

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Agrárias – ICA
Programa de Pós-graduação em Alimentos e Saúde

Poliane Batista Santos

CARACTERIZAÇÃO DO CAJUZINHO-DO-CERRADO (*Anacardium humile* St. Hill): aspectos físicos-químicos e funcionais

Montes Claros
2024

Poliane Batista Santos

CARACTERIZAÇÃO DO CAJUZINHO-DO-CERRADO (*Anacardium humile* St. Hill):
aspectos físicos-químicos e funcionais

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Alimentos e Saúde.

Linha de Pesquisa: Processos e Controles em Ciência de Alimentos aplicados à Saúde

Orientadora: Prof^ª. Dra. Juliana Pinto de Lima

Montes Claros

2024

Santos, Poliane Batista.

S237c
2023 Caracterização do cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) : aspectos físicos-químicos e funcionais [manuscrito] / Poliane Batista Santos. Montes Claros, 2023.

51 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Alimentos e Saúde. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador (a): Juliana Pinto de Lima.

Banca examinadora: Caroline Liboreiro Paiva, Hugo Calixto Fonseca, Juliana Pinto de Lima.

Inclui referências: f. 20-21; 35-37; 50-53.

1. Frutas - Composição - Teses. 2. Flora dos cerrados - Teses. 3. Biodiversidade - Teses. I. Lima, Juliana Pinto de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 635.1/.8



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Curso de Mestrado em Alimentos e Saúde

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 23 dias do mês de dezembro de 2022, às 09:30 horas, sob a Presidência da Professora Juliana Pinto de Lima, Dr. Sc. (Orientadora–UFMG/ICA) e com a participação da Professora Caroline Liboreiro Paiva, Dr. Sc. (UFMG/ICA) e de Hugo Calixto Fonseca, Dr. Sc. (UFMG/ICA), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação da Discente **Poliane Batista Santos**, aluna do Curso de Mestrado em Alimentos e Saúde. O resultado da defesa de dissertação intitulada: "**Caracterização do cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*): aspectos físicos-químicos e funcionais**", sendo a aluna considerada **aprovada**. E, para constar, eu, Professora Juliana Pinto de Lima, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: **A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências onde o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação ou Tese e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do Colegiado do Programa, com a anuência do orientador, no mínimo 1 (um) exemplar impresso e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação no prazo máximo de 30 (trinta) dias.**

Montes Claros, 23 de dezembro de 2022.

Caroline Liboreiro Paiva
Membro

Documento assinado digitalmente
gov.br HUGO CALIXTO FONSECA
Data: 04/01/2023 13:20:22-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Hugo Calixto Fonseca
Membro

Juliana Pinto de Lima
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que desde do primeiro dia de aula vem cuidando e guiando os meus estudos, renovando as minhas forças em momento de fraqueza, na qual nunca permitiu que eu desistisse.

À Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Ciências Agrárias por mais esses anos de acolhimento, aos funcionários da pós-graduação, que no período de pandemia se esforçaram para responder os nossos e-mails e esclarecer dúvidas.

À minha família, meu esposo Diego Duarte meu filho Miguel, Dona Lêda, aos meus pais do coração Antônio e Maria Justina, à minha sogra Eliane meu sogro Edgar, à minha cunhada Bárbara. Vocês são o melhor presente que Deus poderia me conceder.

À Prof. Dr. Juliana de Pinto Lima, pela orientação, compreensão, dedicação e paciência para a realização dessa dissertação. A profa. Dra. Rubia Fonseca pelo trabalho de campo que foi fundamental para realização deste trabalho.

À colega e técnica Mariuze, uma pessoa maravilhosa que tenho tanto respeito, admiração e um carinho enorme, não sei o que seria do laboratório sem a sua alegria contagiante, e disponibilidade em sempre auxiliar e ajudar os colegas.

À colega Thalita, desenvolvemos juntas os nossos experimentos, madrugamos, choramos, mas no final sorrimos de alegria. Você merece o mundo sou sua fã. À bolsista e graduanda Shirlene, que acompanhou os experimentos. Ao mestrando Lucas, por te me auxiliado com a estatística.

Aos pesquisadores e técnicos Sandro e Hugo que desde do início estiveram me auxiliando no desenvolvimento e nas análises.

À minha colega desde da graduação Núbia Fernandes que sempre fez parte da minha história, que esteve ao meu lado desde do início.

À minha sócia e amiga Bárbara Lima, que sempre esteve presente com um “ombro amigo” e uma palavra de incentivo.

Aos meus amigos Daiane e Maycon, que mesmo estando distante torcem pelo o meu sucesso, sempre que preciso estão disponíveis para conversar e arrancar sorrisos.

A todos aqueles, parentes ou amigos, que ajudaram direta ou indiretamente, seja com uma palavra de incentivo ou de conforto, muito obrigada.

“ Não importa o que aconteça, continue a nadar. ”
(WALTERS, GRAHAM; PROCURANDO NEMO, 2003.)

RESUMO

A espécie *Anacardium humile* é uma árvore frutífera nativa do bioma Cerrado, tradicionalmente utilizada, mas ainda pouco explorada economicamente. Seu fruto é conhecido popularmente como cajuzinho-do-cerrado, cajuí, caju-anão e caju-do-campo. O cajuzinho é dividido e encontrado em duas partes: o pedúnculo e o fruto verdadeiro (noz ou amêndoa). A caracterização físico-química dos frutos e a quantificação dos seus componentes bioativos são importantes para compreender o seu valor nutricional e aumentar a qualidade e o valor do produto final. Assim, foram desenvolvidos dois artigos científicos com o objetivo de caracterizar o pseudofruto cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*), da variedade amarela e vermelha, quanto às suas características físico-químicas, focando nos componentes nutricionais, seu potencial antioxidante e avaliar a castanha. Os frutos foram obtidos em Bonito de Minas, Norte de Minas Gerais, Brasil. Foram realizadas análises de composição centesimal, pH, Brix, acidez, cor, compostos fenólicos, atividade antioxidante, carotenóides, antocianinas, flavonóides amarelos e vitamina C. amarelo: L(63,90) a*(0,40) b*(52,35), vermelho: L(51,28) a*(22,06) b*(31,00). Destaca-se a riqueza de compostos fenólicos (206,43 amarelos e 287,54 vermelhos) e vitamina C (102,50 amarelos e 99,45 vermelhos) nesta fruta. Em geral, a variedade amarela apresenta maior teor de flavonóides e antocianinas amarelas e, diferentemente da vermelha, apresenta maior teor de proteínas e atividade antioxidante. As castanhas foram retiradas dos pedúnculos maduros, foram analisadas as seguintes características: composição centesimal, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação TT/ATT, flavonóides, antocianinas, carotenóides, vitamina C e atividade antioxidante. A parte comestível da noz de é um processo de difícil obtenção devido ao pequeno tamanho das nozes, dificultando a remoção da noz inteira. Como resultado da composição centesimal, a castanha de caju apresentou elevados teores de lipídios, proteínas e carboidratos. A castanha seca apresentou SS de 71,70 °BRIX, pH 6,05 e AAT baixo (0,40). Em relação à cor L>50, parâmetro a* e b*positivo. A castanha de caju apresenta compostos nutricionais interessantes, principalmente relacionados a compostos bioativos. A castanha seca apresentou grande quantidade de fenólicos totais (88,57 mg/100g) e vitamina C (102,50 mg/100g).

Palavras-chave: castanha; composição nutricional; compostos funcionais; fruto do Cerrado.

ABSTRACT

The species *Anacardium humile* is a fruit tree native to the Cerrado biome, traditionally used, but still little explored economically. Its fruit is popularly known as cajuzinho-do-cerrado, cajuí, caju-dwarf and cashew-do-campo. The cajuzinho is divided and found in two parts: peduncle and the real fruit (nut or almond). The physical-chemical characterization of fruits and the quantification of their bioactive components are important to understand their nutritional value and to increase the quality and value of the final product. Thus, two scientific articles were developed with the aim of characterizing the cajuzinho-do-cerrado pseudofruit (*Anacardium humile*), of the yellow and red variety, in terms of their physicochemical characteristics, focusing on nutritional components, their antioxidant potential and evaluate the chestnut. The fruits were obtained in Bonito de Minas, North of Minas Gerais, Brazil. Analysis of centesimal composition, pH, Brix, acidity, color, phenolic compounds, antioxidant activity, carotenoids, anthocyanins, yellow flavonoids and vitamin C were carried out. yellow: L(63.90) a*(0.40) b*(52.35), red: L(51.28) a*(22.06) b*(31.00). The richness of phenolic compounds (206.43 yellow and 287.54 red) and vitamin C (102.50 yellow and 99.45 red) in this fruit stands out. In general, the yellow variety has a higher content of yellow flavonoids and anthocyanins, and unlike the red one, it has a higher protein content and antioxidant activity. The chestnuts were removed from the mature peduncles, the following characteristics were analyzed: centesimal composition, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA), TSS/TTA ratio, flavonoids, anthocyanins, carotenoids, vitamin C and antioxidant activity. The edible part of the nut is a difficult process to obtain due to the small size of the nuts, making it difficult to remove the whole nut. As a result of the centesimal composition, the cashew nut showed high levels of lipids, proteins and carbohydrates. Dry chestnut presented SS of 71.70 °BRIX, pH 6.05 and low AAT (0.40). Regarding color L > 50, parameter a* and b* positive. The cashew nut has interesting nutritional compounds, mainly related to bioactive compounds. The dry chestnut had a large amount of total phenolics (88.57 mg/100g) and vitamin C (102.50 mg/100g).

Keywords: chestnut; nutritional composition; functional compounds; fruit Cerrado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1 Mapa da distribuição dos biomas brasileiros	15
Figura 2 Castanha de cajuzinho-do-cerrado mineiro (<i>A. humile</i>)	18
Figura 3 Cajuzinho variedade <i>A. humile</i> vermelha (1) e amarela (2)	18
Figura 4 Casca e castanha de cajuzinho-do-cerrado (<i>A. humile</i>)	21

CAPÍTULO 3

Figura 1 Fluxograma do processamento da amêndoa de castanha de cajuzinho-do-cerrado	44
Figura 2 Decorticação e obtenção da parte comestível	44
Figura 3 Castanha seca e despeliculada	44

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Composição centesimal e valor calórico do pseudofruto de cajuzinho-do-cerrado (<i>A. humile</i>) das variedades amarela e vermelha.....	31
Tabela 2 Propriedades físico-químicas de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado das variedades amarela e vermelha.....	32
Tabela 3 Valores médios da cor das variáveis (L*, a* e b*) de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado Amarelo e Vermelho.....	33
Tabela 4 Compostos bioativos e atividade antioxidante de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado amarelo e vermelho.....	34

CAPÍTULO 3

Tabela 1 Composição centesimal da castanha seca de cajuzinho-do-cerrado (<i>Anacardium humile</i>) mineiro	48
Tabela 2 Propriedades físico-químicas, da castanha de cajuzinho-do-cerrado seca	49
Tabela 3 Parâmetros de cor da castanha de cajuzinho-do-cerrado (<i>Anacardium humile</i>)	50
Tabela 4 Compostos bioativos e atividade antioxidante de cajuzinho-do-cerrado (<i>Anacardium humile</i>)	51

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 Considerações sobre o bioma Cerrado, o gênero “ <i>Anacardium</i> ” e o fruto cajuzinho-do-cerrado	
1 INTRODUÇÃO GERAL _____	13
2 REVISÃO DE LITERATURA _____	15
2.1 Cerrado _____	15
2.2 Gênero “ <i>Anacardium</i> ” _____	17
2.3 Cajuzinho-do-cerrado _____	18
2.4 Características do caju _____	19
2.5 Castanha de caju _____	20
REFERÊNCIAS _____	23
CAPÍTULO 2	
ARTIGO CIENTÍFICO 1 _____ 25	
1 INTRODUÇÃO _____	25
2 MATERIAIS E MÉTODOS _____	27
2.1 Obtenção dos frutos _____	27
2.2 Análises físico-químicas _____	27
2.3 Determinação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante _____	28
2.3.1 Preparação dos extratos _____	28
2.3.2 Compostos fenólicos totais _____	28
2.3.5 Carotenoides totais _____	29
2.3.6 Antocianinas e flavonoides amarelos _____	29
2.3.7 Teor de ácido ascórbico _____	30
2.3.8 Delineamento experimental _____	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	30
3.1 Composição centesimal _____	30
3.2 Sólidos solúveis, pH e Acidez titulável total _____	31
3.3 Cor (película e polpa) _____	33
3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidantes _____	33
4 CONCLUSÃO _____	36
REFERÊNCIAS _____	37
CAPÍTULO 3	
ARTIGO CIENTÍFICO 2 _____ 41	
1 INTRODUÇÃO _____	41
2 MATERIAIS E MÉTODOS _____	43
2.1 Obtenção dos frutos _____	43
2.2 Processamento da castanha de cajuzinho-do-cerrado _____	43
2.3 Análises físico-químicas _____	45
2.4 Preparação dos extratos metanólicos-acetanólicos _____	45
2.3.1 Preparação dos extratos _____	45
2.3.2 Compostos fenólicos totais _____	46
2.3.5 Carotenoides totais _____	46
2.3.6 Antocianinas e flavonoides amarelos _____	47
2.3.7 Teor de ácido ascórbico _____	47

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1 Composição Centesimal	48
3.2 Sólidos solúveis, pH, e Acidez titulável	49
3.3 Análise de cor (L*, a* e b*)	50
3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidantes	50
4 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado é destaque para várias espécies frutíferas com características sensoriais únicas, típicas e intensas, além do alto valor nutricional. Esses atributos tornam as frutas do cerrado uma fonte potencial de utilização e exploração nacional e internacional, despertando o interesse da agroindústria e dos consumidores, tornando possível o desenvolvimento de produtos inovadores e saudáveis na indústria de alimentos, além de ser uma possibilidade de renda para a população.

