



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE CEILÂNDIA

DÉBORA VALESCA DE CASTRO PEREIRA

**Composição fenólica e atividade antioxidante de cajá
(*Spondias mombin*) nativo no Distrito Federal**

BRASÍLIA

2017

DÉBORA VALESCA DE CASTRO PEREIRA

**Composição fenólica e atividade antioxidante de cajá
(*Spondias mombin*) nativo no Distrito Federal.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Farmacêutico Generalista na Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia.

Orientadora: Prof (a): Dra Eliana Fortes Gris

BRASÍLIA

2017

DÉBORA VALESCA DE CASTRO PEREIRA

**Composição fenólica e atividade antioxidante de cajá (*Spondias mombin*)
nativo no Distrito Federal.**

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Dra. Eliana Gris
(Faculdade de Ceilândia – Universidade de Brasília)

Convidada: Bruna Cabral Reis
(Faculdade de Ceilândia – Universidade de Brasília)

Convidado: Dr. Eduardo Antonio Ferreira
(Faculdade de Ceilândia – Universidade de Brasília)

BRASÍLIA
2017

A Deus e a meus amados e queridos pais,
João e Constância. São minha vida! Minha
família, meu porto seguro. DEDICO.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vc

Valesca de Castro Pereira, Débora
Composição Fenólica e atividade antioxidante de
cajá (Spondias mombin) nativo no Distrito Federal /
Débora Valesca de Castro Pereira; orientador Eliana
Fortes Gris. -- Brasília, 2017.
36 p.

Monografia (Graduação - Farmácia) -- Universidade
de Brasília, 2017.

1. Cajá. 2. Cerrado. 3. Compostos fenólicos. 4.
Atividade antioxidante. I. Fortes Gris, Eliana,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo seu infinito amor e bondade, por permitir que tudo isso acontecesse, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades ao longo da minha vida, guiando e iluminando meu caminho.

Aos meus amados pais, que são o maior presente que Deus poderia ter me dado, por todo apoio, amor e confiança, pelo incentivo a buscar sempre a superação e acima de tudo, sempre com respeito e ética.

As minhas queridas irmãs, Larissa e Lorena, pelo suporte, carinho, amor e amizade durante esses anos. Amo vocês!

Às minhas queridas tias, Lindalva e Elda, e minha prima-irmã Janaína, que foram imprescindíveis nessa caminhada, estiveram presentes, mesmo quando longes, pelo amor, carinho e principalmente com orações.

À minha amiga Tatyane Quintão, que foi minha companheira e andou junto comigo nesses anos no laboratório, que me acompanhou e ajudou tantas vezes tendo grande parcela nisso, assim como sua irmã Wanessa, que me ajudou tanto de forma indiretamente, vocês são incríveis! E a Vanessa que ficou as férias me ajudando nos experimentos, muito obrigada!

Ao meu grupo de amigos que desde a infância temos acompanhado a vitória um dos outros, Dessa, Déh, Dani, Nanda, Lanninha e Gui, eu amo vocês!

Ao meu querido Victor, companheiro, amigo, que desde de sempre me levantou quando precisava e esteve longos anos comigo me apoiando e me dando forças, muito obrigada por tudo!

Ao Prof. Dr. Eduardo, pela disponibilização da sua atenção e do seu tempo contribuindo mesmo que indiretamente para a realização desse trabalho, e pela disposição em participar dessa banca.

À Ma. Bruna que aceitou com carinho participar também dessa banca, me ajudando muito na parte laboratorial, e com muita descontração me ensinou muitas coisas e além de tudo com muito amor e dedicação!

À todos que participaram direta ou indiretamente e que estiveram ao meu lado durante a realização deste trabalho.

E finalmente à minha orientadora, que fez com que isso fosse possível. Eliana, agradeço de coração pela disponibilidade por todos esses anos, por ter desde o início acreditado em mim, por ter me ajudado tanto, por ter me ensinado tanto e com muito carinho me ajudou a crescer, eu não tenho palavras para dizer o quão importante você foi na minha vida, só tenho a agradecer pela pessoa que você é.

RESUMO

Com o segundo maior bioma da América do Sul, o Cerrado, abrange cerca de 22% do território nacional. Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, o ecossistema cerrado apresenta surpreendente variabilidade de espécies, tanto animal quanto vegetal, possuindo espécies frutíferas com importantes propriedades nutricionais. O cajá (*Spondias mombin* L.), frutífera da família Anacardiaceae, nativa do Cerrado, possui em sua composição importantes compostos bioativos que conferem atividade antioxidante, favorecendo no combate a espécies reativas de oxigênio. Visto que, existem poucos estudos que descrevem o perfil dessa fruta, o objetivo deste presente trabalho foi determinar a concentração dos principais compostos fenólicos e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de cajá (*Spondias mombin*) nativo no Distrito Federal, bem como estabelecer uma correlação entre esses resultados. As análises foram realizadas a partir dos extratos da casca e polpa do cajá. Para a avaliação de compostos fenólicos foram quantificados polifenóis totais, ésteres tartáricos e flavonóis. A avaliação da atividade antioxidante *in vitro* foi realizada através da avaliação da captura dos radicais livres DPPH. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que o cajá possui compostos fenólicos em quantidades significativas, bem como importante atividade antioxidante. O que favorece seu potencial antioxidante, assim como sua atividade antioxidante.

Palavras-chaves: Cajá, cerrado, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

ABSTRACT

With the second largest biome in South America, the Cerrado, covers about 22% of the national territory. Despite the limitations imposed to the growth and development of plants by rainfall and soil characteristics, the cerrado ecosystem presents surprising variability of species, both animal and plant, with fruit species with important nutritional properties. The cajá (*Spondias mombin* L.), fruit of the family Anacardiaceae, native of Cerrado, has in its composition important bioactive compounds that confer antioxidant activity, favoring in the fight against reactive species of oxygen. Since there are few studies that describe the fruit profile, the objective of this work was to determine the concentration of the main phenolic compounds and to evaluate the in vitro antioxidant activity of cajá (*Spondias mombin*) native in the Federal District, as well as to establish a correlation between These results. The analyzes were carried out from the extracts of the shell and pulp of the cajá. For the evaluation of phenolic compounds total polyphenols, tartaric esters and flavonols were quantified. The evaluation of in vitro antioxidant activity was performed through the evaluation of DPPH free radical capture. From the obtained results, it was possible to verify that the cajá possesses phenolic compounds in significant amounts, as well as important antioxidant activity. Which favors its antioxidant potential, as well as its antioxidant activity.

