

Avaliação do potencial físico-químico e perfil volátil do cajuí (*anacardium spp*) do cerrado tocantinense

Evaluation of the physico-chemical potential and volatile profile of cashew (*anacardium spp*) in the cerrado tocantinense

Evaluación del potencial físico-químico y perfil volátil del anacardo (*anacardium spp*) en el cerrado tocantinense

Recebido: 14/02/2022 | Revisado: 28/02/2022 | Aceito: 01/03/2022 | Publicado: 10/03/2022

Walmor Junior Oliveira Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2529-9574>
Universidade Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: walmor125@gmail.com

Magale Karine Diel Rambo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2529-9574>
Universidade Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: magalerambo@uft.edu.br

Patrícia Silva Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3185-2989>
Universidade Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: patricia.pires@mail.uft.edu.br

Edenilson dos Santos Niculau

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0326-5795>
Universidade Federal do Norte do Tocantins, Brasil
E-mail: enicolau@uft.edu.br

Flamys Lena do Nascimento Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8284-8608>
Universidade Federal do Norte do Tocantins, Brasil
E-mail: flsilva@mial.uft.edu.br

Michele Cristiane Diel Rambo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5329-4933>
Instituto Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: michele.rambo@ifto.edu.br

Resumo

O cajuí é um fruto originado do cajuzeiro (*Anacardium spp*), uma planta pertencente à família Anacardiaceae nativa da região nordeste do Brasil que pode ser encontrada também nas regiões norte e centro-oeste. O cajuí possui menor tamanho quando comparado com o caju (*Anacardium occidentale*) e ambos são encontrados predominantemente no ecossistema do cerrado. O cajuí é muito apreciado na culinária na sua forma in natura e como sucos, licores, sorvetes e geleias, e muito utilizado na fabricação de cosméticos, além de ser de essencial importância para economia tocantinense, sendo comercializado nos supermercados e feiras locais. Este trabalho teve como objetivo a caracterização física, físico-química e volátil do cajuí do campus Araguaína da UFT. A parte experimental do trabalho foi desenvolvido no laboratório de cromatografia (LABCROMA) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus de Araguaína, unidade Cimba, durante o período de agosto a novembro de 2018. Durante os meses de agosto, setembro, outubro e novembro os frutos pertencentes a quatro cajuzeiros do Campus foram colhidos e congelados para análises posteriores. Os cajuís foram analisados segundo as seguintes características: dimensões físicas (comprimento e diâmetro maior), peso (fruto inteiro com castanha), pH, acidez total titulável (ATT), cinzas, umidade e perfil volátil. Os resultados obtidos mostraram que a fruta estudada na UFT tem suas especificidades quanto as propriedades físico-químicas e aromáticas, indicando diferenças marcantes entre o cajuí e caju quanto ao perfil químico volátil e quanto as dimensões de tamanho e peso entre os cajuís de diferentes cajuzeiros.

Palavras-chave: Cajuí; pH; ATT; Voláteis.

Abstract

The “cajuí” is a fruit originated from the “cajuzeiro” (*Anacardium spp*), a plant belonging to the family Anacardiaceae native to the northeastern region of Brazil, which can also be found in the north and center-west areas. Cashew is smaller compared to cashew (*Anacardium occidentale*) and both are found predominantly in the “cerrado” ecosystem. The “cajuí” is much appreciated in the cuisine in its form, juices, liqueurs, ice cream and jellies, and much used in the manufacture of cosmetics, besides being essential for the economy of Tocantins, being marketed in

supermarkets and local fairs. This work aimed at the physical, chemical-chemical and volatile Araguaína “cajuí”. From the last year, the Federal University of Tocantins (UFT), Araguaína campus, Cimba unit, during the period from August 2017 to November 2018. During the months of August, September, October and November 2018, the four Campus cashew nuts were collected and frozen for further analysis. The cashews were the following figures: complete physical weight, weight, total titratable acidity (ATT), ash, moisture and volatile profile. The results have shown that the fruit studied in the UFT has its physical-chemical and aromatic properties, indicating differences between the cashew and the volatile chemical volume and the dimensions of size and weight among the cashew nuts of the different cashew trees.

Keywords: Cashew; pH; ATT; Volatile.

Resumen

El anacardo es un fruto originario del anacardo (*Anacardium spp*), una planta perteneciente a la familia Anacardiaceae originaria de la región noreste de Brasil que también se puede encontrar en las regiones norte y centro-oeste. El anacardo es de menor tamaño en comparación con el marañón (*Anacardium occidentale*) y ambos se encuentran predominantemente en el ecosistema del Cerrado. El marañón es muy apreciado en la cocina en su forma fresca y como jugos, licores, helados y jaleas, y es ampliamente utilizado en la fabricación de cosméticos, además de ser de importancia fundamental para la economía de Tocantins, siendo vendido en supermercados y locales. El objetivo de este trabajo fue la caracterización física, fisicoquímica y volátil del marañón del campus Araguaína de la UFT. La parte experimental del trabajo se realizó en el laboratorio de cromatografía (LABCROMA) de la Universidad Federal de Tocantins (UFT), campus Araguaína, unidad Cimba, durante el período de agosto a noviembre de 2018. Durante los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre se cosecharon y congelaron los frutos pertenecientes a cuatro anacardos del Campus para su posterior análisis. Los anacardos se analizaron de acuerdo con las siguientes características: dimensiones físicas (largo y diámetro mayor), peso (fruto entero con nuez), pH, acidez titulable total (TTA), cenizas, humedad y perfil de volátiles. Los resultados obtenidos mostraron que el fruto estudiado en la UFT tiene sus especificidades en cuanto a propiedades fisicoquímicas y aromáticas, indicando marcadas diferencias entre marañón y marañón en cuanto al perfil químico volátil y en cuanto a dimensiones de tamaño y peso entre anacardos de diferentes árboles de marañón.

Palabras clave: Anacardo; pH; ATT; Volátil.

1. Introdução

O cajuí (*Anacardium spp.*) uma variedade do caju (*Anacardium occidentale*) é o fruto originado do cajuzeiro, encontrado principalmente em regiões onde predomina a vegetação do Cerrado. O cajuí divide-se em fruto e pseudofruto, o primeiro tem uma coloração cinza, formato de meia-lua e corpo seco, já o pseudofruto tem coloração que varia do amarelo ao vermelho, formato arredondado e corpo carnoso e succulento. O cajuzeiro é uma árvore nativa das regiões da América Central e Sul (Barros, 1994).

