

COMPOSIÇÃO E VARIABILIDADE QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE AÇAFRÃO COLETADOS NO ESTADO DE GOIÁS NO PERÍODO DE MÁXIMA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL

Wesley Almeida Souza¹
Pedro Henrique Ferri²

Resumo:

O óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) extraído de amostras coletadas em duas regiões diferentes do Cerrado Brasileiro, Mara Rosa e Goiânia - GO, foram obtidos por hidrodestilação e analisados por Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa (CG-EM). Os resultados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (PCA) e de Agrupamentos Hierárquico (HCA), que permitiu distinguir três classes com base nos componentes voláteis do óleo essencial: agrupamento I, caracterizado por alto teor de monoterpenoides; agrupamento II, caracterizado pelo alto conteúdo de sesquiterpenoides, e agrupamento III, com quantidades substanciais de mono e sesquiterpenos. O padrão de variação na composição química indicou que os sesquiterpenos foram produzidos principalmente em latitudes, longitudes e altitudes mais baixas (amostras de Mara Rosa), enquanto os monoterpenos nas superiores (amostras de Goiânia).

Palavras chave:

Curcuma longa L. Terpenoides. Componentes principais. Agrupamento hierárquico. Coordenadas geográficas.

COMPOSICIÓN Y VARIABILIDAD QUÍMICA DE LO ACEITE ESENCIAL DE SAFFRON RECOGIDOS EN EL ESTADO DE GOIÁS EN EL PERÍODO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL MÁXIMA

Resumen:

Lo aceite esencial de rizomas cúrcumas (*Curcuma longa* L.) de dos sitios de muestra de la región del cerrado brasileño se obtuvieron por hidrodestilación y se analizaron por cromatografía de gases-espectrometría de masas (CG-MS). Los resultados se presentaron al análisis de componentes principales y análisis de conglomerados, que permitió distinguir tres conglomerados en base a componentes volátiles: conglomerado I, caracterizado por un alto contenido de monoterpenoides; grupo II, caracterizado por un alto contenido de sesquiterpenoides, y grupo III, con cantidades sustanciales de mono y sesquiterpenos. El patrón de variación en la composición química indicó que los sesquiterpenos se producían principalmente en latitudes, longitudes y altitudes más bajas (muestras de Mara Rosa), mientras que los monoterpenos en las más altas (muestras de Goiânia).

Palabras clave:

Curcuma longa L. Terpenoides. Componentes principales. Agrupación jerárquica. Coordenadas geográficas.

¹ Mestre em Química. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, CUA, Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Av. Universitária, 3500 - CEP: 78698-000, Zona Rural, Pontal do Araguaia, MT, Brasil e-mail: wasql@hotmail.com

² Doutor em Química Orgânica. Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus II – Samambaia, CEP: 74001-970, Itatiaia, Goiânia, GO, Brasil.

COMPOSITION AND CHEMICAL VARIABILITY OF SAFFRON ESSENTIAL OIL COLLECTED IN THE STATE OF GOIÁS IN THE PERIOD OF MAXIMUM PLUVIAL PRECIPITATION

Abstract:

Essential oil of tumeric rhizomes (*Curcuma longa* L.) extracted from samples collected in two different regions of the Brazilian Cerrado, Mara Rosa and Goiânia - GO, were obtained by hydrodistillation and analyzed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (CG-MS). The results were submitted to Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Clustering (HCA). This made it possible to distinguish three classes based on the volatile components of the essential oil: cluster I, characterized by a high content of monoterpenoids; cluster II, characterized by the high content of sesquiterpenoids, and cluster III, with substantial amounts of mono and sesquiterpenes. The pattern of variation in chemical composition indicated that sesquiterpenes were produced mainly at lower latitudes, longitudes and altitudes (samples from Mara Rosa), while monoterpenes at higher ones (samples from Goiânia).

Keywords:

Curcuma longa L. Terpenoids. Main components. Hierarchical grouping. Geographic coordinates.

Introdução

Plantas medicinais são utilizadas ao longo do tempo no tratamento de diferentes tipos de doenças. Sendo este tipo de tratamento, designado medicina popular, praticada por diferentes pessoas e em vários países do mundo (TASNEEM *et al.*, 2019). O uso de diferentes plantas, fungos, bactérias e outros organismos dentro da classe de produtos naturais, são utilizados em composições farmacêuticas seja como compostos puros, ou extratos (SHEDOEVA *et al.*, 2019; VIEGAS, BOLZANI & BARREIRO, 2006).