Keywords: Yellow mombin, Brazilian savanna, phenolic compounds and antioxidant activity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa representando os biomas do Brasil.....	12
Figura 2 - Ilustração do fruto da cajazeira.....	13
Figura 3 - Estabilização do radical DPPH.....	17
Figura 4 - Estabilização do radical ABTS por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.....	18
Figura 5 - Concentração de polifenóis totais (mg EAG/100g), polifenóis polimerizados (mg catequina/100g) e polifenóis não-polimerizados (mg catequina/100g), para os extratos de cascas de seriguelas em metanol e etanol.....	25
Figura 6 - Concentração de ésteres tartáricos (mg ácido cafeico/100g extrato) e de flavonois (mg quercetina/100g extrato) em extratos de <i>Spondias purpurea</i>	27
Figura 7 - Comparativo entre a atividade antioxidante in vitro por contra os radicais DPPH e ABTS (μ M TEAC) a partir dos extratos de cajá (<i>Spondias mombin</i>).....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATT - Acidez total titulável

ABTS - 2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico

°Brix - grau Brix

DPPH - 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

EAG - Equivalente em ácido gálico

ET - Ésteres tartáricos

FLAV - Flavonois

g - Grama

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

L - Litro

µg - Micrograma

µM - Micromolar

mg - Miligrama

mL - Mililitro

N - Normal

nm - Nanômetro

PNP - Polifenóis não-polimerizados

PP - Polifenóis polimerizados

PT - Polifenóis totais

TEAC - Capacidade Antioxidante equivalente em TROLOX

.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
1.1 Cerrado.....	11
1.2 <i>Spondia mombim</i> – Cajá.....	12
1.3 Compostos Fenólicos	13
1.4 Polifenóis Totais, polifenóis não polimerizados e polifenóis polimerizados	15
1.5 Ésteres tartáricos e flavonóis	15
1.6. Propriedades antioxidantes.....	16
1.7. DPPH.....	17
1.8. ABTS	17
2. Justificativa	19
3. Objetivos	20
3.1. Geral.....	20
3.2. Específicos.....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1. Coleta das amostras.....	21
4.2. Reagentes.....	21
4.3. Metodologia	21
4.3.1. Análise de Compostos Fenólicos	21
4.3.2. Preparação dos Extratos.....	21
4.3.3 Polifenóis totais.....	22
4.3.4 Polifenóis não polimerizados (índice de vanilina).....	22
4.3.5 Polifenóis polimerizados.....	22
4.3.6 Ésteres tartáricos e flavonóis	22
4.3.7 Avaliação da atividade antioxidante <i>in vitro</i>	23
5. Resultado e Discussão:	24
5.1 Compostos Fenólicos	24
5.1.1 Polifenóis Totais.....	24
5.1.2 Ésteres tartáricos e Flavonóis:.....	27
5.1.3 Atividade Antioxidante <i>in vitro</i>	28
5.1.4 Correlação:.....	30
6. Conclusão:.....	31
Referências Bibliográficas	32

1. Introdução

1.1 Cerrado

O Brasil é composto por seis biomas de características diferentes: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Com o segundo maior bioma da América do Sul, o Cerrado ocupa uma área de 2.036.448 km², abrangendo cerca de 22% do território nacional, apresentando grande diversificação faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais. Os estados que abrigam esse vasto bioma são: Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além dos enclaves no Amapá, Roraima e Amazonas (MMA, 2010).

Apesar das limitações impostas ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas pelo regime de chuvas e pelas características do solo, o cerrado apresenta surpreendente variabilidade de espécies, tanto animal quanto vegetal. Possui espécies frutíferas com grande potencial de utilização agrícola. Além dos aspectos ambientais, existem também os sociais, onde diversas populações sobrevivem desses recursos naturais (AVIDOS e FERREIRA, 2000).

O Cerrado apresenta uma vasta riqueza de espécies em sua flora podendo ser consideradas “Plantas do Futuro”, ainda que pouco visada pelas comunidades locais, tanto por desconhecimento científico ou mesmo pela ausência de incentivos para a sua comercialização. Devido à grande substituição da vegetação natural e o manuseio impróprio de muitas culturas, têm sido prejudicial aos agricultores familiares e algumas comunidades que vivem nessa região, o que em razão da grande biodiversidade deveria beneficiá-los (VIEIRA et al., 2006).

As espécies vegetais habitualmente usadas são frutas, comercializadas e consumidas *in natura* ou processadas na forma de sucos, licores, sorvetes, geléias e doces (SILVA et al., 2008). O aumento no consumo de frutas estabelece uma importante tendência da década. Fibras, vitaminas, minerais e antioxidantes descrevem a função diferenciada que as frutas exercem sobre desenvolvimento e funcionamento ideal do organismo. Junto a isso, há uma preocupação maior da população em relação à sua saúde, devido a essas frutas oferecerem propriedades benéficas à saúde. A presença de substâncias bioativas, fitoquímicos especiais, que desempenham um importante potencial protetor e preventivo de doenças causadas

pelo estresse oxidativo, que incluem distúrbios cardiovasculares, cânceres, catarata, reumatismos e muitas outras doenças auto-imunes (SLOAN, 1999; KAUR e KAPOOR, 2001) e nas substâncias bioativas mesmo em pequenas quantidades, podem apresentar efeitos físicos positivos, destacando os compostos fenólicos, uma vez que apresentam os antioxidantes mais abundantes (LIMA et al., 2002 e 2004; MELO et al., 2008; EVERETTE et al., 2010).



Figura 01. Mapa representando os biomas do Brasil (Fonte: IBGE, 2017)

1.2 *Spondia mombim* – Cajá

O cajá (*Spondias mombin* L.), frutífera da família Anacardiaceae e originária da América tropical, encontra-se distribuído em todas as regiões do Brasil, sendo conhecido no Brasil, também, por vários outros nomes populares, como taperabá, cajazeiro, cajazeira, cajá, cajá-mirim, cajazeiro-miúdo, acajá, acajaíba imbuzeiro e cajá azedo (Braga, 1976; Cavalcante, 1976). Em outros países recebe outras denominações como “prunier *mombin*” na Guiana Francesa; “ciruela de monte” e “jocote” na Guatemala; “ciruela amarilla” no México e Equador; “jobo” na América Central; “hogplum” ou “yellow mombin” na América do Norte, etc. (LEON & SHAW, 1990). O gênero *Spondias*, que pertence à família Anacardiaceae, possui entre 8 a 12 espécies na região tropical do mundo. (NARAIN et al, 2004).

A espécie pode atingir 30 metros de comprimento e seus frutos possuem uma coloração amarela brilhante, contendo uma pequena camada de polpa ao redor de

um caroço volumoso. O fruto é pequeno de forma ovóide com aproximadamente 3 a 4 cm de extensão, podendo ser distinguido por um suco doce, ácido e aroma agradáveis (BORA et al, 1991). A polpa congelada de cajá é muito apreciada em todo o território nacional e a demanda a cada dia aumenta, apesar de inexistência de plantios comerciais (FILGUEIRAS et al, 2010). O cajá tem sua produção principalmente voltada para o comércio de polpas, sendo muito usada no preparo de bebidas levemente ácidas com agradável sabor. (DANTAS et al, 2012) É descrita como o fruto da cajazeira, saboroso e refrescante, voltado principalmente para a produção de geleias, compotas, refrescos e sorvetes. (AZEVEDO et al, 2004)

Sua casca possui propriedades antidiarréica e antidisentérica. As folhas são usadas em dores de estômago, complicações do parto e enfermidades dos olhos e laringe. Alguns compostos que possuem características antivirais foram identificados nas folhas, a partir do que o extrato passou a ser recomendado principalmente para combate a herpes. (FILGUEIRAS et al,2010).

