$137,56 \pm 5,13^{\text{Ad}}$
	Semente	$40,61 \pm 0,00^{\text{Abh}}$	$208,48 \pm 14,67^{\text{Bh}}$	$232,04 \pm 3,95^{\text{Ch}}$	$128,16 \pm 4,40^{\text{Dde}}$
Laranjinha de Pacu	Casca	$15,10 \pm 0,35^{\text{Aafi}}$	$8,44 \pm 0,02^{\text{Ba}}$	$43,48 \pm 0,45^{\text{Cijop}}$	$37,25 \pm 0,09^{\text{Df}}$
	Polpa	$11,71 \pm 0,08^{\text{Afi}}$	ND	$25,78 \pm 0,09^{\text{Baj}}$	$22,85 \pm 0,02^{\text{Cag}}$
	Semente	$95,49 \pm 1,03^{\text{Ajl}}$	$580,68 \pm 24,65^{\text{Bi}}$	$305,77 \pm 25,67^{\text{Ci}}$	$238,02 \pm 6,74^{\text{Dh}}$
Araçá	Casca	$43,28 \pm 0,09^{\text{Abc}}$	$15,19 \pm 0,03^{\text{Bab}}$	$57,62 \pm 1,65^{\text{Cjmo}}$	$12,91 \pm 0,08^{\text{Da}}$
	Polpa	$75,58 \pm 2,08^{\text{Adl}}$	$34,30 \pm 0,88^{\text{Bbcd}}$	$76,63 \pm 6,26^{\text{Abcmno}}$	$64,21 \pm 1,70^{\text{Ci}}$
	Semente	$238,79 \pm 4,78^{\text{Am}}$	$105,58 \pm 0,83^{\text{Bj}}$	$99,09 \pm 0,12^{\text{Bbdgn}}$	$123,40 \pm 1,46^{\text{Ce}}$
Pateiro	Casca	$122,82 \pm 2,56^{\text{Agn}}$	$57,20 \pm 0,43^{\text{Beg}}$	$54,53 \pm 0,88^{\text{Bjmno}}$	$88,18 \pm 0,76^{\text{Cj}}$
	Polpa	$105,44 \pm 6,74^{\text{Ajn}}$	$33,71 \pm 0,12^{\text{Bbcd}}$	$116,59 \pm 0,40^{\text{Ceg}}$	$25,20 \pm 0,08^{\text{Bgl}}$
	Semente	$14,91 \pm 0,02^{\text{Aafhi}}$	ND	$15,77 \pm 0,06^{\text{Bap}}$	$1,39 \pm 0,03^{\text{Cm}}$
Saputá	Casca	$21,56 \pm 0,43^{\text{Aafhi}}$	$9,85 \pm 0,01^{\text{Ba}}$	$39,94 \pm 1,30^{\text{Cij}}$	$33,73 \pm 0,05^{\text{Dfjl}}$
	Polpa	$14,20 \pm 0,01^{\text{Afi}}$	$9,60 \pm 0,04^{\text{Ba}}$	$21,54 \pm 0,02^{\text{Caip}}$	$34,82 \pm 0,23^{\text{Dfi}}$
	Semente	$28,33 \pm 0,13^{\text{Aabhi}}$	$11,38 \pm 0,05^{\text{Ba}}$	$69,56 \pm 3,43^{\text{Ccm}}$	$42,57 \pm 0,35^{\text{Df}}$
Alecrim		$2,28 \pm 0,96$			

ND = Não Determinado.

*Valores de IC_{50} foram obtidos através da equação da reta de cada amostra em triplicata $\pm$ Desvio Padrão.

**Valores com letras maiúsculas iguais na mesma linha indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

***Valores com letras minúsculas iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

A variação do IC_{50} para as diferentes frações dos frutos analisados foi de 4,94 a $411,51 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e de 8,44 a $580,68 \mu\text{g.mL}^{-1}$, para os filtrados aquoso e etanólico, respectivamente. Enquanto que, para os resíduos aquoso e etanólico, esta variação foi de 10,62 a $305,77 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e de 1,39 a $238,02 \mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente.

Os filtrados etanólicos da polpa da laranjinha de pacu e da semente de pateiro apresentaram elevada atividade antioxidante e, nas concentrações testadas,

o percentual de inibição da oxidação destas amostras ficou acima de 50% e, por isso, o valor de IC_{50} não foi determinado. Outra amostra que se destacou também por apresentar atividade antioxidante considerável, foi o resíduo etanólico da semente de pateiro, que apresentou um baixo valor de IC_{50} .

Outras amostras que também apresentaram um bom potencial antioxidante foram os filtrados aquosos da casca do tarumã, da polpa da laranjinha de pacu e do saputá, o resíduo aquoso da casca do caraguatá, os filtrados etanólicos da casca da laranjinha de pacu, da casca, polpa e semente do saputá, além dos resíduos etanólicos da casca do araçá e do caraguatá.

Na maior parte das amostras, o extrato aquoso apresentou maior valor de IC_{50} , portanto, menor atividade antioxidante, do que o extrato etanólico, com exceção dos extratos etanólicos da casca e da semente do tarumã e da semente da laranjinha de pacu que foram menores no extrato aquoso.

Comparando as partes de cada fruto, verificou-se que a semente foi a fração com os valores mais elevados de IC_{50} na maioria dos casos. No entanto, para o filtrado aquoso e o resíduo etanólico do tarumã foi a polpa e casca, respectivamente, que apresentaram o maior valor de IC_{50} . Já, para o resíduo aquoso do araçá não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre a polpa e a semente e, para o filtrado aquoso do pateiro, isto ocorreu entre a casca e a polpa. Para o filtrado etanólico do pateiro e seu respectivo resíduo, o maior valor de IC_{50} foi apresentado pela casca e para o resíduo aquoso, foi a polpa. Por último, para o filtrado aquoso e etanólico e resíduo etanólico do saputá, não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre as 3 partes dos frutos.