A espécie *Anacardium humile* é uma fruteira nativa do bioma Cerrado, utilizada tradicionalmente, mas ainda pouco explorada economicamente. Seu fruto é conhecido popularmente como cajuzinho-do-cerrado, cajuí, caju-anão e caju-do-campo. Na literatura, são encontrados muitos trabalhos sobre o caju *Anacardium occidentale*, ele é o único da espécie que é comercializado, mais explorado e estudado atualmente.

O cajuzinho é dividido e encontrado em duas partes: pedúnculo e o fruto verdadeiro (castanha ou amêndoa). A região do pedúnculo floral, conhecido como caju, é um pseudofruto ou "maçã", possui estrutura semelhante ao fruto, fibroso, suculento de sabor. Ambas as partes são comestíveis, mas a castanha antes de ser consumida precisa ser removida da casca que contém um líquido corrosivo chamado "líquido da casca da castanha de caju". O fluxo de processamento da castanha de caju envolve várias etapas, utilizando altas temperaturas, a maioria são feitas manualmente, o que torna a castanha com um custo elevado.

Sendo assim, considerando-se o potencial econômico da espécie *Anacardium* e a falta de estudos quanto aos seus aspectos nutricionais, sobre o potencial e utilização do cajuzinho-do-cerrado foi desenvolvida esta dissertação, que se divide em três capítulos: revisão bibliográfica e dois artigos científicos, como descritos a seguir.

O primeiro capítulo através de uma revisão literária aborda o bioma cerrado, descrevendo o gênero *Anacardium*, principalmente o fruto em estudo cajuzinho-do-cerrado, comparado ao caju tradicional.

No segundo capítulo apresenta um artigo científico onde foi estudado o pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado mineiro da variedade amarela e vermelha. Foram apresentadas as análises de composições nutricionais os compostos bioativos e capacidade antioxidante dos frutos.

Já o último artigo científico, descreve etapas do processamento da castanha de cajuzinho-do-cerrado, obtenção da amêndoa comestível, e análises de sua composição frisando os componentes nutricionais, compostos bioativos e funcionais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cerrado

O Brasil é formado por seis tipos de biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. O Cerrado é composto por savanas, área de pastagens que vêm aumentando, em meio a florestas secas e úmidas. É classificado como *hotspots* brasileiro devido as suas características específicas, grande biodiversidade e riqueza (BATLLE-BAYER; BATJES; BINDRABAN, 2010; HIDASI-NETO et al., 2019).

De acordo com os últimos dados do IBGE (2019) o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ocupando uma área de 204 milhões de hectares, o que equivale a aproximadamente 24% do território nacional. E esta área abrange mais da metade dos estados (Figura 1) de Goiás (97%), Maranhão (65%), Mato Grosso do Sul (61%), Minas Gerais (57%) e Tocantins (91%), além de porções de outros seis estados e a totalidade do Distrito Federal.

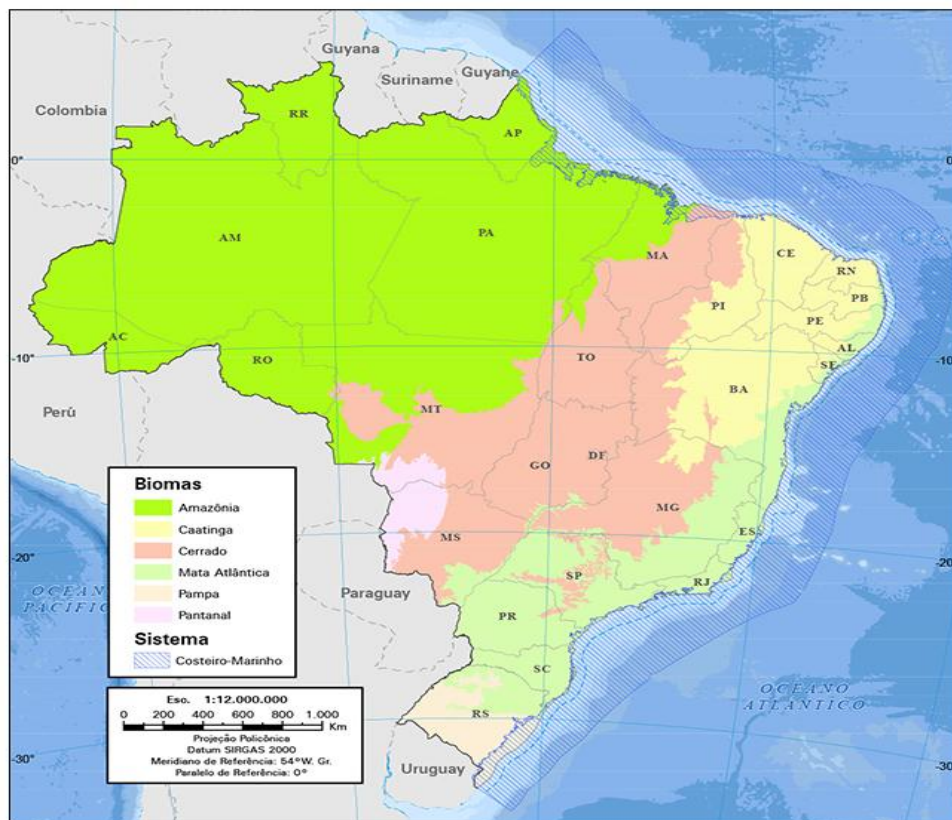


Figura1: Mapa da distribuição dos biomas brasileiros

Fonte: IBGE, 2019.

O clima dominante neste bioma é o tropical com inverno seco e verão chuvoso, a maior quantidade de chuva cerca de 90% ocorrem entre os meses de outubro e março, enquanto a estação seca ocorre nos meses de maio a setembro. A temperatura varia entre 22 °C e 27 °C, e a umidade relativa do ar alcança taxas entre 38 e 40% no inverno seco, enquanto no período chuvoso, a umidade é elevada 97% (REIS; SCHMIELE, 2019; MARCUZZO; CARDOSO; FARIA, 2012).

De acordo com Reis e Schmiele (2019), a vegetação do Cerrado dentre suas biodiversidades possui regiões úmidas, caracterizada por árvores de médio e grande porte, galhos e troncos retorcidos, raízes densas e acomodadas a uma menor pluviosidade. O bioma Cerrado tornou-se atrativo devido à sua paisagem relativamente plana e à disponibilidade de água, por isso grande parte da vegetação do Cerrado nos últimos 50 anos está sendo convertida em agricultura, pastos ou área urbana e conseqüentemente, estas ações têm causado danos severos a fauna e a flora, incluindo plantas nativas e frutíferas (SANO; ROSA; BRITO; FERREIRA, 2010; ALENCAR et al., 2020).

As plantas nativas do Cerrado para se desenvolverem precisam adaptar às condições ambientais distintas, como extenso tempo de seca, períodos de alta precipitação, solos pobres, grande ocorrência de incêndios e alta incidência de radiação UV. A presença de compostos bioativos nas plantas estão associados a necessidade das plantas utilizarem mecanismos de defesa para se protegerem de agentes físicos, químicos e biológicos, no decorrer do seu processo evolutivo (REIS; SCHMIELE, 2019).

Conhecidas como fonte de compostos bioativos, as plantas desse bioma são de alto interesse biotecnológico, que têm aplicação tanto na indústria farmacêutica, médica e de alimentos. As plantas fruteiras nativas do Cerrado são espécies fundamentais neste ecossistema, regularmente consumidas há muitos anos pelas populações locais tanto na forma *in natura* quanto como produtos processados (DAMIANI et al., 2011).

O consumo de frutas do Cerrado vem crescendo devido às informações relacionadas com a saúde (RUFINO et al., 2010). Algumas frutas têm sido pesquisadas como potenciais de compostos bioativos, muitas delas apresentam elevados níveis de fenólicos e portanto, alta capacidade antioxidante (ALMEIDA et al., 2011; GENOVESE et al., 2008; SCHMIDT GONÇALVES; LAJOLO; GENOVESE, 2010).

Entre as frutas nativas do bioma Cerrado, existe o cajuzinho-do-cerrado pouco exploradas cientificamente no Brasil. No entanto é um fruto que possui muita versatilidade, pois apresenta funcionalidades que podem ser estudadas em diversas áreas.

2.2 Gênero “*Anacardium*”

A família botânica Anacardiaceae possui cerca de 60 a 74 gêneros e 400 a 600 espécies de árvores e arbustos. Dentre elas, o *Anacardium*, gênero que contém pelo menos 21 espécies desse gênero, das quais apenas três não ocorrem no Brasil (PAIVA; CRISÓSTOMO; BARROS, 2003; BORGES, 2021; NAIR, 2021). A palavra "*Anacardium*" é de origem grega e significa coração invertido em alusão à forma do fruto. As espécies da família Anacardiaceae apresentam importância econômica por fornecerem frutos comestíveis, madeiras úteis ou espécies ornamentais (NAIR, 2021).

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é nativo do Brasil. Em meados do século XVI, através dos portugueses, ocorreu a sua propagação, e assim foi introduzido e cultivado em países da Ásia, África e América Central, sendo utilizado principalmente como agente anti-erosivo na preservação do solo (SHARMA et al., 2020; SEMPORÉ et al., 2021). Atualmente o caju representa interesse social, econômico e ambiental.

A *Anacardium occidentale* L. é a única espécie do gênero *Anacardium* que é comercializada, as demais são utilizadas apenas no extrativismo. É encontrada especialmente no Brasil, Vietnã, Índia, Nigéria, Indonésia, Filipinas, Benin, Guiné-Bissau e Costa do Marfim, e se caracteriza como uma cultura agrícola economicamente importante, devido à crescente demanda por suas castanhas e pelo líquido da casca da castanha (SHARMA et al., 2020; BRITO; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2018; SEMOPRÉ et al., 2021). A *Anacardium occidentale* é a espécie mais conhecida e comercializada, outras três espécies comuns em áreas de Cerrado do Centro-Oeste brasileiro são *A. humile*, *A. nanum* e *A. corymbosum* (SILVA-LUZ; PIRANI, 2010).

De acordo com Brito; Oliveira; Rodrigues (2018), o cajueiro é perene com tamanhos diferentes. O verdadeiro fruto do cajueiro é a castanha, um aquênio marrom, reniforme, composto pelo pericarpo (casca) e pela amêndoa. O pedúnculo, conhecido como caju, é, na verdade, um pseudofruto. Sua cor varia do amarelo ao vermelho. Ambas as partes são comestíveis, mas a castanha precisa ser removida da casca.

2.3 Cajuzinho-do-cerrado

A espécie *Anacardium humile* é uma fruteira nativa do bioma Cerrado, utilizada tradicionalmente, mas ainda pouco explorada economicamente, seu fruto é conhecido popularmente como cajuzinho-do-cerrado, cajuí, caju-anão, caju-do-campo (SANTOS; SANTOS JUNIOR, 2015; CASTRO; VASCONCELOS, 2021). Na literatura, são encontrados muitos trabalhos com o gênero *Anacardium*, mas poucos com *A. humile*, o caju comum *A. occidentale* é o mais explorado e estudado atualmente, o cajuzinho-do-cerrado se diferencia visualmente por apresentar menor tamanho (Figura 2 e 3).



Figura 2: Castanha de cajuzinho-do-cerrado mineiro (*A. humile*)



Figura 3: cajuzinho-do-cerrado variedade *A. humile* vermelha (1) e amarela (2)

O cajuzinho tem ampla distribuição, principalmente na região Centro-Oeste do Brasil, em áreas de Rondônia, Tocantins, Piauí, Bahia, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Produz frutas que são consumidas *in natura*

e/ou processado, utilizadas de forma extrativa pela população regional, as quais são empregadas na fabricação de alimentos, sucos, medicamentos e cosméticos (SILVA-LUZ; PIRANI, 2010; RESSEL et al. 2015).

A árvore da espécie *A. humile* é uma perene, que possui uma planta pequena, arbusto $\cong 30$ cm de altura), com raízes muito longas, flores pequenas, cálice esverdeado, pétalas vermelhas, com folhas coriáceas e inflorescência terminal (SILVA-LUZ; PIRANI, 2010; ALMEIDA et al., 1998). Suas folhas são alternadas, a face adaxial apresenta superfície plana e glabra, enquanto a face abaxial apresenta superfície glabra a glabrescente com nervo proeminente (RESSEL et al. 2015).

O cajueiro se caracteriza por ser um subarbusto, a espécie *Anacardium humile* apresenta baixa capacidade de produção de frutos e sementes devido à alta proporção de 4:1 entre flores masculinas e hermafroditas, cuja época de floração varia entre os meses de junho e novembro e a frutificação ocorre de outubro a novembro (ALMEIDA et al., 1998).

