

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA DESTILAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum Americanum* POR ARRASTE COM VAPOR

Nian I.F. Queiroz¹; Edielson dos S. Barbosa²; Daniel D. Oliveira³; Rafael A. do Nascimento⁴; Lênio J.G. de Faria⁵

¹ Universidade Federal do Pará (Ufpa) - Nianqueiroz2@gmail.com

² Universidade Federal do Pará (Ufpa) - Barbosaedielson68@gmail.com

³ Universidade Federal do Pará (Ufpa) - d.oliveira.eng@yahoo.com.br

⁴ Instituto Federal de Rondônia (Ifro) - rafael.nascimento@ifro.edu.br

⁵ Universidade Federal do Pará (Ufpa) - leniojgfarria@gmail.com

Palavras-Chave: Extração a vapor, Estoraque, Cromatografia

Introdução

A diversidade amazônica contém um grande potencial de produtos naturais pouco explorados, com benefícios terapêuticos. Com a crescente demanda por compostos orgânicos presentes em óleos vegetais, torna-se essencial o estudo detalhado das espécies produtoras desses compostos. Os óleos essenciais desempenham um papel importante em sistemas de medicina nativa, reforçando a importância de sua exploração. Uma das espécies mais promissoras é o *Ocimum americanum* (Lamiaceae), também conhecido como "estoraque". Além de sua origem nas regiões da Ásia e África, essa planta se adaptou muito bem às regiões tropicais, sendo uma fonte proeminente de óleo essencial. Com diversas aplicações na agricultura, cosméticos e indústria farmacêutica, o estudo sobre seus benefícios e métodos de extração é fundamental. (Alves, L. S. et al., 2015).

Os óleos essenciais, como o extraído do *Ocimum americanum*, são definidos como produtos aromáticos obtidos, em grande parte, por destilação a vapor. Esse processo, além de ser simples e economicamente viável, evita o uso de solventes tóxicos, o que o torna sustentável e atraente. Além de seu papel na defesa das plantas contra organismos prejudiciais como bactérias, fungos e vírus, os óleos essenciais auxiliam na dispersão de sementes e pólen, destacando-se por sua relevância ecológica. (EL Asbahani. et al., 2015).

Para otimizar o processo de extração desses óleos, o planejamento de experimentos (DOE) surge como uma ferramenta essencial. O DOE utiliza técnicas estatísticas, como a análise de variância (ANOVA), para determinar a influência de diversas variáveis no processo de extração. Entre essas técnicas, o planejamento fatorial se destaca por permitir a obtenção de resultados significativos com um número reduzido de experimentos, aumentando a eficiência na avaliação de processos industriais. (Chowdhary, K. et al., 2018) (Pandey, A. K. et al., 2014). Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar o processo de obtenção de óleo essencial da espécie *Ocimum americanum* por meio da destilação a vapor. Utilizando experimentos planejados estatisticamente, pretende-se quantificar os principais componentes do óleo essencial extraído das folhas e ramos, proporcionando informações valiosas para futuras aplicações industriais.

Material e Métodos

O estudo utilizou a espécie *Ocimum americanum* como material para remoção de óleo essencial. Foram coletados 2,795 kg de maços em Santa Izabel/PA e comprados no mercado Ver-o-Peso, em Belém/PA. Após identificação e catalogação da espécie pelo Museu Paraense Emílio Goeldi, as amostras foram separadas em folhas e ramos, secas em estufa a 40°C por 24 horas, e distribuídas em recipientes para a remoção do óleo essencial por destilação a vapor.

O modelo utilizado para avaliar o rendimento do óleo em diferentes partes da planta, foi o planejamento fatorial 2^k , com variáveis como tempo de destilação e partes aéreas da planta (folhas e ramos). O processo foi conduzido em um extrator acoplado ao aparelho de Clevenger, utilizando vapor saturado e um banho criostático para condensar o óleo, realizada pelo processo de arraste com vapor desenvolvido por (Faria Júnior, L, J, G., 2008).