Em relação ao filtrado e o resíduo de cada extração, em 5 amostras o resíduo aquoso apresentou valores de IC_{50} inferiores aos do respectivo extrato, enquanto que em 4 amostras o resíduo etanólico sobressaiu-se ao extrato etanólico no valor de IC_{50} .

Embora os menores valores de IC_{50} não tenham sido encontrados em filtrados ou resíduos que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, exceto para os extratos aquosos de casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa do saputá, filtrados etanólicos de casca de laranjinha de pacu e casca, polpa e semente de saputá, observou-se que os extratos com os menores conteúdos de fenólicos totais apresentaram maiores valores de IC_{50} em algumas frações dos frutos, com exceção para os resíduos aquosos da semente do pateiro e da casca do caraguatá,

resíduos etanólicos da casca do caraguatá e do araçá e da semente do pateiro, filtrados aquosos da semente do pateiro e da casca do tarumã que apresentaram baixo valor de IC_{50} .

5.5. Taninos

Na tabela 5 são apresentados os teores de taninos dos frutos analisados neste trabalho.

Tabela 5 – Teores de taninos dos frutos do Cerrado e do Pantanal sul-matogrossenses, expressos em mg de ácido quercitânico. $100g^{-1}$ de amostra integral*

Fruto	Porção do fruto	Teor de tanino**
Caraguatá	Casca	$1607,68 \pm 118,87^a$
	Polpa	$796,43 \pm 101,62^b$
	Semente	$306,73 \pm 1,27^c$
Tarumã	Casca	$1646,71 \pm 41,75^d$
	Polpa	$317,07 \pm 26,34^c$
	Semente	$452,18 \pm 0,42^e$
Laranjinha de Pacu	Casca	$1331,35 \pm 50,58^f$
	Polpa	$798,81 \pm 36,51^b$
	Semente	$791,82 \pm 0,12^b$
Araçá	Casca	$1263,10 \pm 1,32^f$
	Polpa	$572,24 \pm 54,53^g$
	Semente	$538,29 \pm 2,80^{eg}$
Pateiro	Casca	$947,11 \pm 0,62^h$
	Polpa	$2534,64 \pm 1,16^i$
	Semente	$2954,56 \pm 2,27^j$
Saputá	Casca	$1753,09 \pm 0,64^d$
	Polpa	$1135,18 \pm 0,82^h$
	Semente	$257,74 \pm 0,32^c$

*Valores obtidos por meio de triplicata da amostra $\pm$ desvio padrão

** Valores com letras iguais indicam que não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias ao nível de 5%.

A concentração de taninos nas diversas frações dos frutos estudados variou de $257,74mg.100g^{-1}$ de amostra integral a $2954,56mg.100g^{-1}$ de amostra integral. Os maiores valores de taninos foram apresentados pela polpa e semente do pateiro ($2534,64$ e $2954,56mg$ de ácido quercitânico. $100g^{-1}$ de amostra integral, respectivamente). Já os menores valores de taninos foram encontrados na semente do saputá ($257,74mg$ de ácido quercitânico. $100g^{-1}$ de amostra integral), semente do

caraguatá (306,73mg de ácido quercitânico.100g⁻¹ de amostra integral) e polpa do tarumã (317,07 ± 26,34mg de ácido quercitânico.100g⁻¹ de amostra integral).

Pelos dados apresentados na Tabela 5, observa-se que os maiores valores de taninos foram encontrados nas cascas dos frutos, com exceção do pateiro, cuja casca apresentou o menor valor de tanino em relação às demais partes do fruto.

Dentre as cascas analisadas, destacam-se a casca de saputá e tarumã como as que apresentaram o teor de tanino mais elevado. Depois, vem a casca de caraguatá, a qual foi seguida das cascas de laranjinha de pacu e araçá. Por último, a casca de pateiro foi a que apresentou o menor valor de tanino em relação à mesma fração dos outros frutos.

6 DISCUSSÃO

6.1 Características físicas

As características físicas de um fruto são típicas e inerentes a cada espécie, desta forma, não é aconselhável a comparação destes parâmetros entre espécies diferentes. No entanto, é possível comparar as frações de um mesmo fruto. Neste sentido, pode-se destacar o bom rendimento em polpa do caraguatá, tarumã e laranjinha de pacu em relação ao fruto inteiro.

Com relação ao diâmetro, o comprimento e o peso total dos frutos avaliados, observa-se que os mesmos encontraram-se próximos aos valores médios citados na literatura para o caraguatá (SILVA *et al.*, 2001) e para o tarumã (LORENZI, 2002). O tarumã é um fruto redondo (diâmetro e comprimento médio de 2,4cm), já o caraguatá tem formato elíptico, com comprimento médio de 4,4cm. O saputá, por sua vez, apresentou-se um pouco menor do que o relatado na literatura (SILVA *et al.*, 2001). O araçá, por sua vez, apresentou valores de comprimento, diâmetro e peso total maiores do que o que foi descrito por Caldeira *et al.* (2004) (2,67 e 2,46 cm e 9,28g, respectivamente).

