

Avaliação biométrica e físico-química e estudo do perfil químico da *Eugenia dysenterica*

| Pâmela Rocha da **Silva**
UFSJ

| Rodinei **Augusti**
UFMG

| Henrique de Oliveira Prata **Mendonça**
UFSJ

| Raquel Linhares Bello de **Araújo**
UFMG

| Laiza Andrade **Nogueira**
UFSJ

| Mauro Ramalho **Silva**
PUC-MG

| Ana Cardoso Clemente Filha Ferreira de **Paula**
IFMG

| Luisa Del Carmen Barrett **Reina**
UFMT

| Mayara Neves Santos **Guedes**
UFPA

| Júlio Onésio Ferreira **Melo**
UFSJ

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e físico-químicas de frutos de três progênies de cagateiras em três diferentes municípios pertencentes ao bioma cerrado, e avaliar a composição química de cagaitas. **Método:** Foram medidos o diâmetro transversal e longitudinal (cm), número de semente por fruto, pH, sólidos solúveis e acidez titulável dos frutos. Os compostos voláteis foram extraídos usando o método de microextração em fase sólida no modo *headspace* (HS-SPME), sendo identificados por cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massas (GC-MS). Usou 0,5g da amostra em 8 mL de solvente, para avaliar o perfil químico dos extratos nos modos de ionização ambiente por *paper spray*. **Resultado:** Foram identificados 19 compostos voláteis e, respectivamente, 6 e 14 compostos nos modos positivo e negativo. **Conclusão:** Os frutos originados do município de Paraopeba apresentaram as maiores médias em relação ao peso e aos diâmetros, em relação aos originados das matrizes de cagaiteira pertencentes aos municípios de Prudente de Moraes e Caetanópolis, evidenciando serem os mais promissores para futuros melhoramentos genéticos na espécie.

Palavras-chave: Cagaita, Microextração em Fase Sólida, Compostos Orgânicos Voláteis, Ionização Ambiente por *Paper Spray*, Compostos Fenólicos.

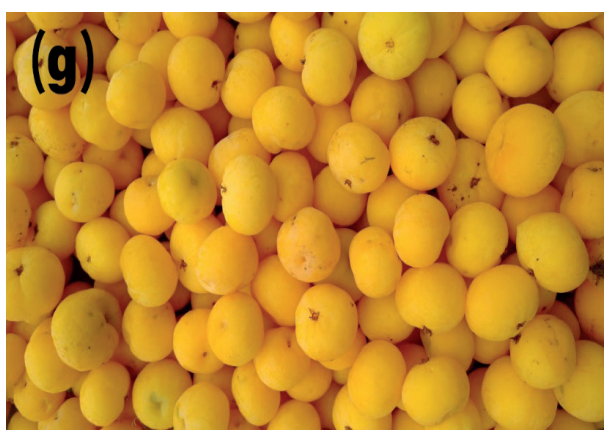
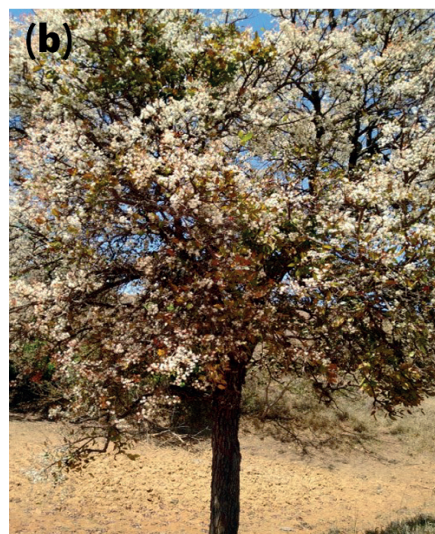
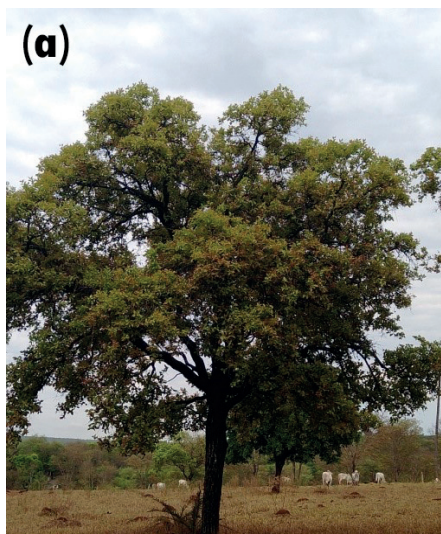
■ INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro é um bioma antigo que abrange dois milhões de km², representando 23% da área do país, com rica biodiversidade, possuindo cerca de 160 mil espécies de plantas, fungos e animais (RATTER, 1997). Sua flora riquíssima só agora começa a ser conhecida, existindo cerca de 1000 espécies de árvores, 3000 espécies de ervas e arbustos e aproximadamente 500 trepadeiras. Nas últimas três décadas, com o avanço da tecnologia e a maior disponibilidade de insumos agrícolas, facilitou a devastação de vegetação nativa do bioma do cerrado em aproximadamente 40% (ROESLER *et al.*, 2007).

Algumas espécies vegetais do Cerrado podem constituir potenciais fontes de exploração econômica, desde que a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias viabilizem seu aproveitamento. Mais de uma centena de espécies vegetais nativas da região fornecem frutos de características sensoriais peculiares e elevados teores de vitaminas, sais minerais e açúcares (SILVA e TASSARA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Nesse contexto, insere-se a cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC.), uma espécie frutífera super explorada, aproveitada pela população local para uso alimentar e medicinal. A cagaiteira é uma planta arbórea, originária dessa região, destaca-se pela alta capacidade de produção de frutos (500 – 2000 frutos por planta) (RODRIGUES *et al.*, 2016; BUENO *et al.*, 2017; COSTA *et al.*, 2017a; COSTA *et al.*, 2017b; GARCIA *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2017; BESS *et al.*, 2020; LOPES *et al.*, 2020). A *Eugenia dysenterica* produz um fruto amarelo (figuras 1-7), globoso e achatado, com polpa de sabor acidulado, sendo que estes pesam de 14g a 20g. (BUENO *et al.*, 2017) .



Figura 1. a) Árvore de cagaiteira no final do outono; b) Árvore de cagaiteira no final do inverno toda florida; c) Flores brancas da cagaiteira no mês de agosto. d) Frutos da cagaiteira no início da primavera; e) Frutos maduros de cagaiteira debaixo da árvore. f) Cagaitas nos estádios de maturação verde, semi-maduro e maduro; g) Cagaitas no estágio maduro.





Frutos verdes e maduros de cagaita são ricos em compostos fenólicos como: ácido gálico, ácido caféico, ácido *p*-cumárico e quercetina, além de seu conteúdo de minerais, fazem do fruto uma fonte promissora de compostos bioativos, com antioxidante, anti-obesidade e ação nutritiva (GUEDES *et al.*, 2017; BUENO *et al.*, 2017).

Destaca-se o uso de frutas do Cerrado na culinária, entre eles destacam-se a indústria alimentícia e cooperativas. Por serem frutas exóticas, com sabores e aromas desconhecidos em muitos países, o mercado externo também pode ser conquistado (Silva *et al.*, 2020).

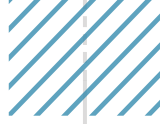
Sobre o valor nutricional, a cagaita é considerada uma grande fonte de vitamina C (24,53 mg/100 g), valores superiores são encontrados em muitas frutas cultivadas convencionalmente, como a banana (*Musa sp.*) (6,4 mg/ 100 g) e maçã (*Malus domestica*) (5,9 mg/ 100 g) (Lemos-Filho, 2000).