O açafrão (*Curcuma longa* L.), é uma espécie vegetal amplamente utilizada na culinária como tempero, na forma de pó extraído do rizoma seco e moído assim como um importante medicamento natural principalmente por países asiáticos, como China, Índia, Malásia e Indonésia. A curcumina é o principal constituinte químico do açafrão, no entanto, possui óleo essencial de qualidade tanto técnica quanto organoléptica, o que possibilita a sua utilização tanto na indústria têxtil quanto em perfumaria, além de apresentar elevada importância econômica (KOCAADAM & ŞANLIER, 2017; MAJOLO *et al.*, 2014; OMOSA, MIDIWO & KUETE, 2017). Sendo da família da *Zingiberaceae*, mundialmente conhecido por “turmeric”, nome este dado a esta espécie no mercado mundial (WILKEN *et al.*, 2011).

Os extratos dos rizomas de açafrão vem sendo utilizados a anos na medicina tradicional para tratar diversas doenças, devido a sua ação como, redutor de lipídios, imunomodulatório, ação sedativa, atividade antioxidante, anti-inflamatória, antifúngica e antitumoral (ABO-ZAID, SHAHEEN & ISMAIL, 2020; CEREMUGA *et al.*, 2017; MANDAL, JAISWAL & MISHRA, 2020; ZHENG *et al.*, 2020).

A avaliação da composição, assim como a variabilidade química dos constituintes voláteis dos óleos essenciais dos rizomas do açafrão (*Curcuma longa* L.), de espécimes coletadas em Mara Rosa e Goiânia, dois municípios produtores do Estado de Goiás, será um ponto interessante a ser observado desde que se tenha um controle de qual região será melhor para se ter um melhor rendimento de alguns constituintes do óleo essencial de açafrão.

Metodologia

Material Vegetal

Rizomas de *Curcuma longa* L. (*C. domestica* Val) (Zingiberaceae) foram coletados na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia, GO (S16°40'43"/W49°15'14"; 749 m) e na cidade de Mara Rosa, GO (S14°01'01"/W49°10'42"; 529 m) sendo aqui representadas a latitude (S), longitude (W) e altitude em metros (m) e identificados no Departamento de Biologia Geral da UFG. As exsicatas do material botânico encontram-se depositadas no Herbário da UFG.

As amostras foram coletadas em três localidades diferentes de cada município do Estado no período de Novembro/2003 a Fevereiro/2004. As amostras de Mara Rosa e Goiânia foram identificadas de acordo com as equivalências demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Correspondência/equivalência das siglas utilizadas para representação das amostras.

Cidade	Mara Rosa – GO	Goiânia – GO
Meses		
Novembro/2003	Nov–MR	Nov– GO
Dezembro/2003	Dez–MR	Dez– GO
Janeiro/2004	Jan–MR	Jan– GO
Fevereiro/2004	Fev–MR	Fev– GO

Fonte: Os autores.

Análises do óleo essencial

As análises das amostras de óleo foram realizadas em um GC-MS Shimadzu QP5050A empregando as seguintes condições: uma coluna CBP-5 (Shimadzu) capilar de sílica fundida coluna (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm de espessura de filme composto por 5% de fenilmetilpolisiloxano) conectado a um detector quadrupolo operando no modo IE a 70 eV com uma faixa de massa de varredura de 40-400 m/z a uma taxa de amostragem de 1,0 varredura s^{-1} ; gás transportador: He (23 mL min^{-1} , (56,7 kPa); as temperaturas do injetor e da interface foram de 170°C e 275°C, respectivamente. O volume de injeção foi de 0,2 µL (10% em CH_2Cl_2) no modo split com razão (1:20) e a temperatura do forno foi aumentada de 60°C até 240°C a 3°C min^{-1} , depois para 280°C a 10°C min^{-1} , mantendo a temperatura final por 10 min. A análise quantitativa foi obtida pela integração do Cromatograma Total de Íons (TIC). Os componentes individuais foram identificados comparando seus índices de retenção e os espectros de massa com os da literatura e uma base de dados EM informatizada usando bibliotecas NIST (ADAMS, 2001, 2007; NIST, NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1998).