Após destilação, o óleo foi separado da água condensada, centrifugado e armazenado para análise química posterior. A análise do óleo essencial foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a detectores de massa e ionização de chama, identificando os compostos presentes conforme metodologia exemplificada por (Corumbá, L, G., 2023). O rendimento percentual foi calculado com base na massa do óleo em relação à massa da amostra.

Resultados e Discussão

O estudo utilizou um planejamento fatorial 2^k com uma réplica, totalizando oito ensaios experimentais, para avaliar o rendimento de óleo essencial extraído de folhas e ramos de estoraque (*Ocimum americanum*). A Tabela 1 apresenta as variáveis codificadas (X_1 e X_2), correspondentes às partes aéreas da planta e ao tempo de destilação, e os rendimentos. O rendimento do óleo variou de 0,18% a 2,52%, observando que as variáveis influenciam a eficiência da extração.

Tabela 1: Planejamento estatístico com as variáveis codificadas, reais e rendimento

Ensaio	Variáveis codificadas		Variáveis Reais		Variável de resposta
	X_1	X_2	Partes aéreas	Tempo (min)	Rendimento (Rend, %)
1	-1	1	Folhas	120	2,16
2	1	1	Ramos	120	2,52
3	-1	-1	Folhas	60	0,54
4	1	-1	Ramos	60	0,18
5	-1	1	Folhas	120	2,34
6	1	1	Ramos	120	2,16
7	-1	-1	Folhas	60	0,54
8	1	-1	Ramos	60	0,36

A análise estatística (Tabela 2) mostrou que apenas o tempo de extração (X_2) teve influência no rendimento de óleo ($p \leq 0,05$). O efeito positivo de X_2 indica que, no processo de destilação, ao passar de 60 para 120 min o tempo de extração, o rendimento aumenta na ordem de 1,89 %. O diagrama de Pareto no Gráfico 1 e a análise de variância na Tabela 3 confirmaram essa influência, mostrando que o tempo é um fator crucial no processo de destilação. A análise residual no Gráfico 2 não indicou a presença de *outliers*, e o modelo polinomial proposto Equação (1) mostrou-se adequado para descrever o comportamento do rendimento do óleo, com um coeficiente de determinação (R^2) de 98,67%.

Tabela 2: Valores codificados X_1 e X_2 com seus respectivos efeitos

Variáveis	Efeito \pm erro	p
Média	1,350 \pm 0,055	< 0,001*
X_1	-0,090 \pm 0,110	0,460
X_2	1,890 \pm 0,110	< 0,001*
X_1X_2	0,180 \pm 0,110	0,178

X_1 : partes aéreas da espécie (folhas ou ramos); X_2 : tempo de extração; *valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$); p : probabilidade de significância.

