

Caracterização físico-química do cajá (*Spodias mombin* L.) e cajá-manga (*Spodias dulcis* Parkinson)

Pablo Jose Rodrigues^{a*}, Eliane Fialho Santos^b, Flamys Lena do Nascimento Silva^a

^a Universidade Federal do Norte do Tocantins, Brasil

^b Universidade Federal do Tocantins

* Autor correspondente (pj228722@gmail.com)

INFO

Keywords

Cajazeira
Taperebá-do-sertão
HS-SPME/GC-MS

ABSTRACT

Physical and chemical characterization of cajá (Spodias mombin L.) and cajá-manga (Spodias dulcis Parkinson)

The fruit cajá and cajá-manga have several uses and potential as: nutritive, economic, help in weight loss and prevention of diseases. The present work sought to investigate physicochemical characteristics of the cajá (*Spodias mombin* L.) and cajá-manga (*Spodias dulcis* Parkinson) and the performance of the volatile profile of the cajá fruit. For the cajá the measures were 9.16 g of average weight, 88% of total titratable acidity, pH 8.50, °Brix value equal to 18% and 79% humidity. For the cajá-manga the average weight was 123 g, total titratable acidity with 43%, pH 8.51, 28% of humidity and °Brix 13%. The characterization of the volatile compounds of the cajá was performed by HS-SPME and GC-MS in which 41 compounds were detected, among these 9 compounds were identified; β-myrcene; hexanoic acid ethyl ester; benzoic acid methyl ester; linalool; benzoic acid ethyl ester; caryophyllene; humulene; (E)-ethyl ester, 2- propenoic acid 3-phenyl and α-murolene. The terpenes linalool, β-caryophyllene and humulene possess biological activities. With the obtained results it was possible to observe the importance of the chemical characterization of the fruit for presenting several substances with biochemical properties.

RESUMO

Os frutos cajá e cajá-manga têm diversas utilizações e potencialidades como: nutritiva, econômica, auxiliam no emagrecimento e prevenção de doenças. O presente trabalho buscou investigar as características físico-químicas do cajá (*Spodias mombin* L.) e cajá-manga (*Spodias dulcis* Parkinson) e o perfil volátil do fruto do cajá. Para o cajá as medidas foram 9,16 g de peso médio, 88% de acidez total titulável, pH 8,50, valor de Brix igual a 18% e umidade 79%. Para o cajá-manga o peso médio foi 123 g, acidez total titulável 43%, pH 8,51, umidade 28% e °Brix 13%. Foi realizada a caracterização dos compostos voláteis do cajá por HS-SPME/GC-MS em que detectou-se 41 compostos, dentre estes foram identificados 9 compostos; β- mirceno; éster etílico do ácido hexanóico; éster metílico do ácido benzóico; linalol; éster etílico do ácido benzóico; cariofileno; humuleno; (E)-éster etílico, 3-fenil do ácido 2- proprenóico e α-muroleno. Os terpenos linalol, β-cariofileno e humuleno possuem atividades biológicas. Com os resultados obtidos foi possível observar a importância da caracterização química do fruto por apresentar diversas substâncias com propriedades bioquímicas.

Palavras-chaves

Cajazeira
Taperebá-do-sertão
HS-SPME/GC-MS

Received 02 July 2023; Received in revised from 08 September 2023; Accepted 18 October 2023

INTRODUÇÃO

A árvore cajazeira do gênero *Spondias* é oriunda do México e da América central, popular de ambientes úmidos no Sul do México até o Peru, chegando até o Brasil, sua origem é na América tropical (CROAT, 1974). O fruto cajá originário da cajazeira pertencente ao gênero *Spondias* L. abrange cerca de oito espécies no Brasil: *Spondias dulcis* Parkinson; *Spondias macrocarpa* Engl.; *Spondias mombin* L.; *Spondias mombin* var. *globosa* J.D.Mitch. & Daly; *Spondias mombin* L. var. *mombin*; *Spondias testudinis* J.D.Mitch. & Daly; *Spondias tuberosa* Arruda e *Spondias venulosa* (Engl.) (FORZZA et al., 2010). A família Anacardiaceae têm diversas espécies produtivas e essenciais, como as *Spondias* (cajá, umbu, seriguela, cajarana e umbu cajá). O cajá fruto tem 6 cm de comprimento, contém caroço polposo, de cor amarela quando maduro e sabor agridoce com cheiro inigualável ao atingir seu estágio de maturação (SOUZA; BLEICHER, 2002). Sua árvore tem tronco ereto com casca bastante grossa, que podem atingir 30 metros de comprimento, apresenta folhas caducas e destaca-se por ser considerada a maior árvore do gênero *Spondias* (BRAGA, 1960). No Brasil, a cajazeira está dispersa em maior quantidade nas regiões Norte e Nordeste com seu fruto popularmente conhecido como: taperebá, cajá-mirim e cajá verdadeiro. Além da relevância e utilização de seu fruto há também a aplicabilidade quanto a utilização de sua madeira na fabricação de móveis e suas folhas e flores têm especialidades medicinais (SACRAMENTO; SOUZA, 2000). O gênero *Spondias* possui alto potencial econômico, mesmo ainda não havendo cultivo em palmares, a extração do fruto ainda é feita de forma extrativista, o que ocasiona a carência da produção do fruto da cajazeira em escala comercial. Os frutos são aproveitados e consumidos em sua forma in natura, além disso, a produção de polpas congeladas, sucos, geleias e sorvetes, que atraem o interesse econômico de muitos estados (SOUZA, 2005).