A capacidade antioxidante do cajá de acordo com Rufino e colaboradores (2010) destacou-se em relação à alguns dos frutos analisados, como: cajú, umbu e mangaba. Tanto pelo método DPPH quanto pelo método ABTS que se mostrou maior que o umbu. Para Hassimotto e colaboradores (2005) encontraram em amostras frescas de cajá, carnaúba, gurguri, jaboaticaba,jussara, murta e outros frutos do cerrado altos níveis de inibição de oxidação.

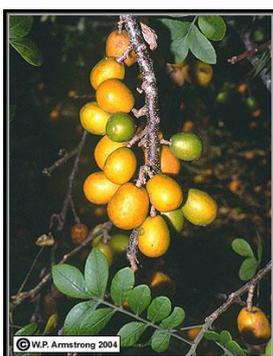


Figura 02. Ilustração do fruto da cajazeira (*Spondias mombin*) (FOTO:W.P. ARMATRONGER, 2004)

1.3 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias largamente difundidas em espécies no reino vegetal, especialmente nas frutas. São compostos heterogêneos que

apresentam em sua estrutura alguns típicos grupos benzênicos, substituídos por grupamentos hidroxilas (HERNÁNDEZ & PRIETO GONZÁLES, 1999).

Esses compostos fenólicos são caracterizados como substâncias que possuem um anel aromático na sua estrutura contendo um ou mais substituintes hidroxílicos, integrando seus grupos funcionais. Dispõem de uma estrutura variável e conseqüentemente são multifuncionais. Dentre os fenóis, podem-se destacar os flavonóides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (ANGELO e JORGE, 2007).

Provindos do metabolismo secundário das plantas, os compostos fenólicos são de suma importância para o seu crescimento e reprodução, além disso, se formam em condições de estresse como, infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (NACZK e SHAHIDI, 2004). Nas plantas estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a microrganismos e pragas. (ROCHA et al , 2011). Por serem encontrados largamente em plantas, são um grupo muito diversificado de fitoquímicos e derivados de fenilalanina e tirosina (ANGELO e JORGE, 2007). Estes, em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, ainda atuam como agente antipatogênico e contribuem na pigmentação (FIRMINO, 2011). Nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência. Na maioria dos vegetais, os compostos fenólicos constituem os antioxidantes mais abundantes (ROCHA et al., 2011).

Presentes em diversos alimentos, esses compostos agem como antioxidantes devido sua capacidade em doar hidrogênio ou elétrons e também por meio de seus radicais intermediários estáveis. Assim auxilia no combate de espécies reativas de oxigênio no organismo. Contribuem na dieta, devido às propriedades benéficas que esses compostos possuem pois têm sido associados a efeitos protetores em doenças não transmissíveis, como câncer, doenças cardiovasculares e doenças neurológicas. Além de atuarem na adstringência e estabilidade oxidativa (HARBORNE & WILLIAMS, 2000; SÁNCHEZ-MORENO, 2002). (CUVELIER et al.,1992; MAILLARD et al.,1996). (SOARES et al.,2008).

Assim, esses fitoquímicos alimentares, equivalem ao grupo de maior relevância e são divididos em duas classes principais, os flavonoides e não-flavonóides. Podendo

ser encontrados em maior quantidade nas polpas e cascas das frutas estando, portanto em maior quantidade, e devido a isso essas partes possuem um maior potencial em exercer atividade antioxidante em relação à polpa (OMENA et al., 2012) (DELPINO-RIUS et al., 2015; FINLEY et al., 2011). As principais fontes de compostos fenólicos são frutas cítricas, como limão e laranja, e ainda outras frutas como cereja, uva, ameixa e pêra (FRANCKI et al, 2005),

Alguns compostos bioativos foram analisados em um estudo realizado por Rufino e colaboradores (2010), em 18 frutas tropicais brasileiras. Entre elas, foram identificados os compostos fenólicos presentes em caju, cajá e umbu, frutas que pertencem à família de seriguelas (*Anacardiaceae*). Nessas frutas, foram quantificados flavonoides, antocianinas e polifenóis, entre outros.

1.4 Polifenóis Totais, polifenóis não polimerizados e polifenóis polimerizados

Polifenóis totais são diversos compostos secundários de natureza fenólica e estão presentes em diversos frutos, que contém nutrientes essenciais e micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas (KUSKOSKI et al,2006) Sendo usado principalmente como parâmetro amplamente utilizado para determinar e ou caracterizar a composição fenólica total de frutas.

Os polifenóis não polimerizados possuem uma menor atividade antioxidante em relação aos polifenóis polimerizados, de acordo com Oliveira e colaboradores (2008).

1.5 Ésteres tartáricos e flavonóis

Os ésteres tartáricos fazem parte do grupo dos ácidos fenólicos, onde desempenham um papel importante sobre as reações de oxidação. (SOARES, 2002).

Já os flavonoides fazem parte do maior grupo de polifenóis com cadeia (C6-C3-C6), participam de processos de co-pigmentação, função muito importante para a evolução da cor, a quercetina é um dos principais estudados pois está em maior concentração nas frutas. (REIS, 2017)

1.6. Propriedades antioxidantes

Antioxidantes são compostos que retardam ou inibem a oxidação de lipídios ou outras moléculas, podendo, portanto evitar que inicie ou propague algumas reações em cadeia de oxidação. A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (ANTUNES & CANHOS, 1984; BRENNNA & PAGLIARINI, 2001; ZHENG & WANG, 2001; FENNEMA, 1993; SIMÃO, 1985).

Alguns estudos têm demonstrado que o consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária, pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo. (Foi descoberto que uma série de doenças entre as quais câncer, aterosclerose, diabetes, artrite, malária, AIDS, doenças do coração, podem estar ligadas aos danos causados por formas de oxigênio extremamente reativas denominadas de "substâncias reativas oxigenadas" ou simplesmente ROS. Estas substâncias também estão ligadas com processos responsáveis pelo envelhecimento do corpo. (BRENNNA & PAGLIARINI, 2001; YILDRIM, MAVI & KARA, 2002)

As espécies reativas de oxigênio, com elétrons não pareados, podem atacar e danificar, praticamente, qualquer molécula encontrada no organismo. São tão ativos que, uma vez formados, ligam-se a diferentes compostos em frações de segundo. Ao fazê-lo, eles podem entregar seu elétron não-pareado ou capturar um elétron de outra molécula, a fim de formar um par. (Rufino et al, 2007)

De acordo com Halliwell (1996), os efeitos defensivos de antioxidantes naturais em frutas e vegetais estão relacionados a três grandes grupos: ácido ascórbico e fenólico como antioxidante hidrofílico e carotenóides como antioxidantes lipofílicos. Um dos métodos mais utilizados para medir a atividade antioxidante é através da captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) (ABTS), que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática (KUSKOSKI et al., 2005). E também pelo método DPPH que consiste em avaliar a capacidade antioxidante via atividade sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) (KEDARE e SINGH, 2011).