Gráfico 1: Diagrama de Pareto

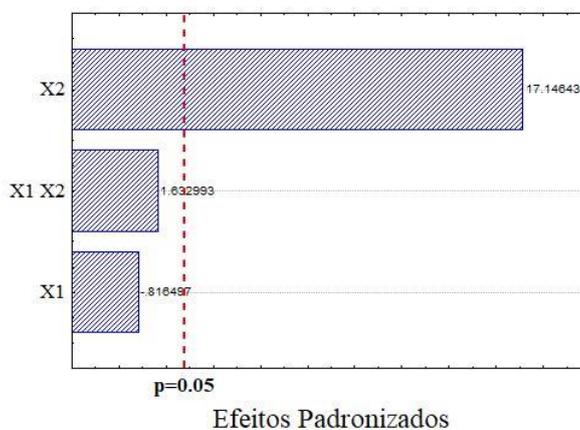


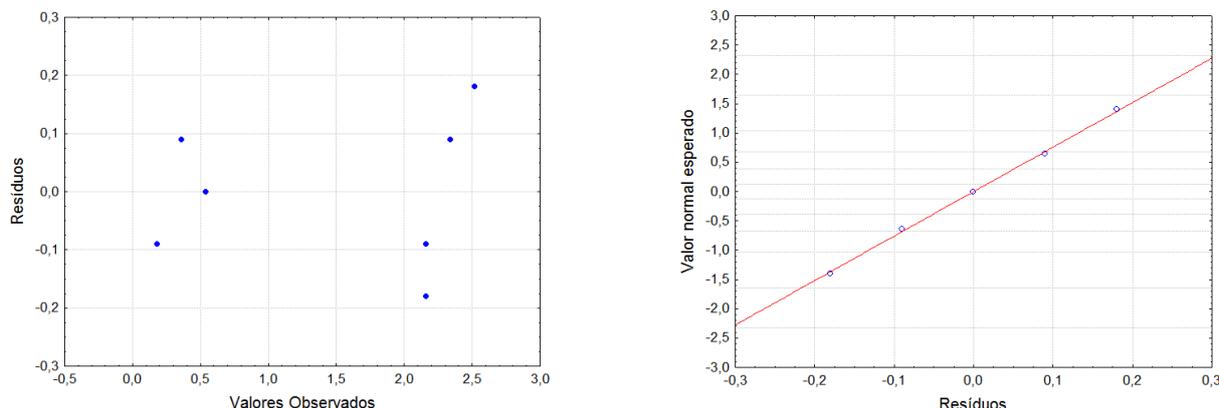
Tabela 3: Análise de variância para a resposta rendimento

Fatores	SS	df	MS	F_{cal}	F_{Tab}	P
X_1	0,016	1	0,016	0,667	7,709	0,460
X_2	7,144	1	7,144	294,000*	7,709	<0,001*
X_1X_2	0,065	1	0,016	2,667	7,709	0,178
Erro Puro	0,097	4	0,024			
Total SS	7,322	7				

X_1 : partes aéreas da espécie (folhas ou ramos); X_2 : tempo de extração; *valores estatisticamente significativos ($p < 0,05$); p : probabilidade de significância; SS: soma dos quadrados; df: graus de liberdade; MS: média dos quadrados; F_{cal} : Teste F calculado; F_{Tab} : Teste F tabelado.

$$Rendimento (\%) = 1,350 - 0,045X_1 + 0,945X_2 + 0,090X_1X_2 \quad (1)$$

Gráfico 2: Análise de resíduos (valores observados Vs residuais, e residuais Vs esperados)



A análise química apresentada na Tabela 4 revela uma composição rica e diversificada de compostos no óleo essencial extraído de folhas e ramos de *Ocimum americanum*, com diferenças substanciais entre essas duas partes da planta. Entre os principais compostos identificados, destacam-se a carvona e o (E)-cianato de metila, ambos em concentrações significativamente mais elevadas nas amostras de ramos do que nas folhas. Esses dois compostos são considerados majoritários, o que sugere que os ramos podem ter maior potencial para aplicações específicas, como em produtos farmacêuticos ou cosméticos, onde esses compostos são valorizados.

Esses resultados estão alinhados com estudos anteriores, como o de Faria Júnior (2008) e Mafra (2014), que também identificaram rendimentos expressivos em outras espécies de ocorrência amazônica, como a piprioca e o puxuri, cujos compostos possuem relevância medicinal e cosmética.

Tabela 4: Análise química do óleo essencial das folhas e ramos de estoraque (Tempo de Extração: 120 min.)