A comercialização de frutos de cagaiteira é resultante da ação extrativista. De acordo com a sucessiva destruição da vegetação nativa, o número de plantas existentes vem reduzindo com o transcorrer do tempo. Dessa maneira, a introdução desta árvore frutífera aos sistemas produtivos vem apresentando-se como uma possibilidade extremamente possível para o aproveitamento das aptidões naturais do Cerrado, tendo como alvo o restabelecimento da qualidade de vida da população local e o desenvolvimento sustentável.

Estudos biométricos de frutos e sementes são frequentes para diversas espécies, sendo realizados com o objetivo de auxiliar o conhecimento do sistema reprodutivo a fim de sustentar os programas de melhoramento de espécies não domesticadas (MOURA *et al.*, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2016; BUENO *et al.*, 2017; COSTA *et al.*, 2017a; COSTA *et al.*, 2017b; GARCIA *et al.*, 2017; RODRIGUES *et al.*, 2017; ; LOPES *et al.*, 2020). O desenvolvimento de processos tecnológicos tem impulsionado o melhor aproveitamento do fruto. A produção de polpas congeladas e a utilização como matéria-prima para a produção de geleia constituem uma alternativa para contornar um dos pontos fracos e deterioráveis do mercado de cagaita. Essa é uma atividade viável para agregar valor econômico, minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do fruto *in natura*, além da extensão de sua vida pós-colheita (DAMIANI, 2009; EVANGELISTA & VIEITES, 2006).

Diante da demanda por métodos menos laboriosos e com menor custo, várias técnicas de espectrometria de massas (MS) com ionização ambiente têm sido propostas (FREITAS *et al.*, 2017; FREITAS *et al.*, 2019) . Entre elas, a MS com ionização por *paper spray* (PS) tem recebido maior atenção nos últimos anos em análises qualitativas e quantitativas de compostos bioativos. WANG *et al.* (2010) descreveram pela primeira vez essa técnica e, desde então, ela vem sendo amplamente empregada devido à sua grande simplicidade, eficiência e baixo custo em análises qualitativas e quantitativas das substâncias bioativas em frutos e produtos processados.





Há diversos estudos sobre o mecanismo do PS. A ação capilar na superfície porosa do papel é o principal processo responsável pelo movimento dos analitos que serão des-solvatados durante a formação do spray próximo à entrada do espectrômetro de massas. Neste processo tem-se a dessorção do analito em sua forma iônica a partir do papel (YANG *et al.*, 2012). A geração de íons pelo PS tem os mesmos princípios que a ionização por Eletrospray (ESI), onde uma solução de amostra em pH ácido ou básico é submetida a um spray eletrolítico sob pressão atmosférica. Um fino spray (aerossol) se forma (cone de Taylor) na presença de um alto campo elétrico de + 4000 volt (V) (ou – 4000 V). O contra-íon é oxidado (ou reduzido) e formam-se gotas com excesso de carga positiva (ou negativa).

A identificação dos compostos voláteis resultou-se com a associação de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS) introduzindo uma ferramenta útil na separação e identificação dos compostos oriundos de misturas complexas. Os espectrômetros de massas proporcionam boa estabilidade e sensibilidade para análises de compostos voláteis (THOMAZINI & FRANCO, 2000).

A microextração em fase sólida no modo *headspace* (HS-SPME), é uma técnica que permite uma extração com baixo custo, rápida e sem a utilização de solventes, além de apresentar afinidade para inúmeros analitos e ser facilmente acoplada à cromatografia gasosa (GARCIA *et al.*, 2020; GARCIA *et al.*, 2018, SILVA *et al.*, 2018; KATAOKA; LORD & PAWLISZYN, 2000).

A presença de variabilidade em *Eugenia dysenterica* para todos os caracteres de interesse, tanto os agrônômicos, quanto para os de qualidade do fruto, proporciona ganhos nos programas de melhoramento. Dessa maneira, esse trabalho teve como objetivo fazer a caracterização biométrica, físico-química e avaliar as melhores condições para a identificação de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) de cagaita, analisando vários parâmetros, tais como tipo de fibra de extração, agitação, temperatura e tempo. Finalmente, a pesquisa fornecerá informações relevantes sobre a fruta fresca, a fim de estabelecer padrões de identidade e qualidade.

■ MÉTODO

Coleta das amostras vegetais

Foram coletados manualmente e de forma aleatória frutos maduros de *Eugenia dysenterica* de três progênies adultas em diferentes áreas da microrregião de Sete Lagoas-Caetanópolis, Paraopeba e Prudente de Moraes na safra de 2016. Em cada planta foram coletados 20 frutos, 5 frutos por quadrante, totalizando 60 frutos por local. As progênies foram georeferenciadas e fotografadas. (tabela com dados de cada planta, referência geográfica).



Tabela 1. Referências geográficas das progênies de Cagaitera (*Eugenia dysenterica*)

Região	Planta 1	Planta 2	Planta 3
Caetanópolis	19°22'29"S 44°20'11"W	19°22'30"S 44°20'08"W	19°22'32"S 44°20'09"W
Paraopeba	19°16'22"S 44°24'50"W	19°16'23"S 44°24'52"W	19°16'24"S 44°24'51"W
Prudente de Morais	19°28'53"S 44°08'36"W	19°28'54"S 44°08'37"W	19°28'57"S 44°08'34"W

Os frutos coletados foram transportados para o Laboratório de Química Orgânica e Fitoquímica da UFSJ *Campus Sete Lagoas*, lavados em água corrente para a eliminação de Sujidades, desinfetados em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% v/v por 10 minutos com posterior enxágue. Dos mesmos, foram selecionados 20 frutos maduros de cada árvore e submetidos às análises das variáveis físicas:

Tamanho do fruto (mm): Para as medições dos diâmetros transversais e longitudinais dos frutos foi utilizado um paquímetro digital da marca Marberg.

Peso do fruto (g) e peso da semente (g): O peso foi determinado individualmente, com o auxílio de uma balança digital da marca Shimadzu.

Número de sementes: O número de sementes foi contabilizado individualmente em cada fruto.

A polpa proveniente do despulpamento dos frutos foi acondicionada em sacos de polietileno e armazenada em refrigerador a cerca de -18°C, para posterior análise das características físico-químicas, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008):

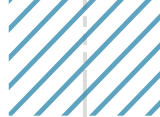
Sólidos solúveis (°Brix): O teor de sólidos solúveis foi determinado com a ajuda de um refratômetro digital da marca Atago.

pH: Para a determinação do pH, foi utilizado um potenciômetro digital da marca Hanna Instruments, modelo HI 2221.

Acidez titulável: Foi determinada por meio de titulação com NaOH a 0,1 mol/L, e os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100 g de polpa.

Relação SS/AT: foi obtida pela razão entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável.

Os dados obtidos, após os testes de normalidade e homocedasticidade, foram submetidos à análise de variância seguindo um esquema fatorial (3x3x4), envolvendo os três municípios experimentais, três progênies e 4 repetições (cada repetição consiste na média dos 5 frutos por quadrante). Na presença de interação significativa, foram realizados os desdobramentos necessários sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade considerando, para tanto, efeito significativo ($p < 0,05$) na análise de variância. A associação entre as variáveis estudadas foi investigada por meio do coeficiente de correlação de Pearson. As análises estatísticas foram feitas utilizando o *software R* (R CORE TEAM, 2016).



Para as análises de PS/MS e SPME/CG/MS, foram coletados frutos maduros de cagaita no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil (latitude 19 ° 28 '36 "e longitude 44 ° 11' 43"), em 2018, seguindo o mesmo procedimento de higienização. A polpa homogeneizada foi armazenada a -18 °C até uso posterior.

Extração de compostos voláteis

A extração de COVs foi realizada utilizando HS-SPME. Para esse processo, amostras de 2,0 g de polpa de cagaita foram transferidas para frascos de 20 mL, os quais foram lacrados com septos de alumínio e borracha. Em seguida, os frascos foram colocados em bloco de aquecimento de alumínio (8,5 cm x 10 cm) com placa de aquecimento, e a fibra para adsorção de substâncias voláteis foi inserida em cada frasco.