6.2 Determinação de umidade

Observou-se que, as diferentes frações dos frutos analisados, apresentaram valores elevados de umidade, principalmente as polpas. Este resultado de umidade é semelhante aos já reportados na literatura para frutas. Caldeira *et al.* (2004), ao realizarem a caracterização físico-química do araçá (fruto inteiro) e do tarumã (casca e polpa), também encontraram um elevado teor de umidade para tais frutos (85,12 e 83,74%, respectivamente). Hiane *et al.* (1992), que realizaram a composição centesimal de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul, verificaram que o caraguatá (polpa com casca) possuía 76,70% de umidade. Os demais frutos

analisados por Hiane *et al.* (1992), os quais são o buriti, a mangaba, a bocaiúva, o piqui, a pitanga e o araticum, também apresentaram elevado teor de umidade. Martins *et al.* (1998) analisaram as polpas de duas espécies de saputá do campo e detectaram teor de umidade da ordem 80,34 e 81,43%.

No estudo realizado por Gondim *et al.* (2005), em frutos cultivados no Rio Grande do Norte (abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina), analisando as cascas dos mesmos, reportaram uma variação no teor de umidade de 49,10 a 93,23%. As porções comestíveis dos mesmos frutos estudados por Gondim *et al.* (2005) apresentam também alto teor de umidade de acordo com Franco (1982).

6.3 Teores de compostos fenólicos

Conforme observado nos resultados apresentados pela Tabela 3, na maioria das amostras estudadas, ocorreu uma boa extração dos compostos fenólicos, o que pode ser evidenciado pelos valores de compostos fenólicos encontrados nos resíduos resultantes das extrações terem sido inferiores aos encontrados nos filtrados, sendo observado, no entanto, que as extrações etanólicas da polpa do pateiro e da semente do tarumã e do pateiro resultaram em teor de compostos fenólicos semelhantes entre o resíduo e o filtrado. Conforme sugerido por Roesler *et al.* (2007), que também encontraram valores de compostos fenólicos significativos no resíduo etanólico de casca de pequi (161,77 g GAE.kg⁻¹) e resíduo etanólico de casca de araticum (79,64 g GAE.kg⁻¹); nestes casos para o aproveitamento total dos compostos fenólicos desses extratos, dever ser avaliado por meio de estudos adicionais dos parâmetros empregados no processo de extração como razão solvente:massa, tempo de extração, número de reextrações, afinidade dos compostos fenólicos da amostra ao solvente utilizado, entre outros.

Apesar da boa eficiência das extrações realizadas, verificou-se que o comportamento das amostras foi diferenciado para cada procedimento realizado. Observou-se que, para algumas amostras, o procedimento que resultou na maior concentração de compostos fenólicos foi a extração com etanol (casca e polpa de laranjinha de pacu; casca, polpa e semente de araçá; semente de pateiro; polpa e

semente de saputá), enquanto que, para outras amostras, o maior teor de compostos fenólicos foi apresentado pelo extrato aquoso (semente de laranjinha de pacu; semente de caraguatá; polpa e semente de tarumã). Ainda, houve amostras que apresentaram concentração de compostos fenólicos estatisticamente semelhantes ($p > 0,05$) nos dois tipos de extratos obtidos (casca e polpa de caraguatá e do pateiro; casca tarumã e saputá). 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).

Pode-se destacar a polpa como a fração dos frutos analisados com o maior teor de compostos fenólicos, principalmente para o caraguatá, a laranjinha de pacu e o saputá, em que isto ocorreu tanto na extração aquosa quanto na etanólica. Para exemplificar a variação na distribuição dos compostos fenólicos, pode-se citar Roesler *et al.* (2007) que encontraram teores mais elevados nas partes normalmente desprezadas dos frutos (sementes e cascas) e Jardini e Filho (2007) que encontraram maior teor de fenóis nas sementes do que na polpa de romã. As frutas

apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada de polifenóis em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) (MELO *et al.*, 2008).

Destacaram-se o filtrado aquoso da polpa de laranjinha de pacu e os filtrados etanólicos da casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa de saputá, pois apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos dentre as amostras analisadas. O resultado obtido, em particular, pela polpa da laranjinha de pacu nos dois extratos deve ser ressaltado também em virtude do bom rendimento desta fração no fruto.

Em relação à variação dos valores de compostos fenólicos apresentados pelos extratos obtidos nas diferentes frações dos frutos analisados, observou-se que os resultados de fenólicos totais não foram tão expressivos quanto aos de outros frutos do Cerrado já estudados, como o extrato de casca de pequi, o de semente de araticum e o de casca banha de galinha, com 209,37, 136,99 e 99,18g GAE.kg extrato seco⁻¹, respectivamente (ROESLER *et al.*, 2007). Rockenbach *et al.* (2008) encontraram até 7,95g GAE.100⁻¹ em bagaço de uvas da variedade Ancelota e até 6,90 g GAE.100⁻¹ em bagaço de uvas da variedade Tannat. Por outro lado, Broinizi *et al.*, (2007) quantificaram os compostos fenólicos presentes no bagaço e no extrato bruto concentrado (EBC) do pedúnculo de caju e os teores de fenólicos totais encontrados para o extrato aquoso foram de 2,8 e 10,4 mg de ácido gálico/g de bagaço e de EBC, respectivamente. Enquanto que para o extrato alcoólico, estes conteúdos foram de 2,3 e 0,3 mg de ácido gálico/g também de bagaço e de EBC, respectivamente. Os teores mais elevados de compostos fenólicos encontrados no bagaço de maçã pesquisado por Soares *et al.* (2008) foram 467,24 e 522,74mg GAE/100g. Os resultados analíticos obtidos por Kuskoski *et al.* (2006) demonstraram que o extrato de baguaçu contém elevado teor de polifenóis totais (897,6mg.100g⁻¹) comparados aos outros frutos em bagas, como o jambolão (229,6mg.100g⁻¹). Abe *et al.* (2007) verificaram que em cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. a concentração de fenóis varia de 65 a 391 mg GAE/100g. Já Soares *et al.* (2008), ao determinar a quantidade de fenóis presentes nas cascas de uvas Niágara e Isabel, encontraram, respectivamente, 1242,78mg/100g e 1026,69mg/100g. Kuskoski *et al.* (2005), avaliando polpas de frutas congeladas, conseguiram obter de 20 a 580mg/100g de compostos fenólicos.