Segundo Lima, et al., (1988) descreveram 19 espécies de *Anacardium*, no qual classificaram como cajuí as seguintes espécies: *A. humile*, *A. amilcarianum*, *A. corimbosum*, *A. giganteum*, *A. microcarpum*, *A. nanum* e *A. pumilum*. Nos estudos feitos sobre *Anacardium* encontrado no estado do Tocantins, identificou-se principalmente duas espécies: *Anacardium occidentale* e *Anacardium humile*. O *Anacardium occidentale* é conhecido popularmente como caju-de-árvore-do-cerrado, cajuí, cajuzinho, já o *Anacardium humile* é denominado de caju-do-campo, caju-do-cerrado, cajuí, cajuzinho-do-cerrado, cajuzinho-do-mato, caju-anão, caju-mirim (Agostini-Costa, et al., 2016).

O cajuí, em todas as espécies de *Anacardium*, diferencia-se do caju pelo seu tamanho, enquanto o primeiro tem grandezas físicas pequenas (comprimento médio da fruta de 35,05 mm) o segundo possui tamanhos maiores (comprimento médio da fruta de 99,00 mm). Uma segunda forma de classificação é dada pela indústria processadora da castanha de caju, que define como cajuí, aquele cujo peso médio da castanha é igual ou inferior a 3,3 g, como mostra a Figura 1 (Carbajal & Silva Júnior, 2003).

Figura 1. Foto do caju (esquerda) e cajuí (direita) coletados do Campus Cimba-UFT medidos por paquímetro.



Fonte: Autores.

O pseudofruto do cajuí é resultado do desenvolvimento do pedúnculo da flor na parte carnosa da fruta, enquanto a castanha é o fruto verdadeiro derivado do desenvolvimento dos ovários das flores. Atualmente, o termo pseudofruto está sendo substituído por fruto acessório, apreciada na forma in natura ou processado como sucos, licores, doces, sorvetes e em pratos típicos. Isto fez do cajuí uma das frutas mais populares da região norte do Brasil (Agostini-Costa, et al., 2016).

Quanto a constituição nutricional, o cajuí apresenta elevados teores de açúcares, proteínas (possuindo 14 aminoácidos diferentes), vitaminas (a mais abundante a vitamina C com média de 185,39 mg/100g) e sais minerais (os principais são cálcio ferro e fósforo), que contribuem para maior procura e consumo pela população (Rufino, 2004).

O cajuí possui um papel de destaque pela comercialização da sua amêndoa, depois de torrada, e do seu pseudofruto in natura ou processado. O comércio deste fruto gera uma renda familiar para as comunidades que residem na região do Cerrado Brasileiro, um grande exemplo deste fato é a comercialização do caju e cajuí nas feiras tocantinenses (Rufino, et al., 2007). No entanto, a castanha do cajuí não é aproveitada pelas grandes indústrias devido ao seu tamanho reduzido e por utilizarem processo mecânico de descarte. Mesmo em pequenas indústrias que utilizam processos manuais, não se beneficiam das castanhas com peso inferior a 5 g (Rufino, et al., 2008).

O presente trabalho teve por objetivo estudar a caracterização físico-química e cromatográfica do cajuí (*Anacardium occidentale*) existente no Cerrado Tocantinense. O cerrado é a vegetação predominante no território tocantinense com 91% de toda sua extensão (Sano, et al., 2008).

2. Metodologia

2.1 Coleta de amostras

As 74 unidades de cajuí maduros foram colhidos manualmente de dois cajuzeiros situados no Campus Cimba da Universidade Federal do Tocantins em Araguaína, no período vespertino entre os meses de agosto a novembro de 2018. Após a coleta, os cajuí foram levados para o laboratório de cromatografia do curso de licenciatura de química (LABCROMA), em seguida lavados em água corrente e depois guardados em sacos plásticos transparentes, devidamente identificados, e armazenados em freezer a -9 °C para análises posteriores.

2.2 Métodos de análises

As análises dos cajuís foram realizadas de acordo com as normas padrões de análises físico-químicas segundo o Instituto Adolfo Lutz, (2008). Dentre estas, foram realizadas medidas de: peso, tamanho, acidez total titulável, determinação de pH, cinzas, umidade, além das análises cromatográficas.

2.3 Medidas físicas

Logo após a coleta, foram feitas as medidas de: altura com e sem o fruto (a castanha do cajuí), diâmetro máximo (largura) e peso. Para isto, utilizou-se um paquímetro (marca INSIZE, modelo 1219-150-Vernier Capiler With Titanium Plated Beam 0-150 x 0.05 mm/0-6 x 1/128'') e balança de precisão analítica (SHIMADZU, capacidade máxima de 220 g e mínima de 10 mg).

2.4 Umidade

Inicialmente, os cajuís foram cortados em pequenos pedaços com o auxílio de uma lâmina bisturi, e posteriormente pesou-se cerca de 2 g de amostras em balança analítica. Após serem pesados foram transferidos para placa de petri e levados para a estufa MedClave, modelo 3, onde foi mantida sob temperatura de 70 °C durante 24 horas. Depois disso, a amostra foi levada para o dessecador, onde permaneceu até ser resfriada e em seguida pesada novamente em balança analítica. Tais condições de temperaturas e tempo foram otimizadas em laboratório até obtenção de peso constante das amostras.

2.5 Cinzas

Os cajuís foram cortados em pequenos pedaços com o auxílio de uma lâmina bisturi, e posteriormente pesou-se 5 g de amostra utilizando uma balança analítica. Após serem pesados foram transferidos para um cadinho de porcelana e levados para a mufla, onde foi mantida sob temperatura de 550 °C durante 7 horas. Depois disso, a amostra foi levada para o dessecador, onde permaneceu até ser resfriada e em seguida pesada novamente em balança analítica. Tais condições de temperaturas e tempo foram otimizadas em laboratório até obtenção de peso constante das amostras.