Santos; Santos Junior (2015); avaliaram a divergência genética por análise multivariada de caracteres fenotípicos de *Anacardium humile* e observaram que a época de floração ocorreu entre os meses de junho a agosto, enquanto a frutificação e maturação de setembro ao final de outubro. Além disso, a espécie estudada se caracterizou por apresentar baixa taxa de floração e de produção de frutos.

2.4 Características do caju

O cajueiro produz uma fruta conhecida como maçã de caju e as castanhas de caju são fixadas na parte inferior da fruta envolta em uma casca dura. Uma castanha de caju é fixada no fundo de cada maçã (GRIFFIN; DEAN, 2017). É uma núcula reniforme, propriamente dito (derivado do ovário fecundado) e a porção carnosa comestível chamada de pedúnculo (hipocarpo) da flor que se desenvolveu como parte acessória após a fecundação. (ZUFFO, 2018).

O fruto verdadeiro, cresce externamente, dentro de uma casca dura. Na extremidade do pedúnculo é uma noz acinzentada e reniforme “semente ou castanha”, apresenta óleos voláteis naturais, e após seu processamento pode ser consumida. Em relação ao peso o caju basicamente é composto por 10% de castanha e 90% de pedúnculo (MONTANARI et al 2012; SHARMA et al., 2020; BRITO; OLIVEIRA; RODRIGUES, 2018). O pedúnculo, que também é chamado de pseudofruto, falsa fruta ou simplesmente caju, representa a porção comestível, que pode ser utilizada *in natura* ou como sucos, polpa e conserva (CARVALHO; GALLÃO; BRITO, 2020).

De acordo com Carvalho, Gallão e Brito (2020), a industrialização do caju pode ser dividida nos setores de beneficiamento da castanha e do processamento do pedúnculo. Após o processamento é produzido o bagaço de caju, produto obtido após remoção da castanha (fruto) e extração do suco do pedúnculo, sendo constituído pela película e polpa do pedúnculo remanescente. O aproveitamento tanto do pedúnculo como do bagaço é extremamente interessante, pois estes constituem uma fonte de compostos de alto valor agregado em razão de suas propriedades funcionais em alimentos.

O pseudofruto de caju totalmente maduro é firme e succulento com alto teor de açúcar, sabor exótico forte, baixa acidez e alta adstringência (FIGUEIREDO et al., 2002). Quando comparado às demais frutas ainda apresenta baixo consumo. Isso se dá em decorrência do sabor adstringente presente na sua polpa, assim como em seu suco. A adstringência é definida como um conjunto de sensações de enrugamento do epitélio bucal após a exposição a substâncias como alumínio ou taninos (GARCIA-ESTEVEZ et al., 2018).

O caju deve ser colhido quando a maçã estiver totalmente desenvolvida, firme, sem nenhum tom de verde e facilmente destacável da planta. É nesta etapa que as concentrações de sabor, aroma e açúcar são máximas e a acidez e adstringência são mínimas. Para o mercado *in natura*, o caju deve estar isento de lesões físicas e não estar deformado. (FIGUEIREDO et al., 2002).

2.5 Castanha de caju

As nozes são frutos secos com uma semente em que a parede do ovário torna-se dura na maturidade. As nozes comestíveis comuns incluem amêndoa, castanha do Brasil, caju, avelã, macadâmia, noz-pecã, pinhão, pistache e noz. São alimentos densos em nutrientes e têm sido um constituinte regular da dieta da humanidade (ALASALVAR; SHAHIDI, 2008; CHANG et al., 2016). Tufail et al; (2019); afirmam que a castanha de caju considerada como uma noz não é uma noz, mas uma semente. A castanha de caju é cultivada na borda do caju e sua forma e estrutura é semelhante ao rim.

A castanha de caju é um dos principais produtos agroindustriais em países africanos, Índia, Vietnã e Brasil, desempenha enorme ajuda social já que milhares de famílias vivem do cultivo do caju. Sua composição apresenta um perfil de aminoácidos biologicamente ativos, ácidos graxos benéficos, alquilfenóis, fitoesteróis, selênio, tocoferóis, alto teor de amido e polissacarídeo de importância nutricional e industrial (MELO et al., 1998; MATTISON et al.,

2018). O caju é cultivado principalmente por suas castanhas, embora a fruta (caju) seja utilizada e processada localmente, devido a sua vida útil ser curta (MUBOFU; MGAYA, 2018; ARAÚJO et al., 2011).

A estrutura da castanha de caju é um favo de mel da casca da castanha que contém um líquido marrom-avermelhado escuro (15-30%) denominado como líquido da casca da castanha de caju (MUBOFU; MGAYA, 2018). Estruturalmente consiste em uma casca externa (epicarpo), uma casca interna bem ajustada (endocarpo), o caroço é ligeiramente curvado para trás e forma dois cotilédones, representando cerca de 20 a 25% do peso total da castanha (CHANG et al., 2016). A Figura 3, mostra a castanha do cajuzinho-do-cerrado (*A. humille*) e suas partes.

Aderida à castanha existe uma fina membrana marrom-avermelhada conhecida como testa (tegumento), que é muito difícil de remover, constitui cerca de 1 a 3% do peso total da castanha de caju e fornece uma rica fonte de taninos hidrolisáveis com proantocianidinas poliméricas como polifenóis principais (TROX et al., 2010; CHANG et al., 2016). O processo para obtenção da amêndoa comestível da castanha de caju é conhecido como descascamento, que pode ser obtido por vários métodos, como secagem, torrefação a vapor, torrefação em banho de óleo ou cozimento sob vapor de alta pressão (TROX et al., 2010).



Figura 4: Casca e castanha de cajuzinho-do-cerrado (*A. humille*)

De acordo com Sharma et al; (2020), o líquido da castanha é gerado nas indústrias de caju como um subproduto que contém compostos fenólicos insaturados (ácido anacárdico, 2-metil cardol, cardanol e cardol). Que podem ser utilizados como fonte alternativa de produção de biocombustíveis (VEDHARAJ et al., 2016).

A castanha de caju é fonte de ácidos graxos insaturados, vitaminas, fibras, esteróis e aminoácidos onde quer que seja cultivada (TUFAIL et al., 2019). Dentre seus compostos bioativos estão flavonoides, proantocianidinas, isoflavona, ácido anacárdico, tocoferol,

fitosteróis como o β -sitosterol, o campesterol e o estigmasterol (CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2011). β -caroteno, luteína, zeaxantina, tiamina, ácido esteárico, ácido oleico e ácido linoleico também são outros compostos bioativos encontrados no produto (VEDHARAJ et al., 2016).

A castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) é usada em muitos países, principalmente na culinária indiana, chinesa e tailandesa. É o principal constituinte de muitos alimentos processados, incluindo produtos de confeitaria, manteigas e produtos de panificação, além de ser usado e é usado como ingrediente principal de lanches (TUFAIL et al., 2019). As amêndoas da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) são consideradas um produto alimentício nutritivo, em todo o mundo, são importantes para a alimentação humana, mas também podem causar alergias alimentares em alguns indivíduos. Os alérgenos (Ana-o-3, Ana-o-1 e Ana-o-2) responsáveis pela alergia à castanha de caju são altamente potentes e, para algumas pessoas, essas reações podem ser graves e até fatais (TUFAIL et al., 2019). As etapas de processamento podem alterar a capacidade dos alérgenos.

REFERÊNCIAS

ALASALVAR, C; SHAHIDI, F. **Tree nuts: Composition, phytochemicals, and health effects: An overview**. CRC press, 2008.

ALENCAR, A. et al. Mapping three decades of changes in the Brazilian savanna native vegetation using landsat data processed in the google earth engine platform. **Remote Sensing**, v. 12, n. 6, p. 924, 2020.

ALMEIDA, S.P de et al. Cerrado: espécies vegetais úteis. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, v. 464, 1998.

BATLLE-BAYER, L; BATJES, N. H.; BINDRABAN, P. S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: a review. **Agriculture, ecosystems and environment**, v. 137, n. 1-2, p. 47-58, 2010.

BORGES, J. Cashew tree (*Anacardium occidentale*): Possible applications in dermatology. **Clinics in Dermatology**, v. 39, n. 3, p. 493-495, 2021.

BRITO, E.S; OLIVEIRA, S. E. de. RODRIGUES, S. Caju-*Anacardium occidentale*. In Exotic Fruits. **Academic Press**.2018; 85-89.

CARVALHO, D. V; GALLÃO, M. I; BRITO, E. S. de. Obesidade e fibra dietética: destaque para a fibra de caju. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43474-43488, jul. 2020.

DAMIANI, C. et al. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Food Science and Technology**, v. 31, p. 723-729, 2011.

FIGUEIREDO, R. W. de. et al. Physical–chemical changes in early dwarf cashew pseudofruits during development and maturation. **Food chemistry**, v. 77, n. 3, p. 343-347, 2002.

GENOVESE, M. I. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil. **Food Science and Technology International**, v. 14, n. 3, p. 207-214, 2008.

HIDASI-NETO, J. et al. Climate change will drive mammal species loss and biotic homogenization in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 2, p. 57-63, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. –Rio de Janeiro: IBGE, 2019 168p. (Relatórios metodológicos, INSS 0101-2843; v. 45).

MARCUZZO, F. F. N; CARDOSO, M. R. D; FARIA, T. G. Chuvas no cerrado da região centro-oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura. v.6, n.2, p.112-130, 2012.

MONTANARI, R. M. et al. Exposure to Anacardiaceae volatile oils and their constituents induces lipid peroxidation within food-borne bacteria cells. **Molecules**, v. 17, n. 8, p. 9728-9740, 2012.

MORZELLE, M. C. et al. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 96-103, 2015.

NAIR, K. P. Cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). In: **Tree Crops**. Springer, Cham, 2021. p. 27-77.

REIS, A. F; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p.1-12, 2019.

RESSEL, K. de A. et al. Desempenho de progênies de diferentes matrizes de cajuzinho-do-cerrado mediante o armazenamento e o peso das núculas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1782-1787, 2015.

SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 166, n. 1, p. 113-124, 2010.

SANTOS, R. da C. dos; SANTOS JÚNIOR, J. E. dos. Divergência genética por análise multivariada de caracteres fenotípicos de *Anacardium humile* (St. Hilaire) 1. **Revista Ceres**, v. 62, p. 553-560, 2015.

SCHMIDT GONÇALVES, A. E. de S; LAJOLO, F. M; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 8, p. 4666-4674, 2010.
SEMPORÉ, J. N. et al. Morphological characterization and quality assessment of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts from 53 accessions of Burkina Faso. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 6, p. 100219, 2021.

SHARMA, P. et al. Valorization of cashew nut processing residues for industrial applications. **Industrial crops and products**, v. 152, p. 112550, 2020.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R. Anacardiaceae in lista de espécies da flora do Brasil. **Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, 2010.

TUFAIL, T. et al. Cashew nut allergy; immune health challenge. **Trends in Food Science and Technology**, v. 86, p. 209-216, 2019.

ZUFFO, A. M. Biometria do hipocarpo, fruto e semente e desenvolvimento das plântulas de *Anacardium humile* A. St. Hil. (Anacardiaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 464-474, 2018.

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Caracterização físico-química, compostos bioativos e capacidade antioxidante de pseudofrutos de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill) mineiro**Resumo**

O cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) é uma espécie nativa que apresenta pseudofrutos de coloração diferenciada. As frutas nativas do cerrado têm despertado interesse crescente, devido às suas propriedades nutricionais e funcionais aliadas ao potencial para agregar valor e conservar a biodiversidade deste bioma. No entanto, poucos dados estão disponíveis na literatura especializada com relação à composição química deste fruto, ressaltando a necessidade de pesquisas científicas sobre o assunto. Objetivou-se com esse trabalho caracterizar o pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado amarelo (AM) e vermelho (VR) quanto as características físico-químicas, nutricionais e funcionais. Os frutos foram obtidos em Bonito de Minas, Norte de Minas Gerais, Brasil. Foram realizadas análises de composição centesimal, pH, Brix, acidez, cor, compostos fenólicos, atividade antioxidante, carotenoides, antocianinas, flavonoides amarelos e vitamina C. Os pseudofrutos apresentaram alto teor de umidade, pH ácido, doçura intermediária, coloração diferente na película, amarela: L (63,90) a*(0,40) b*(52,35), vermelha: L (51,28) a*(22,06) b*(31,00). Destaca-se a riqueza de compostos fenólicos (206,43 amarela e 287,54 vermelha) e vitamina C (102,50 amarela e 99,45 vermelha) neste fruto. De uma forma geral, a variedade amarela apresenta maior teor de flavonoides amarelos e antocianinas, e diferentemente a vermelha apresenta maior teor proteínas e atividade antioxidante.

Palavras-chave: composição centesimal; compostos funcionais; fruto do cerrado; qualidade.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado possui vegetação abundante distribuída em diversas regiões tropicais e subtropicais do Brasil. Este bioma ocupa 24% da área territorial e contém espécies nativas que produzem frutas com alto valor nutricional, cores, sabores e aromas intensos e característicos (IBGE, 2019); (OLIVEIRA et al.,2012). O cajuzinho-do-cerrado pertence à família botânica Anacardiaceae, conhecida por suas espécies frutíferas, entre estas a manga e o caju (BORGES, 2021). Pertence ao gênero *Anacardium*, que é representado 11 espécies espalhadas nos biomas Caatinga, Cerrados e Amazônia (CASTRO; VASCONCELOS, 2021; BRITO et al., 2018).