6.4 Atividade antioxidante

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, houve uma ampla variação dos valores de IC_{50} nas amostras analisadas tanto para os filtrados aquoso e etanólico (4,94 a 411,51 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 8,44 a 580,68 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente) quanto para os resíduos aquoso e etanólico (10,62 a 305,77 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 1,39 a 238,02 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, respectivamente).

A atividade antioxidante apresentada pelos filtrados etanólicos da polpa da laranjinha de pacu e da semente do pateiro foram muito elevadas e, com a concentração da solução, considerando alíquota de amostra pesada e diluição final da amostra, a leitura (no comprimento de onda de absorção máxima) obtida de acordo com a quantidade de componente antioxidante necessária para promover a ação inibitória frente à reação oxidativa foi muito baixa, ficando fora da faixa de concentração e da linearidade da curva padrão, preparadas conforme o protocolo de análise utilizado. Para a determinação do valor de IC_{50} destas amostras, seria necessário testar condições diferentes de preparo da amostra, tais como a utilização de diferentes alíquotas e diluições da amostra, ou ainda empregar um método com sensibilidade diferenciada.

Apenas o resíduo etanólico da semente do pateiro apresentou IC_{50} menor do que o valor de IC_{50} apresentado pelo extrato de alecrim 2,28 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, o qual foi analisado para fins comparativos por desempenhar excelente atividade antioxidante (GENENA *et al.*, 2008). Os resultados obtidos nesta pesquisa indicam um bom potencial antioxidante nas frações diversas dos frutos analisados, principalmente os filtrados aquosos da casca do tarumã, da polpa da laranjinha de pacu e do saputá, o resíduo aquoso da casca do caraguatá, os filtrados etanólicos da casca da laranjinha de pacu, da casca, polpa e semente do saputá, além dos resíduos etanólicos da casca do araçá e do caraguatá, quando comparados aos de outros frutos do Cerrado, tais como a semente de cagaita ($IC_{50} = 14,15 \mu\text{g.mL}^{-1}$) e a casca de pequi ($IC_{50} = 9,44 \mu\text{g.mL}^{-1}$) (ROESLER *et al.*, 2007) ou mesmo extrato da semente de uva desengordurada ($IC_{50} = 8,08 \mu\text{g.mL}^{-1}$) (ROTAVA *et al.*, 2009). O extrato etanólico de goiaba, quando pesquisado por Iha *et al.* (2008) apresentou IC_{50} de 0,15mg/mL.

Avaliando-se os dados apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5, para compostos fenólicos, atividade antioxidante e taninos, respectivamente, pode-se pensar que a

atividade antioxidante do filtrado etanólico da polpa da laranjinha de pacu e semente do pateiro e também do resíduo da semente do pateiro, esteja associada aos teores de compostos fenólicos encontrados na polpa da laranjinha de pacu, que foi o mais elevado encontrado neste estudo, e ao elevado teor de taninos apresentado pela semente do pateiro. Isto porque tanto os fenóis quanto os taninos são conhecidos pelas suas propriedades antioxidantes em alimentos (MILLER e RICE-EVANS, 1997; SILVA e SILVA, 1999; BASILE *et al.*, 2005).

Comparando os valores de IC_{50} dos extratos aquoso e etanólico, pode-se notar que, na maior parte das amostras, o extrato aquoso apresentou maior valor de IC_{50} , portanto, menor atividade antioxidante, do que o extrato etanólico, com exceção dos extratos etanólicos da casca e da semente do tarumã e da semente da laranjinha de pacu. Isto significa que, no caso da presente pesquisa, a extração etanólica foi mais eficiente no que concerne a extração de compostos com atividade antioxidante das amostras analisadas. No estudo realizado por Melo *et al.* (2008) em diversas frutas o extrato aquoso apresentou maior atividade antioxidante do que extrato acetônico na maior parte dos casos. Para Rockenbach *et al.* (2008), o sistema solvente extrator influencia a composição de substâncias com capacidade antioxidante presentes.

Comparando as partes de cada fruto, embora tenham ocorrido exceções, verificou-se que a semente foi a fração com os valores mais elevados de IC_{50} na maioria dos casos. Jardini e Filho (2007) constataram que o extrato aquoso das sementes apresentou diferença significativa da porcentagem de inibição da oxidação, na concentração máxima testada em relação ao mesmo extrato, obtido da polpa. Por outro lado, Araya *et al.* (2006) concluíram que os frutos com casca apresentavam maior atividade antioxidante do que os frutos sem casca.

Nas amostras em que os valores de IC_{50} dos resíduos foram menores que dos respectivos filtrados, ou seja, a atividade antioxidante dos resíduos, nestes casos, foi maior que dos extratos, talvez os principais componentes com ação antioxidante tenham ficado no resíduo, confirmando a importância da identificação das substâncias presentes para escolha da melhor forma de extração.