2.6 Acidez total titulável

A determinação da acidez titulável do cajuí foi realizada pela titulação com uma solução padrão de Hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

2.6.1 Preparo e padronização de solução Hidróxido de sódio 0,1 mol/L

Para ser feito a determinação de acidez titulável foram padronizados a solução de hidróxido de sódio (NaOH) com ácido clorídrico (HCl) sendo esta padronizada com carbonato de sódio (NaCO₃). Para isso, pesou-se aproximadamente 0,5 g de carbonato de sódio em uma balança analítica (esta massa serviu para fazer três amostras), e em seguida foi transferido para a estufa a temperatura de 100 °C durante meia hora, isto foi realizado para diminuir a porcentagem de água no sólido. Logo após, o sal foi colocado em dessecador até resfriar, após esta etapa pesou-se 0,105 g de carbonato de sódio, seco previamente em estufa, esta massa foi transferida para um erlenmeyer de 250 mL e adicionou-se 10 ml de água destilada, a solução foi mantida sob agitação até a solução torna-se totalmente solubilizada. Posteriormente, foi preparada a solução de ácido clorídrico a 0,1 mol/L, para isso pipetou-se 0,83 ml de ácido clorídrico concentrado 12,08 mol/L e foi transferido para um balão volumétrico de 100 ml, e seguidamente adicionou-se água destilada até o menisco, a solução foi agitada até a homogeneização. Com as duas soluções preparadas foi possível realizar a padronização do ácido clorídrico, para isso preencheu-se a bureta de 100 ml

com ácido clorídrico e titulou-se a solução de 10 ml carbonato de sódio usando indicador alaranjado de metila até uma coloração amarelada, essa titulação do carbonato foi realizada em triplicata.

Depois disto, foi preparado a solução de hidróxido de sódio, no qual pesou-se 1,00 g da base e transferiu-se para um balão volumétrico de 250 ml, logo depois adicionou-se água destilada até o menisco e foi mantida sobre agitação até a homogeneização. Depois para a padronização do hidróxido de sódio preencheu-se a bureta com a base e pipetou-se 10 ml de ácido clorídrico empregando o indicador fenolftaleína (5%) que foi adicionado em um erlenmeyer de 250 ml. Posteriormente, iniciou-se a titulação até uma coloração rósea.

2.6.2 Titulação do extrato do cajú

Primeiramente, retirou-se a castanha do cajú, sendo que somente o pseudofruto foi usado para determinação da acidez titulável. Foi transferido cerca de seis unidades do pseudofruto para um liquidificador, depois de processado a amostra passou por uma peneira de plástico e o extrato obtido foi reservado. Em seguida, pipetou-se 10 ml do extrato do cajú e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, logo após acrescentou-se 100 ml de água destilada e 0,3 ml do indicador fenolftaleína. Depois encheu-se a bureta de 100 mL com solução padronizada de Hidróxido de sódio 0,1 mol/L e titulou-se a amostra até obtenção de uma coloração rósea. Este experimento foi realizado em triplicata.

2.7 Determinação de pH

Primeiramente, retirou-se a castanha do cajú, sendo que somente o pseudofruto foi usado para determinação da acidez titulável. Foi transferido cerca de seis unidades do pseudofruto para um liquidificador, depois de processado a amostra passou por uma peneira de plástico e o extrato obtido foi separado. Em seguida, pipetou-se 10 ml do extrato do cajú e transferiu-se para um erlenmeyer de 250 mL, logo após acrescentou-se 100 ml de água destilada, posteriormente colocou-se os eletrodos do pHmetro (Thermo scientific, Orion Star A211) na solução de cajú e foi determinado valor do pH.

2.8 Análise cromatográfica do cajú

2.8.1 Extração por HS-SPME

No preparo da amostra, introduziu-se um cajú inteiro no vial de vidro de 15 mL com tampa de silicone, em seguida transferiu-se o recipiente para uma chapa aquecedora (IKA® C-MAG HS4) que foi mantida a uma temperatura de 50 °C durante 15 minutos, logo depois inseriu-se a fibra SPME (100 µm de filme polidimetilsiloxano - PDMS) ao vial e expôs-se a mesma ao headspace da amostra durante 15 minutos. Após este tempo, retrainu-se a fibra do recipiente, e imediatamente foi inserida no injetor do cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massa GC-MS (Agilent Technologies, 7890B GC System). Antes da análise da amostra foi feito um condicionamento e branco da fibra.

2.8.2 Cromatografia gasosa com detector de espectrometria de massas

A análise cromatográfica foi realizada em um cromatógrafo a gás (Agilent Technologies, 7890B GC System), para separação dos voláteis, acoplado a um espectrômetro de massas (Agilent Technologies 5977B MSD) para identificação dos compostos. As injeções foram manuais e a separação dos compostos voláteis foram feitas usando uma coluna HP-5MS 5% fenilmetilsiloxano com dimensões: 30 m x 250 µm x 0.25 µm. A programação do forno iniciou-se a 50 °C e permaneceu nesta temperatura por 2 minutos, depois foi aquecido a uma taxa de 6 °C/min até 170 °C, em seguida foi elevado a uma taxa de 25 °C/min até 270 °C permanecendo por 3 minutos nesta temperatura, totalizando 29 minutos o tempo da corrida analítica. A biblioteca NIST 2014 foi utilizada na identificação dos compostos voláteis.

2.8.3 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 da amostra. O padrão (1µL) foi injetado no GC-MS operando na programação descrita acima, e seus respectivos tempos de retenção foram usados como referência para calcular o LRI, juntamente o com os tempos de retenção da amostra. O LRI foi calculado de acordo com a Equação 1.

Equação 1

$$LRI = 100 * [(t_c - t_n / t_{n+1} - t_n) + n]$$

Onde:

LRI = índice de retenção linear;

t_c = tempo de retenção do composto de interesse;

t_{n+1} = tempo de retenção do hidrocarboneto posterior;

n = n° de carbonos do hidrocarboneto anterior.

Para confirmar a identificação e caracterização dos compostos voláteis, os valores calculados do LRI foram comparados aos valores da literatura contendo a coluna de mesma fase estacionária.

3. Resultados e Discussão

3.1 Dimensões do pedúnculo

Foram obtidas 37 medidas de cajuí (*Anacardium spp.*), sendo todos recolhidos do mesmo cajueiro. As medidas físicas que foram realizadas neste trabalho foram: comprimento do pedúnculo e diâmetro maior.