A árvore do cajá-manga pertence às Ilhas da Polinésia, foi trazida ao Brasil e rapidamente adequou-se ao clima, por apresentar características que estão vigentes em nosso bioma (SIQUEIRA et al., 2017). O cajá-manga (*Spondias dulcis*) da família Anacardiaceae referente a outras espécies do gênero *Spondias*, como: (*Spondias tuberosa*) umbu, (*Spondias purpurea*) ciriguela, (*Spondias mombin*) cajazeira e o (*Spondias* sp.) umbu-cajazeira (SILVA et al., 2014). Seu fruto tem forma elipsoidal do tipo drupa, tendo espinhos em seu tronco, fruto com

bastante polpa, caroço grande e volumoso com espinhos, casca fina, sucos suculentos e possui um forte aroma (SIQUEIRA et al., 2017). Diante da importância dos gêneros cajá e cajá-manga, o presente trabalho teve como objetivo investigar as características físico-químicas do cajá (*Spondias mombin* L.) e cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) e a composição química volátil do cajá por HS-SPME/GC-MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das amostras

Os frutos foram colhidos manualmente das árvores no município de Aragoimiras- TO, situado a 318 metros de altitude, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 7° 9' 43" sul, longitude: 48° 31' 42" oeste. No mês de março de 2022, na época mais chuvosa e seca da região de Aragoimiras, sob as condições de temperatura variando entre 22 °C min a 30 °C máx e precipitação de 311 mm de chuva coletou-se 200 unidades de cajás e 10 unidades de cajá-manga pertencentes a duas variedades de espécies diferentes, sendo elas: *Spondias mombin* L. (cajá-mirim) e *Spondias dulcis* Parkinson (cajá-manga). Os cajás foram levados para o laboratório de cromatografia do curso de licenciatura em química (LABCROM), Campus Araguaína e depois foram colocados em sacos plásticos transparentes, identificados e armazenados em freezer a 18 °C para análises posteriores.

Análises físico-químicas

A metodologia utilizada para realização dos experimentos físico-químicos foi baseada no Manual de Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz - 4ª edição, 1ª edição digital, 2008.

Medidas biométricas

Foram feitas medidas após coleta, tais como: diâmetro máximo (altura), diâmetro menor (largura) e peso dos frutos. Para isto, utilizou-se um paquímetro (INSIZE, modelo Vernier Capiler) e uma balança de precisão analítica (SHIMADZU).

Umidade

Inicialmente, mediu-se a massa de 10 g de polpa de cajá em cadinhos de porcelana, usando uma balança analítica. Após serem pesadas, as amostras foram colocadas em um dessecador e em seguida levadas para estufa (MedClave, modelo 3) em que

foram mantidas a temperatura de 105 °C por cerca de 24 horas. Logo após, as amostras foram levadas para o dessecador, até serem resfriadas e seguidamente foram pesadas novamente em balança analítica. Tais condições de análise foram otimizadas em laboratório até obtenção de peso constante das amostras.

Cinzas

Para determinação de cinzas, pesou-se cerca de 10 g de polpa de cajá em cadinhos de porcelana, utilizando uma balança analítica. Logo após serem pesadas, as amostras foram colocadas em um dessecador e posteriormente levadas para a mufla (COEL, modelo HW4900) e mantidas sob temperatura de 550 °C durante 10 horas. Depois disso, as amostras foram levadas para o dessecador em que permaneceram até serem resfriadas e em seguida pesadas novamente em balança analítica. Todas as condições de análise foram otimizadas em laboratório até a obtenção de peso constante

Determinação da acidez e do pH

A acidez titulável foi realizada, de acordo com o método da acidez titulável total: método n° 942.15 da AOAC (AOAC, 1997) e expressa em miliequivalentes gramas de ácido cítrico por cem gramas de amostra. Para isto, pesou-se cerca de 2 a 9 g de polpa de cajá e cajá-manga em béquer, utilizando balança analítica. Depois de pesadas, as amostras foram maceradas e após adicionado 50 mL de água destilada foram filtradas em uma peneira de plástico e reservada em béquer. Em seguida, titulou-se alíquotas de 50 mL do extrato do cajá com solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH 0,01N), utilizando o titulador automático potenciométrico (Metrohm, modelo Titrino plus 848) dotado de bureta automática de 5 mL com menor divisão de 0,0005 mL. A solução de NaOH foi previamente padronizada com biftalato de potássio e todas as análises titulométricas foram realizadas em triplicatas. O volume referente ao ponto final foi identificado por um algoritmo baseado na primeira derivada da curva de titulação, calculado pelo software do aparelho. O resultado do índice de acidez total (IAT) foi calculado usando a Equação 1, inserida no software em que se armazenou as informações no banco de dados.