Materiais e Reagentes

CH_2Cl_2 P.A. VETEC grau cromatográfico.

Na_2SO_4 anidro Merck.

Extração

Rizomas frescos, com aproximadamente 0,4 Kg de espécimes representativos de cada população foram fragmentados e o material botânico extraído por hidrodestilação, em aparelho do tipo Clevenger, durante 4 horas. Os óleos essenciais foram secos com Na_2SO_4 anidro e recolhidos em frascos de vidros protegidos da luz e acondicionados em freezer (-18°C) até serem analisados.

Análise dos Dados

A composição química dos óleos essenciais foi incluída na análise multivariada usando o pacote estatístico *Système Portable d'Analyse des Données Numériques (SPAD.N Intégrada versão 2.5 PC/1994)* do Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées-CISIA, Saint-Mandé/França (LEBART *et al.*, 1994). A aplicação da Análise por Componentes Principais (PCA – Principal Component Analysis) permitiu que os dados fossem projetados no espaço definido pelo primeiro plano fatorial, retendo significativa porcentagem de variância acumulada. A Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA – Hierarchical Cluster Analysis) foi aplicada para o estudo da similaridade entre os indivíduos (diferentes populações) com base na distribuição dos constituintes dos óleos essenciais. A técnica do vizinho mais próximo (Nearest neighbour complete linkage), pelo algoritmo de Benzécri (1980) (BEAUDOUIN, 2016), foi utilizada como índice de similaridade, enquanto o agrupamento hierárquico foi efetuado de acordo com o método de minimização da variância descrito por Ward (WARD, 1963). As correlações entre os componentes dos óleos essenciais e as coordenadas geográficas foram estabelecidas pelo teste t de Student. Valores de $P < 0,05$ foram considerados significativos.

Resultados e Discussões

O rendimento obtido no conteúdo de óleos essenciais de *Curcuma longa* L. coletados nos municípios de Mara Rosa e Goiânia, GO foi de 0,35 a 0,45% (p/p). Os resultados da análise qualitativa das amostras analisadas se encontram na Tabela 2, enquanto que os resultados quantitativos, dos componentes voláteis listados na Tabela 3 por ordem de eluição através da coluna capilar de sílica fundida SBP-5 apresentou um total de 19 componentes identificados, fazendo um total de 93–97% dos constituintes voláteis extraídos.

Os sesquiterpenos oxigenados são os constituintes químicos que constituem o principal grupo de compostos dos óleos essenciais de açafrão, em todas as populações (70,46–82,79%) conforme a Tabela 3 (IBÁÑEZ & BLÁZQUEZ, 2019). Os principais sesquiterpenos oxigenados são: *ar*-Turmerol, Turmerona e Curlona.

Os constituintes principais apresentaram uma variação nas populações que foram analisadas tendo como constituintes variantes de maior ocorrência, ou seja, o de maior abundância como mostra a Tabela 4, verificando também as quantidades mínimas e máximas apresentadas bem como a sua média e variância e o período referente a cada um dos constituintes químicos citados.

Tabela 2 - Composição química dos óleos essenciais de *Curcuma longa* L. obtidos por hidrodestilação, (1-11 monoterpenos; 12-22 sesquiterpenos).

	Nº	Constituintes	TR ^a	IR ^b	IK ^c
MONOTERPENOS	1	α-Pineno	6,021	932	939
	2	Mirceno	7,650	989	991
	3	α-Felandreno	8,137	1004	1003
	4	α-Terpineno	8,557	1015	1017
	5	p-Cimeno	8,815	1022	1025
	6	Limoneno	8,994	1027	1029
	7	1,8-Cineol	9,090	1029	1031
	8	γ-Terpineno	10,104	1056	1060
	9	Terpinoleno	11,275	1087	1089
	10	Biciclo(3,1,0)-hexan-2-ol	15,064	1176	-
	11	(Neo) Dihidrocarveol	15,651	1190	1194
SESQUITERPENOS	12	<i>ar</i> -Curcumeno	28,484	1482	1481
	13	α-Zingibereno	29,037	1495	1494
	14	β-Sesquifelandreno	30,218	1524	1523
	15	<i>ar</i> -Turmerol	32,444	1579	1583
	16	^d	34,646	1635	-
	17	<i>ar</i> -Turmerona	35,810	1664	1669
	18	Turmerona	36,001	1669	-
	19	Curlona	37,227	1701	-
	20	^d	39,281	1757	-
	21	(E)- α-Atlantona	39,577	1765	1779
	22	^d	41,293	1811	-

^aTempo de retenção em (min), ^bÍndices de retenção calculados (DOOL & KRATZ, 1963) e ^cÍndices de Kovats (ADAMS, 2001, 2007). ^dComponentes não identificados. **Fonte:** Os autores.