Os comprimentos dos pedúnculos dos cajuís, neste trabalho, oscilaram entre 16 a 23,8 mm com uma média de 20,12 mm. No trabalho de Rufino, et al., (2002), com 30 genótipos de cajuís oriundos da região Meio-Norte, observamos que os genótipos 10, 15 e 28 são semelhantes aos cajuís deste atual trabalho com relação a medida do comprimento do pedúnculo. Em nosso trabalho encontrou-se valor médio para o comprimento do pedúnculo do cajuí igual a 20,12 mm, já os valores médios do comprimento do pedúnculo do cajuí no trabalho de referência foram 21,28 mm, 21,14 mm e 21,75 mm, respectivamente. Ainda neste trabalho foi observado que dos 30 genótipos de cajuí somente dois deles (6 e 24 com comprimento de pedúnculo 5,78 mm e 16 mm, respectivamente) tiveram menor valor que os obtidos em nossa pesquisa, ou seja, o cajuí analisado em nosso trabalho é menor que o de referência. A média geral dos comprimentos dos pedúnculos dos 30 genótipos do trabalho de referência (29,33 mm) foi superior ao obtido para os 37 cajuís neste trabalho (20,12 mm). Trabalhando Rufino, (2004) com a qualidade e potencial de utilização de cajuí (*Anacardium spp.*) oriundo da vegetação litorânea do Piauí encontrou comprimento médio superior ao do nosso trabalho, o genótipo 5 com média de 24,32 mm foi o que mais se aproximou ao do presente trabalho 20,12 mm.

Ao comparar o cajuí estudado deste trabalho com o caju (*Anacardium occidentale*) observamos uma grande diferença de tamanho. Por exemplo, Silva, et al., (2009) estudaram as características física e química de 11 genótipos de caju e em seu trabalho obtiveram variação do comprimento médio do pedúnculo do caju entre 51 mm (genótipo 11) a 83,8 mm (genótipo 10), evidenciando a grande diferença de tamanho entre o caju e o cajuí estudado nesse trabalho.

No quesito tamanho do pseudofruto, os cajuís estudados no presente trabalho tiveram medidas muito inferiores ao dos autores citados que pesquisaram cajuí e caju.

Ao analisarmos as medidas do diâmetro maior observamos uma variação entre 21,8 a 28 mm e média de 24, 52 mm. Ainda no trabalho de Rufino, et al., (2002), observou-se variação parecida no diâmetro maior. Os genótipos similares são os de número 10, 14 e 18 com médias de 25,87 mm, 25,99 mm e 25,14 mm, respectivamente. Segundo (Rufino, 2004) encontrou

valores parecidos com o trabalho (Rufino, et al., 2002), em seu estudo com 24 genótipos de cajuís oriundo da vegetação litorânea do Piauí, o genótipo que mais se aproxima ao nosso trabalho é o de número 20 com média de diâmetro maior de aproximadamente 26 mm, Silva, et al., (2009) estudando a caracterização química e física de 11 genótipos de caju encontrou uma variação do diâmetro maior entre 36,4 e 57,4 mm, aqui mais uma vez é evidenciado a diferença de tamanho do caju e cajuí, quando comparamos os dados de Silva, et al., (2009) e os da nossa pesquisa (24,52mm).

3.2 Peso

Foram pesados 37 cajuís inteiros (pseudofruto + fruto) e destes obtivemos uma variação de 7,94 a 14,46 g, com média de 9,97 g.

A média dos pesos para os cajuís deste trabalho foi de 9,97 g, muito inferior a maioria dos resultados encontrado por Rufino, et al., (2002), porém os genótipos 12 e 13 tiveram médias de peso similares ao deste trabalho com 9,79 g e 9,95 g, respectivamente. Segundo (Rufino, 2004) estudando a qualidade e potencial de utilização do cajuí (*Anacardium spp.*) oriundo da vegetação litorânea do Piauí, encontrou uma variação do peso médio dos genótipos de cajuís de 14,86 a 46,91 g e média de 23,81 g, sendo que o valor mais aproximado ao deste trabalho é do genótipo 5 com média de 14,86 g. Contudo, todos os pesos médios encontrados por Rufino, (2004) são superiores ao encontrado neste trabalho.

As frutíferas nativas têm grande importância para o ecossistema do cerrado e para o estado, pois seus frutos são comercializados nas feiras e possuem grande aceitação por parte da população devido aos elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais, além de serem consumido nas formas in natura ou na forma de sucos, licores, sorvete e etc. Este papel de destaque das frutíferas encontra-se predominante no nordeste e norte do Brasil (Avidos & Ferreira, 2003).

Quando compara-se o caju e cajuí têm-se uma diferença muito grande em relação as medidas físicas. Segundo (Silva, et al., 2009) estudando 11 genótipos de caju encontrou uma variação de peso médio entre os genótipos de 53,18 a 162,64 g, quando compara-se ao peso médio deste trabalho (9,97 g) observamos uma diferença significativa.

Na análise do peso da castanha do cajuí foram pesados 11 indivíduos, no qual obtivemos uma variação de 1,24 a 2,5 g e média de 1,71 g. Segundo (Carbjal & Silva Júnior, 2003) a indústria processadora de castanha de caju classifica cajuí quando o peso médio da castanha é igual ou inferior a 3,3 g, de acordo com essa classificação pode-se considerar os frutos estudados como cajuí. Ainda sobre os frutos Rufino, (2004) encontrou uma variação superior ao desse trabalho os genótipos 4 e 18 foram o que mais se aproximaram com peso médio da castanha do presente trabalho com medidas de 1,86 g e 1,85 g, respectivamente. Observa-se que o autor encontrou todos os resultados superior ao deste trabalho.

3.3 Características físico-químicas

3.3.1 Acidez e pH

De um modo geral, os pedúnculos dos cajuzeiros analisados possuem uma acidez relativamente alta, avaliada a partir da Acidez total titulável (ATT) e pH, quando comparado com o caju. A metodologia de ATT e pH foram feitos em triplicata e ao final calculou-se a média, obtendo-se 0,8799 % e 3,65, respectivamente como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Dados obtidos das análises de pH e acidez total titulável do cajuí (*Anacardium spp.*).

	pH	Acidez total titulável (%)
Amostra 1	3,65	0,879
Amostra 2	3,61	0,879
Amostra 3	3,72	0,891
Média	3,65±0,05	0,8799 ± 0,006

Fonte: Autores.