Após a adsorção dos COVs pela fibra Polidimetilsiloxano / divinilbenzeno (PDMS/DVB, 65 µm) no modo HS-SPME, a fibra foi introduzida diretamente no injetor do cromatógrafo a gás para a separação e identificação dos compostos extraídos.

Identificação de compostos voláteis

Os COVs foram identificados no Laboratório de Espectrometria de Massa do Departamento de Química - UFMG, por meio de cromatógrafo gasoso (Trace GC Ultra) acoplado a espectrômetro de massa (Polaris Q, Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA), com armadilha iônica, utilizando um injetor capilar split / splitless. Para tanto, foram utilizadas as seguintes condições: temperatura do injetor de 250 °C, 5 min de dessorção, temperatura da fonte de íons de 200 °C e interface de 275 °C. Hélio foi usado como gás de arraste a uma taxa de fluxo de 1 mL min⁻¹, e os COVs foram separados usando uma coluna capilar HP-5ms (5% fenil e 95% metilpolissiloxano) (30 mx 0,25 mm x 0,25 µm; Agilent Technologies Inc., Alemanha). Inicialmente, a coluna foi mantida a 40 °C por 5 min e, em seguida, a temperatura foi aumentada a uma taxa de 2,5 °C min⁻¹ até 125 °C seguido por um aumento de 10 °C min⁻¹ até 245 °C e mantida por 3 min.

A aquisição dos dados ocorreu em modo full scan com faixa de 50 a 350 m/z, ionização por impacto de elétrons (EI), e potência de 70 eV.

Para tal, comparou-se os espectros de massa dos analitos encontrados, com os dados de espectros de massa obtidos da biblioteca NIST (National Institute of Standards and Technology), usando como ferramenta auxiliar os dados registrados na literatura para a confirmação dos compostos voláteis presentes nas amostras da polpa de cagaita.

O índice de RSI consiste em um fator numérico de comparação entre um composto desconhecido e compostos da biblioteca NIST. Contudo foram selecionados os picos que apresentaram nos cromatogramas uma relação de sinal/ruído (S/N) maior que 50 decibéis,





considerando um nível de intensidade padrão relativa (RSI) superior a 700. Os valores da intensidade dos picos obtidos e da relação S/N, foram retirados do programa X Calibur 1.4 da Thermo Electron Corporation e transferidos para o Microsoft Office Excel 2013, programa no qual foi feita a seleção dos picos, de acordo com a relação S/N.

Análise do perfil dos compostos bioativos

Foram pesados 0,5 g da polpa de cagaita e colocados em tubos de ensaio separados. Foram adicionados 8 mL de metanol e, em seguida, foram agitados em um homogeneizador, sendo deixados em repouso por 3 horas. Posteriormente, 2mL do extrato foram transferidos para eppendorfs e encaminhados para as análises PS-MS, realizadas no Laboratório de Espectrometria de Massas do Departamento de Química – Universidade Federal de Minas Gerais.

A análise do perfil dos compostos fixos das amostras foi realizada com um espectrômetro de massas (modelo LCQ Fleet, Thermo Scientific, San Jose, CA, EUA), com analisador do tipo ion-trap equipado com uma fonte de ionização *paper-spray* operada em modos positivo e negativo.

As análises foram realizadas utilizando-se as seguintes condições: voltagem do *paper-spray* de 4,0 quilovolt (kV) para o modo positivo e de 3,0 kV para o modo negativo, voltagem do capilar de 40 V, temperatura do capilar de 275 °C e voltagem das lentes do tubo de 120 V. A aquisição dos dados ocorreu no modo Full Scan com faixa de massas de 100 a 1000 razão massa/carga (m/z) no modo positivo e no modo negativo.

Para a realização das análises, 2,0 μ L da amostra foram colocados na extremidade do papel cromatográfico em formato de triângulo equilátero de 1,5 cm. Esse papel é fixado na entrada do espectrômetro de massas a uma distância de 0,5 cm por meio de um conector do tipo garra jacaré conectado à uma fonte de alta tensão. Posteriormente, 40,0 μ L de metanol foram transferidos para o papel cromatográfico e a fonte de voltagem foi ligada para aquisição dos dados. Para tal, utilizou-se o software Thermo Scientific X Calibur e os espectros dos compostos foram identificados de acordo com sua m/z e por meio da comparação com os dados relatados na literatura (CAMPELO *et al.*, 2020; MINIGHEIN, *et al.*, 2020; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2020; SILVA, ARQUELAUA *et al.*, 2020; SILVA, AUGUSTI *et al.*, 2020; SILVA, MACEDO *et al.*, 2020; SILVA, MENDONÇA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2019; Silva, 2021 sorvete de cagaita).



■ RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises biométricas e físico-químicas

A análise de variância das características avaliadas revelou efeito significativo ($p < 0,05$) para a interação local vs progênie. O desdobramento do fator progênie dentro de cada local é apresentado na Tabela 2.

De acordo com os resultados no que diz respeito às avaliações físicas, os frutos de *Eugenia dysenterica*, das três regiões avaliadas, apresentaram valores médios de diâmetro longitudinal variando entre 1,92 cm até 3,29 cm, diâmetro transversal oscilando entre 2,21 cm até 4,34 cm e de peso do fruto variando de 6,66 g até 36,36 g. A progênie que se destacou entre as demais, levando em conta os parâmetros físicos, foi a progênie 2 de Paraopeba, apresentando as maiores médias. Comparando as avaliações físicas das regiões com outra região descrita na literatura, observa-se que os resultados demonstrados por Rodrigues *et al.* (2014) para a região de Sete Lagoas mais se assemelham com as regiões de Caetanópolis e Prudente de Moraes.

Tabela 2. Médias das características físicas dos frutos de Cagaitera (*Eugenia dysenterica*) dos municípios de Caetanópolis (Ca), Paraopeba (Pa) e Prudente de Moraes (Pr)

Parâmetros	Região	P1	P2	P3	Média por região
Peso fruto	Ca	12,31 ^a	13,36 ^a	8,24 ^b	11,30
	Pa	14,02 ^c	39,44 ^a	21,34 ^b	24,93
	Pr	15,91 ^b	22,75 ^a	11,49 ^c	16,72
DT	Ca	2,76 ^a	2,64 ^a	2,21 ^b	2,54
	Pa	2,76 ^c	4,34 ^a	3,33 ^b	3,48
	Pr	3,05 ^b	3,60 ^a	2,72 ^c	3,12
DL	Ca	2,07 ^a	2,18 ^a	1,72 ^b	1,98
	Pa	1,93 ^c	3,29 ^a	2,74 ^b	2,66
	Pr	2,22 ^b	2,39 ^a	1,92 ^c	2,18
Peso polpa	Ca	10,03 ^a	11,71 ^a	6,66 ^b	9,46
	Pa	11,54 ^c	36,36 ^a	19,66 ^b	22,52
	Pr	14,36 ^b	21,08 ^a	9,96 ^c	15,13

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Correlações positivas e altamente significativas ($p < 0,001$), com valores acima de 0,85, foram encontradas para todos os pares de características físicas (Tabela 3). Para as características físico-químicas, AT, SS e pH não foi verificada correlação significativa ($p > 0,05$) entre os pares estudados.

Segundo Lima *et al.* (2015) a medida do pH é um parâmetro muito importante na análise de alimentos industrializados, a base de frutas, uma vez que está relacionada à retenção do sabor-odor de produtos de frutas, a estabilidade de corantes artificiais em produtos de frutas e bem como a verificação do estado de maturação de frutas. A Tabela 4 apresenta os valores de pH das regiões analisadas, cujos valores variaram entre 2,79 até 3,31. Tendo como base a legislação brasileira vigente, o pH em polpa de fruta pode variar de 2,2 a 4,6



(BRASIL, 2000), dessa forma, todas as regiões estão dentro do permitido. Os valores de pH encontrados nesse trabalho estão próximos do valor encontrado por Rodrigues *et al.* (2014) na região de Sete Lagoas e inferiores ao encontrado por Cardoso *et al.* (2011) na região de Felixlândia.