$$IAT = \frac{EP1 \cdot 100 \cdot CONC \cdot TITTER}{COO} \quad \text{Equação 1.}$$

Onde:

IAT= Índice de acidez titulável em miliequivalentes gramas de ácido cítrico por 100

gramas de amostra (meq/100g)

EP1= Volume em mL do titulante NaOH a 0,1 mol/L

CONC= Concentração do titulante NaOH em mol/L

TITTER= Fator de correção da concentração do titulante NaOH

COO= Peso da amostra em g

100 = Fator para resultado em meq/100 g

Grau Brix

Na determinação das análises de sólidos solúveis totais utilizou-se o aparelho refratômetro. Para isso, utilizou uma unidade de cajá e cajá-manga em que retirou-se a casca do fruto para obtenção da polpa e a partir dela, seu extrato puro. Logo após, colocou-se a amostra (aproximadamente 1 a 2 gotas do extrato puro da polpa) no refratômetro para determinar os valores de °Brix. O mesmo procedimento foi realizado para o cajá-manga.

Rendimento de polpa

Para se determinar o rendimento de polpa, utilizando-se 5 amostras de cajá e 5 amostras de cajá-manga, pesou-se cada uma das amostras utilizando uma balança analítica. Depois de descascar, despolpou-se o caroço do fruto manualmente, e pesou-se aproximadamente cerca 25 g da polpa de cajá e 175 g da polpa de cajá-manga.

Para obter o resultado de rendimento de polpa, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$Rp = \frac{\text{massa}_1}{\text{massa}_2} * 100 \quad \text{Equação 2.}$$

Onde:

Rp = rendimento da polpa

massa₁ = massa da polpa

massa₂ = massa do fruto

Análise cromatográfica por HS-SPME/GC-MS

Para realizar as análises cromatográficas foi selecionada uma variedade de cajá. Durante o preparo da amostra, pesou-se aproximadamente 9,62 g de polpa do cajá e transferiu-se para um *vial* de 10 mL com tampa de silicone, que depois foi colocado em chapa aquecedora (IKA, modelo C-MAG HS4) e mantido sob temperatura de 45 °C durante 15 minutos. Logo depois, inseriu-se a agulha do *holder* contendo a fibra SPME (100 µm de filme polidimetilsiloxano - PDMS) no *vial* e expôs-se a mesma ao *headspace* da amostra durante 15 minutos. Após este intervalo, retraiu-se a fibra do recipiente e esta foi inserida no injetor do cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas GC-MS (Agilent

Technologies, 7890B, GC System). Antes de cada corrida cromatográfica, realizou-se o condicionamento da fibra e análise do branco. As amostras foram injetadas manualmente, no modo *split* 1:20 e a separação dos compostos voláteis foi realizada usando uma coluna capilar HP-5MS (5% fenilmetilsiloxano com dimensões: 30 m x 25,0 µm x 0.25 µm), com gás de arraste Hélio (99,999% de pureza). As temperaturas do injetor, interface e fonte foram mantidos a 250 °C, 250 °C e 200 °C respectivamente; Energia de ionização 70 eV e Scan 40 a 500. A programação de temperatura do forno iniciou-se a 50 °C e permaneceu nesta temperatura por 0,2 minutos, depois foi aquecido a uma taxa de 3 °C/min até 250°C, permanecendo por 4 minutos nesta temperatura, totalizando 66 minutos de corrida analítica, com fluxo de 1,3 mL/min. Para a identificação dos compostos voláteis, utilizou-se a biblioteca de dados NIST 2014 do equipamento, o site da NIST Web Book e para confirmação da identificação dos compostos usou o índice de Kovats.

Determinação do índice de retenção linear (LRI)

Uma mistura padrão de n-alcenos (C7- C30) foi utilizado para calcular o índice de retenção linear (LRI) de cada composto volátil detectado na amostra de cajá. O volume de 1 µL da solução padrão de n- alcenos foi injetado no GC-MS sob a mesma programação de temperatura das amostras e seus respectivos tempos de retenção foram usados como referência para calcular o LRI juntamente com os tempos de retenção dos compostos na amostra. O LRI foi calculado de acordo com a Equação 3. a Equação 3.

$$\text{LRI} = 100 \times \frac{\text{trX}-\text{trN}}{(\text{tn}+1-\text{tn})+n} \quad \text{Equação 3}$$

Tabela 1 - Dados biométricos para o cajá e cajá-manga.

Fruto	Massa médio (g)	CV %	Diâmetro médio maior (mm)	CV %	Comprimento médio (mm)	CV %
Cajá	9,16 ± 2,98*	32,56	20,44 ± 2,93*	14,34	26,83 ± 2,38*	8,89
Cajá-manga	123,61 ± 37,42*	30,27	49,80 ± 5,01*	10,06	77,60 ± 5,34*	6,88

* = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação; Fonte: RODRIGUES, 2022.