Neste contexto, Rufino, et al., (2002) trabalhando com 30 genótipos de cajuí oriundo da região Meio-Norte, encontraram uma variação de 0,14 a 1,81 % para ATT, isso mostra que encontraram genótipos com valores inferiores e superiores, mas foi possível observar que um desses resultados se aproximou muito do nosso trabalho, que foi o genótipo 17 com ATT de 0,86 %. A média geral de todos os genótipos com 0,81 % também ficou bem próxima a média encontrada para nosso trabalho. Por isso, Rufino, et al., (2002) também fez a determinação do pH para os 30 genótipos de cajuís e encontraram uma variação de 2,73 a 5,29, demonstrando que houve valores de pH maior e menor ao deste trabalho. Os genótipos 17 e 22 foram os que mais se aproximaram ao desse trabalho com 3,48 e 3,81, respectivamente.

O autor Rufino, (2004) estudou os dados físico-químicos de 24 genótipos de cajuí da vegetação litorânea do Piauí e obteve uma variação da ATT de 0,17 a 1,98 %, mas podemos notar que o genótipo 21 com média de ATT 0,87 % foi o que mais se aproximou da média de ATT obtida no nosso estudo. Já referente ao pH Rufino, (2004) encontrou uma variação de 2,78 a 4,83, mas o genótipo 21 com pH de 3,59 foi o que mais se aproximou ao resultado deste trabalho (3,65). Isso mostra que tanto a ATT quanto o pH o genótipo 21 foi o que mais se aproximou do cajuí estudado de Araguaína.

Quando comparamos a ATT e pH do cajuí com o caju observamos que há uma diferença marcante. Segundo (Aguiar, 2001) estudando características de qualidade de acerola, caju e melão, encontrou uma variação de ATT para 9 clones de cajueiro de 0,27 a 0,46 %, mostrando que os valores deste autor são bem inferior à média encontrada para nosso cajuí (0,8799 %). Este mesmo autor determinou o pH dos pedúnculos dos 9 clones de cajueiros e obteve uma variação de 4,15 a 4,81, isso mostra que os clones de cajueiro estudado por esse autor é menos ácido do que os cajuís estudados neste trabalho, que teve média de pH de 3,65.

3.3.2 Umidade

Nesta etapa foram usadas 10 amostras de cajuís pertencente ao mesmo cajueiro, obtendo-se uma variação de umidade para essas amostras de 78,41 a 83,26 % e média de 80,76± 1,308 %.

Ao comparar a umidade do cajuí estudado neste atual trabalho com a do caju já estudado por outros autores, observamos que há uma pequena diferença. Segundo (Pinho, et al., 2011) estudando o aproveitamento do resíduo do pedúnculo do caju para a alimentação humana, encontrou umidade média do caju in natura igual 75,74 %, que foi um valor próximo, mas inferior ao encontrado em nosso trabalho, indicando que os teores de água no cajuí é bem maior que ao do caju. Em seu trabalho Ferreira, et al., (2004) com diferentes níveis de subproduto de caju, encontraram 74,6 % para a umidade do caju in natura, muito próximo ao estudo de (Pinho, et al., 2011). Já comparando com a umidade do nosso trabalho, observa-se que são valores próximos, mas a umidade do fruto estudado pelo Ferreira, et al., (2004) é inferior, inclusive o teor de água dos frutos estudados neste trabalho que são superiores ao do caju. Essa variação pode estar relacionada aos diferentes tipos de clima, solo e vegetação de cada região.

3.3.3 Cinzas

Para as análises de cinzas foram utilizadas 10 amostras de cajuí do mesmo cajuzeiro, obtendo-se uma variação de 0,26 a 0,43 % e média de $0,315 \pm 0,048\%$.

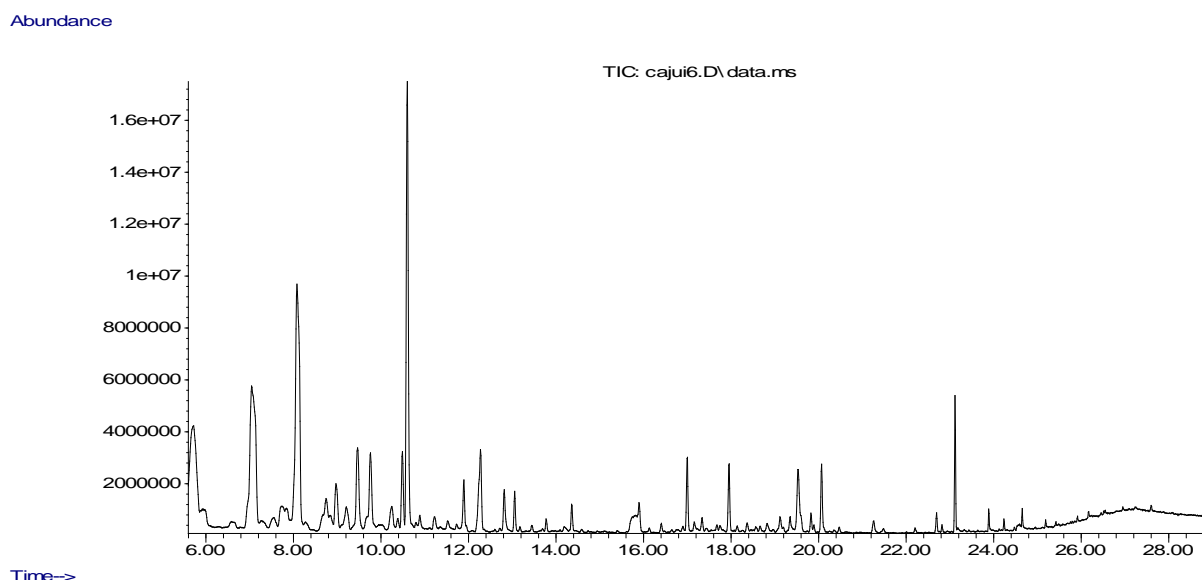
Em estudos feitos para definir o teor de cinzas do caju, Pinho, et al., (2011) estudou o aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju para alimentação humana, encontrando um teor de cinzas de 0,26 % mostrando-se próximo, mas inferior à média encontrada em nosso trabalho (0,31 %). Isso mostra que o fruto estudado neste trabalho tem mais resíduos inorgânicos que o caju estudado por outros autores.

O cajuzeiro, do qual a fruta cajuí é originária, é uma espécie pouca cultivada e encontra-se bastante vulnerável devido a exploração extrativista do ecossistema. Sua exploração é principalmente extrativista, ameaçada pelo uso inadequado do ecossistema (Gomes, et al., 2008).