O cajueiro é nativo do Brasil, sendo o *Anacardium occidentale* a espécie mais reconhecida e comercializada. No século XVI, através dos portugueses o caju foi introduzido e

cultivado em vários países da Ásia, África e América Central, representando atualmente interesse social, econômico e ambiental (SHARMA et al., 2020; SEMPORÉ et al., 2021).

A espécie *Anacardium humile* St. Hil, popularmente conhecido como cajuzinho do campo, cajuí ou cajuzinho-do-Cerrado, é uma planta típica do cerrado brasileiro, utilizada na medicina popular por sua capacidade anti-inflamatória, anticâncer, antidiarreica e antidiabética (LIMA JÚNIOR et al., 2021). O cajuzinho é dividido em duas partes: pedúnculo e o fruto verdadeiro (castanha ou amêndoa). A região do pedúnculo floral, conhecido como caju, é um pseudofruto ou "maçã", possui estrutura semelhante ao fruto, sendo fibroso, suculento de sabor ácido (FIGUEIREDO et al., 2002). Mesmo representando a maior parte do caju (90%), o pedúnculo é o produto com menor aproveitamento (SOUSA et al., 2021).

Em todas as espécies de *Anacardium* o cajuzinho-do-cerrado diferencia-se do caju *occidentale* pelo seu tamanho e acidez, enquanto o primeiro tem dimensões físicas pequenas (35,05 mm) o segundo possui comprimentos maiores (99,00 mm). Outra diferença é o peso das castanhas (igual ou inferior a 3,3g) que define como cajuzinho (BORGES et al., 2022).

A caracterização físico-química de frutas e a quantificação de seus componentes bioativos são importantes para a compreensão de seu valor nutricional e para aumentar a qualidade e valor do produto final. Dentre os compostos presentes nos alimentos que apresentam propriedades funcionais, as substâncias com atividades antioxidantes têm recebido atenção significativa, pois protegem o corpo humano contra o estresse oxidativo, prevenindo uma série de doenças crônicas não transmissíveis (SOUZA et al., 2012).

As frutas são fonte de compostos antioxidantes, como fenólicos, vitaminas, carotenoides e minerais, que contribuem para seus efeitos quimiopreventivos (ALMEIDA et al., 2011). De acordo com Ressel et al. (2015), a *Anacardium humile* possui potencial agrônomo e econômico, que são promissores para vários setores industriais, mas, são poucos os estudos visando à domesticação e utilização do cajuzinho-do-cerrado no contexto do agronegócio brasileiro ao contrário da espécie *Anacardium occidentale*.

Assim, são necessários estudos quanto aos seus aspectos físico-químicos e nutricionais, objetivando complementar as pesquisas já realizadas sobre cajuzinho-do-cerrado, gerando conhecimento do seu potencial, aproveitamento, e reconhecimento para região do Cerrado e aos produtores. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o pseudofruto fruto cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*), da variedade amarela e vermelha, quanto as suas características físico-químicas, com foco nos componentes nutricionais, seu potencial antioxidante.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos frutos

As variedades amarela e vermelha de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) utilizadas neste experimento, foram adquiridas no município de Bonito de Minas - Minas Gerais, situado ao Norte do estado, durante a colheita do ano de 2019. Os frutos foram transportados até o Laboratório de pós colheita e Laboratório de produtos vegetais, localizado no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerias, Campus Montes Claros, onde foram realizados os processos de separação, obtenção da castanha e análises das amostras.

Os frutos foram selecionados visualmente de acordo com grau de maturação e qualidade, descartados os pedúnculos imaturos ou com injúrias mecânicas e as castanhas (fruto verdadeiro) mofadas, verdes ou danificadas. Após a seleção, realizou-se o descastanhamento manualmente, lavagem, seguida de sanitização com solução clorada a 100 ppm/15 min. Por fim, as amostras foram armazenadas separadamente em sacos plásticos de polietileno e refrigerados a -18 °C até realização das análises.

2.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas do pedúnculo de cajuzinho-do-cerrado foram analisadas de acordo com AOAC (2016). O teor de umidade foi determinado pela diferença de peso antes e após a secagem (estufa a 105 °C), o teor de cinzas foi determinado por incineração a 550 °C durante 6 horas. O teor de proteína bruta foi obtido pelo método Kjeldahl, fator de conversão ($N \times 6,25$). O extrato etéreo foi determinado por extração em aparelho Soxhlet, utilizando éter etílico como solvente, à temperatura de 80 °C e extração contínua por 4 horas. Os carboidratos e o valor energético foram calculados conforme as Equações 1 e 2.

$$\text{Carboidratos totais} = 100 - (\text{g de gordura} + \text{g de proteína} + \text{g de cinzas}) \quad (1)$$

$$\text{Energia (kcal / 100 g)} = 4 \times (\text{g proteínas} + \text{g carboidratos}) + 9 \times (\text{g gordura}) \quad (2)$$

O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro (HANNA, pH 21), calibrado com tampões de pH 4 e 7. A acidez titulável total (ATT) foi obtida por titulação com solução de

hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M, usando como indicador a fenolftaleína e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado em refratômetro digital, homogeneizando-se as amostras e realizando a leitura, sendo os resultados expressos em °Brix. O valor da razão (ratio) foi obtido pela divisão da variável SST pela ATT. A determinação da cor foi realizada por meio de um colorímetro (Konica Minolta modelo KM-CR-400) por meio da leitura das coordenadas L *, a * e b *.

2.3 Determinação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante

2.3.1 Preparação dos extratos

Para a análise dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante total, foram obtidos extratos de partes do cajuzinho-do-cerrado, segundo método adaptado descrito por De Souza et al. (2012). Resumidamente, as amostras foram pesadas 5 (g) pedúnculo, diluídas (45 mL de água, adicionadas em tubos de centrífuga e extraídas sequencialmente com 10 mL de metanol /água (50:50, v/v) à temperatura ambiente (25 °C) durante 1 h. Os tubos foram centrifugados a $4.299 \times g$ em temperatura ambiente por 10 min, e os sobrenadantes foram recuperados. Em seguida, 10 mL de acetona / água (70:30, v/v) foram adicionados ao sedimento à temperatura ambiente. As amostras foram extraídas por 60 minutos, e centrifugadas novamente nas mesmas condições de antes. Os extratos de metanol e acetona foram utilizados para a determinação da atividade antioxidante e do conteúdo fenólico.

2.3.2 Compostos fenólicos totais

O conteúdo fenólico total foi determinado de acordo com o método adaptado utilizando solução de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Os extratos (0,5 ml) foram misturados com 2,5 ml de reagente Folin-Ciocalteu (10%) e 2 ml de solução de carbonato de sódio (4%). A mistura foi agitada e mantida à temperatura ambiente durante 2 horas no escuro. Foi medida a absorbância a 750 nm em espectrofotômetro (Shimadzu Model UV-1280) contra um branco. O conteúdo fenólico foi calculado por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico e expressa em mg de ácido gálico equivalente (mg EAG 100 g⁻¹).

2.3.4 Capacidade antioxidante

A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada pelo método do complexo de fosfomolibdênio de acordo com o procedimento descrito por Prieto et al. (1999), com adaptações. Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi colocada em tubos e misturados com 3 mL de solução de reagente (1,8 M ácido sulfúrico, 28 mM de fosfato de sódio e 4 mM de molibdato de amônio). Os tubos foram tampados e incubados em banho-maria a 95 °C durante 90 min. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e a absorvância do complexo de fosfomolibdênio verde foi medida em 695 nm. Uma mistura contendo metanol 50% e acetona 70% (1:1) foi usada como branco. A quantificação foi baseada em uma curva padrão de ácido ascórbico (1,95 a 500 µg) e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido ascórbico (AAE) por g de amostra.

2.3.5 Carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado de acordo com Carbonell-Capella et al. (2015), com algumas modificações. A amostra (2 mL) foi homogeneizada com 5 mL de solvente de extração (hexano/ acetona/ etanol, 50:25:25, v/ v/ v) e centrifugada a 4.520 x g por 5 min a 4 °C. A camada superior de hexano contendo a cor foi recuperada e transferida para um balão volumétrico de 25 mL. O volume de hexano recuperado foi então ajustado para 25 mL com hexano. A determinação de carotenoides totais foi realizada em uma alíquota do extrato hexânico medindo a absorvância a 450 nm. Os carotenoides totais foram calculados usando um coeficiente de absorção de β- caroteno, $E_{1\%} = 2505$.

2.3.6 Antocianinas e flavonoides amarelos

Os teores de antocianinas e flavonoides amarelos do cajuzinho-do-cerrado foram determinados segundo Francis (1982), com modificações. Resumidamente, 2,5g de cada amostra diluída, foram suspensas em 20 mL de solução de extração (etanol 95%: 1,5 N HCl-85:15 v/v). As amostras foram homogeneizadas por 1 min e em seguida, transferidas para um tubo de 50 mL. O volume foi completado para 50 mL com a mesma solução de extração e incubado por 16 h sob refrigeração (7 °C). Após esse período, os extratos foram filtrados e realizado a absorvância em 535 nm (antocianinas) e 374 nm (flavonoides amarelo). O conteúdo

de antocianinas e flavonoides amarelo foram calculados usando a Equação 3. O coeficiente de absorção para antocianinas totais é 98,2 (mol/cm) e o coeficiente de absorção para flavonoides amarelos é 76,6 (mol/cm).

$$\text{Teor de flavonóides amarelos (mg/g)} = \frac{(\text{ABS} \times \text{fatores de diluição}) \times 104}{(\text{volume da amostra} \times 1\% \text{ 1cm}, 374)} \quad (3)$$

Onde ABS é a leitura de absorbância da amostra e 1% 1 cm, 374 é o coeficiente de absorção.

2.3.7 Teor de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado usando o pelo método de Tillmans (baseando-se na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico). Confomer AOAC, (2016). O DCFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa e sua forma reduzida é incolor. O ponto final de titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução do DCFI é introduzida no sistema, com todo ácido ascórbico consumido. Os valores obtidos das titulações foram usados para o cálculo de ácido ascórbico, que expresso em mg/100g de ácido ascórbico.

2.3.8 Delineamento experimental

O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), fator n=2 (amarelo e vermelho), em triplicata. Os resultados médios das análises físico-químicas, nutricionais e funcionais do pseudofruto de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) foram aplicado o teste t de Studente entre as médias a 0,05% de probabilidade. Tais resultados foram avaliados pelo programa SISVAR (UFLA) versão 5.6 (2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

As amostras dos pseudofrutos de cajuzinho-do-cerrado nas análises de composição centesimal apresentaram diferença significativa entre as variedades amarela e vermelha apenas para os teores de proteínas e lipídeos, sendo a variedade vermelha a que contém uma maior

quantidade desses macros nutrientes. Os pseudofrutos contêm alta umidade, baixo teor de cinzas, e um baixo valor calórico (Tabela 1).

Rocha e colaboradores (2013), estudando frutos do cerrado determinaram em média a umidade 82,60% e 0,30% cinzas para o cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) piauiense, valores próximos ao encontrado no presente estudo. Já Carrele et al. (2020), observaram para a mesma espécie respectivamente 84,79% umidade e 0,26% cinzas para cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) mato grossense. O cajuzinho-do-cerrado possui um alto teor de umidade sendo este o principal motivo da alta maciez e perecibilidade deste fruto.

Os macros nutrientes proteínas e lipídeos avaliados por Rocha et al. (2013) e Silva et al. (2008) para o pseudofruto de cajuzinho-do-cerrado apresentaram respectivamente 3,1g; 1,18 para proteínas e 0,3g; 0,63g de lipídeos. A parte do pseudofruto do cajuzinho apresenta baixo teor de lipídeos, já a parte da castanha é rica em lipídeos.

Tabela 1. Composição centesimal e valor calórico do pseudofruto de cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) das variedades amarela e vermelha.

cajuzinho-do-cerrado	Umidade (%)	Cinza (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos totais (%)	V. Calórico (kcal/100g)
Amarelo	80,22 a $\pm 0,69$	0,42 a $\pm 0,06$	2,16 b $\pm 0,34$	0,22 b $\pm 0,01$	16,99 a $\pm 0,95$	76,61 a $\pm 2,77$
Vermelho	81,05 a $\pm 2,40$	0,49 a $\pm 0,13$	3,40 a $\pm 0,33$	0,26 a $\pm 0,02$	14,81 a $\pm 2,37$	75,15 a $\pm 9,47$

As médias na mesma coluna para, seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatisticamente significativas a p: 0,05, segundo o teste de Student.

O teor de carboidratos totais (Tabela 1), estão de acordo com o valor (15,7% \pm 4,9) encontrado por Rocha et al (2013), para o cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) piauiense. Esses resultados assim como o do presente experimento foram avaliados os carboidratos totais sem avaliar a composição de fibras. Já o trabalho de Silva et al. (2008), estudando o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) foi analisado os carboidratos separados em quantidade de carboidratos (6,97% \pm 0,16) e fibras (4,26% \pm 0,16).

O valor calórico total (76,61 e 75,15 kcal.100 g⁻¹) foi ligeiramente superior ao descrito por Rocha e colaboradores (2013), cujo valor calórico total foi de 69,9 \pm 9,8 kcal em 100g do fruto, essa diferença pode ser justificada devido ao de local de colheita, solo, clima e época de frutificação, devido ao fato que na vegetação do cerrado que vem ocorrendo modificações (SOUZA et al., 2012).