Quando comparado os resultados da Tabela 1 com outros trabalhos da literatura, observa-se que referente a massa encontrada para o cajá no valor de 9,16 g e para diâmetro maior com valor 20,44 mm, os dados foram bastante semelhantes aos de Soares et al. (2006). O mesmo relatou uma massa média de 9,9 g para o fruto e diâmetro médio maior igual a 23,5 mm. Os valores das medidas de massa e diâmetro maior para o cajá-manga encontrados na

Onde:

LRI: Índice de Kovats

trX: Tempo de retenção do composto de interesse

trN: Tempo de retenção do alcano N com o valor tempo de retenção (tr) anterior ao do trX

trN+1: Tempo de retenção do alcano N com o valor tempo de retenção

(tr) posterior ao do trX

n: número de átomos de carbono do alcano N com tr anterior ao trX

Identificação dos compostos voláteis

A identificação dos compostos voláteis do cajá foi realizada pelo padrão de fragmentação das moléculas através dos seus espectros de massas. Os analitos foram identificados pela similaridade entre os espectros de massas e seus valores de tempo e do índice de retenção. Alguns compostos tiveram sua identificação não confirmada, quando não foi possível a comparação dos espectros de massas do composto não identificado com o espectro de massas padrão da biblioteca da database do NIST (National Institute of Standards and technology, EUA) ou com trabalhos na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidas medidas para duas variedades de cajás pertencentes a duas espécies diferentes; *Spondias mombin* L. e *Spondias dulcis* Parkinson. As medidas físicas de diâmetro, comprimento e massa de 50 unidades de cajás e 5 unidades de cajás-manga (a quantidade de unidades de cajá-manga é menor pelo motivo do fruto ser maior) estão dispostas na Tabela 1.

literatura foram: 99,82 g e 65,64 mm, respectivamente, de acordo com Chaves Neto e Melo Silva (2019) e 71,80 g e 59,35 mm segundo Guimarães et al. (2020). Os resultados encontrados tiveram algumas divergências com a literatura, e isso pode ter ocorrido por alguns motivos tais como, as condições climáticas da região de Aragominas no mês de março, que é chuvosa e seca com um índice pluviométrico de 311 mm,

constituição genética da árvore, o estágio bem maduros dos nossos frutos e condições do solo.

Tais fatores, podem alterar a massa e as dimensões do fruto (CARVALHO et al., 2003).

Tabela 2 - Dados da acidez e pH para o cajá e cajá-manga

Fruto	Acidez titulável (meq/100 g)	CV %	pH	CV %
Cajá	88,54 ± 3,82*	3,82	8,50 ± 0,0014	0,017
Cajá-manga	43,94 ± 0,69*	1,57	8,51 ± 0,0028	0,033

* = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. Fonte: RODRIGUES, 2022.

A Tabela 2, mostra os valores médios da acidez e pH para as 2 variedades de cajás. Ao comparar os resultados obtidos da Tabela 2 com os da literatura, verificou-se diferenças em relação aos valores de pH relatados para o fruto. Mattietto, Lopes e Menezes (2010) encontraram valor de pH igual a 2,53. Silvino, Silva e Santos (2017) encontraram valor para pH de 1,45. Guimarães et al. (2020) obtiveram valor de pH 2,90. Enquanto, Silva, Silva e Zuniga (2022) relataram pH no valor de 3,23. Para o cajá-manga, os dados também tiveram divergências, Lopes et al. (2020) encontraram valor de pH igual a 3,38. No entanto, Damiani et al. (2011) encontraram valor de pH 2,70. Valores estes, que estão abaixo dos encontrados no presente estudo. Diante dos dados, supostos fatores relacionados ao clima, tipos de solos, estágio de

maturação e sazonalidade regional podem justificar as diferenças entre as medidas do cajá e cajá-manga com os dados da literatura (SILVA, 2020). No entanto, é importante salientar que o valor de pH está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, considerando que existe apenas um valor mínimo de pH 2,2 e que não há um valor máximo definido (BRASIL, 2000). Guimarães et al. (2020) encontraram um valor de acidez de 15,41, divergindo do valor encontrado no presente trabalho de 43,94 para o cajá-manga. No que diz respeito aos valores de acidez, os mesmos podem estar relacionados ao estágio de maturação dos frutos, um fator considerado importante para este tipo de quantificação, podendo induzir nos resultados da análise (SALGADO; GUERRA; MELO FILHO, 1999).

Tabela 3 - Valores da umidade para o cajá e cajá-manga

Fruto	Umidade %	CV %
Cajá	79,12 ± 0,18*	0,22
Cajá-manga	28,98 ± 0,35*	1,21

* = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. Fonte: RODRIGUES, 2022

Os valores de umidade encontrados para o cajá e cajá-manga no presente estudo foram 79,12%, e 28,98 %, respectivamente. Mattietto, Lopes e Menezes (2010) e Silva, Silva e Zuniga (2022) encontraram valor de umidade de 89 % para o cajá. Silvino, Silva e Santos (2017) obtiveram valor de 86,78%. O valor de umidade encontrado por

Guimarães et al. (2020) para cajá-manga foi de 85,10%, superior ao das amostras obtidas. Essa diferença no valor de umidade de cajá-manga com valor encontrado na literatura, pode acontecer devido ao método que foi empregado em cada análise e estágio de maturação do fruto.