Tabela 3. Estimativas de coeficientes de correlação entre características físicas de frutos dos frutos de Cagaitera (*Eugenia dysenterica*)

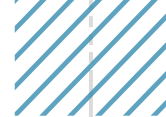
	Peso do fruto	DT	DL	Peso da polpa
Peso do fruto	---	0,9497**	0,8974**	0,9965**
DT	0,9497**	---	0,8770**	0,9506**
DL	0,8974**	0,8770**	---	0,9074**
Peso da polpa	0,9965**	0,9506**	0,9074**	---

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

O teor de ácidos orgânicos em frutas varia de acordo com a espécie e o seu conteúdo diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos tropicais devido à sua utilização no ciclo de Krebs ou a sua transformação em açúcares durante o processo respiratório (LIMA *et al.*, 2015). Na legislação brasileira apenas o teor mínimo da acidez titulável é controlado para os sabores de polpas analisadas, variando de 0,30 a 0,90 % (BRASIL, 2000). Com base nos dados demonstrados na Tabela 4, todas as progênies, com exceção da progênie 2 de Prudente de Moraes, estão dentro das normas da legislação vigente, sendo que os valores analisados variaram entre 0,56 até 1,08%. Ao se comparar os valores de acidez titulável com o encontrado no município de Curvelo por Bedetti *et al.* (2013), percebe-se que o valor se assemelha com os encontrados na planta 2 de Caetanópolis e na planta 1 de Prudente de Moraes. Pôde-se observar que a progênie 2 da região de Prudente de Moraes foi a que obteve as maiores médias em relação às demais.

O teor de Sólidos Solúveis (Brix) é utilizado como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, pois seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. No entanto, a sua determinação não representa o teor exato de açúcares, uma vez que outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos), apesar de os açúcares serem os mais representativos e poderem constituir até 85 - 90 % destes (LIMA *et al.*, 2015). Segundo a Instrução Normativa N° 01/2000 (BRASIL, 2000), o teor de sólidos solúveis (°Brix) varia de 5,5 a 11,0 °Brix, sendo que esse valor depende da fruta que deu origem a polpa de fruta. Na tabela 4, percebe-se que os valores variaram entre 7,75 a 10,67, estando dentro da legislação. Comparando o teor de sólidos solúveis com o encontrado em Sete Lagoas por Rodrigues *et al.* (2014), observa-se que os resultados obtidos apresentaram-se superiores. Conforme a Tabela 4, pôde-se observar que a progênie 1 de Prudente de Moraes foi a que obteve as maiores médias em relação às demais, revelando que o mesmo possui maiores teores de açúcares.





O grau de doçura de um fruto ou de seu produto, evidenciando se o sabor predominante é doce, ácido, ou ainda se há equilíbrio entre eles é indicado pela relação Sólidos Solúveis/ Acidez Titulável (SS/AT). De acordo com Lima *et al.* (2015), essa relação é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, dessa forma, quanto maior for esta razão, mais doces serão as frutas, sendo um importante atributo de qualidade das frutas, além de constituir uma forma usual para avaliar o sabor e selecionar a matéria prima para o processamento. Entre as regiões analisadas, de acordo com a Tabela 4, percebe-se que os valores entre as amostras estão bem próximos, variando entre 8,09 a 19,12, com destaque para a progênie 1 de Prudente de Moraes, que apresentou a maior média. Isso pode ser explicado devido ao fato desta progênie apresentar as menores médias em relação à Acidez Total e as maiores em relação aos Sólidos Solúveis.

Tabela 4. Médias das características físico-químicas dos frutos de Cagaitera (*Eugenia dysenterica*) dos municípios de Caetanópolis (Ca), Paraopeba (Pa) e Prudente de Moraes (Pr)

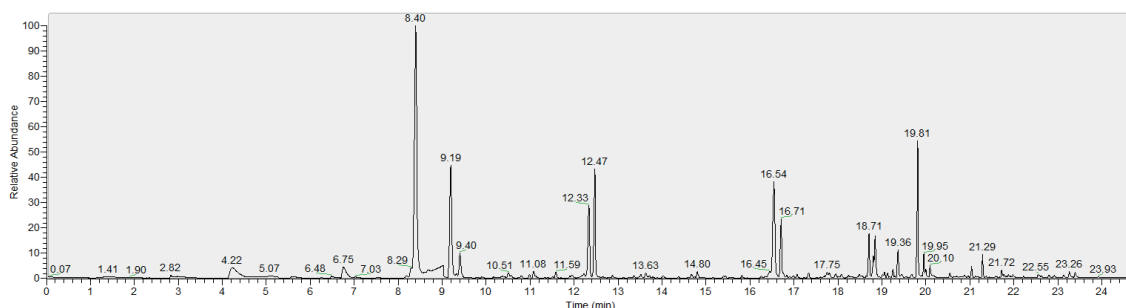
	Região	P1	P2	P3	Média por região
ATT	Ca	0,63 ^a	0,57 ^b	0,64 ^a	0,61
	Pa	0,79 ^a	0,72 ^b	0,66 ^c	0,73
	Pr	0,56 ^c	1,08 ^a	0,90 ^b	0,85
SS	Ca	7,75 ^c	8,50 ^b	9,50 ^a	8,58
	Pa	9,17 ^b	9,67 ^a	9,58 ^a	9,47
	Pr	10,67 ^a	8,75 ^c	9,50 ^b	9,64
SS/ATT	Ca	12,34 ^b	14,87 ^a	14,94 ^a	14,05
	Pa	11,53 ^c	13,44 ^b	14,53 ^a	13,16
	Pr	19,12 ^a	10,53 ^b	8,09 ^c	12,58
pH	Ca	3,20	2,55	2,62	2,79
	Pa	2,94	2,73	2,80	2,82
	Pr	3,40	3,28	3,27	3,31

Médias seguidas mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Análise dos compostos voláteis

As análises foram realizadas em triplicata na extração dos compostos voláteis pelo método de microextração em fase sólida (SPME). Foram obtidos os cromatogramas da polpa de cagaita (figura 2).

Figura 2. Cromatograma da polpa de cagaita por SPME.





De acordo com a Tabela 5, as principais classes químicas encontradas nas amostras foram ácidos carboxílicos, ésteres e terpenos.

Tabela 5. Compostos voláteis da amostra da polpa de cagaita utilizando a fibra de SPME PDMS/DVB, e analisado por CG-MS

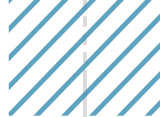
Nº	Compostos	Formula	CAS	M/S
Éster				
1	ácido butanóico, Ester etílico	$C_6H_{12}O_2$	105-54-4	43, 55, 71, 88
2	hexanoato de metila	$C_7H_{14}O_2$	106-70-7	43, 74, 39, 87
3	ácido hexanóico, éster butílico	$C_{10}H_{20}O_2$	626-82-4	173, 41, 43,
4	ácido decanóico, éster pentílico	$C_{15}H_{30}O_2$	5933-87-9	173, 55, 73
5	ácido hexanóico, éster 3-metil-2-butenílico	$C_{11}H_{20}O_2$	76649-22-4	41, 67, 43, 68
6	ácido dodecanóico, éster propílico	$C_{15}H_{30}O_2$	3681-78-5	201, 157, 55, 73
7	Ácido 2-decenóico, éster etílico	$C_{12}H_{22}O_2$	7367-88-6	55, 41, 73, 69
8	ácido octanóico, éster hexílico	$C_{14}H_{28}O_2$	1117-55-1	145, 41, 57, 89
9	ácido láurico, éster etílico	$C_{14}H_{28}O_2$	106-33-2	157, 73, 55, 185
10	acetato de tetrahidroionilo	$C_{15}H_{28}O_2$	68555-59-9	97, 57, 123
Monoterpeno				
15	3-careno	$C_{10}H_{16}$	13466-78-9	93, 79
16	cis-geraniol	$C_{10}H_{18}O$	106-25-2	41, 43, 67, 69
17	2,4,6-octatrieno, 2,6-dimetil (E,Z)	$C_{10}H_{16}$	3016-19-1	121 105, 136
Sesquiterpeno				
18	Eremophila-1(10),11-dieno	$C_{15}H_{24}$	4630-07-3	105, 147, 133
Outros				
19	Ácido hexanoico	$C_6H_{12}O_2$	142-62-1	60, 39, 73, 41

