
OTIMIZAÇÃO DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DAS FOLHAS DE *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown POR ULTRASSOM E COMPARAÇÃO COM TÉCNICAS CONVENCIONAIS

Raphael A. de Jesus^a, Julio M. A. Oliveira^a, José M. da Silva^a, Wenes R. da Silva^a, Alberto Wisniewski Jr.^a, José C. F. S. Filho^b, Arie F. Blank^b, Daniel A. de Souza^c, Elma R. S. A. Wartha^c, Paulo C. L. Nogueira^a e Valéria R. S. Moraes^{a,*} 

^aDepartamento de Química, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230 São Cristóvão – SE, Brasil

^bDepartamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230 São Cristóvão – SE, Brasil

^cDepartamento de Nutrição, Universidade Federal de Sergipe, 49107-230 São Cristóvão – SE, Brasil

Recebido: 02/02/2025; aceito: 10/06/2025; publicado online: 07/07/2025

*e-mail: valrsmoraes@uol.com.br

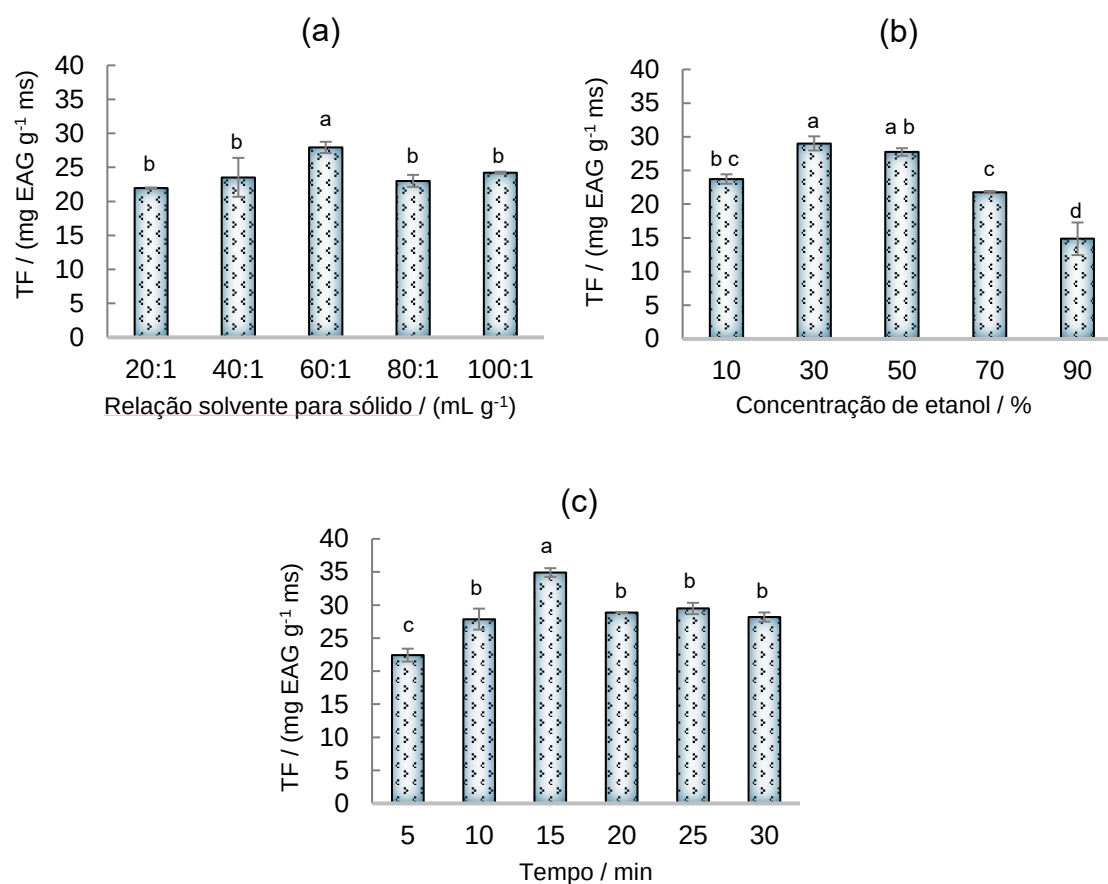


Figura 1S. Efeito (a) da relação solvente para sólido, (b) da concentração de etanol e (c) do tempo de extração no conteúdo de fenólicos totais (TF) dos extratos das folhas de *L. alba* obtidos por EAU. Letras diferentes nas colunas significam que há diferença significativa entre os resultados segundo o teste de Tukey ($p < 0,05$).