3.2 Sólidos solúveis, pH e Acidez titulável total

Os sólidos solúveis do pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado mineiro não mostraram diferença significativa entre as variedades analisadas. Já o parâmetro pH a variedade vermelha apresentou mais acidez (3,44). A acidez titulável total nas amostras variaram entre 1,21 amarela e 1,25 vermelha. O ratio das análises caju amarelo 9,33 e vermelho 8,71 (Tabela 2).

Tabela 2. Propriedades físico-químicas de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado das variedades amarela e vermelha.

cajuzinho-do-cerrado	SS (°Brix)	pH	ATT (% ácido cítrico)	SS/ATT Ratio
Amarelo	10,66 a ± 0,57	3,61 a ± 0,06	1,21 a ± 0,36	9,33 a
Vermelho	10,73 a ± 0,44	3,44 b ± 0,02	1,25 a ± 0,15	8,71 a

As médias na mesma coluna para, seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$, segundo o teste Student.

Em pesquisa realizada por Oliveira et al., (2019), caracterizando o caju do cerrado (*A. othonianum Rizzini*), a faixa de pH do caju ficou entre 2,83 a 3,83, enquanto a acidez titulável total (ATT) variou de 0,91% a 3,02%, e o teor de sólidos solúveis totais (SST) variou de 9,60 a 13,47 °Brix. Os resultados do presente estudo são similares aos reportados por Oliveira et al. (2019). Ferreira et al. (2021), relataram valores de pH do caju (*A. Occidentale*) entre 3,74 e 4,10, os sólidos solúveis totais (SST) variaram entre 10,69 a 18,82 °Brix. Os valores de pH dos pseudofrutos de cajuzinho das variedades avaliadas foram inferiores a 4,5 considerado na faixa ácida para alimentação (OLIVEIRA et al., 2019).

Para a relação SS/ATT ou ratio verifica-se, que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as variedades estudadas (Tabela 2). Segundo Onias et al. (2021) essa relação expressa o equilíbrio entre a doçura e a acidez da fruta. A acidez é um dos critérios que afeta a classificação das frutas com base no sabor; frutas com teores de ácido cítrico variando de 0,08% a 1,95% podem ser classificadas como de sabor suave e são bem aceitas para consumo na forma de fruta fresca (SOUZA et al., 2012). No presente trabalho, as amostras estavam com o mesmo índice de maturação

A relação de ratio é mais precisa em determinar as quantidades de açúcares totais do que a avaliação individual sendo a mais utilizada para estimar o sabor nos frutos, a perda de acidez é desejável na maioria dos frutos, que por meio dos processos respiratórios os frutos ao longo da maturação e armazenamento vão aumentando sua doçura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.3 Cor (película e polpa)

A análise de cor em amostras de alimentos é um parâmetro de controle de qualidade que deve ser avaliado para conhecer o aspecto visual e a aceitação sensorial das amostras. Para os parâmetros cor da película do cajuzinho-do-cerrado, foram determinados os atributos luminosidade (L) com valor médio de 63,90 amarelo e 51,28 vermelho. Em relação a polpa de caju obteve-se os valores médios para L* de 72,35 para variedade amarela e 67,25 para variedade vermelha. A intensidade do vermelho (a*) com 0,40 AM e 22,06 VR e intensidade do amarelo (b*) com 52,35 AM e 31,00 VR (Tabela 3).

A coordenada a* para a polpa foram 2,41 AM; 5,16 VR, a coordenada b* para (43,31 AM e 34,87 VR). Os valores positivos de a e b referidos, são influenciados pelos carotenoides presentes no caju, principalmente β -caroteno, que possui coloração amarela presente também na polpa do cajuzinho da variedade vermelha.

Tabela 3. Valores médios da cor das variáveis (L*, a* e b*) de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado Amarelo e Vermelho.

cajuzinho-do-cerrado	L*	a*	b*
Película AM	63,90 a \pm 5,51	0,40 b \pm 1,16	52,35 a \pm 9,26
Película VR	51,28 b \pm 7,87	22,06 a \pm 4,16	31,00 b \pm 7,52
Polpa AM	72,35 a \pm 4,10	2,41 b \pm 1,43	43,31 b \pm 8,01
Polpa VR	67,25 b \pm 5,10	5,16 b \pm 2,62	34,87 b \pm 14,71

As médias na mesma coluna para, seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatisticamente significativas a p: 0,05, segundo o teste t de Student.

Durante o amadurecimento, o pedúnculo desenvolve coloração diferente da casca e torna-se rapidamente frágil devido ao seu superamolecimento, prejudicando a aceitação de seus consumidores (GERMANO, 2020). Mudanças no valor de L* estão relacionados ao brilho das amostras (PATHARE et al., 2013). Os valores positivos de a e b referidos são influenciados pelos carotenoides presentes no caju, principalmente β -caroteno, que possui coloração amarela presente também na polpa do cajuzinho da variedade vermelha.

3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidantes

Os pseudofrutos das variedades de cajueiros nativos do Cerrado amarelo e vermelho (*A. humile*) apresentaram teores de compostos fenólicos 206,43mg e 287,54 mg EAG 100 g⁻¹ respectivamente, os compostos fenólicos têm recebido muita atenção nos últimos anos pelos benefícios que proporcionam à saúde, relacionados à sua alta atividade antioxidante.

Tabela 4. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado amarelo e vermelho.

cajuzinho-do-cerrado	Fenólicos (mg EAG) /100 g	Flavonoides Amarelos (mg/100g)	Antocianinas (mg/100g)	Carotenoides (mg/100g)	Vitamina C (mg/100g)	AAT (mg de AAE/g)
Amarelo	206,43 a ± 5,02	61,79 b ± 7,83	28,33 a ± 0,90	0,60 a ± 0,07	102,50 a ± 10,19	127,56 a ± 3,62
Vermelho	287,54 a ± 7,78	36,49 a ± 2,25	22,49 b ± 0,68	0,53 a ± 0,06	99,45 a ± 8,93	155,29 a ± 3,87

As médias na mesma coluna para, seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferenças estatisticamente significativas a p: 0,05, segundo o teste t de Student.

Rocha et al. (2013), afirmam que a presença de compostos fenólicos em frutas geralmente está associada ao mecanismo de adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, podendo influenciar no sabor, características tecnológicas como escurecimento ou precipitação durante o processamento, bem como no potencial nutritivo e funcional das frutas. Sendo assim, é de suma importância o conhecimento e o teor desses compostos, e sua atividade antioxidante em frutas nativas, pois alguns frutos, como o cajuzinho-do-cerrado os dados são escassos ou inexistentes na literatura.

Rufino et al. (2010), classificaram as frutas na forma fresca em três categorias distintas quanto ao teor de compostos fenólicos: baixo (<100 mg EAG 100 g⁻¹), intermediário (100–500 mg EAG 100 g⁻¹) alto (>500 mg EAG 100 g⁻¹). Considerando essa classificação, o cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) amarelo e vermelho foram classificados com teores intermediários de fenólicos totais.

O cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) piauiense estudado por Rocha et al. (2013) apresentou concentração de fenólicos totais em extrato alcoólico de 51,15. Enquanto Vieira et al. (2011), em polpas congeladas de caju *occidentale* apresentou os valores de 201,61 ± 19,15 e 165,07 ± 4,10 mg/100 g, para os extratos aquoso e hidroalcoólico. Percebe-se que ambos trabalhos citados apresentaram valores inferiores ao reportado neste trabalho. Soares e Silva (2020) relataram 28 mg / 100g de compostos fenólicos totais para o cajuzinho do cerrado tocaninense. Os frutos são da mesma espécie, mas o local de colheita diferentes, o que pode interferir na quantidade destes compostos bioativos.

Os flavonoides amarelos presentes nos pedúnculos de cajuzinho-do-cerrado foram 61,79 (mg/100g) para o amarelo e 36,46 (mg/100g) para vermelho. Os flavonoides, juntamente com os carotenoides são responsáveis pela coloração amarela no caju isso justifica a variedade amarela apresentar uma maior quantidade de flavonoides.

De acordo com Lopes e colaboradores (2012) os pigmentos carotenoides apresentam um nível considerável de atividade antioxidante, bem como o teor de antocianinas totais que

também aumenta com o amadurecimento do fruto. Os pigmentos carotenoides são importantes precursores da vitamina A e também exibem um nível de atividade antioxidante (LOPES et al., 2012). Os teores de carotenoides apresentados no cajuzinho-do-cerrado amarelo e vermelho foi respectivamente 0,60 e 0,53 mg/100g sem diferença estatística.

Os teores de antocianinas totais 28,33 para a variedade amarela e 22,49 variedades vermelha, não diferiram estatisticamente. Khoo et al. (2017), afirmam que em condições ácidas, a antocianina aparece como pigmento vermelho, enquanto a antocianina de pigmento azul existe em condições alcalinas.

Lopes et al. (2012) ao analisar compostos bioativos e capacidade antioxidante total de cajueiros (*Anacardium occidentale L.*) reportaram aumento no teor de carotenoides totais aumentou durante o amadurecimento, sem diferença significativa entre os clones, (amarelo: 0,40; 0,41mg e vermelho: 0,32;0,39 mg). Comparando com o presente estudo o cajuzinho-do-cerrado contém maiores teores de carotenoides para a duas variedades.

Rayssa et al (2016), avaliando três estágios de maturação do cajuzinho (*A. humile*), observaram redução no teor de carotenoides durante o amadurecimento do fruto. O estágio imaturo apresentou o maior teor de carotenoides (18,05 mg 100 g⁻¹), seguido pelo semi-maturo (8,62 mg 100 g⁻¹) e estádios maduros (8,32 mg 100 g⁻¹). Os carotenoides estão presentes nos cloroplastos e são normalmente mascarados pela presença de outros pigmentos de clorofila dominantes. À medida que a fruta amadurece e a clorofila se degrada, os carotenoides tornam-se visíveis em tons de cores que variam do amarelo-alaranjado ao vermelho.

O ácido ascórbico é reconhecido como um importante composto antioxidante de origem natural (ALMEIDA et al, 2011; CONTRERAS-CALDERÓN et al., 2011). O ácido ascórbico, presente nos frutos, também é indicada para o tratamento e prevenção patologias, incluindo o seu papel na promoção da formação de colágeno no corpo e inibir a formação de compostos N-nitrosos no estômago (ROCHA, 2011).

Os teores de ácido ascórbico, do cajuzinho-do-cerrado estão na (Tabela 5), baseado na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. Ambas as variedades, amarela e vermelha apresentaram teores elevados (102,50 e 99,45 mg/100g) o que reforça como o caju é uma importante fonte de ácido ascórbico.

Ramful et al. (2011) classificaram as frutas de acordo com o teor de ácido ascórbico em três categorias: baixo (<30 mg/100g), médio (30–50 mg/100 g) e alto (>50 mg/100 g). De acordo com essa classificação, o cajuzinho-do-cerrado se qualifica como uma fruta com alto teor de ácido ascórbico.

O cajuzinho *A. humile* do cerrado tocantinense apresentou a quantidade de vitamina C de 265,5 mg/100g (SOARES; SILVA, 2020). Valores superiores ao do presente estudo foram observados por Freitas et al., (2020) que portaram teores de ácido ascórbico (247,20 mg/100 g) em caju (*A. occidentale*).

A diferença para o teor de vitamina C, é resultado de vários fatores como o estágio de maturação, clima, condições do solo, pH, ácidos, enzimas, teor de umidade, presença de oxigênio, atividade de água, luz e elevação da temperatura e do período de armazenamento. A vitamina C é antioxidante, de fácil oxidação, além de ser termolábil (MOURA et al., 2013; SOARES; SILVA, 2020).

A capacidade antioxidante de uma substância é definida como sua capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio e eletrófilos. Existem vários métodos para avaliar a capacidade antioxidante em amostras de alimentos, sendo assim diferentes resultados podem ser encontrados para a mesma amostra dependendo do método empregado (QUEIROZ et al., 2011).

O método empregado no presente estudo foi o do complexo de fosfomolibdênio, o qual apresentou valores para a variedade amarela a AAT (127,56 mg AAE/g) e a vermelha (155,29 mg AAE/g). Rocha et al., (2013), avaliando a capacidade de reduzir o radical livre (50%) em diversos frutos, o cajuzinho-do-cerrado a capacidade foi 881,7 mg / L (extrato alcoólico) e 1050,17 mg / L (extrato aquoso). O cajuzinho *A. humile* do Cerrado tocantinense a atividade antioxidante foi de $516 \pm 7,8$ mg/ L (DPPH), (SOARES; SILVA, 2020).

Rufino et al., (2010) analisaram 18 frutas brasileiras e classificaram o caju como antioxidante médio. A capacidade antioxidante depende de fatores climáticos, tipo de solo e até mesmo no tipo de extrator utilizado no preparo das amostras. Outro fator é o congelamento, pois ocorre formação de cristais de gelo, rompem o tecido das células, causa mudanças nas características originais do caju SOARES; SILVA, 2020). O cajuzinho foi refrigerado até a data da análise.

4 CONCLUSÃO

O pseudofruto de cajuzinho-do-cerrado, possui alto teor de umidade, o que pode dificultar a sua utilização e comercialização. Comparado com o caju tradicional o cajuzinho-do-cerrado é mais ácido e menos doce, pois a alta concentração de sólidos solúveis não está relacionada apenas com açúcar. A cor da película diferencia o amarelo do vermelho, já as cores

da polpa são bem parecidas. Em relação aos compostos funcionais, destaca-se os teores de compostos fenólicos e vitamina C deste fruto.