Tabela 3 - Percentual médio dos constituintes identificados nas análises cromatográficas do açafão.

		% nas populações															
		Goiânia								Mara Rosa							
Nº	Constituintes	Nov		Dez		Jan		Fev		Nov		Dez		Jan		Fev	
		Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp	Média	Dp
1	α -Pinoeno	0,22	0,04	0,33	0,22	0,29	0,28	0,07	0,12	0,00	0,00	0,10	0,17	0,08	0,14	0,18	0,14
2	Mirceno	0,14	0,09	0,27	0,18	0,24	0,22	0,09	0,10	0,07	0,11	0,12	0,10	0,09	0,14	0,14	0,12
3	α -Felandreno	7,17	0,93	9,43	6,15	8,72	8,23	5,37	1,65	4,42	0,39	5,60	1,40	6,25	2,27	7,77	0,52
4	α -Terpinoeno	0,07	0,11	0,11	0,19	0,19	0,18	0,00	0,01	0,00	0,00	0,16	0,14	0,07	0,11	0,05	0,08
5	p-Cimeno	1,09	0,32	1,26	0,69	1,43	1,46	0,85	0,21	0,65	0,05	1,05	0,29	1,14	0,37	1,29	0,18
6	Limoneno	0,62	0,07	0,84	0,50	0,82	0,64	0,45	0,12	0,39	0,03	0,59	0,25	0,61	0,22	0,61	0,02
7	1,8-Cineol	6,36	2,65	6,57	3,13	5,68	5,49	3,25	0,74	2,22	0,52	5,23	4,31	4,27	2,69	3,17	0,94
8	γ -Terpinoeno	0,21	0,17	0,37	0,22	0,32	0,33	0,24	0,05	0,07	0,11	0,12	0,18	0,21	0,17	0,30	0,03
9	Terpinoleno	1,44	0,22	1,92	1,04	1,67	1,43	1,21	0,31	1,02	0,21	1,38	0,67	1,44	0,61	1,14	0,02
10	Biciclo(3,1,0)-hexan-2-ol	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,16	0,01	0,01	0,00	0,00
11	(Neo) Dihidrocarveol	0,21	0,18	0,11	0,19	0,15	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,25	0,15	0,24	0,00	0,00
12	<i>ar</i> -Curcumeno	0,81	0,15	0,92	0,01	0,84	0,72	0,70	0,15	0,83	0,05	1,00	0,41	1,01	0,36	1,10	0,09
13	α -Zingibereno	2,09	0,42	1,93	0,08	1,52	1,31	1,18	0,32	1,65	0,31	0,81	0,03	0,89	0,10	0,97	0,18
14	β -Sesquifelandreno	1,68	0,25	1,59	0,07	1,63	0,58	1,08	0,23	1,53	0,25	1,03	0,19	1,03	0,22	1,12	0,15
15	<i>ar</i> -Turmerol	1,01	0,19	1,15	0,23	0,80	0,50	1,31	0,13	1,22	0,22	1,27	0,81	1,35	0,72	1,56	0,35
16	a	0,96	0,05	0,94	0,17	0,87	0,29	0,98	0,07	1,21	0,08	0,85	0,29	0,87	0,25	0,64	0,56
17	<i>ar</i> -Turmerona	16,59	1,74	17,77	3,27	17,06	3,08	22,54	1,17	20,54	2,25	29,85	7,47	28,85	5,93	28,95	3,05
18	Turmerona	41,67	3,97	37,40	5,53	34,66	4,68	39,65	0,83	41,35	2,19	31,69	2,53	31,52	2,80	31,30	2,87