1.7. DPPH

O DPPH, 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, é um radical livre estável, não há formação de dímeros, como outros radicais livres. A ressonância também dá origem à cor violeta (KEDARE e SINGH, 2011).

O DPPH, proposto por Brand-Williams e colaboradores (1995), é a análise espectrofotométrica da atividade antioxidante total pela captura desse radical livre (DAWIDOWICZ, WIANOWSKA e OLSZOWY, 2012). A técnica tem como fundamento a transferência de elétrons, que consiste na redução do radical DPPH, fenômeno observado pela perda da coloração violeta. Essa redução do DPPH por um antioxidante ou por uma espécie radicalar leva ao desaparecimento da absorção, que pode ser observada pelo decréscimo da absorbância no comprimento de onda observado, em torno de 515 nm (ALVES et al., 2010; BRAND-WILLIAMS et al., 1995; KEDARE e SINGH, 2011). Assim, o método baseia-se na medida da capacidade dos antioxidantes em reduzir o radical DPPH (PRIOR, 2005).

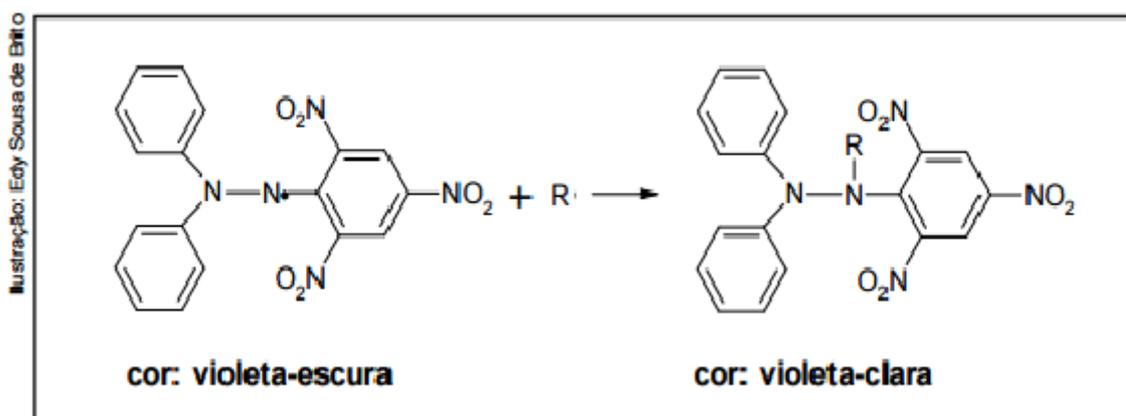


Figura 03. Estabilização do radical DPPH.

(Fonte: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/Cot_127.pdf>
Acesso em abril.17)

1.8. ABTS

O cátion radical ABTS⁺ (2,2'-azinobis 3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) é formado a partir da reação entre o sal ABTS e um composto com alto poder oxidante, como o persulfato potássico (BOLIGON, MACHADO e ATHAYDE, 2014). O método ABTS baseia-se na habilidade dos compostos antioxidantes em capturar o

cátion radical ABTS (RE et al., 1999).

Utilizando o método, deve-se avaliar na amostra o grau de descoloração, como percentual de inibição do cátion radical ABTS, que é determinado em função da concentração e tempo. Sua captura provoca uma diminuição na absorbância. O método é aplicável ao estudo de antioxidantes solúveis em água e solúvel em lipídios, compostos puros e extratos de alimentos (RE et al., 1999; SUCUPIRA, 2012).

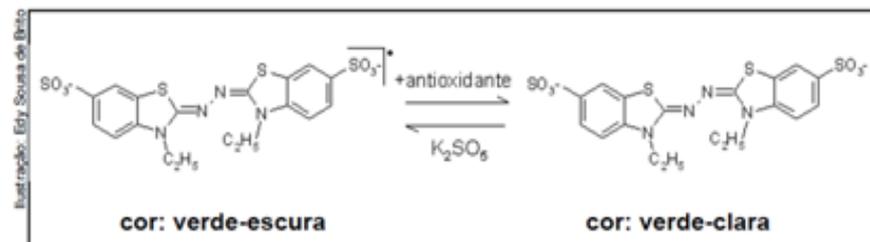


Figura 04. Estabilização do radical ABTS por um antioxidante e sua formação pelo persulfato de potássio.

(fonte: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426954/1/Cot128.pdf>>

Acesso em abril.2017)

2. Justificativa

A flora do cerrado contém inúmeras espécies frutíferas com enorme potencial de utilização agrícola, que basicamente são sub-utilizadas pela população local. Normalmente seus produtos, frutos, são consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geléias e doces diversos (ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2001). São também fontes de antioxidantes naturais conhecidos e amplamente encontrados em sua flora. Essa atividade antioxidante se deve, basicamente, pela presença de compostos fenólicos. Esses compostos são originados do metabolismo secundário dessas plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução (Angelo e Jorge, 2006)

Os compostos bioativos presentes no cajá são metabólitos secundários (RICE-EVANS, MILLER, PAPAGANDA, 1996); Há em abundância seus polifenóis (ROSA, ALVAREZ-PARRILLA, GONZÁLEZ-AGUILAR, 2010) compostos que geralmente estão interligados à preservação contra radiação ultravioleta, agressão por patógenos ou insetos (ZULUETA et al., 2007).

Devido aos seus compostos bioativos que conferem sua alta capacidade antioxidante de acordo com Rufino e colaboradores (2010), a contribuição da união desses compostos oxidantes conferem a sua capacidade total antioxidante (RICE-EVANS, MILLER, PAPAGANDA, 1996). Assim, além de avaliar os compostos bioativos, é importante estudar o potencial antioxidante contemplando um contexto mais amplo, ou seja, considerando o total do fruto cajá (ROMBALDI et al., 2006).

Portanto, devido aos poucos estudos com cajá (*Spondias mombin*), é de suma importância a caracterização desses compostos fenólicos e da atividade antioxidante dessa fruta proporcionando o consumo provindo de fontes naturais, relacionando ainda com efeitos biológicos benéficos à saúde provenientes dessa fruta.

3.Objetivos

3.1. Geral

O objetivo deste trabalho foi determinar a concentração dos principais compostos fenólicos e avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de cajá (*Spondias mombin*) nativo no Distrito Federal, bem como estabelecer uma correlação entre esses resultados.

3.2. Específicos

- Elaborar extratos de polpa e casca de cajá (*Spondias mombin*);
- Quantificar os compostos fenólicos: polifenóis totais, polifenóis não-polimerizados, ésteres tartáricos e flavonóis, a partir dos extratos elaborados
- Determinar a captura do radical DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) dos extratos de polpa e casca de cajá (*Spondias mombin*);
- Determinar a captura do radical ABTS dos extratos de polpa e casca de cajá (*Spondias mombin*).
- Verificar a correlação entre os resultados dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante dos extratos elaborados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Coleta das amostras

As amostras utilizadas no ensaio foram de cajá (*Spondias mombin*), polpa e casca, colhidas durante a safra 2016.