De uma forma geral, a variedade amarela apresenta maior teor de flavanoides amarelos e antocianinas, em compensação a vermelha apresenta maior teor de minerais, proteínas e atividade antioxidante.

A escassez de pesquisas científicas sobre a utilização e caracterização das propriedades de cajuzinho-do-cerrado é o principal motivo de sua menor popularidade. As análises deste estudo serão úteis e podem contribuir, para o conhecimento desse fruto rico em nutrientes, para que se torne conhecido popularmente e utilizado no desenvolvimento de produtos e subprodutos agroindustriais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M. B. 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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL – AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (20th ed.) Gaithersburg: AOAC. (2016).

BORGES J. Cashew tree (*Anacardium occidentale*): Possible applications in dermatology. **Clinics in dermatology**, 39(3): 493-495, 2021

BORGES, W. J. O. et al. Avaliação do potencial físico-químico e perfil volátil do cajuí (*Anacardium spp*) do cerrado tocantinense. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e5211426966-e5211426966, 2022.

BRITO, E.S., de OLIVEIRA, S.E., RODRIGUES, S. Caju-*Anacardium occidentale*. In Exotic Fruits. **Academic Press**. 85-89, 2018.

CARBONELL-CAPELLA, J. M. et al. Effect of Stevia rebaudiana addition on bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant activity of beverages based on exotic fruits mixed with oat following simulated human digestion. **Food Chemistry**, v. 184, p. 122-130, 2015.

CARELLE, J. S. et al. Composição nutricional de frutos do Cerrado mato grossense: cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile* A. St.-Hil.), curriola (*Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.) e inharé (*Brosimum gaudichaudii* Trécul). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 80, p. 1-8, 2021.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. et al. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Esal/Faepe, 1990.

CONTRERAS-CALDERÓN, J. et al. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food research international**, v. 44, n. 7, p. 2047-2053, 2011.

DE CASTRO, A. C. R.; VASCONCELOS, L.F.L. Bancos genéticos de *Anacardium* (caju e cajuí). **Embrapa Meio-Norte-Capítulo em livro científico (ALICE)**. 5: 63-72, 2021.

FEREIRA, A. J. L. et al. Relationship between color and physico-chemical properties of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) at different days of storage. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 74, n. 2, p. 9593-9602, 2021.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dez. 2019. ISSN 1983-0823.

FIGUEIREDO, R. W. de. et al. Physical–chemical changes in early dwarf cashew pseudofruits during development and maturation. **Food chemistry**, v. 77, n. 3, p. 343-347, 2002.

FRANCIS, F. J. Book Review P. Markakis, Anthocyanins as Food Colors, Academic Press Inc, 111 Fifth Avenue, New York, 10003, USA, 263, p. 1982.

FREITAS, A. S. de. et al. Aptidão de pedúnculos de novos clones de cajueiro para fins comerciais. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, 2020.

GERMANO, T. A. Análise transcriptômica de pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.) durante o desenvolvimento em genótipos apresentando cores e firmezas diferentes. (2020). 87f. Tese (Doutorado em bioquímica) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed., São Paulo. 1985, v.1, p. 393.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250 000 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. –Rio de Janeiro: IBGE, 2019 168p. (Relatórios metodológicos, INSS 0101-2843; v. 45).

KHOO, H. E. et al. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food AND nutrition research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

LIMA JÚNIOR, J. P. et al. *Anacardium humile* St. Hil as a novel source of antioxidant, antiglycation and α -amylase inhibitors molecules with potential for management of oxidative stress and diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 268, p. 113667, 2021.

LOPES, M. M. de A. et al. Bioactive compounds and total antioxidant capacity of cashew apples (*Anacardium occidentale* L.) during the ripening of early dwarf cashew clones. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 325-332, 2012.

OLIVEIRA, V. B. et al. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 170-179, 2012.

OLIVEIRA, V. F. et al. Physicochemical characterization of 'Cerrado' cashew (*Anacardium othonianum* Rizzini) fruits and pseudofruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 14, p. 6199-6208, 2019.

ONIAS, E. A. et al. Genotype characterization of pomegranate trees grown in Tabuleiro de Russas-CE. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37199-37213, 2021.

PATHARE, P. B. et al. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and bioprocess technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.

PRIETO, P. et al. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical biochemistry**, v. 269, n. 2, p. 337-341, 1999.

QUEIROZ, C. et al. Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1459-1462, 2011.

RAYSSA, G. C. L. P. et al. Bioactive compounds, antioxidant activity and minerals of cashew (*Anacardium humile* St. Hill) during the ripening. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 48, p. 4924-4930, 2016.

RESSEL, K. de A. et al. Desempenho de progênies de diferentes matrizes de cajuzinho-do-cerrado mediante o armazenamento e o peso das núculas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1782-1787, 2015.

ROCHA, M. S. et al. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 933-941, 2013.

RUFINO, M.S.; ALVES, R. E. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SEMPORÉ, J. N. et al. Morphological characterization and quality assessment of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts from 53 accessions of Burkina Faso. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 6, p. 100219, 2021.

SHARMA, P. et al. Valorization of cashew nut processing residues for industrial applications. **Industrial crops and products**, v. 152, p. 112550, 2020.

SOARES, F. M.; SILVA, D. X. Investigação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do cerrado tocantinense. **Revista Cereus**, v. 12, n. 1, p. 64-76, 2020.

SOUSA, T. L. T. L. et al. Aspectos nutricionais do caju e panorama econômico da Cajucultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, p. e229101119435-e229101119435, 2021.

SOUZA, V. R. de et al. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

VIEIRA, L. M. et al. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 888-897, 2011.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 6, n. 1, p. II. 1.1-II. 1.8, 2002.

ARTIGO CIENTIFÍCO 2

Caracterização química, cor, compostos bioativos e atividade antioxidante da castanha de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) mineiro

Resumo

O cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) encontra-se entre as espécies de fruteira nativa, essa espécie ainda não é domesticada, deste modo, os estudos devem ser ampliados, principalmente, quanto sua caracterização e beneficiamento, já que se trata de uma fruta exótica geradora de renda nas áreas de ocorrência. Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química, composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante da castanha do cajuzinho-do-cerrado. Os cajuzinhos foram obtidos no Norte de Minas, em Bonito de Minas, MG. As castanhas foram retiradas dos pedúnculos maduros, analisadas as seguintes características: composição centesimal, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, flavonoides, antocianinas, carotenoides, vitamina C e atividade antioxidante. A parte comestível da castanha *A. humile* é um processo de difícil obtenção devido ao tamanho pequeno das castanhas, dificultando a remoção da castanha inteira. Como resultados da composição centesimal, a castanha do cajuzinho apresentou altos teores de lipídeos, proteínas e carboidratos. A castanha seca apresentou SS de 71,70 °BRIX, pH 6,05 e baixa AAT (0,40). Em relação a cor L > 50, parâmetro a* e b* positivos. A castanha de cajuzinho apresenta compostos nutricionais interessantes, principalmente relacionado aos compostos bioativos. A castanha seca apresentou grande quantidade de fenólicos totais (88,57 mg/100g) e vitamina C (102,50 mg/100g).

Palavras-chave: castanha; composição nutricional; compostos funcionais; fruto do cerrado.

1 INTRODUÇÃO

As plantas de *Anacardium* são nativas das regiões tropicais americanas, o cajueiro *Anacardium occidentale* é a espécie mais reconhecida do gênero (SALEHI et al., 2019). A sua cultura tem grande importância socioeconômica para a região nordeste do país e para diversos países (PETINARI; TARSITANO, 2002; QUEIROZ et al, 2011). A castanha de caju é definida botanicamente como o fruto verdadeiro é o principal produto de exportação do cajueiro (RUFINO, 2007).

O consumo de oleaginosas na população aumentou consideravelmente nos últimos anos, com crescimento mundial estimado em 59% para o consumo de óleos de sementes na última década. Com uma produção anual de 3.960.680 toneladas em todo o mundo, a produção de caju

em todo o mundo se concentra apenas no rendimento da castanha, enquanto estudos sobre o caju têm defendido propriedades antimicrobianas e antidiabéticas significativas para suas fitomoléculas (RAJKUMAR; GANESAN, 2021; SHARMA et al., 2020).

A espécie *Anacardium humile* St. Hil, popularmente conhecido como: cajuzinho do campo, cajuí ou cajuzinho-do-Cerrado, é uma planta típica do cerrado brasileiro, utilizada na medicina popular por sua capacidade anti-inflamatória, anticâncer, antidiarreica e antidiabética (LIMA et al., 2021). O cajuzinho é dividido e encontrado em duas partes: pedúnculo e o fruto verdadeiro (castanha). A região do pedúnculo floral, conhecido como caju, é um pseudofruto ou "maçã", possui estrutura semelhante ao fruto, sendo fibroso, suculento de sabor ácido (FIGUEIREDO et al., 2002). Mesmo representando a maior parte do caju (90%), o pedúnculo é o produto com menor aproveitamento.

O verdadeiro fruto do cajueiro é a castanha, um aquênio reniforme marrom composto pelo pericarpo (casca) e pela amêndoa. Ambas as partes são comestíveis, mas a castanha antes de ser consumida precisa ser removida da casca que contém um líquido corrosivo chamado "líquido da casca da castanha de caju" (SHARMA et al., 2020). O líquido da casca da castanha de caju contém uma mistura de quatro compostos potenciais, ácido anacárdico, cardanol, cardol e 2-metil cardol, (SALEHI et al., 2019).

O fluxo de processamento da castanha de caju envolve torrefação, quebra e remoção da casca, descascamento da casca da amêndoa, classificação e embalagem (BERRY; SARGENT, 2011). Todos os processos são manuais, exceto a operação de embalagem. As notas do caju são baseadas no tamanho, forma e cor da amêndoa. O cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*) não é utilizado pela a indústria devido ao tamanho da amêndoa e peso que são iguais ou inferior a 3,3g por isso sua definição cajuzinho (BORGES et al., 2021).

Durante os processos convencionais de descascamento, as castanhas de caju são expostas a níveis extremamente altos de temperatura (variando de 75 a 200 °C), o que pode afetar os compostos bioativos sensíveis ao calor. Além disso, o líquido da castanha de caju liberado durante o processo de descascamento também complica seriamente o processamento da castanha de caju e a extração de sua amêndoa para uso alimentar (BERRY; SARGENT, 2011; BORGES et al., 2021).

A castanha de caju é consumida seca ou torrada, ou convertida em subprodutos alimentares. O Brasil possui um grande número de espécies frutíferas nativas e exóticas ainda desconhecidas ou pouco exploradas, com potencial interesse para o agronegócio e possível futura fonte de renda para a população local (RUFINO et al., 2010; MATTIETTO et al., 2010).

De acordo com Ressel et al. (2015), a *Anacardium humile* possui potencial agrônomo e econômico, que são promissores para vários setores industriais, mas, são poucos os estudos visando à domesticação e utilização do cajuzinho-do-cerrado no contexto do agronegócio brasileiro, ao contrário do que acontece com a espécie *Anacardium occidentale*.

Assim, são necessários estudos quanto aos seus aspectos físico-químicos e nutricionais, objetivando complementar as pesquisas já realizadas sobre cajuzinho-do-cerrado, gerando conhecimento do seu potencial, aproveitamento, e reconhecimento para região do Cerrado e aos produtores. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o “fruto verdadeiro” castanha de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) após a secagem, quanto as suas características físico-químicas, com foco nos componentes nutricionais, seu potencial antioxidante e compostos bioativos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos frutos

Os cajuzinhos-do-cerrado (*Anacardium humile*) utilizados neste experimento, foram adquiridas no município de Bonito de Minas - Minas Gerais, situado ao norte do estado, durante a colheita do ano de 2019. Os frutos foram transportados e os processos de separação, obtenção da castanha e as análises foram realizadas no Laboratório de pós colheita e Laboratório de produtos vegetais, localizado no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerias, Campus Montes Claros.

Os frutos foram selecionados visualmente de acordo com grau de maturação e qualidade, sendo descartados os pedúnculos imaturos ou com injúrias mecânicas e as castanhas (fruto verdadeiro) mofadas, verdes ou danificadas. Após a seleção as castanhas passaram pelo o descastanhamento realizado manualmente, lavagem, seguida de sanitização em solução clorada a 100 ppm/15 min. Posteriormente foram armazenadas separadamente em sacos plásticos de polietileno e refrigerados a -18 °C até o tempo de análise.

2.2 Processamento da castanha de cajuzinho-do-cerrado

A castanha de cajuzinho crua apresenta compostos nutricionais interessantes, mas não é recomendado o seu consumo na forma crua (*in natura*), as castanhas devem passar por processos, utilizando altas temperaturas para remoção de fatores anitnutricionais.

O processamento da castanha de caju foi realizado seguindo o método de Paiva et al., (2006), com algumas modificações, conforme o fluxograma abaixo.