Na caracterização dos compostos voláteis da polpa da cagaita, detectou-se como um dos compostos majoritários identificados o 3-careno, pertencente à classe de terpenos. Segundo DORMAN (1999), os terpenóides são os principais compostos responsáveis pelas atividades medicinais, culinárias e aromáticas das plantas, além de realizar atividades biológicas contra insetos. Os terpenóides podem ser subdivididos em: os monoterpenos, sesquiterpenos e diterpenos (TEBALDI, 2008).

Na caracterização dos compostos voláteis detectou-se que entre os compostos mais numerosos estão os monoterpenos: 3-careno; cis-geraniol; 2,4,6-octatrieno, 2,6-dimetil (E, Z); e o éster ácido hexanóico, éster butílico. Também foram identificados hidrocarbonetos; ácido hexanóico; éster 3-metil-2-butenílico; ácido 2-decenóico, éster etílico; 3,8a- dimetilocta-hidro-1(2H)-naftalenona; ácido octanóico, éster hexílico; ácido láurico; ácido decanóico, éster pentílico; ácido dodecanóico, éster propílico; acetato de tetrahidroionilo; e o sesquiterpeno eremophila-1(10),11-dieno.

Estes resultados se diferem de estudo realizado por SANTOS (2015) com frutos coletados na Universidade Federal de Goiás, dentre os compostos voláteis majoritários, identificados na polpa congelada destacaram-se os sesquiterpenos: β -cariofileno; mirceno; α -humulene; germacreno D; 1H-Cicloprop[E]azuleno; decahidro-1,1,4,7-tetrametil). Verificou-se monoterpenos: *trans*- β -ocimeno.





Os diferentes resultados encontrados nestes estudos podem ser explicados por algumas condições, sendo que a concentração dos compostos voláteis, em geral, é baixa e pode ser afetada por uma série de fatores: agrônômicos (variedade, condições climáticas e amadurecimento) e tecnológicos (colheita, tratamento pós-colheita, armazenamento e condições de processamento) (VENDRAMINI & TRUGO, 2000; BOTONDI *et al.*, 2003).

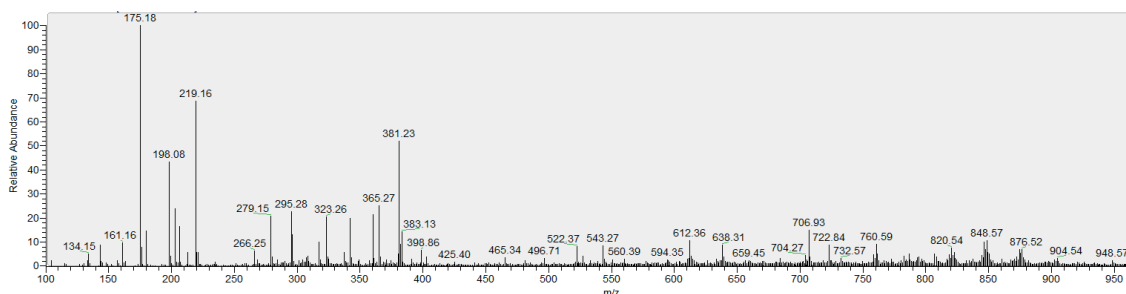
Análise dos compostos bioativos

As análises foram realizadas em triplicata para os dois modos de ionização (positivo e negativo) e foram obtidos os espectros na análise de espectrometria de massas por *pape-spray* (PS-MS) da polpa de cagaita.

Tentativa de identificação dos íons PS-MS (+)

Em geral, foi possível identificar íons referentes a moléculas de aminoácidos, açúcares, flavonoides e cumarinas no modo positivo Figura 3 (Tabela 6). SILVA *et al.* (2021) na análise do sorvete de cagaita o PS-MS (+) identificou 5 compostos das classes flavona, antocianinas e açúcares na forma de adutos de sódio e potássio.

Figura 3. Espectrograma da geleia de cagaita no modo positivo.



Fonte: Autores (2020)

Segundo SILVA *et al* (2019) o íon com a m/z 175 se refere à L-arginina protonada. Esse aminoácido apresentava um padrão de fragmentação diferente de outros aminoácidos, não sendo caracterizado pela perda de NH_3 . Sua classificação foi confirmada por íons distintivos obtidos após as reações de fragmentação (m/z 70 e 129).

O íon com a m/z 206 referi-se como citropteno, uma cumarina, que também foi observada por LEDESMA-ESCOBAR, PRIEGO-CAPOTE & CASTRO (2015) ao avaliar os parâmetros de identificação de cumarinas em limão (*Citrus limon*) por cromatografia líquida acoplada à espectrômetros de massa (LC-MS).

Foi identificada a sacarose, verificou-se em outros estudos a existência deste açúcar na polpa de cagaita com casca, como relatado por RIBEIRO (2011) quando encontraram





frutose em 2,54g/100g, glicose em 1,75g/100g e 0,59g/100g de sacarose. Durante a preparação da geleia de cagaita a sacarose foi adicionada no processo, hexoses são unidades que formam os dois polissacarídeos presentes no agar-agar.

Com o processo de produção da geleia de cagaita houve eliminação da delphinidina. Segundo SANTOS (2015), há perda de antioxidante em polpa congelada, relacionada à temperatura e ao tempo de armazenamento. Porém deve estar principalmente influenciada ao aquecimento durante a preparação da geleia, uma vez que se fosse pelo congelamento haveria influência na polpa.

Na produção da geleia manteve-se o composto maltotriose o qual há também na polpa de cagaita. Segundo LEHNINGER, NELSON & COX (2006) a maltotriose é um produto obtido pela hidrólise do amido do fruto.

Tabela 6. Identificação dos íons PS-MS (+) da polpa de cagaita

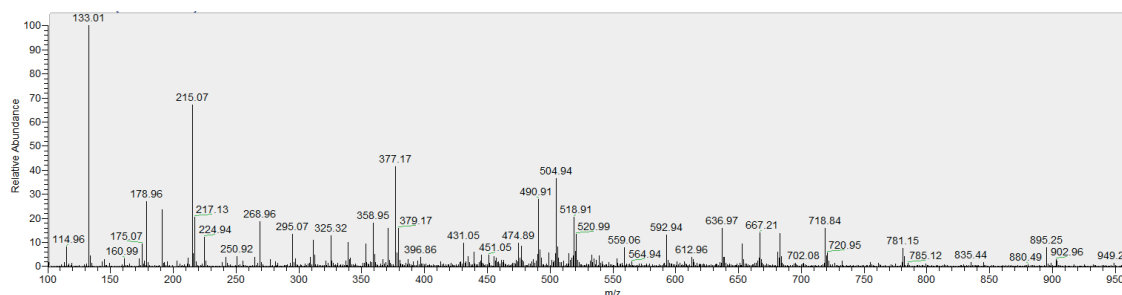
Nº	Tentativa de Identificação	CAS	m/z	MS/MS	Referência
Flavonóides					
1	Delfinidina-3-glicosídeo	50986-17-9	465	303	Flores <i>et al.</i> (2012); Silva <i>et al.</i> (2014)
Aminoácido					
2	L-Arginina	74-79-3	175	70,129	Gogichaeva <i>et al.</i> (2007); Ozcan <i>et al.</i> (2015)
Cumarina					
3	Citropteno	487-06-9	206	121	Ledesma-Escobar <i>et al.</i> (2015)
Açúcar					
4	Sacarose ou Hexoses	42752-07-8	381	201, 219	Yuan <i>et al.</i> (2015); Asakawa & Hiraoka (2010)
5	Glicose	2280-44-6	219	-	-
6	Maltotriose	1109-28-0	543	-	-

Fonte: Autores (2020)

Tentativa de Identificação dos íons PS-MS (-)

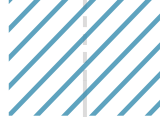
Em geral, foram encontrados ácidos orgânicos, açúcares, flavonóides e ácidos fenólicos no modo negativo da polpa de cagaita (Tabela 7).