19	Curlona	15,80	0,64	15,67	2,38	17,88	8,70	18,42	1,40	19,5	0,40	16,85	1,02	17,68	0,93	17,43	0,58
20	a	0,61	0,11	0,39	0,33	0,41	0,38	0,64	0,10	0,85	0,15	0,50	0,27	0,60	0,16	0,52	0,07
21	(E)- α -Atlantona	0,01	0,01	0,09	0,15	0,06	0,10	0,12	0,10	0,19	0,16	0,09	0,14	0,10	0,15	0,07	0,10
22	a	0,01	0,00	0,01	0,01	0,13	0,22	0,01	0,01	0,32	0,27	0,13	0,20	0,01	0,00	0,01	0,00
	Hidrocarbonetos monoterpenos	10,96	2,79	14,52	3,33	13,69	3,01	8,28	1,84	6,62	1,48	9,11	2,22	9,88	2,20	11,48	2,50
	Monoterpenos oxigenados	6,57	2,70	6,68	2,78	5,84	2,40	3,25	1,39	2,22	0,97	5,47	2,22	4,42	1,80	3,17	1,34
	Hidrocarbonetos sesquiterpenos	4,58	0,65	4,44	0,52	3,99	0,43	2,96	0,25	4,00	0,44	2,84	0,12	2,93	0,07	3,20	0,08
	Sesquiterpenos oxigenados	74,07	16,85	72,08	15,18	70,46	14,31	82,04	16,39	82,79	16,90	79,76	15,07	79,49	14,80	79,30	14,72
	Total Identificado	97,19	10,19	97,72	9,44	93,97	9,03	96,54	10,48	95,63	10,71	97,18	9,86	96,73	9,75	97,16	9,73

^aPercentual dos componentes não identificados nas populações de Goiânia e Mara Rosa. Dp – Desvio Padrão

Fonte: Os autores.

Tabela 4 - Percentual médio dos constituintes químicos que apresentaram uma maior ocorrência de variação.

Nº	Constituinte químico	Percentual dos constituintes químicos			Período de variação	
		Mínimo	Máximo	Variância	Goiânia	Mara Rosa
3	α -Felandreno	4,42	9,43	3,02	^a Dez	^b Nov
7	1,8-Cineol	2,22	6,57	3,16		
17	<i>ar</i> -Turmerona	16,59	29,85	32,30	^b Nov	^a Dez
18	Turmerona	31,30	41,67	19,77	^a Nov	^b Fev
19	Curlona	15,67	19,50	1,66	^b Dez	^a Nov

^a Meses que apresentaram o maior percentual. ^b Meses que apresentaram o menor percentual.

Fonte: Os autores.

Na Figura 1 pode-se observar a existência de três classes distintas através da Análise de Agrupamento Hierárquico. Este dendrograma facilita a visualização da divisão das classes das amostras analisadas (JIN *et al.*, 2019). Comparando-se os dados do dendrograma (Figura 1) com os dados expressos pela Análise de Componentes Principais (PCA) (Figura 2) percebe-se uma semelhança entre a divisão das classes reforçando assim a divisão das mesmas.