Tabela 4 - Teor de cinzas para o cajá e cajá-manga

Fruto	Cinza %	CV%
Cajá	10,00 ± 4,31*	43,12
Cajá-manga	10,34 ± 4,20*	40,64

* = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. Fonte: RODRIGUES, 2022

Os resultados obtidos do teor de cinzas para o cajá e cajá-manga foram 10,00 % e 10,34 %, respectivamente. Ao comparar com os resultados da literatura, encontrou-se valores de 0,58 %, (MATTIETTO; LOPES; MENEZES, 2010), 2,62 % (SILVINO; SILVA; SANTOS, 2017) e 0,87 % (SILVA; SILVA; ZUNIGA, 2022). Guimarães et al. (2020) encontraram 0,89 % de teor de cinzas para o cajá-manga. É importante salientar que

devido ao ineditismo do presente estudo, não se encontrou valores na literatura que versem especificamente sobre as características físico-químicas do cajá e/ou cajá-manga do estado do Tocantins. Deste modo, estes dados possivelmente são os primeiros que tratam do cajá tocantinense. A Tabela 5 mostra os resultados para sólidos solúveis totais (°Brix) e rendimento de polpa

Tabela 5 - Valores obtidos para sólidos solúveis totais (°Brix) e rendimento de polpa para o cajá e cajá-manga

Fruto	Rendimento da polpa%	CV%	Brix%	CV%
Cajá	31,231±1,11*	3,54	18,78±0,72*	3,81
Cajá-manga	50,89±5,88*	11,55	13,62±1,74*	12,80

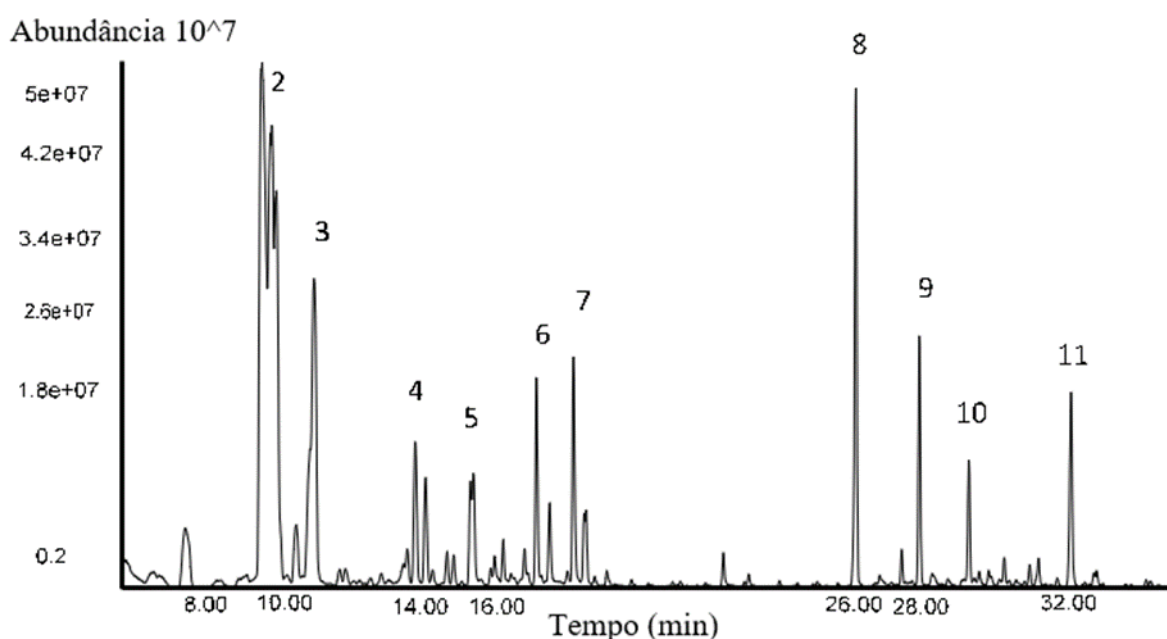
* = desvio padrão; CV = Coeficiente de variação. Fonte: RODRIGUES, 2022

Ao verificar-se os resultados obtidos na Tabela 5 com os resultados da literatura, observou-se uma diferença em relação aos relatados por outros pesquisadores, como Lira Júnior et al. (2005), que encontraram rendimento de polpa (Rp) com valor de 83,79% para cajá. No entanto, seu resultado de Brix (14,84%) para cajá-manga é bem semelhante ao presente trabalho encontrado (13,62%). Os resultados de Mattietto, Lopes e Menezes (2010) para cajá foram de 24,2% e de 10,09% para rendimento de polpa e °Brix, respectivamente. Essa diferença pode acontecer por vários motivos, um deles pode estar relacionado com o tamanho do fruto, que pode alterar o valor de Rp e °Brix, o

tamanho do fruto também varia de estado para estado e as condições do solo podem contribuir para o aumento ou diminuição do tamanho do fruto.

Compostos voláteis do cajá

Na caracterização dos compostos voláteis do cajá por HS-SPME/GC-MS, foram detectados 41 compostos pertencentes as classes químicas: hidrocarbonetos, ácidos, ésteres e terpenos. Dentre os 41 compostos detectados, 9 compostos foram identificados. O cromatograma obtido encontra-se na Figura 1. Todos os voláteis detectados com suas respectivas identificações e áreas percentuais estão relacionados na Tabela 6.