Folhas de Estoraque			Galhos de Estoraque		
Componentes	TR	%	Componentes	TR	%
Limoneno	9,917	1,59	Fenchona	12,308	0,09
RT:11,425	11,425	0,09	Linalol	12,750	1,88
Fenchona	12,308	1,44	Neo-dihidro carveol	17,092	0,15
Linalol	12,742	3,32	trans-Carveol	18,033	0,05
neo-dihidro Carveol	16,958	0,16	cis-Carveol	18,567	0,09
cis-dihidro Carveol	17,058	0,35	Carvona	19,200	14,55
RT:17,200	17,200	0,05	(Z)-Cianamato de metila	21,942	3,8
trans-Carveol	18,033	0,18	(E)-Cianamato de metila	25,517	38,93
cis-Carveol	18,567	0,2	β -Elemeno	25,925	0,83
Carvona	19,217	16,62	Metil eugenol	26,333	1,01
(Z)-Cianamato de metila	21,950	6,22	(E)-Cariofileno	27,167	12,57
(E)-Cianamato de metila	25,550	43,23	α -trans-Bergamoteno	27,800	3,79
β -Elemeno	25,933	0,33	(E)- β -Farneseno	28,642	6,38
Metil eugenol	26,333	0,05	β -Selineno	30,017	8,33
(E)-Cariofileno	27,167	10,49	α -Selineno	30,383	6,38
α -trans-Bergamoteno	27,792	2,77	β -Bisaboleno	30,867	0,88
(E)- β -Farneseno	28,650	5,49	7-epi-alfa-selineno	31,317	0,12
β -Selineno	30,008	3,89	trans-cadina-1,4-diene	31,508	0,17
α -Selineno	30,383	2,85			
β -Bisaboleno	30,867	0,68			

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que o processo de destilação de óleo essencial de folhas e ramos de estoraque é fortemente influenciado pelo tempo de extração. O rendimento variou entre 0,18% e 2,52%, sendo que em maior tempo de destilação (120 minutos) foi obtido a maior eficiência, com rendimentos superiores a 2%. A análise estatística confirmou a adequação do modelo polinomial proposto, com um coeficiente de determinação (R^2) de 98,67%, indicando que o modelo descreve de forma confiável o comportamento da extração.

Adicionalmente, a análise química revelou a presença de compostos majoritários, como carvona e (E)-cianato de metila, ambos em concentrações significativamente mais elevadas nas amostras de ramos do que nas folhas. Esses resultados estão em conformidade com a literatura e reforçam a importância de otimizar o tempo de extração para maximizar a produção de óleo essencial, especialmente para fins industriais, como nas áreas farmacêutica e cosmética. Portanto, controlar rigorosamente o tempo de destilação é fundamental para garantir a eficiência da extração e a qualidade do óleo essencial. Futuras investigações podem explorar o impacto de outras variáveis, como a temperatura e a pressão de destilação, para aperfeiçoar ainda mais o processo.

Referências

- 1, ALVES, L, S,, PAZ, V, P, S,; SILVA, A, J, P,, OLIVEIRA, G, X, S,, OLIVEIRA, F, E, R,, AMORIM, E, L,: Content, yield, and chemical composition of the essential oil from basil plants subjected to saline stress with NaCl, *Brazilian Journal of Medicinal Plants*, 17, 807-813 (2015)
- 2, EL ASBAHANI, A,,, MILADI, K,, BADRI, W,, SALA, M,, AIT ADDI, E, H,, CASABIANCA, H,, MOUSADIK, A,, HARTMAN, D,, JIJALE, A,, RENAUD, F, N, R,, ELAISSARI, A,: Essential oils: from extraction to encapsulation, *International journal of pharmaceutics*, 483(1-2), 220-243 (2015)
- 3, CHOWDHARY, K,, KUMAR, A,, SHARMA, S,, PATHAK, R,, JANGIR, M,: *Ocimum* sp.: Source of biorational pesticides, *Industrial crops and products*, 122, 686-701 (2018)
- 4, FARIA JÚNIOR, L, J, G,, FARIA, L, J, G,: Extraction of essential oil from priprioa rhizomes (*Cyperus articulatus* L.) by steam distillation, *XVII Brazilian Congress of Chemical Engineering - COBEQ* (2008)
- 5, MAFRA, E, de S,. Análise experimental do processo de extração do óleo essencial de Puxuri [*Licaria puchury-major* (Mart.), Kosterm., Lauraceae] por arraste com vapor. (Tese – Doutorado em Engenharia dos Recursos Naturais da Amazônia), Universidade Feral do Pará 2014. 264 p.
- 6, PANDEY, A, K,, SINGH, P,, TRIPATHI, N, N,: Chemistry and bioactivities of essential oils of some *Ocimum* species: an overview, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4, 682-694 (2014)