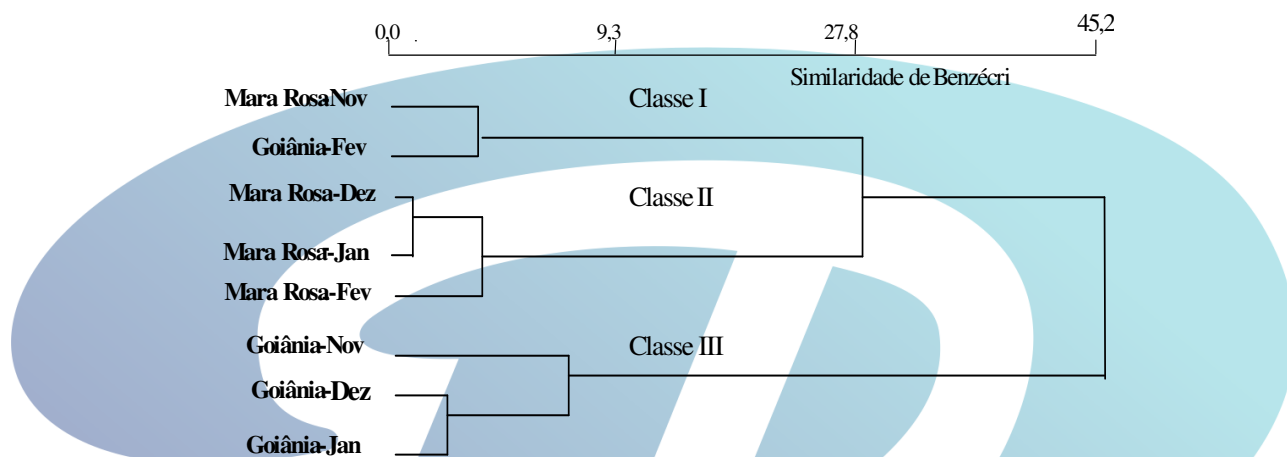


Figura 1 - Dendrograma dimensional representando a similaridade entre a composição química dos óleos essenciais dos rizomas de *C. longa* L. coletados nos municípios de Mara Rosa e Goiânia, GO. O agrupamento foi obtido segundo o método de Ward de acordo com a Regra do Vizinho mais Próximo (algoritmo de Benzécri).

Fonte: Os autores.

É possível observar através da Figura 2 que as classes são divididas de acordo com as espécies químicas mais comuns entre as amostras analisadas. Estão representadas as populações e os indivíduos pertencentes a cada um dos grupos, estes indivíduos são os discriminantes dentro de cada classe a que pertence (GAD & BOUZABATA, 2017). De acordo com a Tabela 4, os constituintes de maior abundância e de maior variância dentre os constituintes químicos do óleo essencial de açafraão são representados em grupos diferentes, isto explica a elevada variância que estes constituintes apresentam e a distribuição nas classes observadas na Figura 2, obtido pelo método de PCA (LIM AH TOCK *et al.*, 2020).

Outra observação relevante mediante a análise dos dados é a representação das posições relativas dos componentes no espaço em relação ao sistema de coordenadas gerados pela PCA (RANJBAR, NAGHAVI & ALIZADEH, 2020). Através da qual pôde-se observar que os monoterpenos ($15,27 \pm 3,80\%$) encontram-se em uma posição totalmente oposta à posição dos sesquiterpenos oxigenados ($76,42 \pm 4,12\%$), onde estes se localizam na parte direita, enquanto que os monoterpenos se localizam no extremo esquerdo é observado que na

classe 3 há a presença também de sesquiterpenos os constituintes α -zingibereno (13) e β -sesquifelandreno (14), isto por apresentarem pouca diferença na constituição química dos óleos essenciais estudados durante os meses de Nov/03 a Fev/04, apresentando uma boa similaridade entre si e os monoterpenos representados na Figura 2.