(1) β -Myrcene; (2) Éster etílico do ácido hexanóico; (3) 1-metileno-4-(1-metiletenil), ciclohexano; (4) éster metílico do ácido benzoico; (5) linalol; (6) éster etílico do ácido benzoico; (7) dodecano; (8) α -copaeno; (9) cariofileno; (10) humuleno e (11) α -muuroleno.

Figura 1 - Cromatograma com os compostos voláteis do cajá (*Spondias mombin* L) empregando HS-SPME-GC/MS; fibra SPME 100 μ m de filme polidimetilsiloxano – PDMS.

Dentre os voláteis detectados, têm-se 11 compostos majoritários por possuírem maior abundância ou área percentual relativa superior a 1%, sendo eles: β -mirceno (17,63%); éster etílico do ácido hexanóico (22,14%); 1-metileno-4-(1-metiletenil), ciclohexano (9,95%); éster metílico do ácido benzoico (11,20%); linalol (2,02%); éster etílico do ácido benzoico (2,83%); dodecano (1,74%); α -copaeno (6,26%); cariofileno (2,92%);

humuleno (2,23%) e α -muuroleno (1,02%). Em um trabalho realizado com polpa de cajá (NARAIN et al., 2004), os principais constituintes da classe ésteres foram diferentes, representados benzoato de butila (14,8%) e acetato de citronela (10,8%). Os voláteis das frutas taperebá e cajá também foram estudados por Ceva-Antunes et al. (2003), em que as classes predominantes em ambas frutas foram hidrocarbonetos terpênicos; o (E) cariofileno

(18,7%) foi o principal composto em taperebá, e o mirceno (41,1%) foi o majoritário no cajá. Entre os ésteres, os mais abundantes foram butirato de etila (10,0%) e hexanoato de etila (7,0%) em taperebá e hexanoato de etila (4,9%) e butirato de butila

(3,9%) no cajá. Os compostos linalol, β -mirceno e cariofileno identificados no cajá no presente trabalho, também foram identificados no cajá, localizado na região de João Pessoa-Paraíba por Narain et al. (2004).

Tabela 6 - Compostos voláteis do cajá empregando HS-SPME-GC/MS (continua)

Composto	Fórmula molecular	Tr (min)	IRL	IRL Nist	Área (%)	IDE
Fenil- metoxi- oxime	C8H9NO2	6.505	910	1301	0,269	*
Éster metílico do ácido 12,15-Octadecadinóico	C19H30O2	8.372	962		0.415	*
1-Isopropenil-3-propenilciclopentano	C10H16	9.101	982	1104	0.648	*
β -Mirceno	C10H16	9.546	994	981	17.63	Ide.
Éster etílico do ácido hexanoico	C8H16O2	9.797	1001	925	22,14	Ide.
1-Metileno-4-(1-metiletetil)- ciclohexano	C10H16	11.000	1030		9.95	*
3-Careno	C10H16	11.883	1050	1005	0.74	*
1-Cloro-5-metil- hexano	C7H15Cl	12.274	1059		0.14	*
y-Clorobutirofenona	C10H11ClO	12.577	1066		0.14	*
3-Trifluoroacetoxipentadecano	C17H31F3O2	12.883	1073		0.25	*
4-Etil-1,2-dimetil, benzeno	C10H14	13.095	1078		0.16	*
1-Metil-4-(1-metiletetil), benzeno	C10H12	13.604	1090	1070	0.10	*
Éster metílico do ácido benzoico	C8H8O2	13.836	1094	1084	11.20	Ide
Linalol	C10H18O	14.124	1102	1082	2.02	Ide
1,2,4,5-Tetrametil, benzeno	C10H14	14.722	1115		0.54	*
Éster butílico, 3-hidroxi do ácido butanoico	C8H16O3	15.437	1131	1080	3.14	*
Isopulegol	C10H18O	16.056	1144		0.77	*
Éster etílico do ácido benzoico	C9H10O2	17.230	1171	1143	2.83	Ide
Éster butílico, ácido hexanóico	C10H20O2	18.268	1194	1176	3.44	*
Dodecano	C12H26	18.592	1201		1.74	*
Trifluoroacetoxidodecano	C14H25F3O2	19.210	1215		0.35	*
5,9-Dimetil, 4,8-decadienal	C12H20O	19.893	1230		0.13	*
Z, Z, Z-1,4,6,9- Nonadecatetraeno	C19H32	21.044	1256		0.08	*
Pentametil, benzeno	C11H16	21.968	1277	1265	0.10	*
2-metil, naftaleno	C11H10	22.467	1288		0.52	*
Biciclo[4.4.1]undeca-1,3,5,7,9-pentaeno	C11H10	23.175	1304		0.31	*
2-Hidroxi, ácido tetradecanoico	C14H28O3	24.037	1324	1348	0.11	*
β -Copaeno	C15H24	25.100	1349	1598	0.18	*
α -Ylangeno	C15H24	25.677	1363		0.06	*
α -Copaeno	C15H24	26.170	1373		6.26	*
Éster 2-butílico do ácido octanóico	C12H24O2	26.856	1390	1510	0.41	*
β -Longipineno	C15H24	27.459	1404	1402	0.65	*
1,3-Dimetil, naftaleno	C12H12	27.737	1411		0.10	*

(continuação)

Tabela 6 - Compostos voláteis do cajá empregando HS-SPME-GC/MS (continuação).