Figura 3. espectrograma da geleia de cagaita no modo negativo.



Fonte: Autores (2020)





Ácidos hidroxicinâmicos

Os derivados do ácido hidroxicinâmico são ácidos fenólicos. Os ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e sináptico são os ácidos hidroxicinâmicos mais comuns na natureza (DEGÁSPARI & WASZCZYNSKYJ, 2004).

Detectou-se neste trabalho, o ácido p-cumárico. GUEDES *et al.* (2017), verificou a presença desse ácido em frutos verdes e maduros de cagaita.

A m/z 115 e 133 mostraram fragmentação de íons com m/z 71 e 89, assim eles foram propostos como ácido málico. O íon com m/z 191 foi reconhecido como ácido cítrico com base nos íons obtidos após a reação de fragmentação com m/z 85 e 111 (SILVA *et al.*, 2019).

A m/z 311 atribuiu um íon de fragmentação com m/z 133, reconhecido como ácido caftárico, que corresponde a um composto fenólico não flavonóide originário da esterificação do ácido cafeico com ácido tartárico. Estudos anteriores já relataram sua presença em uma planta médica chinesa (*Taraxacum formosanum*) e em vinhos (SILVA *et al.*, 2019).

A m/z 339 foi atribuída ao cafeoil-D-glicose. A substância com m/z 683 pode ser identificada como dímero de ácido cafeico 3-glicosídeo. GUEDES *et al.* (2017), empregando HPLC, caracterizaram o fruto da cagaita em diferentes estágios de maturação (maduros e verdes) e identificaram os compostos fenólicos ácido caféico (0,28 e 1,57 mg/100g) e p-cumárico (2,79 e 20,92 mg/100g), nos estágios maduro e verde respectivamente.

Ácidos hidroxibenzóicos

A m/z 359 pode ser reconhecida como hexosídeo de ácido siríngico. Esta substância também foi relatada anteriormente por GUEDES *et al.* (2017) no fruto da cagaita (fruto maduro e verde) 1,66 e 2,50 mg/100g, respectivamente.

Flavonóides

A m/z 477 pode ser reconhecida como quercetina-3-O-glicuronídeo. A m/z 505 pode ser reconhecida como quercetina acetil-hexosídeo e a m/z 533 pode ser reconhecida como kaempferol-3-O-malonilglucosídeo. GUEDES *et al.* (2017) relataram o destaque para a quercetina em frutos maduros de cagaita (22,10 mg/100g) em comparação com frutos verdes (14,97 mg/100g). CELLI *et al.* (2011) identificaram a quercetina-3-O-hexosídeo em duas variedades de pitanga (roxa e vermelha). A quercetina tem como fonte alimentar o alho e o kaempferol pode ser encontrado em brócolis (NIJVELDT *et al.*, 2001; BEECHER, 2003).



Tabela 7. Identificação dos íons PS-MS (-) da polpa e geleia de cagaita

Nº	Tentativa de Identificação	CAS	m/z	MS/MS	Referência
Compostos fenólicos					
1	Ácido málico	6915-15-7	133	89, 115	Roesler <i>et al.</i> (2007)
2	Ácido cítrico	77-92-9	191	85, 111	Wang <i>et al.</i> (2017)
3	Ácido málico	6915-15-7	115	71	Wang <i>et al.</i> (2017)
4	Ácido caftárico	331-39-5	311	133	Abu-Reidah <i>et al.</i> (2015)
5	Hexosídeo de ácido <i>p</i> -cumárico	-	325	119, 145	Aaby <i>et al.</i> (2007); Kajdžanoska <i>et al.</i> (2010)
6	Cafeoil-D-glucose	-	339	-	-
7	Hexosídeo de ácido síringico	-	359	153, 197	Abu-Reidah <i>et al.</i> (2015); Barros <i>et al.</i> (2012)
8	Hexosídeo dimetil ácido elágico	57499-59-9	491	454	Gordon <i>et al.</i> (2011)
Flavonoide					
9	Kaempferol-3-O-malonilglucosídeo	-	533	-	-
10	Quercetina acetil-hexosídeo	-	505	-	-
11	Quercetina-3-O-glicuronídeo	22688-79-5	477	-	-
12	Quercetina acetil-hexosídeo	-	667	-	-
Outros compostos					
13	Hexose	42752-07-8	215	71, 89, 179	Guo <i>et al.</i> (2017); Wang <i>et al.</i> (2017)
14	Hexose	42752-07-8	179	71, 89	Roesler <i>et al.</i> (2007); Wang <i>et al.</i> (2017)

Fonte: Autores (2020)

A vitexina pertence à classe dos flavonóides, já foi relatada por KOOLEN *et al.* (2013), também identificaram este flavonóide ao investigar compostos fenólicos do buriti (*Mauritia flexuosa L. f.*).

A cianidina é uma antocianina presente na cereja e está em nomeado bloco dos flavonoides (NIJVELDT *et al.*, 2001; BEECHER, 2003).

■ CONCLUSÃO

Existe uma diversidade de frutos nativos do Cerrado de diferentes condições climáticas, que ainda não foram explorados pela comunidade científica. O que possibilita uma pesquisa de caracterização aromática e de compostos fixos, visto que informações químicas contribuem para agregar valor comercial à matéria-prima e industrial aos frutos.

A análise do PS-MS nos modos positivos e negativos permitiu a identificação de diversas substâncias, dentre elas, ácidos orgânicos, açúcares, antocianinas, ácidos hidroxicinâmicos, ácidos hidroxibenzóicos e flavonoides.

Na caracterização dos compostos voláteis da polpa de cagaita, detectou-se entre os compostos majoritários identificados, o 3-careno, pertencente à classe monoterpenos.

O HS-SPME acoplado ao GC / MS tem se mostrado uma técnica eficiente para a extração e identificação dos COVs presentes na fruta da cagaita, permitindo a identificação de 27 compostos. A maioria desses compostos pertencia aos seguintes agrupamentos químicos:



ácidos carboxílicos, ésteres e hidrocarbonetos; entretanto, as substâncias presentes nas maiores concentrações foram monoterpenos (36,29%) e ésteres (36,28%).

Das três regiões analisadas, constatou-se que, em média, a progênie 2 de Paraopeba foi a que se destacou nas avaliações físicas, possuindo maior peso e diâmetros longitudinal e transversal. Quanto às avaliações químicas, observou-se que a maioria das progênies apresentaram parâmetros (pH, Teor de Sólidos Solúveis, Acidez Total Titulável) dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Portanto, os resultados físico-químicos demonstraram que as matrizes de Paraopeba são mais promissoras para futuros melhoramentos genéticos na espécie, uma vez que possui as maiores médias de parâmetros físicos e mantém as médias dos parâmetros físico-químicos dentro dos padrões brasileiros.