3.4 Perfil volátil do cajuí

A partir das técnicas HS-SPME-GC-MS foram obtidos 39 compostos voláteis identificáveis, dos quais 19 são hidrocarbonetos, 9 aldeídos, 4 ésteres, 2 álcoois, 1 éter, 1 cetona, 1 fenol e 2 diversos. A Figura 2 mostra o cromatograma obtido de acordo com a metodologia proposta. E para efeito de comparação, o caju também foi analisado empregando as mesmas técnicas e condições de análise. Os compostos cariofileno, (E)-2-decenal, nonanal, decanal, hexadecanal e octanol foram observados no perfil químico volátil do cajuí e caju, como mostra os cromatogramas do cajuí e caju (Figuras 2 e 3), respectivamente.

Figura 2: Cromatograma do cajuí usando a técnica HS-PME-GCMS e fibra com filme 75µm Carboxen / polidimetilsiloxano.



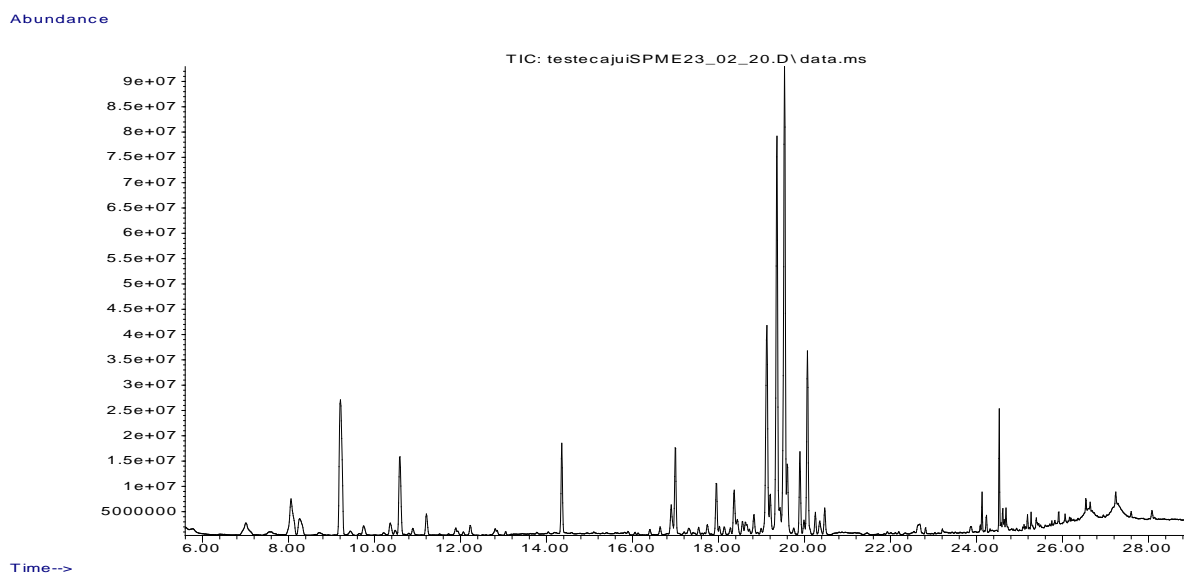
Fonte: Autores.

Dentre os compostos voláteis do cajuí os majoritários foram os seguintes: 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletênil)-[2R-(2 α ,4 α ,8 α)]- Naftaleno, alfa-copaene, β -Ocimene, (E)-2-decenal, nonanal, aromandendrene, hexadecanal, 1-octanol e benzoato de etila. Dentre estes observamos que o 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletênil)-[2R-(2 α ,4 α ,8 α)]- Naftaleno foi descrito pela primeira vez neste trabalho.

As Figuras 2 e 3 mostram os cromatogramas obtidos para as amostras de cajuís pertencentes ao mesmo cajuzeiro, neles é possível observar diferença entre os cromatogramas quanto as intensidades dos compostos voláteis detectados em

ambas amostras. Tal resultado é explicado pelo uso de fibras SPME com filmes diferentes. O cromatograma da Figura 2 foi obtido empregando uma fibra Carboxen/ polidimetilsiloxano de 75 µm (preta), esta fibra é utilizada para análise de voláteis a nível de traços. Já o cromatograma da Figura 3 foi obtido utilizando uma fibra polidimetilsiloxano de 100 µm de filme, esta é mais adequada para análises que visam a extração de compostos voláteis apolares e de baixo peso molecular.

Figura 3. Cromatograma do cajuí usando a técnica HS-PME-GCMS e fibra SPME com filme 100µm de polidimetilsiloxano (PDMS).



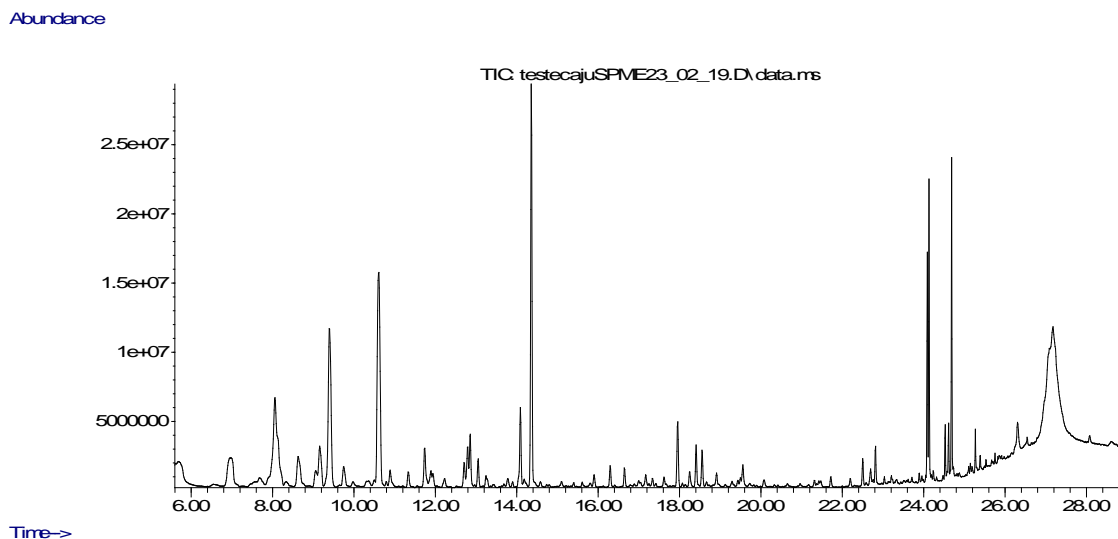
Fonte: Autores.