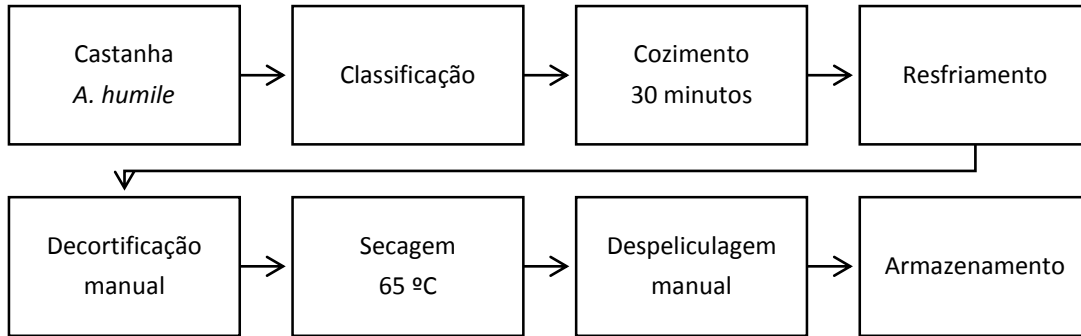


Figura 1. Fluxograma do processamento da amêndoa de castanha de cajuzinho-do-cerrado

As castanhas ou “fruto verdadeiro” refrigeradas, foram colocadas à temperatura ambiente, submetidas ao cozimento em fogão industrial, durante 30 minutos, resfriadas e decortadas manualmente para retirada da parte comestível (Figura 2), posteriormente as amêndoas foram secas em estufa com circulação forçada de ar (65 °C) por aproximadamente 3 horas (Figura 3).

As castanhas secas foram despeliculadas por meio de atrito manual, acondicionadas em recipientes de vidro com tampa ajustável e vedado coberto com papel alumínio foram armazenadas à temperatura ambiente. As amostras para análise foram trituradas utilizando um aparelho mix até a obtenção de uma farinha.

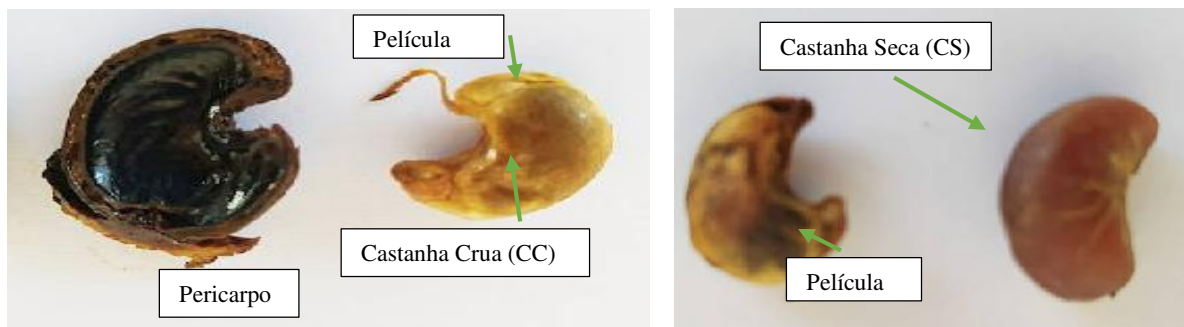


Figura 2. Decorticação e obtenção da parte comestível. **Figura 3.** Castanha Seca e despeliculada.

2.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da castanha de cajuzinho-do-cerrado foram analisadas de acordo com AOAC (2016). O teor de umidade foi determinado pela diferença de peso antes e após a secagem (estufa a 105 °C), o teor de cinzas foi determinado por incineração a 550 °C durante 6 horas. O teor de proteína bruta foi obtido pelo método Kjeldahl, fator de conversão (N × 6,25). O extrato etéreo foi determinado por extração em aparelho Soxhlet, utilizando éter etílico como solvente, à temperatura de 80 °C e extração contínua por 4 horas. Os carboidratos e o valor energético foram calculados conforme as Equações 1 e 2.

$$\text{Carboidratos totais} = 100 - (\text{g de gordura} + \text{g de proteína} + \text{g de cinzas}) \quad (1)$$

$$\text{Energia (kcal / 100 g)} = 4 \times (\text{g proteínas} + \text{g carboidratos}) + 9 \times (\text{g gordura}) \quad (2)$$

O pH foi determinado por leitura direta em pHmetro (HANNA, pH 21), calibrado com tampões de pH 4 e 7. A acidez titulável total (ATT) foi obtida por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M, usando como indicador a fenolftaleína e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado em refratômetro digital, homogeneizando-se as amostras e realizando a leitura, sendo os resultados expressos em °Brix. O valor da razão (ratio) foi obtido pela divisão da variável SST pela ATT. A determinação da cor foi realizada por meio de um colorímetro (Konica Minolta modelo KM-CR-400) por meio da leitura das coordenadas L *, a * e b *.

2.4 Preparação dos extratos metanólicos-acetanólicos

2.3.1 Preparação dos extratos

Para a análise dos compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante total, foram obtidos extratos de partes do cajuzinho-do-cerrado, segundo método adaptado descrito por De Souza et al. (2012). Resumidamente, as amostras foram pesadas 10 (g) castanha, diluídas (45 mL de água, adicionadas em tubos de centrífuga e extraídas sequencialmente com 40 mL de metanol /água (50:50, v/v) à temperatura ambiente (25 °C) durante 1 h. Os tubos foram centrifugados a 4.299 × g em temperatura ambiente por 10 min, e os sobrenadantes foram

recuperados. Em seguida, 10 mL de acetona / água (70:30, v/v) foram adicionados ao sedimento à temperatura ambiente. As amostras foram extraídas por 60 minutos, e centrifugadas novamente nas mesmas condições de antes. Os extratos de metanol e acetona foram utilizados para a determinação da atividade antioxidante e do conteúdo fenólico.

2.3.2 Compostos fenólicos totais

O conteúdo fenólico total foi determinado de acordo com o método adaptado utilizando solução de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Os extratos (0,5 ml) foram misturados com 2,5 ml de reagente Folin-Ciocalteu (10%) e 2 ml de solução de carbonato de sódio (4%). A mistura foi agitada e mantida à temperatura ambiente durante 2 horas no escuro. Foi medida a absorvância a 750 nm em espectrofotômetro (Shimadzu Model UV-1280) contra um branco. O conteúdo fenólico foi calculado por meio de uma curva padrão preparada com ácido gálico e expressa em mg de ácido gálico equivalente (mg EAG 100 g⁻¹).

2.3.4 Capacidade antioxidante

A atividade antioxidante dos extratos foi avaliada pelo método do complexo de fosfomolibdênio de acordo com o procedimento descrito por Prieto et al. (1999), com adaptações. Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi colocada em tubos e misturados com 3 mL de solução de reagente (1,8 M ácido sulfúrico, 28 mM de fosfato de sódio e 4 mM de molibdato de amônio). Os tubos foram tampados e incubados em banho-maria a 95 °C durante 90 min. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e a absorvância do complexo de fosfomolibdênio verde foi medida em 695 nm. Uma mistura contendo metanol 50% e acetona 70% (1:1) foi usada como branco. A quantificação foi baseada em uma curva padrão de ácido ascórbico (1,95 a 500 µg) e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido ascórbico (AAE) por g de amostra.

2.3.5 Carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado de acordo com Carbonell-Capella et al. (2015), com algumas modificações. A amostra (2 mL) foi homogeneizada com 5 mL de

solvente de extração (hexano/ acetona/ etanol, 50:25:25, v/ v/ v) e centrifugada a 4.520 x g por 5 min a 4 °C. A camada superior de hexano contendo a cor foi recuperada e transferida para um balão volumétrico de 25 mL. O volume de hexano recuperado foi então ajustado para 25 mL com hexano. A determinação de carotenoides totais foi realizada em uma alíquota do extrato hexânico medindo a absorbância a 450 nm. Os carotenoides totais foram calculados usando um coeficiente de absorção de β - caroteno, $E_{1\%} = 2505$.

2.3.6 Antocianinas e flavonoides amarelos

Os teores de antocianinas e flavonoides amarelos do cajuzinho-do-cerrado foram determinados segundo Francis (1982), com modificações. Resumidamente, 2,5g de cada amostra diluída, foram suspensas em 20 mL de solução de extração (etanol 95%: 1,5 N HCl- 85:15 v/v). As amostras foram homogeneizadas por 1 min e em seguida, transferidas para um tubo de 50 mL. O volume foi completado para 50 mL com a mesma solução de extração e incubado por 16 h sob refrigeração (7 °C). Após esse período, os extratos foram filtrados e realizado a absorbância em 535 nm (antocianinas) e 374 nm (flavonoides amarelos). O conteúdo de antocianinas e flavonoides amarelo foram calculados usando a Equação 3. O coeficiente de absorção para antocianinas totais é 98,2 (mol/cm) e o coeficiente de absorção para flavonoides amarelos é 76,6 (mol/cm).

$$\text{Teor de flavonóides amarelos (mg/g)} = \frac{(\text{ABS} \times \text{fatores de diluição}) \times 104}{(\text{volume da amostra} \times 1\% \text{ 1cm}, 374)} \quad (3)$$

Onde ABS é a leitura de absorbância da amostra e 1% 1 cm, 374 é o coeficiente de absorção.

2.3.7 Teor de ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi determinado usando o pelo método de Tillmans (baseando-se na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico). Confomer AOAC, (2016). O DCFI em meio básico ou neutro é azul, em meio ácido é rosa e sua forma reduzida é incolor. O ponto final de titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota de solução do DCFI é introduzida no sistema, com todo ácido

ascórbico consumido. Os valores obtidos das titulações foram usados para o cálculo de ácido ascórbico, que expresso em mg/100g de ácido ascórbico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Centesimal

O resultado médio da composição centesimal da amêndoa seca de cajuzinho-do-cerrado mineiro encontra-se na (Tabela 1). O teor de umidade, 3,74% foi semelhante os resultados reportados por Rico, Bulló, Salas-Salvadó (2016) em castanha de caju *occidentale* 3,12% determinada por Griffin, Dean (2017), na castanha de caju tradicional. Valores similares do teor de umidade (3,69%) também foram reportados por Borges (2013) em amêndoas de baru. Em contrapartida, Rocha (2016) relataram teores menores (2,83%) no mesmo produto.

Tabela 1. Composição centesimal da castanha seca de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) mineiro

Variáveis	Castanha Seca (CS)
Umidade (%)	3,74 ± 0,83
Cinzas (%)	2,30 ± 0,19
Proteínas (%)	18,61 ± 0,69
Lipídios (%)	13,07 ± 0,63
Carboidratos totais (%)	62,28 ± 0,85
V. Calórico (kcal/100g)	441,18 ± 3,35

1 Média 3 repetições; 2 Valores em: média ± desvio padrão.

O teor de umidade é um fator importante na avaliação da qualidade das castanhas, uma elevada atividade de água pode favorecer alterações físicas, químicas e microbiológicas, portanto o controle da umidade é fundamental para garantir a manutenção das suas características.

Os teores de cinzas 2,30% da amêndoa de cajuzinho *Anacardium humile* apresentaram valores aproximados aos teores de cinzas das castanhas (*occidentale*) que variaram 2,69 e 4,60 % (FAGBEMI, 2008). Os lipídios totais nas castanhas de caju (*occidentale*) analisadas por Rico, Bulló, Salas-Salvadó (2016), foram superiores 48,27% aos teores observados no atual estudo para o cajuzinho-do-cerrado. As castanhas secas e torradas também do caju tradicional analisadas por Griffin, Dean (2017), apresentaram teores de lipídeos 46,4% teores distintos ao comparado a castanha de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*).

O consumo de castanhas reduz o risco de doença coronariana, o que pode ser parcialmente explicado pelo efeito redutor do colesterol, pois as nozes são fontes ricas de ácidos graxos insaturados, proteínas, micronutrientes, vitaminas e fitoquímicos (RAINEY; NYQUIST, 1997; YANG; LIU; HALIM, 2009).

A castanha de cajuzinho mineiro apresentou teores de proteínas 18,61%. O teor de proteína bruta foi de 21,3% nas castanhas de Caju *occidentale* (RICO; BULLÓ; SALAS-SALVADÓ, 2016), superior ao encontrado no presente experimento. Valores aproximados foram determinados por Griffin, Dean (2017), para a castanha de caju tradicional 17,5%. Segundo a *Food and Agriculture Organization*, o fator de conversão para a maioria das nozes e sementes comestíveis é de 5,30. Assim, o uso do fator 6,25 pode superestimar a quantidade de proteína desses alimentos.

A quantidade de carboidratos e energia em amêndoas de caju tradicional (*A. occidentale*) avaliadas em experimentos foram de 20,9 g/100g e energia 598 kcal (Rico; Bulló; Salas-Salvadó, 2016). Griffin, Dean (2017), analisando castanhas secas e torradas encontraram 31,0% de carboidratos, valores menores ao determinado na castanha do cajuzinho-do-cerrado. Após a secagem ocorreram mudanças nas características das castanhas, aumentando o teor de carboidratos e consequentemente o valor calórico.

3.2 Sólidos solúveis, pH, e Acidez titulável

Os valores médios de sólidos solúveis (SS) da castanha seca foram 71,70 °Brix, pH 6,05 e acidez titulável total 0,40. Melo (1998) determinou pH 6,14 para a castanha seca e tostada de caju tradicional, e ATT de 1,22%. Costa et al. (2009), encontraram ATT de 0,74%.

Já a amêndoa armazenada por diferentes dias o pH variou 6,00 e 7,11 enquanto a ATT 0,43% a 1,04% (REIS et al. 2019). Valores similares aos observados no cajuzinho-do-cerrado. O pH próximo da neutralidade é característica inerente às amêndoas (DESSIMONI-PINTO et al., 2010).