Em maior parte das amostras avaliadas no presente estudo, os menores valores de IC_{50} não foram acompanhados dos maiores teores de compostos fenólicos, exceto para os extratos aquosos de casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa do saputá, filtrados etanólicos de casca de laranjinha de pacu e casca,

polpa e semente de saputá. Por outro lado, observou-se que os menores conteúdos de fenólicos totais foram apresentados pelas amostras com os maiores valores de IC_{50} , com exceção para os resíduos aquosos da semente do pateiro e da casca do caraguatá, resíduos etanólicos da casca do caraguatá e do araçá e da semente do pateiro, filtrados aquosos da semente do pateiro e da casca do tarumã que apresentaram baixo valor de IC_{50} . Existem controvérsias sobre a relação entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante, enquanto que alguns autores, encontraram forte relação positiva entre estes compostos e a capacidade em seqüestrar radicais livres (KUSKOSKI *et al.*, 2005; DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006; BARBOSA, *et al.*, 2006; KUSKOSKI *et al.*, 2006; ROESLER *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2008a; ROCKENBACH *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2008b), outros não têm evidenciado esta correlação. Por exemplo, Melo *et al.* (2008) encontraram uma fraca correlação entre o teor de fenóis e a atividade antioxidante do extrato aquoso de frutas e uma média correlação entre estes parâmetros para o extrato acetônico. Por sua vez, Souza *et al.* (2007), ao determinar o conteúdo de fenóis totais e avaliar a atividade antioxidante de cinco plantas medicinais, constataram que para os extratos de *T. fagifolia* e *Q. grandiflora* não havia correlação positiva entre os fenóis totais e o IC_{50} . Acredita-se que a atividade antioxidante de um extrato não pode ser explicada apenas com base em seu teor de fenólicos totais, sendo necessária também, a caracterização da estrutura do composto ativo. (CHOBOT *et al.*, 2006; MELO *et al.*, 2006; SOUZA *et al.*, 2007; MORAIS *et al.* 2008; MELO *et al.*, 2008). A posição e o número de hidroxilas presentes na molécula dos polifenóis é um fator relevante para a atividade antioxidante, a qual é ainda destacada quando tem-se a orto-hidroxilação (WONG, 1995; MELO *et al.*, 2006; MELO *et al.*, 2008).

A presença de outras substâncias com ação antioxidante como ácido hialurônico (ROSA *et al.*, 2008), ácido ascórbico (DUARTE-ALMEIDA *et al.*, 2006), licopeno (ARAYA *et al.*, 2006) e flavonóides (WANG *et al.*, 2007), também podem justificar os resultados encontrados. O ensaio adotado pode não ter obtido eficiência máxima para o tipo de substância existente nos extratos dos frutos, pois estudos demonstram que antioxidantes de caráter polar apresentam maior capacidade antioxidante em sistemas de caráter mais apolar, sendo observado o contrário para antioxidantes de caráter apolar (ROCKENBACH *et al.*, 2007). Outro fator a ser considerado é a influência do sistema solvente extrator sobre a composição de subs-

tâncias com capacidade antioxidante presentes (ROCKENBACH *et al.*, 2008; MELO *et al.*, 2008).

Além disso, de acordo com Broinizi *et al.* (2007), a capacidade antioxidante de compostos fenólicos depende de vários fatores: que vão desde o sistema de oxidação, grau de glicolisação à concentração e às variáveis mensuradas, sugerindo que o potencial antioxidante é o resultado da combinação de diferentes compostos existentes nas frutas e outros vegetais.

Melo *et al.* (2006) definiram uma classificação para a atividade antioxidante de acordo com os percentuais de inibição obtidos. Delimitaram que, os extratos com 70% de inibição da oxidação seriam considerados com elevada atividade antioxidante, já os extratos com percentual de inibição da oxidação entre 60 e 70%, teriam uma capacidade antioxidante moderada e, por fim, os extratos com menos de 70% de inibição da oxidação apresentariam baixa atividade antioxidante. Por sua vez, Melo *et al.* (2008) definiram uma classificação um pouco diferenciada, aonde os extratos de baixa atividade antioxidante seriam aqueles com percentual de inibição da oxidação abaixo dos 50% e os extratos de atividade antioxidante moderada seriam aqueles que apresentassem 50-70% de inibição da oxidação. Dentro deste contexto e, considerando-se a maior concentração dos extratos testada, para a qual foi calculada o respectivo percentual de inibição por meio da aplicação da equação (2) apresentada anteriormente, no capítulo 4, item 4.6, verificou-se que no presente trabalho, para os extratos aquosos os percentuais de inibição variaram de 6,81 a 75,14%, para os extratos etanólicos, de 12,15 a 97,29%, para os resíduos aquosos, de 10,22 a 65,21% e, para os resíduos etanólicos, de 6,16 a 98,17%. Há de se ressaltar os percentuais de inibição dos filtrados etanólicos da polpa e casca da laranjinha de pacu e da casca, polpa e semente do saputá e da semente do pateiro, além do resíduo etanólico da semente do pateiro e do filtrado aquoso da casca do tarumã, que podem ser classificados como de elevada atividade antioxidante, pois superaram 70% de inibição da oxidação.

6.5. Taninos

Comparando os resultados de taninos obtidos pela amostras analisadas, em que as amostras com os menores valores de taninos foram as sementes do saputá e o caraguatá e a polpa do tarumã (257,74, 306,73 e 317,07mg de ácido quercitânico.100g⁻¹ de amostra integral, respectivamente), enquanto que os valores mais elevados foram apresentados pela polpa e semente do pateiro (2534,64 e 2954,56mg de ácido quercitânico.100g⁻¹ de amostra integral, respectivamente), com outros resultados reportados na literatura, tais como os resultados obtidos por Câmara e Madruga (2001) que determinaram o teor de taninos na multimistura e em pó de folhas de cassava e encontraram 277,62mg/100g e 996,25mg/100g, respectivamente. Agostini-Costa *et al.* (1999) relataram ter encontrado 416mg/100g de tanino em suco de caju integral e 251mg/100g em suco de caju clarificado. Por sua vez, Jacobson *et al.* (2005) detectaram 1,65mg/g de taninos em *S. adstringens* e 1,77mg/g em *S. polyphyllum*. No café, Barcelos *et al.* (2001) encontraram 2,77% de taninos.