Os 39 compostos do cajuí foram identificados com o auxílio da biblioteca NIST e o índice de retenção linear calculado para cada composto volátil. A análise foi feita também com o caju do campus de Araguaína da UFT, onde observou-se a similaridade entre as duas frutas. Estas frutas são comercializadas na forma in natura e também como polpa, suco, sorvete e licores, demonstrado que são de essencial importância para o estado tocaninense (Pereira & Santos, 2015).

Neste contexto Sampaio, et al., (2014) em seu trabalho fizeram a comparação de 4 técnicas de isolamento dos voláteis do caju e foi possível identificar 181, dos quais 44 são ésteres, 20 terpenos, 19 álcoois, 17 hidrocarbonetos, 15 cetonas, 14 aldeídos e 9 ácidos, entre outros compostos. Na técnica de isolamento por micro extração em fase sólida headspace, obteve-se 62 voláteis do caju, no qual 20 são ésteres, 5 terpenos, 3 cetonas, 6 álcoois, 5 aldeídos, 6 ácidos carboxílicos, 5 lactonas, 2 hidrocarbonetos. Esta mesma técnica de extração HS-SPME foi utilizada no nosso trabalho para isolar os compostos voláteis do cajuí do campus de Araguaína.

Para efeitos de comparação, o perfil químico volátil do caju foi analisado nas mesmas condições experimentais que o cajuí, em que empregou-se a técnica de HS-SPME-GCMS utilizando a fibra SPME com filme 100 µm de polidimetilsiloxano (PDMS). O cromatograma obtido para o caju é apresentado na Figura 4.

Figura 4. Cromatograma do caju usando a técnica HS-PME com GCMS e fibra SPME com filme 100µm de polidimetilsiloxano (PDMS).

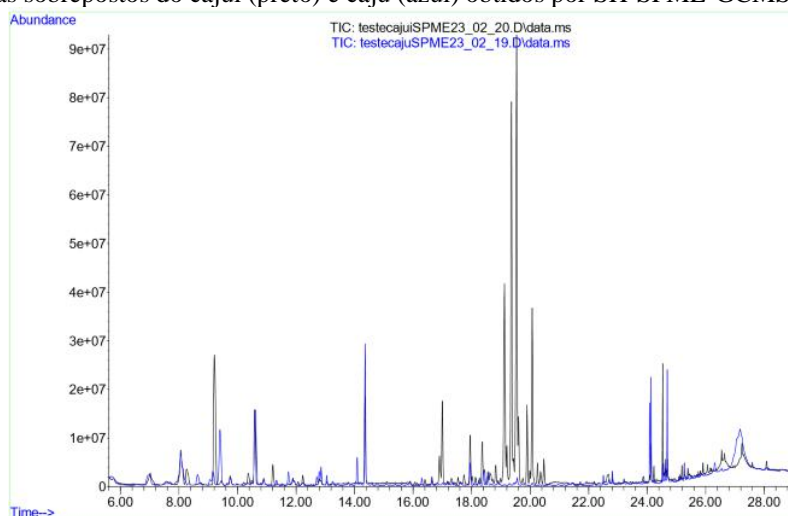


Fonte: Autores.

Já (Cardeal, et., 2005) estudaram quais eram os compostos voláteis químicos que constituíam o caju e seus derivados, para isso eles utilizaram uma metodologia muito eficiente que é a HS-SPME juntamente com a técnica analítica de GC-MS. No seu trabalho identificaram 18 compostos voláteis no suco de caju processado, no qual sete eram ésteres, quatro terpenos, três ácidos, dois furanos e uma cetona. Outros autores usando técnicas diferentes alcançaram resultados parecidos, mas sempre se diferenciavam pela quantidade de compostos voláteis encontrados, por exemplo, Macleod & Troconis, (1982) usando outro método para isolar os voláteis, identificaram 35 compostos, nos quais eram 14 hidrocarbonetos, 8 aldeídos, seis terpenos, três ésteres, dois álcoois e duas cetonas.

A Figura 5 mostra a sobreposição dos cromatogramas do caju e cajuí, para uma comparação entre os perfis voláteis das duas espécies, na qual foram utilizadas as mesmas técnicas de extração e separação.

Figura 5. Cromatogramas sobrepostos do cajuí (preto) e caju (azul) obtidos por SH-SPME-GCMS e fibra de PDMS.



Fonte: Autores.

Podemos observar a partir da sobreposição dos cromatogramas que as frutas têm perfis voláteis semelhantes, contudo as intensidades dos sinais são mais intensos no caju, ou seja, os voláteis apresentam maior valor percentual de área no caju. Os

compostos que são comuns ao caju e cajuí são: cariofileno, (E)-2-decenal, nonanal, decanal, hexadecanal e octanol. Pode-se com isso deduzir que tanto o cajuí como o caju maduros apresentam os mesmos compostos voláteis característicos do aroma, porém com intensidades relativas diferentes.

4. Considerações Finais

No presente trabalho, caracterizou-se físico-quimicamente e determinou-se o perfil volátil do cajuí (*Anacardium spp*) da UFT, campus Araguaína, unidade cimba e concluiu-se que a fruta tem dimensões menores de diâmetro e comprimento, assim como o peso da fruta e da castanha tiveram valores menores quando comparados com a literatura. Em relação ao teor de água e parte inorgânica do fruto, os valores foram semelhantes ao do caju, mas levemente superior, ou seja, o teor de água do cajuí estudado é superior ao do caju cultivado no mesmo local que o cajuí, assim como a parte inorgânica do cajuí é superior do ao do caju segunda a literatura.

O cajuí objeto de nosso estudo é mais ácido em relação ao pH e ATT que a maioria dos genótipos de cajuí pesquisados na literatura, mas alguns genótipos são semelhantes ao cajuí analisado neste trabalho e somente alguns foram superiores. O nosso cajuí é muito mais ácido (analisando pH e ATT) do que o caju, sendo os valores numéricos do cajuí superiores ao dobro da acidez total titulável do caju.