Composto	Fórmula molecular	Tr (min)	IRL	IRL Nist	Área (%)	IDE
Cariofileno	C15H24	27.952	1417	1421	2.92	Ide
β -Ylangeno	C15H24	28.328	1426		0.48	*
β -Guaieno	C15H24	28.761	1437	1483	0.23	*
Humuleno	C15H24	29.341	1451	1453	2.23	Ide
(E)-Éster etílico, 3-fenil do ácido 2-propenoico	C11H10O2	29.906	1465	1476	0.38	Ide
α -Muurolene	C15H24	31.287	1499		1.02	Ide
4-Isopropil-6-metil-1-metileno-1,2,3,4-tetrahidronaftaleno	C15H20	32.894	1540		0.67	*
Éster undecil butílico do ácido ftálico	C23H36O4	44.641	1880		0.07	*

* = Tr= tempo de retenção; IRL= índice de retenção linear calculado; IRL NIST= índice de retenção de referência; área (%) = área correspondente ao sinal analítico; IDE= compostos identificados.

O linalol (3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol) é um monoterpene acíclico, sendo encontrado em diversos óleos essenciais como composto majoritário presente em inúmeras espécies de plantas aromáticas, que apresenta seu ponto de ebulição a 199 °C e grande solubilidade em água. Além disso, este composto volátil vem sendo bastante usado pela medicina, no tratamento de hipertensão e casos de ansiedade por ter atividades biológicas que atuam no sistema cardiovascular e no controle da pressão arterial (CAMARGO; VASCONCELOS, 2014). O linalol é um composto com forte potencial para possivelmente se tornar medicamento na redução da hipertensão e potencial uso no controle da dor, seja crônica, inflamatória ou neuropática, tornando-o agente de uso no combate contra micro-organismos. Estudos mostraram o gigantesco potencial do linalol para uso na terapia anticâncer, de modo a prover uma possibilidade futura contra os tumores (CAMARGO; VASCONCELOS, 2014). O composto β -cariofileno é um sesquiterpene majoritário encontrado em óleos essenciais de plantas tais como, *Azadiracta indica* (DASTAN et al., 2010) e *Eugenia dysenterica*, possuindo atividade antifúngica, empregado no combate contra doenças infecto contagiosas, como a candidíase e meningite fúngica (COSTA et al., 2000). Ele também apresenta atividade analgésica local empregado no alívio de dor dentária (GHELARDINI et al., 2001). Os compostos humuleno e trans-cariofileno são também sesquiterpenos encontrados nos extratos de plantas e em seus óleos essenciais. Tais compostos, apresentam atividades anti-inflamatória e antialérgica comprovadamente em camundongos e ratos. (FERNANDES et al., 2007). Estes compostos são considerados agentes potenciais usados na redução ou incidência de câncer em

humanos (ZHENG et al., 1992).

CONCLUSÕES

Os frutos apresentaram uma variabilidade de diâmetro maior, comprimento e peso por abranger variedades distintas de cajá. Pode-se também, observar algumas divergências nos resultados obtidos devido ao estágio de maturação, tamanho e clima da região de Aragoínas. Através das análises por HS-SPME/GC-MS, foi possível identificar os compostos voláteis do cajá em que foram detectados 41 compostos pertencentes as classes químicas: hidrocarbonetos, ácidos, ésteres e terpenos. Dentre os 41 compostos detectados, 9 compostos foram identificados. Entre esses 9 compostos identificados, têm-se o destaque para 3 compostos majoritários que são: linalol, β -mirceno e humuleno, que têm propriedades antioxidantes, anticâncer, antifúngica e analgésica, sendo ainda os responsáveis pelo aroma característico do fruto..

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e ao laboratório de cromatografia (LABCROM) do curso de química-licenciatura onde efetivamente o trabalho foi desenvolvido..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists: edited Ig W. Horwitz 16° ed. Washington, 1997. 850 p.
- Brasil (2000). Instrução normativa no 01, de 7 de janeiro de 2000. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. DOU, 10/01/2000.