A casca, em relação ao teor de taninos nas diferentes frações dos frutos, foi a parte que apresentou os maiores valores de taninos, com exceção do pateiro, cuja casca apresentou o menor valor de tanino em relação às demais partes do fruto. Mechi *et al.* (2005), ao avaliarem a presença de taninos no feijão preto, também encontraram teores mais elevados na casca. Este resultado é compreensível visto que os taninos são utilizados pelas plantas como meio de defesa contra o ataque de herbívoros e, portanto se concentram na maioria das vezes nos órgãos mais externos, como a casca (FORMIGA *et al.*, 2009).

Neste sentido, é correto pensar que conforme as condições e possíveis adversidades do meio ambiente sofram alterações, o teor de taninos também possa variar. Desta forma, a concentração de taninos em frutos e demais partes da planta varia em função de fatores edáficos, como pluviosidade, insolação, temperatura, granulometria e composição química do solo (FORMIGA *et al.*, 2009; JACOBSON *et al.*, 2005). Por outro lado, conforme confirmado por Côrrea *et al.* (2000), no estudo realizado na fruta-do-lobo, o teor de fenóis também varia significativamente durante a maturação do fruto.

Outro fator que altera o teor de taninos em diversos materiais, são os diversos tratamentos a que são submetidos as matérias-primas, como cocção, maceração e outros (MECHI *et al.*, 2005; RAMÍREZ-CÁRDENAS *et al.*, 2008; TOLEDO e CANNIATTI-BRAZACA, 2008). Desta forma, os teores de taninos detectados nos produtos *in natura* são geralmente diferentes dos valores encontrados nos produtos processados.

7 CONCLUSÕES

Os dados obtidos nesta pesquisa permitem concluir que:

a) Para a maioria dos frutos, o teor de compostos fenólicos foi mais elevado na polpa e a maior concentração de taninos foi encontrada na casca dos frutos avaliados. A semente, por sua vez, foi a fração com a menor atividade antioxidante, com exceção do pateiro.

b) As amostras com os maiores teores de taninos foram a polpa e a semente do pateiro.

c) As amostras com concentração de compostos fenólicos mais elevada foram o filtrado aquoso da polpa de laranjinha de pacu e os filtrados etanólicos da casca e polpa da laranjinha de pacu e da polpa do saputá.

d) As amostras com maior atividade antioxidante foram os filtrados etanólicos da polpa da laranjinha de pacu e da semente do pateiro, além do resíduo etanólico da semente do pateiro.

e) A elevada atividade antioxidante do filtrado etanólico da polpa da laranjinha de pacu pode estar associada ao teor de compostos fenólicos encontrado nesta amostra, que foi o mais elevado entre as amostras analisadas. A importância deste resultado é alinhado ao bom rendimento em polpa deste fruto.

f) A elevada atividade antioxidante do filtrado e do resíduo etanólico da semente do pateiro pode estar associado ao elevado teor de taninos encontrado nesta amostra, que foi o mais elevado entre as amostras analisadas.

g) Os extratos etanólicos apresentaram maior atividade antioxidante que os extratos aquosos, com exceção do extrato etanólico da casca e semente do tarumã e da semente da laranjinha de pacu.

h) Portanto, os frutos estudados podem ser empregados como alternativa de consumo para obtenção de compostos fenólicos e taninos ou em aplicações tecnológicas, aproveitando-se sua atividade antioxidante

REFERÊNCIAS

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. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2007; 27(2):394-400.

Aerts RB, Barry TN, McNabb WC. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. Agriculture, Ecosystems and Environment. 1999; 75:1–12.

Agostini-Costa TS, Lima A, Lima MV. Determinação de tanino em pendulo de caju: Método da vanilina versus método do butanol ácido. Quim. Nova. 2003; 26(5):763-65.

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.

Araya HL, Clavijo CR, Herrera C. Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados em Chile. Alan. 2006; 56(4):361-65.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 14^a Ed. Official Methods of Analysis. Tannin in cloves and allspice. Official method 30.018; 30.019. 1984: p364.

Banerjee A, Dasgupta N, De B. In vitro study of antioxidant activity of *Syzygium cumini* fruit. Food Chem. 2005; 90(4):727-33.

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.

Barcelos AF, Paiva PCA, Pérez JRO, Santos VB dos, Cardoso RM. Fatores Antinutricionais da Casca e da Polpa Desidratada de Café (*Coffea arabica* L.) Armazenadas em Diferentes Períodos. Rev. bras. zootec. 2001; 30(4):1325-31.

Barnett YA, King CM. An investigation of antioxidant status, DNA repair capacity and mutation as a function of age in humans. Mutation Research. 1995; 338(1/6):115-28.

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.

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

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

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

Borguini RG. Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao

convencional [Tese]. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2006.

Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.- Wiss. Technol.* 1995; 28(1):25-30.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Aprova Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Portaria nº 710/GM de 10 de junho de 1999. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, nº 110, de 11 de junho de 1999, seção I, p.14.

Broinizi PRB, Andrade-Wartha ERS de, Silva AMO, Torres RP, Azeredo HMC, Alves RE, *et al.* Propriedades antioxidantes em subproduto do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.): efeito sobre a lipoperoxidação e o perfil de ácidos graxos poliinsaturados em ratos. *Rev. Bras. Cienc. Farm.* 2008; 44(4):773-81.

Broinizi PRB, Andrade-Wartha ERS de, Silva AMO e, Novoa AJV, Torres RP, Azeredo HMC, *et al.* Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007; 27(4):902-8.