4.2. Reagentes

Os reagentes padrões utilizados - ácido cafeico, catequina, quercetina e ácido gálico. Os demais reagentes foram de padrão analítico: etanol absoluto, hidróxido de sódio, ácido clorídrico e ácido sulfúrico, metanol, vanilina, obtida da Fluka; carbonato de sódio; Folin Ciocalteu, ABTS e DPPH, obtidos da Sigma.

4.3. Metodologia

4.3.1. Análise de Compostos Fenólicos

O ensaio foi realizado por meio da quantificação de compostos fenólicos nos extratos dos frutos de *Spondias mombim*, com o auxílio de um espectrofotômetro UV-Vis Hitachi, modelo U-3900H.

4.3.2. Preparação dos Extratos

Os extratos foram preparados utilizando a casca e a polpa do cajá.

Para o preparo do extrato da casca foram utilizados 200g de casca seca e 1000mL de etanol (solvente). O preparo foi de acordo com a metodologia proposta por Ruffino et al (2010).

Para o preparo dos extratos da polpa congelada foram utilizados 50 mL e 20 mL de uma solução 50:50 de metanol e acetona respectivamente, água destilada e polpa. A solução foi centrifugada, protegida da luz, e, em seguida, filtrada. (Ruffino et al, 2010)

4.3.3 Polifenóis totais

A análise de polifenóis totais foi feita pelo método de Folin-Ciocalteu pela metodologia de SINGLETON e ROSSI (1965) com o uso do espectrofotômetro, no comprimento de onda 760 nm. Os valores foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 gramas de cajá fresco e casca (mg EAG/100 g).

4.3.4 Polifenóis não polimerizados (índice de vanilina)

A quantificação dos polifenóis não-polimerizados foi feita de acordo com a reação da vanilina com o anel do floroglucinol da catequina, presentes nas posições C6 ou C8, que de acordo com Paronetto (1977) forma um complexo vanilina-catequina, de coloração vermelha, com máximo de absorção entre 500 - 520 nm. Os resultados foram expressos em mg de catequina/100 g de cajá fresco e casca.

4.3.5 Polifenóis polimerizados

A quantificação de polifenóis polimerizados foi feita pelo método de Paronetto (1977) onde se tem a diferença entre polifenóis totais e polifenóis não polimerizados, gerando, portanto, o valor de polifenóis polimerizados, que foram expressos mg de catequina/100 g de cajá fresco e casca.

4.3.6 Ésteres tartáricos e flavonóis

De acordo com Paronetto (1977) a análise de ésteres tartáricos e flavonóis, foi por meio de leituras de espectrofotometria em comprimento de onda a 320 e 360 nm, respectivamente. Os resultados foram expressos em mg quercetina/100 g de cajá fresco e casca para flavonóis e mg/100 g de cajá fresco e casca de ácido cafeico para ésteres tartáricos.

4.3.7 Avaliação da atividade antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante *in vitro* foi avaliada através da captura das espécies reativas de oxigênio DPPH de acordo com a metodologia de Kim e colaboradores (2002), e o método ABTS por meio da metodologia de Re e colaboradores (1999). Os resultados foram expressos como equivalentes de TROLOX ($\mu\text{M TEAC}/100\text{g}$ de cajá fresco e casca).

5. Resultado e Discussão:

5.1 Compostos Fenólicos

5.1.1 Polifenóis Totais

Devido à caracterização de propriedades benéficas, como a atividade antioxidante (FALLER e FIALHO, 2010; FINCO et al., 2012), esses compostos têm sido associados a efeitos protetores em doenças não transmissíveis, como câncer e doenças cardiovasculares (DELPINO-RIUS et al., 2015; FINLEY et al., 2011).

É possível determinar compostos que atuam antioxidante por meio de uma avaliação da composição fenólica (RUFINO et al., 2010).

Os compostos fenólicos quando quantificados em frutas e outros alimentos proporcionam a obtenção de conhecimentos a cerca da qualidade da fruta, seu potencial antioxidante e possíveis benefícios que seu consumo possa trazer, além de serem compostos antioxidantes mais presentes na alimentação diária (SCALBERT, 2005). O método mais usado para esse tipo de avaliação quantitativa foi descrito por Singleton e Rossi, em 1965, e é conhecido por método de Folin Ciocalteau, que utiliza uma combinação de solventes aquosos e orgânicos (SUCUPIRA et al, 2012) (DELPINO-RIUS et al., 2015).

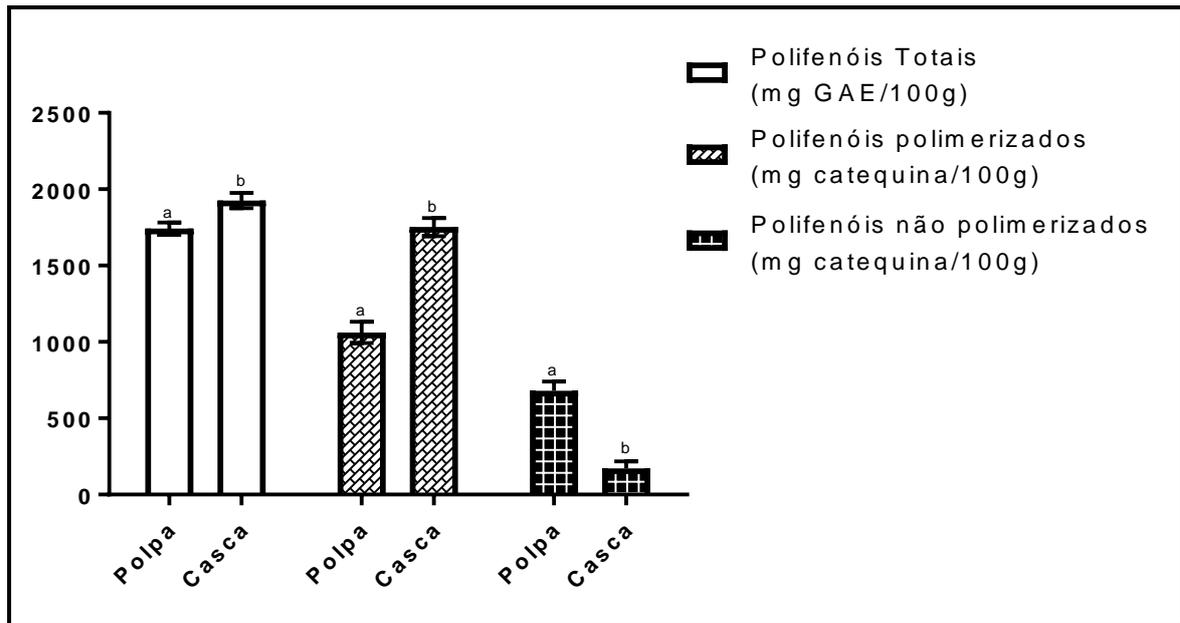


Figura 05. Concentração de polifenóis totais (mg EAG/100g), polifenóis polimerizados (mg catequina/100g) e polifenóis não-polimerizados (mg catequina/100g), para os extratos de cascas de seriguelas em metanol e etanol.

*a, b - Letras diferentes entre as mesmas análises representam diferença estatística significativa com nível de significância de 5% (Teste de Tukey).