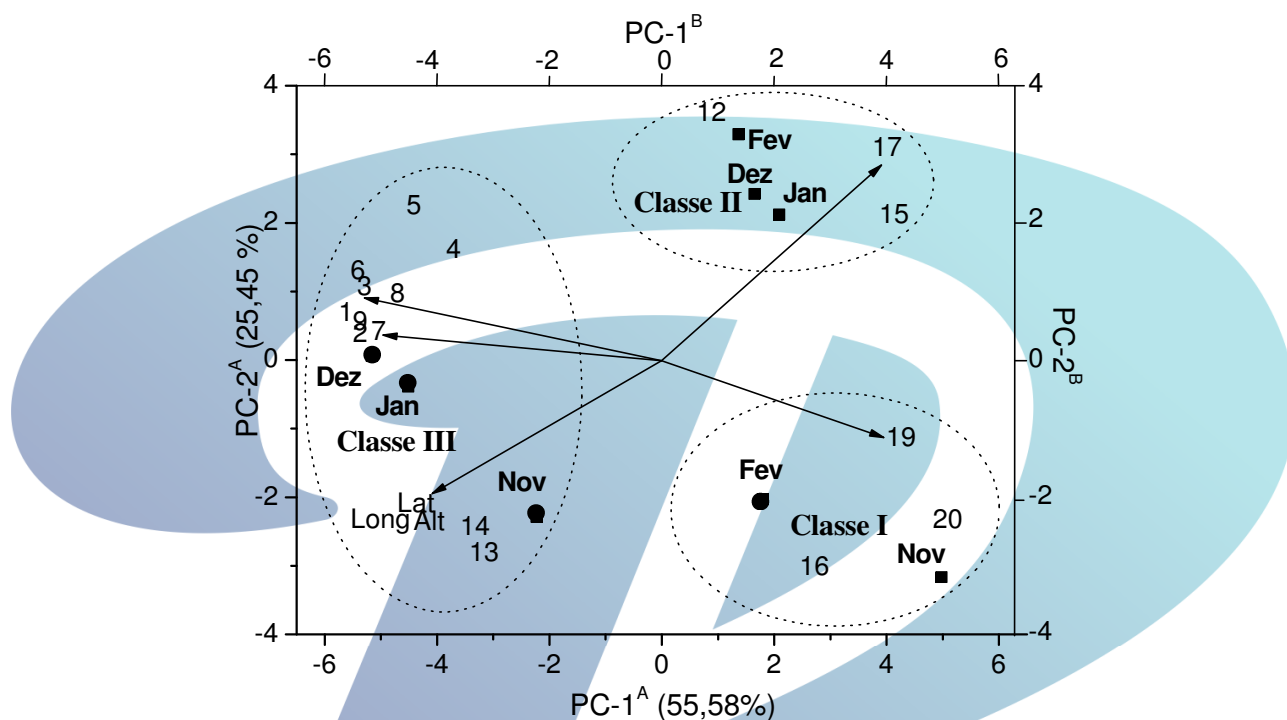


Figura 2 - PCA da composição química dos óleos essenciais dos rizomas de *Curcuma longa* L. ^AEixos referentes aos espécimes coletados em Goiânia (●) e Mara Rosa (■). ^BEixos referentes aos componentes químicos presentes nos óleos essenciais. *Matriz com coordenadas geográficas.

Fonte: Os autores.

Fazendo uma comparação dos resultados mostrados na Tabela 5, e comparando com o gráfico da Figura 2, percebe-se que os constituintes químicos listados se encontram justamente nesta divisão de classe predominante.

As classes observadas que melhor demonstra a variabilidade química dos óleos essenciais de *Curcuma longa* L. podem ser definidas por constituintes químicos discriminantes de cada classe, observando que a Classe I é discriminada pelo constituinte químico Curlona, que apresentou maior peso, a Classe II é discriminada pelo constituinte químico *ar*-Turmerona e a Classe III são discriminadas pelos constituintes químicos α -Felandreno, 1,8-Cineol, os constituintes discriminantes são os de maior peso estatístico e químico. Por este motivo, a Turmerona não classifica nenhum dos grupos, pelo fato de

apresentar uma boa contribuição química, mas não estatística, sendo praticamente neutra na classificação como é demonstrado na Figura 2.

Tabela 5 - Coeficientes de correlação entre os componentes dos óleos essenciais dos rizomas de *Curcuma longa* L. e as coordenadas geográficas (latitude, longitude e altitude).

Nº	Componente	Correlações entre as Coordenadas Geográficas		Localidade
1	α -Pinoeno		0,64*	Goiânia
2	Mirceno		0,59*	
3	α -Felandreno		0,51	
6	Limoneno		0,45	
7	1,8-Cineol		0,58*	
8	γ -Terpineno		0,58*	
9	Terpinoleno		0,58*	
12	<i>ar</i> -Curcumeno		-0,69*	Mara Rosa
13	α -Zingibereno		0,66*	
14	β -Sesquifelandreno		0,58*	
15	<i>ar</i> -Turmerol		-0,66*	
17	<i>ar</i> -Turmerona		-0,80*	
18	Turmerona		0,53*	
21	(E)- α -Atlantona		-0,41	

*Todas as correlações possuem nível de significância, $P < 0,05$ (teste t de Student).

Fonte: Os autores.

Conclusões

Através da análise estatística foi possível observar a divisão de três grupos, onde cada um possui constituinte químico discriminante. Grupos estes que existem pela influência da sazonalidade e das coordenadas geográficas, dos locais de amostragem, latitude, longitude e altitude.

Verificou-se também que a divisão dos grupos está relacionada com a classificação química dos constituintes, de modo que uma classe é formada por monoterpenos, enquanto outra classe com sesquiterpenos.