■ REFERÊNCIAS

1. ABDULLAH, A. G. L.; SULAIMAN, N. M. Otimização de amostragem headspace usando microextração de fase sólida (SPME) para componentes voláteis em suco de carambola. *International Journal of Food Engineering*, v. 9, n. 2, p. 227-232, 2013.
2. ASSUNÇÃO, D. A. da; PINTO, B. G.; LEAL, A. C. D.; *et al.* Caracterização dos compostos voláteis do kiwi empregando-se HS-SPME/CG-MS. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e55491110054, 2020.
3. BALASUBRAMANIAN, S.; PANIGRAHI, S. Técnicas de microextração em fase sólida (SPME) para caracterização da qualidade de produtos alimentícios: Uma revisão. *Food Bioprocess Technology*, v. 4, p. 1-26, 2011.
4. BESS, J. *et al.* Biometric and physical-chemical analysis of pequis collected in the state of Mato Grosso. **Scientific Electronic Archives**, v. 13, p. 24, 2020. <http://dx.doi.org/10.36560/131220201246>
5. BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; *et al.* Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. *Food Research International*, v. 44, p. 1843-1855, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.012>
6. BONNEAU, A.; BOULANGER, R.; LEBRUN, M.; *et al.* Compostos aromáticos em manga fresca e seca (*Mangifera indica* L. cv. Kent): impacto da secagem na composição de voláteis. *Jornal Internacional de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 51, p. 789-800, 2016.
7. BOTTI, J. M. C.; FRANZIN, M. L.; FADINI, M. A. M.; *et al.* Preference of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) for volatiles of Bt maize induced by multiple herbivory. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 63, p. 283-289, 2019.
8. BRASIL. *Leis, decretos, etc. Instrução Normativa N.º 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta.* Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Diário Oficial da União N.º 6, Brasília, 10 de jan de 2000, Seção I., p. 54 - 58.



9. BUENO, G. H.; GUEDES, M N S; SOUZA, A. G.; *et al.* Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* DC originados em região de clima tropical de altitude. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 35, p. 515-522, 2017.
10. BUENO, G. H.; GUEDES, M. N. S.; SOUZA, A. G.; *et al.* Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* dc originados em região de clima tropical de altitude. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 35, p. 515-522, 2017.
11. BUENO, G. H.; GUEDES, M. N. S.; SOUZA, A. G.; *et al.* Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugeniadysenterica* DC originados em região de clima tropical de altitude. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 35, n. 3, p. 515-522, 2017.
12. CAMPELO, F.; HENRIQUES, G.; SIMEONE, M. L.; *et al.* Study of Thermoplastic Extrusion and Its Impact on the Chemical and Nutritional Characteristics and Two Sorghum Genotypes SC 319 and BRS 332. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 31, p. 788-802, 2020.
13. CEBRAC. *Oportunidades de geração de renda no cerrado*. Brasília: Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural, p. 79, 1999.
14. CORREIA, V. T. da V.; D'ANGELIS, D. F.; MACEDO, M. C. C.; *et al.* Perfil químico da farinha extrusada de sorgo do genótipo BRS 305 por paper spray. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e40710111414, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11414>
15. COSTA, L. T.; MELO, C. P. O. F.; RODRIGUES, D. B.; *et al.* Mentoring Program in Organic Chemistry Discipline at Agricultural Science Courses from Federal University of São João del-Rei - Campus Sete Lagoas. *Revista Virtual de Química*, v. 9, p. 689-698, 2017. <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170041>
16. COSTA, L. T.; RODRIGUES, D. B.; MELO, C. P. O. F.; *et al.* Preservation of the Cerrado produces fruits: fruit of the cerrado project in the microregion of Sete Lagoas, Minas Gerais. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 40, 2017.
17. COSTA, L. T.; RODRIGUES, D. B.; MELO, C. P. O. F.; *et al.* Preservation of the Cerrado produces fruits: fruit of the cerrado project in the microregion of Sete Lagoas, Minas Gerais. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 40, 2017. <https://doi.org/10.36560/1042017453>.
18. DA COSTA, L. T. ; MELO, C. P. O. F.; RODRIGUES, D. B. ; *et al.* Mentoring Program in Organic Chemistry Discipline at Agricultural Science Courses from Federal University of São João del-Rei - Campus Sete Lagoas. *Revista Virtual de Química*, v. 9, p. 689-698, 2017.
19. EGEA, M. B.; PEREIRA-NETTO, A. B.; CACHO, J.; *et al.* Análise comparativa de compostos aromáticos e características sensoriais de goiabas de morango e limão (*Psidiumcattleianum Sabine*). *Food Chemistry*, v. 164, p. 272-277, 2014.
20. FRANZIN, M. L.; BOTTI, J. M. C.; FADINI, M. A. M.; *et al.* Multiple infestations induce direct defense of maize to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Florida Entomologist*, v. 103, p. 307-315, 2020.
21. FREITAS, J.; VENDRAMINI, P.; MELO, J.; *et al.* An Appraisal on the Source-to-Sink Relationship in Plants: an Application of Desorption Electrospray Ionization Mass Spectrometry Imaging. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 29, p. 17-23, 2017.


22. FREITAS, J.; VENDRAMINI, P.; MELO, J.; *et al.* Assessing the Spatial Distribution of Key Flavonoids in *Mentha × piperita* Leaves: An Application of Desorption Electrospray Ionization Mass Spectrometry Imaging (DESI-MSI). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 1437-1446, 2019.
23. FREITAS, J.; VENDRAMINI, P.; MELO, J.; EBERLIN, M.; *et al.* An Appraisal on the Source-to-Sink Relationship in Plants: an Application of Desorption Electrospray Ionization Mass Spectrometry Imaging. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 29, p. 17-23, 2017. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20170107>
24. FREITAS, J.; VENDRAMINI, P.; MELO, J.; *et al.* Assessing the Spatial Distribution of Key Flavonoids in *Mentha × piperita* Leaves: An Application of Desorption Electrospray Ionization Mass Spectrometry Imaging (DESI-MSI). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 1437-1446, 2019. <http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20190039>
25. GARCIA, L S; NASCIMENTO, P.; GUEDES, M N S; *et al.* Physical and physico-chemical characterization of pequi from of the region of Sete Lagoas, MG.. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 6, 2017. <https://doi.org/10.36560/1032017465>.
26. GARCÍA, Y. M.; GUEDES, M. N. S.; RUFINI, J. C. M.; *et al.* Compostos voláteis identificados em Barbados Cherry 'BRS-366 Jaburú'. *Scientific Electronic Archives*, v. 9, n. 3, p. 67-73, 2016. <https://doi.org/10.36560/932016352>
27. GARCÍA, Y.; RUFINI, J.; CAMPOS, M.; *et al.* SPME Fiber Evaluation for Volatile Organic Compounds Extraction from Acerola. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 247-255, 2018.
28. GUEDES, M. N. S.; RUFINI, J. C. M.; MARQUES, T. R.; *et al.* Minerals and Phenolic Compounds of Cagaita Fruits at Different Maturation Stages (*Eugenia dysenterica*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 39, p. 1-9, 2017.
29. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 4 ed. São Paulo: IAL, p. 1533, 2008.
30. LIMA, T. L. S.; CAVALCANTE, C. L.; SOUSA, D. G.; *et al.* Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. *Revista Verde*, v. 10, n. 2, p. 49-55, 2015. <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3378>
31. LOPES, T. S.; DIAS, J. S.; SANTOS, V. R. B.; *et al.* Intervention in Sete Lagoas about the Cerrado biome. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, p. 71-75, 2020.
32. LOPES, T. S.; DIAS, J. S.; SANTOS, V. R. B.; *et al.* Intervention in Sete Lagoas about the Cerrado biome. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, p. 71-75, 2020. <https://doi.org/10.36560/13420201041>.
33. LOYOLA, A. C.; SILVA, V.; SILVA, M.; *et al.* Use of Paper Spray Mass Spectrometry for Determining the Chemical Profile of Green Cavendish Banana (*Musa AAA*) Peel and Pulp Flours and Evaluation of Its Functional Potential. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 32, p. 953-963, 2021.
34. MARIANO, A. P. X.; RAMOS, A. L. C. C.; AUGUSTI, R.; *et al.* Analysis of the chemical profile of cerrado pear fixed compounds by mass spectrometry with paper spray and volatile ionization by SPME-HS CG-MS. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e949998219-22, 2020.