A Figura 5 apresenta os valores quantificados de polifenóis totais (PT) (mg EAG/100g) da casca de cajá no solvente etanol e da polpa no solvente metanol/água (1:1). O teor médio de PT quantificado a partir dos extratos de casca e polpa de cajá foi de ~1.900mg EAG/100g e ~1.700 mg EAG/100g, respectivamente, verificando-se que a casca obteve valores de PT superiores aos verificados na casca do fruto. Rufino e colaboradores (2010) quantificaram polifenóis totais presentes em 18 frutas tropicais brasileiras utilizando metanol, acetona e água como solventes extratores, onde encontraram valores de $72,0 \pm 4,4$ mg EAG/100g para polpa fresca do cajá. Outro estudo de Kurkowski e colaboradores (2006) quantificaram polifenóis totais por meio de frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas, encontrando valores de $544,9 \pm 7,3$ mgEAG/100g para polpa de manga, pertencente à mesma família do cajá. Já para a cagaita, fruto assim como o cajá, nativo do cerrado, Ribeiro (2010) verificaram a quantidade de polifenóis totais de $10,51 (\pm 0,07)$ mgEAG/100g e $9,01 (\pm 0,05)$ mgEAG/100g, para extratos com e sem casca respectivamente. É possível perceber que há uma variação considerável entre as quantificações de polifenóis totais nas frutas, o que verificamos que varia

muito de acordo com a espécie e variedade, além disso outras variáveis podem ser citadas tais como o método utilizado e tipo de solvente para extração. Quando comparamos os resultados encontrados em nosso estudo com os demais citados acima, pode-se mencionar que o fruto do cajá tanto casca quanto polpa apresentaram altos teores de compostos fenólicos, e se comparado a própria polpa e casca, é possível perceber que a casca possui valores de polifenóis totais maiores em relação à polpa.

Quanto aos polifenóis polimerizados, (polifenóis polimerizados = polifenóis totais - polifenóis não-polimerizados) foram obtidos valores para a polpa de cajá de ~1.000mg de catequina/100g, e ~ 1.700mg de catequina/100 g para a casca de cajá, observando-se que a casca obteve valores superiores a polpa. Já o estudo de *Spondias purpurea* L. (Quintão, 2015) mesma família do cajá, quantificou os polifenóis polimerizados em $246,72 \pm 18,66$ mg de catequina/100g com o extrato em metanol. Considerando a variação de espécies, é possível verificar que a casca do cajá e a polpa teve uma proporção de polifenóis polimerizados maior que a *Spondias purpurea* L.

O teor médio de polifenóis não-polimerizados da polpa e casca do cajá foram de ~ 700mg de catequina/100g e ~170mg de catequina/100g, respectivamente. Ao analisar os resultados obtidos por Quintão (2015) para cascas de seriguelas é possível observar a concentração de $138,32 \pm 3,52$ mg de catequina/100 g, onde pode-se constatar que o cajá teve uma proporção maior de polifenóis não polimerizados em relação à *Spondias purpurea* L.

A proporção de polifenóis polimerizados foi maior que a de não polimerizados tanto para a polpa quanto para a casca. De acordo com Oliveira e colaboradores (2008), compostos polimerizados podem apresentar uma maior atividade contra espécies reativas de oxigênio.

5.1.2 Ésteres tartáricos e Flavonóis:

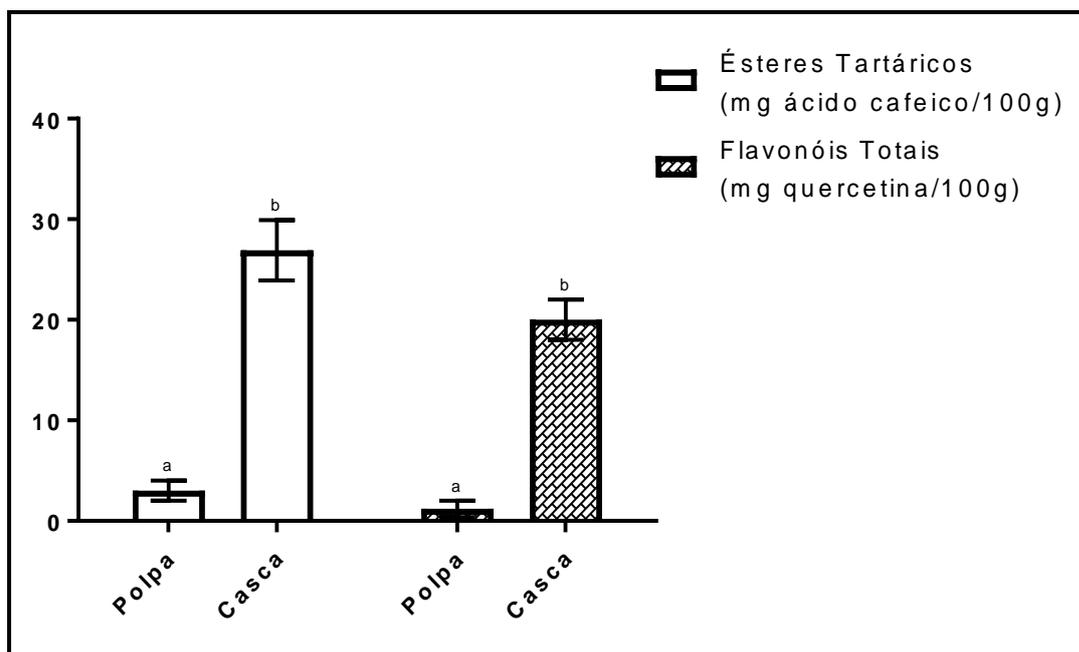


Figura 06. Concentração de ésteres tartáricos (mg ácido cafeico/100g extrato) e de flavonóis (mg quercetina/100g extrato) em extratos de *Spondias purpurea* L.

*a, b - Letras diferentes entre as mesmas análises representam diferença estatística significativa com nível de significância de 5% (Teste de Tukey).

Os compostos fenólicos são divididos em dois grupos principais: os fenóis, que são compostos simples derivados do ácido chiquímico, e os ácidos fenólicos, que estão reunidos em dois grupos: derivados do ácido hidroxicinâmico e derivados do ácido hidroxibenzóico. , que podem ser encontrados em algumas frutas em forma de ésteres tartáricos, como por exemplo, a uva, onde podem-se encontrar os ácidos hidroxicinâmicos sob a forma de ésteres tartáricos (SOARES, 2002) o que proporciona um ótimo desempenho sobre as reações de oxidação (Degáspari e colaboradores, 2004)

A extração de ésteres tartáricos pela polpa de cajá foi de ~3,0 mg de ácido cafeico/100g enquanto a casca demonstrou uma quantificação de ésteres tartáricos de ~25mg de ácido cafeico/100g. Tais resultados foram baixos se comparados aos obtidos por Lima (2012), que analisou o perfil fenólico e a atividade antioxidante de amostras de vinho, encontrando uma variação de concentração entre 27,36 mg ácido cafeico/L e 48,39 mg ácido cafeico/L referentes aos ésteres tartáricos.