Tabela 2. Propriedades físico-químicas, da castanha de cajuzinho-do-cerrado seca.

Variáveis	Castanha seca
SS (Brix)	71,70 ± 0,28
pH	6,05 ± 0,02
ATT (% ácido oléico)	0,40 ± 0,05
SS/ATT (Ratio)	181,73 ± 16,13

1 Média 3 repetições; Valores em: média ± desvio padrão

3.3 Análise de cor (L*, a* e b*)

As análises de cor da castanha de *Anacardium humile* do norte mineiro estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros da castanha de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*).

Variáveis	Castanha seca
L*	53,99 ± 6,82
a *	2,37 ± 2,56
b *	16,48 ± 3,48

1 Média 3 repetições; 2 Valores em: média ± desvio padrão

Os valores positivos obtidos para a coordenada (a*), componente de cor que varia de verde (-) a vermelho. Já os valores de b* também positivos caracterizam a cor tendendo para o amarelado nas variedades avaliadas. Entretanto os baixos valores, tanto de a* quanto de b*, remetem a coloração da amêndoa de cajuzinho-do-cerrado, para a tonalidade amarronzada, sendo a cor característica da castanha de caju.

Os resultados relatados acima foram semelhantes aos reportados para amêndoa de baru torrada L= 54,97, a*= 27,16 e o parâmetro b*= 27,16 (BORGES, 2013). Contudo, os parâmetros de cor avaliados para o cajuzinho-do-cerrado mineiro são inéditos na literatura. A análise de cor é uma variável importante para determinar a qualidade nas indústrias de alimentos e bioprocessos, pois está relacionada com escolhas e as preferências do consumidor. Em alimentos a cor é governada pelas mudanças químicas, bioquímicas, microbianas e físicas que ocorrem durante o crescimento, maturação, manuseio pós-colheita e processamento. A medição da cor de produtos alimentícios tem sido usada como uma medida indireta de outros atributos de qualidade, como sabor e conteúdo de pigmentos, porque é mais simples, rápida e se correlaciona bem com outras propriedades físico-químicas (PATHARE; OPARA; AL-SAID, 2013).

3.4 Compostos bioativos e atividade antioxidantes

Os resultados da determinação de fenólicos totais, flavonoide e antocianinas estão na Tabela 4. Yang, Liu, Halim (2009), encontraram para a castanha de caju *occidentale* valores de 316,4 mg de EAG/g para compostos fenólicos totais e 63,7 mg/100 g para flavonoides totais e

para a castanha-do-pará $169,9 \pm 14,6$ mg/100g, para fenólicos totais, e $29,2 \pm 7,2$ mg/100g, valores estes que foram inferiores a castanha do cajuzinho-do-cerrado.

Tabela 4. Compostos bioativos e atividade antioxidante de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*).

Variáveis	Castanha seca
Compostos Fenólicos (mg/100 g)	$888,57 \pm 28,32$
Flavonoides amarelos (g/g)	$93,44 \pm 6,55$
Antocianinas (g/g)	$63,98 \pm 2,68$
Carotenoides (μg /100g)	$12,48 \pm 3,6$
Vitamina C (mg/100g)	$102,50 \pm 10,19$
Atividade Antioxidante (mg/g)	$70,34 \pm 2,54$

1 Média 3 repetições; 2 Valores em: média \pm desvio padrão

Já para a castanha do Brasil apresentou $169,9$ mg/100g para compostos fenólicos e $107,8$ mg/100g de flavonoides totais (YANG; LIU; HALIM, 2009). Lemos (2012), reportou concentrações de $111,3$ mg/100g de fenólicos totais para a amêndoa de baru torrada sem película. Diferença entre a quantidade de fenólicos e flavonoides pode estar relacionada tanto com fatores agronômicos quanto ambientais, que desempenham papéis importantes na composição destes compostos (YANG; LIU; HALIM, 2009), ou mesmo pode ser característico do *A. humile* possuir teores elevados destes compostos.

As antocianinas são normalmente associadas com a coloração de frutas, mas também estão presentes em legumes, raízes, tubérculos, bulbos, leguminosas e cereais. O cajuzinho-do-cerrado apresentou $63,98 \pm 2,68$ g/g de antocianinas. Não foi encontrado na literatura dados de antocianinas para a castanha do caju tradicional. Já a castanha de baru torrada Lemos (2012) encontrou $1,20 \pm 0,13$ mg/g de antocianinas, inferior ao teor de antocianinas do cajuzinho-do-cerrado.

As nozes, amêndoas e castanhas são consideradas como uma boa fonte de fitoquímicos, incluindo fenólicos, flavonoides, isoflavonas, terpenos, compostos organossulfúricos e vitamina E (KRIS-ETHERTON et al. 2002; YANG; LIU; HALIM, 2009). Os fitoquímicos, especialmente os fenólicos, nas nozes e castanhas podem ser considerados os principais compostos bioativos para benefícios à saúde (YANG; LIU; HALIM, 2009).

Trox et al. (2010), estudando os compostos bioativos em amêndoas de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L), encontraram β -caroteno no valor de $7,73 \pm 0,49$ μg /100 g. Já Stuetz, Schlörmann, Gleis (2017), determinaram em castanhas torradas β -caroteno no valor de

6,00 ± 1,00 µg/100 g. Tais valores relatados são inferiores ao encontrado neste experimento na castanha de cajuzinho-do-cerrado (*A. humile*), que atingiu 12,48 ± 3,6 µg /100g.

O teor de carotenoides da castanha pode diferir entre as espécies e podem ser influenciados pela torrefação e outras etapas do processamento (STUETZ; SCHLÖRMANN; GLEI, 2017). As funções dos carotenoides são discutidas como um precursor da vitamina A, que é necessária para a imunidade adaptativa e desempenha um papel significativo no desenvolvimento de células T auxiliares e células B. Além disso, sabe-se que os carotenoides desempenham um papel na prevenção de doenças como câncer e aterosclerose (KRINSKY, JOHNSON, 2005).

Rico, Bulló, Salas-Salvadó (2016), avaliando composição nutricional de amêndoas *in natura* (cruas) de caju (*Anacardium occidentale* L.) de diferentes procedências a porcentagem a vitamina C (ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico) para a castanha de caju brasileira foi <0,5 mg/100g. Valor este bem inferior ao encontrado neste trabalho (102,50 ± 10,19 mg/100g).

As atividades antioxidantes total, expressa como mg equivalentes de ácido ascórbico (AAEs) por g de amostra foi de 70,34 ± 2,54. A Castanha de caju estudada por Yang, Liu, Halim, (2009), apresentou (29,5±2,7 mg/g). Existem vários métodos para avaliar a capacidade antioxidante em amostras de alimentos, sendo assim diferentes resultados podem ser encontrados para a mesma amostra dependendo do método empregado (QUEIROZ et al., 2011). Mas, independentemente do método, percebe-se que a castanha do cajuzinho do cerrado e do caju *A. occidentale* apresenta uma atividade antioxidante considerável.

Os antioxidantes naturais presentes nas nozes e castanhas estão na forma de antioxidantes nutrientes e não nutrientes (fitoquímicos). Além dos antioxidantes nutrientes bem conhecidos (por exemplo, vitaminas A, C e E e o mineral Se), existem numerosos antioxidantes não nutritivos (por exemplo, carotenoides, como β-caroteno e licopeno e fenólicos) em plantas alimentícias (JOHN; SHAHIDI, 2010).

4 CONCLUSÃO

A parte comestível da castanha *A. humile* é um processo de difícil obtenção devido ao seu tamanho pequeno que dificulta sua remoção pela totalidade. Este é o primeiro estudo que analisa o perfil nutricional de amostras de castanha de cajuzinho-do-cerrado mineiro. Encontrou-se uma riqueza nutricional e de compostos bioativos da castanha, destacando-se os teores de lipídeos, proteínas, carboidratos, compostos fenólicos e vitamina C.

A composição nutricional do cajuzinho-do-cerrado mineiro diferiu nos macronutrientes, apresentando menores teores de cinzas, lipídeos e proteínas comparado ao caju da espécie *A. occidentale*. Por outro lado, em se tratando dos compostos bioativos, o cajuzinho-do-cerrado apresentou maiores teores de fenólicos totais, flavonóides, carotenoides e vitamina C que o caju *occidentale*.

A escassez de pesquisas científicas sobre a utilização e caracterização das propriedades da castanha do cajuzinho-do-cerrado é o principal motivo de sua menor popularidade. As análises deste estudo serão úteis e podem contribuir, para o conhecimento e consumo dessa amêndoa rica em nutrientes, para que se torne conhecida e consumida popularmente e utilizada no desenvolvimento de produtos e subprodutos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL – AOAC. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (20th ed.) Gaithersburg: AOAC. (2016).

BORGES, T. H. P. Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento. 2013. 127 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.2013.

BORGES, T. H. P. Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento. 2013. 127 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.2013.

CARBONELL-CAPELLA, J. M. et al. Effect of Stevia rebaudiana addition on bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant activity of beverages based on exotic fruits mixed with oat following simulated human digestion. **Food Chemistry**, v. 184, p. 122-130, 2015.

COSTA, J. M. C. et al. Avaliação físico-química e microbiológica da amêndoa da castanha de caju. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 15, n. 3, p. 181-187, 2009.

DESSIMONI-PINTO, N. A.V., et al. Características físico-químicas da amêndoa de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n.1, p. 79-86, 2010.

FAGBEMI, T. N. The influence of processing techniques on the energy, ash properties and elemental composition of cashew nut (*Anacardium occidentale* Linn). **Nutrition and Food Science**, v. 38, n.2, p. 136-145, 2008.

- FIGUEIREDO, R. W. de. et al. Physical–chemical changes in early dwarf cashew pseudofruits during development and maturation. **Food chemistry**, v. 77, n. 3, p. 343-347, 2002.
- FRANCIS, F. J. Book Review P. Markakis, Anthocyanins as Food Colors, Academic Press Inc, 111 Fifth Avenue, New York, 10003, USA, 263, p. 1982.
- GRIFFIN, L. E.; Dean, L. L. Nutrient composition of raw, dry-roasted, and skin-on cashew Nuts. **Journal of Food Research**, v. 6, n. 6, p. 13-28, 2017.
- JOHN, J. A.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Journal of functional foods**, v. 2, n. 3, p. 196-209, 2010.
- KRINSKY, N. I.; JOHNSON, E. J. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular aspects of medicine**, v. 26, n. 6, p. 459-516, 2005.
- KRIS-ETHERTON, P. M. et al. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American journal of medicine**, v. 113, n. 9, p. 71-88, 2002.
- LEMOS, M. R. B. Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), submetidas a processo de torrefação. 2012. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- LIMA de J. J. P. et al. Anacardium humile St. Hil as a novel source of antioxidant, antiglycation and α -amylase inhibitors molecules with potential for management of oxidative stress and diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 268, p. 113667, 2021.
- MATTIETTO, R. de A.; LOPES, A. S.; DE MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. 2010.
- MELO, M. L. P. et al. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Food Science and Technology**, v. 18, p. 184-187, 1998.
- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and bioprocess technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.
- PEREIRA, L. D. et al. Characterization of Bushy Cashew (*Anacardium humile* A. St.-hil.) in the State of Goiás, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 183-194, 2019.
- PETINARI, R. A.; TARSITANO, M. A. A. Cashew (*Anacardium occidentale* L.) commercialization in northwest of São Paulo state. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 700-702, 2002.
- PRIETO, P. et al. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical biochemistry**, v. 269, n. 2, p. 337-341, 1999.

QUEIROZ, C. et al. Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1459-1462, 2011.

RAJKUMAR, H.; GANESAN, N. D. Efeitos do processo de liofilização na produção de pó de caju: determinação de compostos bioativos e propriedades do pó de fruta. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 6, pág. e15466, 2021.

REIS, V. B. da S. X. et al. Avaliação de amêndoas de baru in natura armazenadas em diferentes embalagens. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, n. 2, p. 539-546.

RESSEL, K. de A. et al. Desempenho de progênies de diferentes matrizes de cajuzinho-do-cerrado mediante o armazenamento e o peso das núculas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1782-1787, 2015.

RICO, R.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J. Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. **Food science and nutrition**, v. 4, n. 2, p. 329-338, 2016.

SALEHI, B. et al. *Anacardium* plants: chemical, nutritional composition and biotechnological applications. **Biomolecules**, v. 9, n. 9, p. 465, 2019.

SHARMA, P. et al. Valorização de resíduos do processamento da castanha de caju para aplicações industriais. **Culturas e produtos industriais**, v. 152, p. 112550, 2020.

SOUZA, V. R. de et al. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

STUETZ, W.; SCHLÖRMANN, W.; GLEI, M. B-vitamins, carotenoids and α -/ γ -tocopherol in raw and roasted nuts. **Food chemistry**, v. 221, p. 222-227, 2017.

TROX, J. et al. Bioactive compounds in cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) kernels: effect of different shelling methods. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 9, p. 5341-5346, 2010.

WATERHOUSE, A. L. Determination of total phenolics. **Current protocols in food analytical chemistry**, v. 6, n. 1, p. II. 1.1-II. 1.8, 2002.

YANG, Jun; LIU, Rui Hai; HALIM, Linna. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. **LWT-Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2009.