35. MINIGHIN, E. C.; ANASTÁCIO, L. R.; MELO, J. O. F.; *et al.* Açai (*Euterpe oleracea*) e suas contribuições para alcance da ingestão diária aceitável de ácidos graxos essenciais. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e760986116, 2020.
36. MORAIS CARDOSO, L.; MARTINO, H. S. D.; MOREIRA, A. V. B.; *et al.* Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) of the Cerrado of Minas Gerais, Brazil: Physical and chemical characterization, carotenoids and vitamins. *Food Research International*, v. 44, p. 2151–2154, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.005>
37. NASCIMENTO, P. T.; FADINI, M. A. M.; ROCHA, M. S.; *et al.* Response of *Trichogramma pretiosum* females (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to herbivore-induced Bt maize volatiles. *Arthropod-Plant Interactions*, v. 1, p. 1, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09801-5>
38. OLIVEIRA JÚNIOR, A. H. de ; RAMOS, A. L. C. C.; GUEDES, M. N. S.; *et al.* Chemical profile and bioprospecting of cocoa beans analyzed by paper spray mass spectrometry. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e975986882, 2020.
39. OLIVEIRA JUNIOR, A. H.; MENDONCA, H. O. P.; AUGUSTI, R.; *et al.* CG-MS/SPME as a Complimentary Tool to Histochemistry in the Study of the Influence of Water Regime on the Physiology of *Callistemon viminalis*. *Revista Virtual de Química*, v. 12, p. 949-958, 2020.
40. OLIVEIRA, C. T.; RAMOS, A. L. C. C.; MENDONCA, H. O. P.; *et al.* Quantification of 6-gingerol, metabolomic analysis by paper spray mass spectrometry and determination of antioxidant activity of ginger rhizomes (*Zingiber officinale*). *Research, Society and Development*, v. 9, p. e366984822, 2020.
41. OLIVEIRA, K. B.; GARCIA, E. M.; REIS, G. D.; *et al.* Biotechnology in the production of beverages: the teaching of chemistry from the production of aguardente de cagaita (*Eugenia dysenterica*). *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 58, 2017.
42. OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; *et al.* Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. *Food Research International*, v. 48, p.170–779, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.011>
43. RAMOS, A. L. C. C.; MENDES, D. D.; SILVA, M. R.; *et al.* Chemical profile of *Eugenia brasiliensis* (Grumixama) pulp by PS/MS paper spray and SPME-GC / MS solid-phase microextraction. *Research, Society and Development*, v. 9, p. 318974008, 2020.
44. RAMOS, S. A.; SILVA, M. R.; SIUVES, I. O.; *et al.* Desenvolvimento e caracterização do perfil de compostos voláteis de casquinha de sorvete produzida com farinha da casca e amêndoa de manga Tommy Atkins. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e11310313006, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13006>
45. RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*, v. 80, p. 223-230, 1997. <https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0469>
46. RIBEIRO, E. M. G.; CARVALO, L. M. J.; ORTIZ, G. M. D.; *et al.* Uma visão geral sobre cagaita (*Eugeniadysenterica* DC) macro e micro componentes e uma abordagem tecnológica. In: MUZZALUPO, I. **Food Industry**, ViktorijaZgela, Rijeka, p. 3-22, 2013.
47. ROCHA, D. D. D.; FADINI, M. A. M.; SOUZA, O. A. C.; *et al.* Headspace in situ para extração de voláteis em plantas de soja infestada por múltiplos herbívoros. *Científica (Jaboticabal Online)*, v. 47, p. 358-363, 2019.



48. RODRIGUES, D. B.; COSTA, L. T.; LOPES, T. S.; *et al.* Discovering the secrets of Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), an awakening of Cerrado. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 45, 2017.
49. RODRIGUES, D. B.; COSTA, L. T.; LOPES, T. S.; *et al.* Discovering the secrets of Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), an awakening of Cerrado. *Scientific Electronic Archives*, v. 10, p. 45, 2017. <https://doi.org/10.36560/1042017463>.
50. RODRIGUES, D. B.; COSTA, L. T.; MELO, C. P. O. F.; *et al.* Analysis of project about Cerrado fruits developed with students from two public schools. *Scientific Electronic Archives*, v. 9, n. 3, p. 80–86, 2016. <https://doi.org/10.36560/932016336>
51. RODRIGUES, D. B.; COSTA, L. T.; MELO, C. P. O. F.; *et al.* Analysis of project about Cerrado fruits developed with students from two public schools. *Scientific Electronic Archives*, v. 9, p. 80, 2016. <https://doi.org/10.36560/932016336>.
52. RODRIGUES, D. B.; MENDONÇA, H. O. P.; NOGUEIRA, L. A.; *et al.* Caracterização de compostos voláteis e compostos bioativos da polpa e geleia de cagaita por microextração em fase sólida no modo headspace e espectrometria de massa por paper spray. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e25610111735, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11735>
53. ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; *et al.* Atividade Antioxidante de frutos do Cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 1, p. 53 -60, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000100010>
54. SANTOS, B. O.; AUGUSTI, R.; MELO, J. O. F.; *et al.* Optimization of extraction conditions of volatile compounds from pequi peel (*Caryocar brasiliense* Camb.) using HS-SPME. *Research, Society and Development*, v. 9, p. 919974893-9199735011, 2020.
55. SILVA, E.; AUGUSTI, R.; MELO, J.; *et al.* Physicochemical Characterization, Antioxidant Activity and Fingerprints of Industrialized Detox Mixed Beverages by Paper Spray Mass Spectrometry. *Química Nova*, v. 43, p. 319-324, 2020.
56. SILVA, M.; BUENO, G.; ARAÚJO, R.; *et al.* Evaluation of the Influence of Extraction Conditions on the Isolation and Identification of Volatile Compounds from Cagaita (*Eugenia dysenterica*) Using HS-SPME/GC-MS. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 379-387, 2018.
57. SILVA, M.; FREITAS, L.; MENDONÇA, H.; *et al.* Determination of Chemical Profile of *Eugenia dysenterica* Ice Cream Using PS-MS and HS-SPME/CG-MS. *Química Nova*, v. 44, p. 129-136, 2020. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170680>
58. SILVA, M.; FREITAS, L.; SOUZA, A.; *et al.* Antioxidant Activity and Metabolomic Analysis of Cagaitas (*Eugenia dysenterica*) using Paper Spray Mass Spectrometry. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 30, p. 1034-1044, 2019.
59. SILVA, V. D.M.; MACEDO, M. C. C.; SANTOS, A. N.; *et al.* Bioactive activities and chemical profile characterization using paper spray mass spectrometry of extracts of Lindl. leaves. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, v. 34, p. 1, 2020.
60. SOUZA, A. G.; GARCIA, E. M.; TAROCO, HOSANE A.; *et al.* Electrochemical corrosion study in tinplate can of green corn. *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*, v. 5, p. 1-5, 2018.

- 
61. SOUZA, A. H. de; SILVA, B. M.; SILVA, E. C. da; *et al.* Influence of thermal processing on the characteristics and chemical profile of ora-pro-nobis by PS/MS paper spray. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e12110212119, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12119>
62. VIANA, I. T. S.; PEREIRA, H. V.; GUEDES, M. N. S.; *et al.* Characterization and evaluation of volatile compounds of *Vitis labrusca* wort from the region of Bento Gonçalves-RS using solid phase microextraction and gas chromatography for three grape varieties. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, p. 1128-1135, 2018.