Já o conteúdo de flavonóis, grupo dos compostos fenólicos, flavonóides, o qual apresenta um papel fundamental sobre a atividade antioxidante, e que por sua

vez traz diversos benefícios para saúde (ANTUNES & CANHOS, 1984; BRENNAN & PAGLIARINI, 2001; ZHENG & WANG, 2001; FENNEMA, 1993; SIMÃO, 1985) foram quantificados em $\sim 1,2$ mg quercetina/100g para polpa de cajá e de $\sim 20,0$ mg quercetina/100g para a casca de cajá, sendo assim, verificamos que a casca de cajá contém valores bem superiores a polpa da fruta analisada. Moo-Huchin e colaboradores (2014) analisaram compostos bioativos como os flavonóis de frutas tropicais cultivadas no México. Os resultados demonstraram valores de $152,35 \pm 4,08$ mg de quercetina/100 g para a polpa *Spondias purpurea* L., pertencente à mesma família das *Spondias mombin*, valor bastante superior ao encontrado no presente estudo. Como resultado é possível notar que frutas distintas, mas pertencentes da mesma família, podem ou não trazer resultados distintos, devido a diversos fatores como suas propriedades nutricionais, composição de casca, polpa e etc.

5.1.3 Atividade Antioxidante *in vitro*

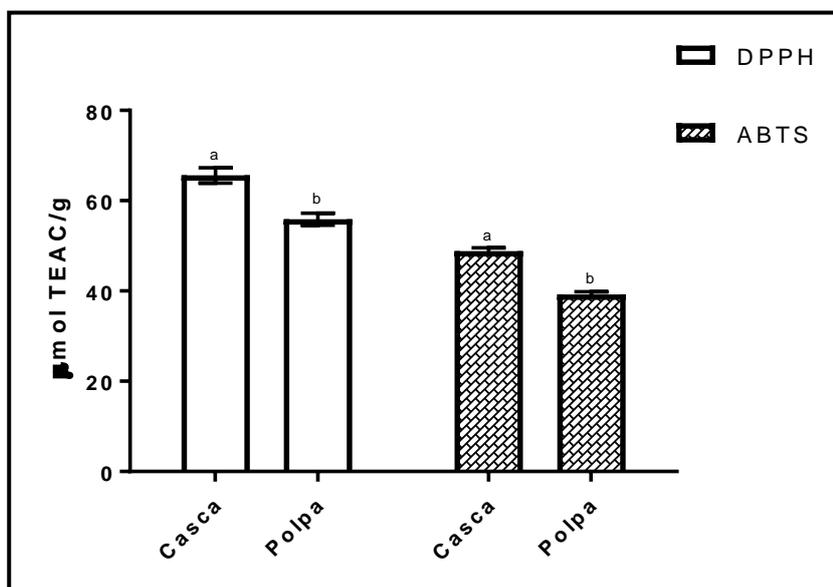


Figura 07. Comparativo entre a atividade antioxidante *in vitro* por contra os radicais DPPH e ABTS ($\mu\text{M TEAC}$) a partir dos extratos de cajá (*Spondias mombin*).

*a, b - Letras diferentes entre as mesmas análises representam diferença estatística significativa com nível de significância de 5% (Teste de Tukey).

A atividade antioxidante foi avaliada por meio do método DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), que se baseia no seqüestro do radical livre (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), onde essa espécie reativa de oxigênio, apresenta coloração roxa intensa em solução alcoólica, reduzindo-se em presença de moléculas antioxidantes, formando o 2,2

difenil-1-picrilhidrazil, que é incolor (VARGAS et al., 2008), tem sido muito empregado na análise de mecanismos de reação dos compostos fenólicos com espécies reativas de oxigênio (EROS), uma vez que EROS em excesso podem gerar o estresse oxidativo, sendo definidos como circunstâncias nas quais as espécies reativas causam danos teciduais. Com o método DPPH determina-se, portanto, a porcentagem de atividade antioxidante, substâncias estas que retardam as reações de degradação oxidativa, ou sequestradora de EROS, principalmente de substâncias isoladas como os compostos fenólicos que estão presentes em alimentos.

O método ABTS (2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) é formado a partir da reação entre o sal ABTS e um composto com alto poder oxidante, como o persulfato potássico. Baseia-se na habilidade dos compostos antioxidantes em capturar o cátion radical ABTS e pode-se ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática.

Verificamos que o cajá, polpa e casca, apresentaram valores significativos de capacidade de captura do radical DPPH. Os valores da atividade antioxidante pelo método DPPH foram de ~ 65,0 $\mu\text{MTEAC/g}$ para o extrato polpa de cajá de ~60,0 $\mu\text{MTEAC/g}$ para a casca do cajá. O extrato da casca do cajá apresentou menor capacidade antioxidante em relação ao extrato da polpa ($p \leq 0,05$). Um estudo de Almeida e colaboradores (2011) quantificaram a atividade pelo método DPPH de $5,27 \pm 0,34 \mu\text{M TEAC/100g}$ de polpa de mangaba e $33 \pm 0,06 \mu\text{MTEAC/100g}$ em polpa de abacaxi, o que mostra também uma diferença significativa entre as frutas comparadas. Outra análise de Ribeiro (2010) sobre a quantificação da atividade antioxidante pelo método DPPH, mostrou que a cagaita, fruta do cerrado, apresentou uma concentração de $98,33 (0,05) \mu\text{M TEAC/100g}$ com casca e $96,26 (0,03) \mu\text{M TEAC/100g}$ sem casca na concentração de 500 ($\mu\text{g/ml}$). Podendo constatar que mesmo com valores inferiores, de acordo com os estudos analisados, é possível demonstrar que a atividade antioxidante pelo método DPPH do cajá é relevante, assim como também outro fator a ser observado é a atividade antioxidante, que pode variar bastante dependendo de cada fruta que for analisada, devido às condições peculiares de cada uma, levando em conta principalmente sua composição química.

Para o ABTS os valores encontrados foram significativamente inferiores ($p < 0,05$) aproximadamente ~ 50 $\mu\text{M TEAC/100g}$ para casca e ~ 40 $\mu\text{M TEAC/100g}$

para polpa. Quando comparado a Rufino e colaboradores (2010) que avaliaram extratos de cascas com polpas pelo método ABTS, encontraram $7,8 \pm 0,2 \mu\text{M TEAC}$ em cajá; e Almeida e colaboradores (2011) encontraram em extratos de cascas com polpas de mangabas $\sim 10.84 \pm 0.13 \mu\text{M TEAC}$ em mangabas, observando valores menores ao quantificado no estudo.

O extrato de cajá do presente estudo apresentou atividade antioxidante, estimada por meio da análise da inibição dos radicais DPPH e ABTS, indicando que os frutos de cajá possuem potencial de combate a espécies reativas de oxigênio, com resultados comparáveis aos encontrados por outros autores. Foi possível determinar diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os métodos DPPH e ABTS, ao analisar a atividade antioxidante comparando a casca e a polpa do Cajá. Assim, para análise de atividade antioxidante, o extrato da casca de Cajá demonstrou maior capacidade de inibição dos radicais DPPH e ABTS, ou seja, melhor atividade antioxidante em relação à polpa fresca.