- Braga R. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 4. ed. Fortaleza: Ed. Universitária, UFRN, 1960. 540 p.
- Carvalho JEU, Nazaré RFR, Nascimento WMO. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. Revista Brasileira de Fruticultura, v.25, n.2, p.326-328, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200036>
- Camargo SB, Vasconcelos DFSA. Atividades biológicas de Linalol: conceitos atuais e possibilidades futuras deste monoterpeno. Revista de Ciências Médicas e Biológicas, v.13, n.3, p.381-387, 2014.
- Ceva-Antunes PMN, Bizzo HR, Alves SM, Antunes OAC. Analysis of volatile compounds of taperebá (*Spondias mombin* L.) and cajá (*Spondias mombin* L.) by simultaneous distillation and extraction (SDE) and solid phase microextraction (SPME). Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.51, n.5, p.1387-1392, 2003. <https://doi.org/10.1021/jf025873m>
- Chaves Neto JR, Melo Silva S. Caracterização física e físico-química de frutos de *Spondias dulcis* Parkinson de diferentes microrregiões do Estado da Paraíba. Colloquium Agrariae, v.15, n.2, p.18-28, 2019. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n2.a281>
- Croat TB. A Case for selection for deayed fruit maturation in *Spondias* (Anacardiaceae). Biotropica, v.6, n.2, p.135-137, 1974.
- Costa TR, Fernandes OFL, Santos SC, Oliveira CMA, Lião LM, Ferri PH, Paula JR, Ferreira HD, Sales BHN, Silva MRR. Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. Journal of Ethnopharmacology, v.72, n.1-2, p.111-117, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00214-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00214-2)
- Damiani C, Silva FA, Amorim CCM, Silva STP, Bastos IM, Asquieri ER, Vera R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.13, n.3, p.301-309, 2011.
- Dastan D, Pezhmanmehr M, Askari N, Ebrahimi SN, Hadian J. Essential oil compositions of the leaves of *Azadirachta indica* A. Juss from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plants, v.13, n.3, p.357-361, 2010. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2010.10643835>
- Fernandes ES, Passos GF, Medeiros R, Cunha FM, Ferreira J, Campos MM, Pianowski LF, Calixto JB. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. European Journal of Pharmacology, v.569 p.228-236, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ejph.2006.09.032>
- Forzza RC (Org). Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico, 2010.
- Guimarães ARD, Leão KV, Mapeli AM, Schneider LC. Caracterização física e química de frutos da cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson). Brazilian Journal of Development, v.6, n. 2, p.6693-6701, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-100achom>
- Ghelardini C, Galeotti N, Mannelli LDC, Mazzanti G, Bartolini B. Place anaesthetic activity of beta caryophyllene. II Farmaco, v.56 n.5-7 p.387-389, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0014-827X\(01\)01092-8](https://doi.org/10.1016/S0014-827X(01)01092-8)
- Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 4 ed. 1020p. 2008.
- Lopes YMS, Souza SHS, Silva JS, Amador ES, Sousa DDF, Junior ENM. Elaboração, caracterização físico-química e microbiológica de bebida alcoólica fermentada de cajarana (*Spondias dulcis*). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v.14, n.1, p.3178-3190, 2020. <https://doi.org/10.3895/rbta.v14n1.8864>
- Lira Júnior JS, Musser RS, Melo EA, Maciel MIS, Lederman IE, Santos VF. Caracterização físico e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias* spp). Ciências e Tecnologia de Alimentos, v.25, n.4, p.757-761, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400021>
- Mattietto RA, Lopes AS, Menezes HC. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. Brazilian Journal of Food Technology, v.13, n.3, p.156-164, 2010. <https://doi.org/10.4260/BJFT2010130300021>
- Narain N, Almeida JN, Galvão MS, Madruga MS, Brito ES. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma flavicarpa) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de headspace dinâmico. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, n.2, p.212-216, 2004.
- Salgado SM, Guerra NB, Melo Filho AB. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. Revista de Nutrição, v.12, n.3, p.303-308, 1999. <https://doi.org/10.1590/S1415-52731999000300009>
- Silva LS, Silva FS, Zuniga ADG. Caracterização físico química e colorimétrica das polpas de cacau (*Theobroma cacao*) e cajá (*Spondias mombin*). Research, Society and Development, v.11, n.1, p.1-10, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24740>
- Silva EF, Batista EM, Almeida EJN, Lemos LMR. Caracterização física, físico-química e centesimal do fruto de jacobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* mart.). Revista Verde, v. 15, n.2, p.139-145, 2020. <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i2.6992>
- Silvino RCAS, Silva GCT, Santos OV. Qualidade nutricional e parâmetros morfológicos do fruto cajá (*Spondias mombin* L.). Revista Desafios, v.04, n.02, p.3-11, 2017. <https://doi.org/10.20873/ufv.2359-3652.2017v4n2p3>
- Soares EB, Gomes RLF, Carneiro JGM, Nascimento FN, Silva ICV, Costa JCL. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.3, p.518-519, 2006.
- Souza FX, Bleicher E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus- CE. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.3, p.790-792, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000300059>
- Souza FX. Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodí, Ceará. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- Silva GA, Brito NJN, Santos ECG, Lópes JA, Almeida MG. Gênero *Spondias*: Aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. BioFar, v.10, n.01, 2014.
- Siqueira APS, Vasconcelos LHC, Vendruscolo EP, Custódio BSS, Costa DP, Faria TC, Seleguini A. Climatization for scheduled ripening of caja-manga. African Journal of Agricultural Research, v.12, p.424-428, 2017.
<https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11565>
- Sacramento CK, Souza FX. de. Cajá (*Spondias mombin* L.). Jaboticabal: Funep, (Série Frutas Nativas, 4), p.42, 2000.
- Zheng GQ, Kenny PM, Lam LKT. Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents. Journal of Natural Products, v.55 n.7 p.999-1003, 1992. <https://doi.org/10.1021/np50085a029>