Também, foi observada que em localidade de menor latitude e altitude (Goiânia) há uma maior presença de compostos químicos classificados como Sesquiterpenos,

principalmente os Sesquiterpenos Oxigenados. Em contra partida os Monoterpenos foram predominantes em latitude, longitude e altitude superiores (Mara Rosa),

Referências

- ABO-ZAID, M. A.; SHAHEEN, E. S.; ISMAIL, A. H. Immunomodulatory effect of curcumin on hepatic cirrhosis in experimental rats. **Journal of Food Biochemistry**, v. 44, n. 6, p. e13219, 2020.
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4. ed. Carol Stream, Illinois: Allured Publishing Corporation, 2007.
- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy**. 3. ed. Carol Stream, Illinois: Allured Pub. Corporation, 2001.
- BEAUDOUIN, V. Statistical analysis of textual data: benzécri and the French school of data analysis. **Glottometrics**, v. 33, p. 56-72, 2016.
- CEREMUGA, T. E.; HELMRICK, K.; KUFAHL, Z.; KELLEY, J.; KELLER, B.; PHILIPPE, F.; GOLDBERGER, J.; PADRÓN, G. Investigation of the anxiolytic and antidepressant effects of curcumin, a compound from turmeric (*Curcuma longa*), in the adult male Sprague-Dawley rat. **Holistic Nursing Practice**, v. 31, n. 3, p. 193-203, 2017.
- GAD, H. A.; BOUZABATA, A. Application of chemometrics in quality control of turmeric (*Curcuma longa*) based on ultra-violet, Fourier transform-infrared and ¹H NMR spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 237, p. 857-864, 2017.
- IBÁÑEZ, M.; BLÁZQUEZ, M. Ginger and turmeric essential oils for weed control and food crop protection. **Plants**, v. 8, n. 3, p. 59, 2019.
- JIN, Y.; AI, J.; QU, Z.; CUI, L.; WANG, Y. Composition variation of essential oil from the stems of *Schisandra chinensis* with different fruit colours. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 22, n. 6, p. 1537-1543, 2019.
- KOCAADAM, B.; ŞANLIER, N. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 13, p. 2889-2895, 2017.
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; LAMBERT, T.; PLEUVRET, P. **SPAD.N version 2.5**. Sistema compatible para el análisis de datos. Saint Mandé, France, Centre International de Statistique et d'Informatique Appliquées, 1994.
- LIM AH TOCK, M. J.; KAMATOU, G. P. P.; COMBRINCK, S.; SANDASI, M.; VILJOEN, A. M. A chemometric assessment of essential oil variation of three *Salvia* species indigenous to South Africa. **Phytochemistry**, v. 172, p. 112249, 2020.

MAJOLO, C.; NASCIMENTO, V. P.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) e gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) frente a salmonelas entéricas isoladas de frango resfriado. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 505-512, 2014.

MANDAL, M.; JAISWAL, P.; MISHRA, A. Role of curcumin and its nanoformulations in neurotherapeutics: a comprehensive review. **Journal of Biochemical and Molecular Toxicology**, v. 34, n. 6, p. 1-17, 2020.

NIST; NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **PC version of the NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database**. U.S. Department of Commerce: Gaithersburg, 1998.

OMOSA, L. K.; MIDIWO, J. O.; KUETE, V., "*Curcuma longa*". Medicinal spices and vegetables from Africa. [S.l.]. Elsevier, 2017. p. 425-435.

RANJBAR, M.; NAGHAVI, M. R.; ALIZADEH, H. Chemical composition of the essential oils of Artemisia species from Iran: a comparative study using multivariate statistical analysis. **Journal of Essential Oil Research**, v. 32, n. 4, p. 361-371, 2020.

SHEDOEVA, A.; LEAVESLEY, D.; UPTON, Z.; FAN, C. Wound healing and the use of medicinal plants. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, n. 1, p. 1-30, 2019.

TASNEEM, S.; LIU, B.; LI, B.; CHOUDHARY, M. I.; WANG, W. Molecular pharmacology of inflammation: Medicinal plants as anti-inflammatory agents. **Pharmacological Research**, v. 139, p. 126-140, 2019.

VAN DEN DOOL, H.; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 11, p. 463-471, 1963.

VIEGAS, C.; BOLZANI, V. da S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963.

WILKEN, R.; VEENA, M. S.; WANG, M. B.; SRIVATSAN, E. S. Curcumin: a review of anti-cancer properties and therapeutic activity in head and neck squamous cell carcinoma. **Molecular Cancer**, v. 10, n. 1, p. 12, 2011.

ZHENG, Y.; PAN, C.; ZHANG, Z.; LUO, W.; LIANG, X.; SHI, Y.; LIANG, L.; ZHENG, X.; ZHANG, L.; DU, Z. Antiaging effect of *Curcuma longa* L. essential oil on ultraviolet-irradiated skin. **Microchemical Journal**, v. 154, n. Jan, p. 104608, 2020.