5.1.4 Correlação:

Os resultados obtidos mostraram uma análise de correlação positiva entre alguns compostos fenólicos e atividade antioxidante dos extratos de cajá (*Spondias mombin*). O método ABTS e o DPPH tiveram correlação positiva ($p < 0,05$) com polifenóis totais (PT), polifenóis polimerizados (PP) e flavonóides (FLA).

Os resultados que foram obtidos eram esperados, uma vez que os compostos fenólicos são conhecidos pelo potencial antioxidante que desempenham, o que confere a esses compostos um importante papel biológico (FU et al., 2014; HERVERTHERNÁNDEZ et al., 2011; RYAN, THONDRE, e HENRY, 2011). Esses resultados corroboram com alguns dos estudos descritos na literatura, como KUSKOSKI e colaboradores (2005), Almeida e colaboradores (2011) e RUFINO e colaboradores (2010) que analisaram diversas frutas entre elas siriguela e mangaba que são da mesma família do Cajá, o próprio cajá, e a que apresentaram correlação positiva entre as análises.

6. Conclusão:

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante de polpa e cascas de frutos de *Spondias mombin*, nativas do cerrado do Distrito Federal. Verificou-se que a polpa e casca do cajá apresentaram concentrações significativas dos principais compostos fenólicos e sua atividade antioxidante foi relevante.

A quantificação dos polifenóis totais, polimerizados e não-polimerizados apresentaram concentrações de ~1.900mg EAG/100g, ~ 1.700mg de catequina/100 g e ~170mg de catequina/100g para a casca, respectivamente, já para a polpa as concentrações foram de ~1.700 mg EAG/100g, ~1.000mg de catequina/100g e 700mg de catequina/100g, respectivamente. Isso mostra que, a proporção de polifenóis polimerizados foi maior que a de não-polimerizados, significando uma maior atividade antioxidante contra as espécies reativas de oxigênio. A extração de ésteres tartáricos e flavonóis foram de importantes, pois verificou que a casca de cajá apresenta para ésteres quanto para flavonóis em quantidades, mostrando que possui melhores resultados sobre as reações de oxidação que a polpa de cajá, promovendo, portanto, um importante papel antioxidante.

A capacidade antioxidante, por meio da inibição do radical DPPH trouxeram valores de ~4,0 μ MTEAC/100g para a polpa e ~3,0 μ MTEAC/100g para a casca do cajá, resultado esperado entre a polpa e a casca do cajá, já que ambos possuem algumas diferenças em sua composição química.

Ao analisar o fruto do cajá foi possível verificar que o mesmo apresenta uma composição peculiar e interessante para o consumo, o que estimula o interesse em futuros estudos.

Referências Bibliográficas

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos-uma breve revisão. Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 66, n. 1, p. 01-09, 2007.

AVIDOS, Maria Fernanda Diniz; FERREIRA, Lucas Tadeu. Frutos dos Cerrados. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, v. 3, n. 15, p. 36-41, 2000.

AZEVEDO, Daniel de Menezes; MENDES, Angela Maria da Silva; FIGUEIREDO, Antenor Francisco. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombin* L.)-Anacardiaceae. Rev. Bras. Frutic., v. 26, n. 3, 2004.

ALMEIDA, Maria Mozarina Beserra et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. Food Research International, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH. free radical method. LWT-Food Science and Technology, v. 30, n. 6, p. 609-615, 1997.

BORA, Pushkar S. et al. Changes in physical and chemical composition during maturation of yellow mombin (*Spondias mombin*) fruits. Food chemistry, v. 41, n. 3, p. 341-348, 1991.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros [2007]. Brasília, 2007b. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

DANTAS, H.J.; Santos, H.C; Leite, C.A; Leite, I.A.. Caracterização físico-química da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). Recife, 2012. Disponível em:<<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/3/951-14246.htm>> Acesso em: 10

mar.2017

FILGUEIRAS, EAC; MOURA, Carlos Farley Herbster; ALVES, Ricardo Elesbão. Cajá (*Spondias mombin* L.). Acesso em, v. 15, 2010.

FRANCKI, Valeska Mangini; GOLLÜCKE, Andréa Pittelli Boiago. Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. In: Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos. Varela, 2005.

KUSKOSKI, Eugenia Marta et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LEE, Seung-Joo et al. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.

NACZK, Marian; SHAHIDI, Fereidoon. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, v. 1054, n. 1, p. 95-111, 2004.

NARAIN, Nerendra et al. COMPOSTOS VOLÁTEIS DOS FRUTOS DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*) E DE CAJÁ (*Spondias mombin* L.) OBTIDOS PELA TÉCNICA DE HEADSPACE DINÂMICO1. *Ciênc. Technol. Aliment*, v. 24, n. 2, p. 212-216, 2004.

OLIVEIRA, C. M.; FERREIRA, A. C. S.; PINHO, P. G.; SILVA, A. M. S. New Qualitative Approach in the Characterization of Antioxidants in White Wines by Antioxidant Free Radical Scavenging and NMR Techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, p. 10326-10331, 2008

OMENA, C. M. B.; VALENTIM, I. B.; GUEDES, G. da S.; RABELO, L. A.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; SAWAYA, A. C. H. F.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. G. da; FERREIRA, R. C. S.; SANTANA, A. E. G.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and

seeds of exotic Brazilian fruits Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. *Food Research International*, v. 40, p. 334-344.

QUINTÃO, WANESSA DE SOUZA CARDOSO. Maturação, compostos fenólicos e atividade antioxidantes de seriguelas (*Spondias purpúrea L.*) cultivadas no cerrado.

REIS, Bruna Cabral. Frutas exóticas cultivadas no Cerrado do Distrito Federal: maturação, composição fenólica, atividade antioxidante, aplicação e estudo de estabilidade em micropartículas. 2017.

RIBEIRO, EDIANE MARIA GOMES. Atividade antioxidante e polifenóis totais do fruto de cagaita (*Eugenia dysenterica DC*) com e sem casca. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROCHA, Wesley Silveira et al. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RUFINO, MSM. ALVES. RE; BRITO, ES; MORAIS, SM; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{•+}. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁰⁺. Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 2007.

RUFINO, M. S. M. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais, 2008.

SILVA, Fernanda Vanessa Gomes da et al. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. *Food Science and Technology (Campinas)*, v. 32, n. 4, p. 685-691, 2012.

SHARMA, Om P.; BHAT, Tej K. DPPH antioxidant assay revisited. *Food chemistry*, v. 113, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

SOARES, Marcia et al. Phenolic compounds and antioxidant activity in skin of Niagara and Isabel grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n. 1, p. 59-64,

2008.

THITIMUTA, Surached et al. *Camellia sinensis* L. Extract and Its Potential Beneficial Effects in Antioxidant, Anti-Inflammatory, Anti-Hepatotoxic, and Anti-Tyrosinase Activities. *Molecules*, v. 22, n. 3, p. 401, 2017.

VIEIRA, Roberto Fontes et al. *Frutas nativas da região Centro-oeste do Brasil*. Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.