Através da análise por HS-SPME-GCMS foi possível extrair e identificar os compostos voláteis do cajuí, determinar os responsáveis pelo aroma característico da fruta e detectar os voláteis comuns ao caju. Assim observou-se que o aroma das duas variedades da fruta é semelhante, isto pode ser devido ao mesmo tipo de solo, clima e estágio de maturação. O cajuí possui uma variedade de classes químicas distintas em sua constituição volátil, dentre estes destacam-se álcoois, aldeídos, ésteres, hidrocarbonetos, cetonas e ácidos, os quais são encontrados em outras frutas do cerrado.

Para o futuro, sugerimos estudos e análises de ácidos orgânicos málico, tartárico, cítrico e anarcádico no fruto cajuí. A grande importância na determinação dessas moléculas se deve ao fato de serem as principais constituintes da composição de frutas e castanhas, e possuem alto potencial no uso como produtos alimentício, farmacêutico e comercial. Essas moléculas podem ser determinadas utilizando as técnicas cromatográficas, tais como a Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), Cromatografia gasosa com detector de chama (GC-FID) e Cromatografia gasosa com espectrometria de massas (GC-MS) (Scherer, et al., 2008); (Silva, et al., 2011); (Cottica, et al., 2013).

Referências

- Agostini-Costa, T. D. S., Faria, J. P., naves, R. V. & Vieira, R. F. (2016). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro*: Região Centro-este. Brasília: MMA (Ministério do Meio Ambiente).
- Aguiar, L. P. (2001). *β-caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização no melhoramento genético*. 87f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará
- Avidos, M. F. D. & Ferreira, L. T. (2003). *Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos*. https://www.academia.edu/28669357/FRUTOS_DOS_CERRADOS_Preserva%C3%A7%C3%A3o_gera_muitos_frutos_Os_cerrados_possuem_204_milh%C3%B5es_de_hectares_e_grande_diversifica%C3%A7%C3%A3o_de_fauna_e_flora.
- Barros, L. M. Araújo J. P. P. & Silva V. V. (1994). *Botânica, origem e distribuição geográfica. Cajucultura: modernas técnicas de produção*. Fortaleza: Embrapa/CNPAT.
- Carbajal, A. C. R., Silva J. N. (2003) Castanha de Caju: recomendações práticas para a melhoria da qualidade. Fortaleza: *Sebrae-CE/Embrapa Agroindústria Tropical*.
- Cardeal, Z. L.; Guimarães, E. M. & Parreira, F. V. (2005). *Analysis of volatile compounds in some typical Brazilian fruits and juices by SPME-GC method*. Food Addit Cont.
- Cottica, S. M., Moraes, D. R., Rotta, E. M., Sargi, S. C., Silva, F. L. N., Sawaya, A. C. H., Visentainer, J. V. & Eberlin, M. N. (2013). Effects of grape processing on antioxidant capacity and ESI-MS fingerprints of grape products. *Journal of Food Science and Engineering*, v. 3, 341-348.
- Ferreira, A. C. H. Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M., Lobo, R. N. & Vasconcelos, V. R., (2004). *Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju*. Rev. Bras. Zootecn.

- Gomes, S. O., Souza, V. A. B. S., Costa, M. P. S. D., Silva C. C. P., Vale, E. M., Sousa, M., & Sousa, J. P. B., (2008). *Avaliação da qualidade física e química de cajuí (Anacardium spp.) na região Meio-Norte*. Geintec.
- Lima, V. P. M. S., (1988). *A Cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil*. Fortaleza: ETENE/Banco do Nordeste.
- Macleod, A. J., Troconis N. G., (1982) *Volatile flavour components of cashew apple (Anacardium occidentale)*. Phytochemistry.
- Pereira, A. C., Santos, E. R., (2015). *Frutas nativas do Tocantins com potencial de aproveitamento econômico*. Agri-Environmental Sciences, v. 1, n.1, 22-37.
- Pinho, L. X., Afonso, M. R. A., Carioca, J. O. B., Costa, J. M. C., & Rybka, A. C. P., (2011). *Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer*; Alimentos e Nutrição.
- Rufino, M. S. M., Vasconcelos, L. F. L., Corrêa, M. P. F., Ribeiro, V. Q., Soares, E. B., & Souza, V. A. B., (2002) de Caracterização física e química do fruto e pseudofruto de genótipos de cajuí (Anacardium spp.). In: *Congresso brasileiro de fruticultura, Belém. Os novos desafios da fruticultura brasileira: anais*. Belém: SBF, 17.
- Rufino, M. S. M., Corrêa, M. P. F., Barros, L. M., Alves, R. E., & Leite, L. A. S., (2007). Suporte tecnológico para a Exploração Racional do Cajuzeiro. 1. ed. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical.
- Rufino, M. S. M. (2004). *Qualidade e potencial de utilização de cajuís (Anacardium spp.) oriundos da vegetação litorânea do Piauí*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 97.
- Rufino, M. S. M., Corrêa, M. P. F., Alves, R. E., Leite, L. A. S., Santos, F. J. S. (2008). Utilização atual do cajuí nativo da vegetação litorânea do Piauí, Brazil. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, v.52, n.1, 147-149.
- Sampaio, K. L., Biasoto, A. C. T., & Silva, M. A. A. P. (2015). Comparison of techniques for the isolation of volatiles from cashew apple juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
- Sano E. E., Rosa, R., Brito J. L., & Ferreira L. G. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesq Agropec Bras*.
- Silva, L. A. G. C. (2007). *Biomias Presentes no Estado do Tocantins; Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados: Brasília, Brasil*.
- Silva, P. K., Farias, G. A., Araújo, E. R., Sapucay, M. J. L. C., Colares, P. N. Q., Pedroza, C. M., Rêgo, E. R. & Rêgo, M. M. (2009). *Caracterização física e química de genótipos de caju. Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 02, 1551-1555.
- Scherer, R., Poloni, A. C. R. & Godoy, H. T. (2008). Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açai e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. *Quim. Nova*, vol. 31, no. 5, 1137-1140.
- Silva, F. L. N., Schmidt, E. M., Messias, C. L., Eberlin, M. N. & Sawaya, A. C. H. (2015). *Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry†*. Anal. Methods, 7, DOI: 10.1039/C4AY00114A, 53-62.
- Silva, F. L. N., Jara, J. L. P., Queiroga, C. L., Bechara, I. J., Messias, C. L. & Eberlin, M. N. (2011). Qualitative headspace aroma profiling of wines from Syrah and hybrid grapes using solid phase microextraction gas chromatography mass spectrometry. *Brazilian Journal of Analytical Chemistry - BrJAC* (Print), v. 06, 286-290.