Caldeira SD, Hiane PA, Ramos MIL, Filho MMR. Caracterização Físico-Química do Araçá (*Psidium guineense* SW.) e do tarumã (*Vitex cymosa* Bert.) do Estado de Mato Grosso do Sul. *B. CEPPA.* 2004; 22(1):145-54.

Câmara FS, Madruga MS. Cyanic acid, phytic acid, total tannin and aflatoxin contents of a brazilian (Natal) multimistura preparation. Rev. Nutr. 2001; 1(14):33-6.

Carneiro A de CO, Vital BR, Pimenta AS, Mori FA. Reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos. Cerne. 2001; 7(1):01-09.

Cerqueira FM, Medeiros MHG de, Augusto O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. Quim. Nova. 2007; 30(2):441-49.

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

Chobot V, Kubicová L, Nabbout S, Jahodár L, Vytlačilová J. Antioxidant and free radical scavenging activities of five moss species. Fitoterapia. 2006; 77:598-600.

Chung K, Wei C, Johnson MG. Are tannins a double-edged sword in biology and health? Trends Food Sci. Technol. 1998; 9(4):168-75.

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

Corrêa AD, Abreu CMP de, Santos CD dos, Ribeiro LJ. Constituintes químicos da fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) durante a maturação. Ciênc. Agrotec., Lavras. 2000; 24(1):130-5.

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

Duarte- Almeida JM, Santos RJ, Genovese MI, Lajolo FM. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2006; 26(2):446-52.

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

Fonseca EM, Figer A, Furtado DT, Lopes D, Alviano DS, Alviano CS, *et al.* Análise química e atividade antimicrobiana do óleo essencial dos frutos de *Vytex cymosa* Bertero. Rev. Bras. Pl. Med. 2006; 8(4):87-91.

Formiga AT, Gonçalves SJMR, Soares GLG, Isaias RMS. Relações entre o teor de fenóis totais e o ciclo das galhas de Cecidomyiidae em *Angiosperma spruceanum* Mull. Arg. Apocynaceae. Acta bot. Bras. 2009; 23(1): 93-9.

Franco GVE. Nutrição. Texto Básico e Tabela de Composição Química de Alimentos. 6 ed. São Paulo: Livraria Atheneu; 1982.

Genena AK, Hense H, Smânia Junior A, Souza SM. Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) – a study of the composition, antioxidant and antimicrobial activities of extracts obtained with supercritical carbon dioxide. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008; 28(2):436-69.

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 & Medicine. 2002; 32(12):1264–75.

Gondim JAM, Moura MFV, Dantas AS, Medeiros RLS, Santos KM. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Cienc. Tecnol. Aliment. 2005; 25(4):825-27.

Guimarães-Beelen PM, Berchielli TT, Buddington R, Beelen R. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2006; 58(5):910-17.

Gülçin I, Oktay M, Kireççi E, Küfrevioğlu OI. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of anise (*Pimpinella anisum* L.) seed extracts. Food Chem. 2003; 83:371–82.

Gyamfi MA, Yonamine M, Aniya Y. Free-radical scavenging action of medicinal herbs from Ghana *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries. General Pharmacology. 1999; 32:661–67.

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.

Huang D, Ou B, Prior R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J. Agric. Food Chem. 2005; 53(6):1841-56.

Iha SM, Migliato KF, Velloso JCR, Sacramento LVS, Pietro RCLR, Isaac VLB, *et al.* Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o

desenvolvimento de formulação fitocosmética. Rev. Bras. Farmacogn. 2008; 18(3):387-93.

Ikawa M, Schaper TD, Dollard CA, Sasner JJ. Utilization of Folin-Ciocalteu Phenol Reagent for the Detection of Certain Nitrogen Compounds J. Agric. Food Chem. 2003; 51(7):1811-15.

Jacobson TKB, Garcia J, Santos SC, Duarte JB, Farias JG, Kliemann HJ. Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de Barbatimão (*Stryphnodendron* sp.). Pesquisa Agropecuária Tropical. 2005; 35(3): 163-69.

Jardini FA, Filho JM. Avaliação da atividade antioxidante em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (*Punica granatum*, L.). Rev. Bras. Cienc. Farm. 2007; 43(1):137-47.

Kawashima LM, Soares LMV. Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in southern Brazil. J. Food Comp. Anal. 2003; 16:605-11.

Kim DO, Jeong SW, Lee CY. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem. 2003; 81:321-26.

Kuskoski EM, Asuero AG, Morales MT, Fett R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. Ciência Rural. 2006; 36(4):1283-87.

Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso AM, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2005; 25(4):726-32.

Lacerda DR, Acedo MDP, Filho JPL, Lovato MB. Genetic diversity and structure of natural populations of *Plathymenia reticulata* (Mimosoideae), a tropical tree from the Brazilian Cerrado. Mol Ecol. 2001; 10:1143-52.

Lima VLAG, Melo EA, Maciel MIS, Silva GSB, Lima DES. Fenólicos totais e atividade antioxidante de brotos do extrato aquoso de feijão-mungo (*Vigna radiata* L.). Rev. Nutr. 2004; 17(1):53-7.

Lorenzi H, Bacher L, Lacerda M, Sartori S. Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas (de consumo *in natura*). São Paulo:Plantarum; 2006.

Lorenzi, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa:Plantarum, 2002.

Malacrida CR, Motta S da. Compostos fenólicos totais e antocianinas em suco de uva. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2005; 25(4):659-64.

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

Martins LRR, Hiane PA, Ramos MIL, Ramos Filho MM. Caracterização físico-química do Saputá do Campo, espécies *Peritassa campestris* (Cambes) A. C. Smith

e *Cheinoclinium cognatum* (Miers) A. C. Smith, nativas do Estado de Mato Grosso do Sul. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos. CD-ROM; 1998.

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.

Mechi R, Caniatti–Brazaca SG, Arthur V. Avaliação química, nutricional e fatores antinutricionais do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiado. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2005; 25(1):109-14.

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. 2006; 26(3):639-44.

Melo EA, Mancini Filho J, Guerra NB. Atividade antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.). Ciênc. Tecnol. Aliment. 2003; 23(Supl):195-9.

Miliaukas G, Venskutonis PR, Van Beek TA. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chem. 2004; 85:231-37.

Miller NJ, Rice-Evans CA. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chem.* 1997; 60(3):331-37.

Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazil (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 2003; 26(2):211-19.

Monteiro JM, Albuquerque UP de, Araújo EL, Amorim ELC de. Taninos: Uma abordagem da química à ecologia. *Quim. Nova.* 2005; 28(5):892-96.

Morais SAL, Aquino FJT, Nascimento EA, Oliveira GS, Chang R, Santos NC, *et al.* Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2008; 28:198-207.

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

Naik GH, Priyadarsini KI, Satav JG, Banavalikar MM, Sohoni PP, Biyani MK, *et al.* Comparative antioxidant activity of individual herbal components used in Ayurvedic medicine. *Phytochemistry.* 2003; 63(1):97-104.

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

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

Panato E, Peluzio MCG, Junior AW, Tinôco ALA, Cotta RMM, Bruckner CH. Promoção da saúde: a importância das frutas e hortaliças e seu papel no câncer. *O mundo da saúde*. 2007; 31(3):384-393.

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.

Pinto GAS, Couri S, Leite SGF, Brito ES de. Tanase: Conceitos, Produção e Aplicação. B. CEPPA. 2005; 23(2):435-62.

Pott A, Pott VJ. Plantas do Pantanal. Brasília:EMBRAPA; 1994

Queiroz CRAA, Moraes SAL de, Nascimento EA do. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). *R. Árvore*. 2002; 26(4):485-92.

Ramírez-Cárdenas L, Leonel AJ, Costa NMB. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2008; 28(1):200-13.

Ribeiro SR, Fortes CC, Oliveira SCC, Castro CFS. Avaliação da atividade antioxidante de *solanum paniculatum* (*Solanaceae*). *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*. 2007; 11(3):179-83.

Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Structure antioxidant activity relationship of flavonoids and phenolic acid. *Free Radical Biol. Med.* 1996; 20(7):933-56.

Rockenbach II, Silva GL, Rodrigues E, Kuskoski EM, Fett R. Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço uva (*Vitis vinifera*) variedades *Tannat* e *Ancelota*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2008; 28:238-44.

Rockenbach II, Silva GL, Rodrigues E, Kuskoski EM, 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):158-63.

Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Souza CAS, Pastore GM. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007; 27(1):53-60.

Rosa CS, Hoelzel SC, Vieira VB, Barreto PM, Beirão LH. Atividade antioxidante do ácido hialurônico extraído da crista de frango. *Ciênc. Rural.* 2008; 38(9):2593-98.

Rotava R, Zanella I, Silva LP da, Manfron MP, Ceron CS, Alves SH, *et al.* Atividade antibacteriana, antioxidante e tanante de subprodutos da uva. *Ciência Rural.* 2009; 39(3):941-44.

Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols *J. Sci. Food. Agric.* 1998; 76(2):270-6.

Santos AB. Atividade antioxidante de extratos vegetais da flora brasileira: Estudo com ressonância paramagnética eletrônica (RPE) e teoria do funcional da densidade

(TFD). [Tese]. São Paulo: Programa de Pós-Graduação em Física aplicada a Medicina e Biologia da Universidade de São Paulo; 2006.

Silva DB, Silva JA, Junqueira NTV, Andrade LRM. Frutas do Cerrado. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2001.

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

SILVA, J. A; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. Frutas nativas dos Cerrados. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço de Produção de Informação; 1994.

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.

Soares M, Welter L, Gonzaga L, Lima A, Mancini-Filho J, Fett R. Avaliação da atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos presentes no bagaço de maçã cv. Gala. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008a; 28(3):727-32.

Soares M, Welter L, Kuskoski EM, Gonzaga L, Fett R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. Rev. Bras. Frutic. 2008b; 30(1):59-64.

Soares DG, Andreazza AC, Salvador M. Avaliação de compostos com atividade antioxidante em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Rev. Bras. Cienc. Farm. 2005; 41(1):95-100.

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.

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.

Steinmetz KA, Potter JD. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. J. Am. Diet. Assoc. 1996; 96(10):1027-39.

Swain T, Hills WE. The phenolic constituents of *Prumus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. J. Sci. Food. Agric., 1959; 10:63-8.

Toledo TCF de, Canniatti-Brazaca SG. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008; 28(2):355-60.

von Gadow A, Joubert E, Hansmann CF. Comparison of the Antioxidant Activity of Aspalathin with That of Other Plant Phenols of Rooibos Tea (*Aspalathus linearis*), α -Tocopherol, BHT, and BHA. J. Agric. Food Chem. 1997; 45(3):632-638.

Wang TC, Ti MC, Lo SC, Yang CC. Free radical-scavenging activity of aqueous extract of *Pteris multifida* Poiret. Fitoterapia. 2007; 78:248-9.

Wang H, Cao G, Prior, RL. Total antioxidant capacity of fruits. J. Agric. Food Chem. 1996; 44(3):701-05.

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

Zuque ALF, Watanabe ES, Ferreira AMT, Arruda ALA, Resende UM, Bueno NR, et al. Avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica de *Couepia grandiflora* Benth. (Chrysobalanaceae). Rev. Bras. Farmacogn. 2004; 14(2):129-36.