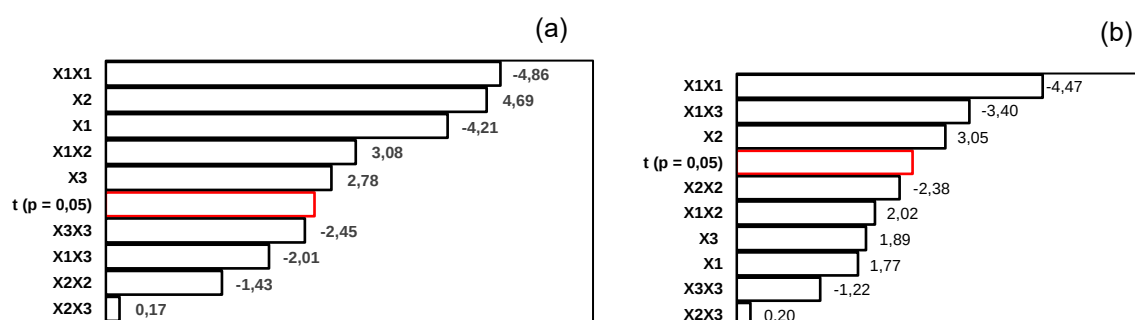


Figura 2S. Gráfico de Pareto dos efeitos padronizados estimados para (a) rendimento de extração (%) e (b) TF (mg EAG g⁻¹ ms) dos extratos de *L. alba* obtidos por EAU. X1: concentração de etanol; X2: tempo de extração; X3: relação solvente para sólido

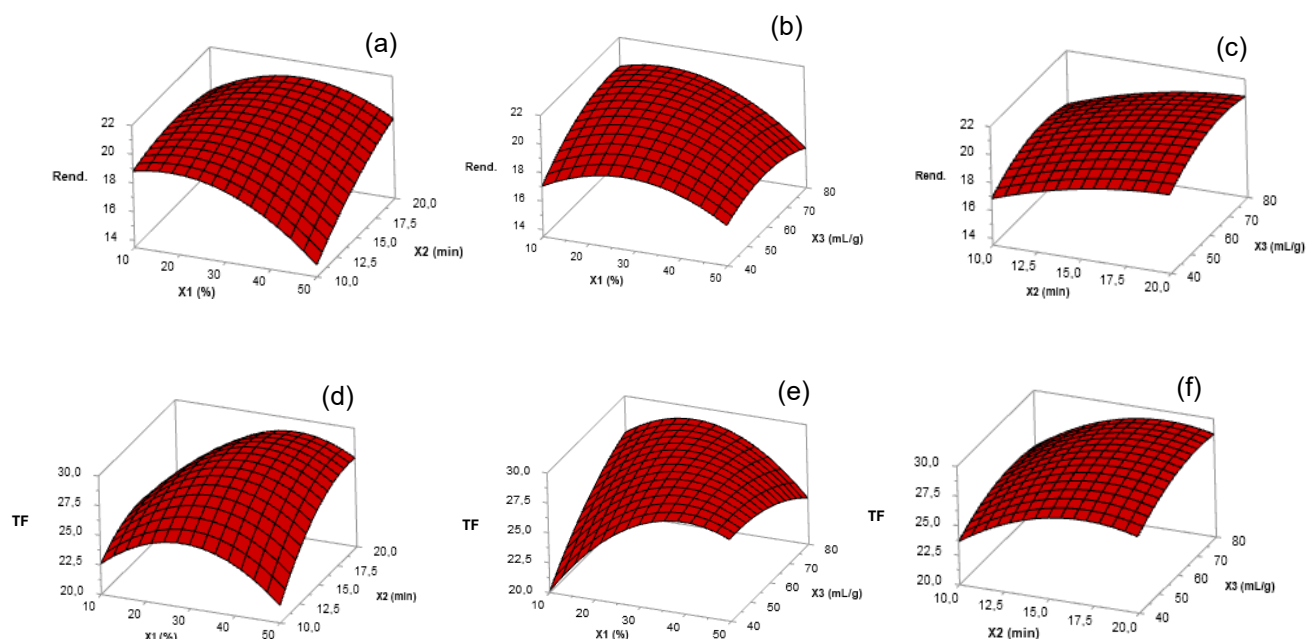


Figura 3S. Gráficos de superfície de resposta para os efeitos das variáveis estudadas no rendimento (Rend., %) e TF (mg EAG g⁻¹ ms) dos extratos de *L. alba* obtidos por EAU: (a, d) concentração de etanol (X1) e tempo de extração (X2); (b, e) concentração de etanol (X1) e relação solvente para sólido (X3), (c, f) tempo de extração (X2) e relação solvente para sólido (X3)

Tabela 1S. Análise de variância (ANOVA) para o modelo polinomial quadrático proposto para as respostas rendimento de extração e teor de fenólicos totais (TF) obtida por EAU para a espécie *L. alba*. Os efeitos significativos ($p < 0,05$) estão marcados com asterisco (*)

Fonte	SQ	GL	MQ	F-Valor	p-Valor
Rendimento / %					
Modelo	48,9906	9	5,4434	9,98	0,010*
X ₁ (concentração de etanol)	9,6802	1	9,6802	17,75	0,008*
X ₂ (tempo)	11,9819	1	11,9819	21,97	0,005*
X ₃ (relação solvente para sólido)	4,2124	1	4,2124	7,72	0,039*
X ₁ X ₂	5,1737	1	5,1737	9,49	0,027*
X ₁ X ₃	2,2126	1	2,2126	4,06	0,100
X ₂ X ₃	0,0166	1	0,0166	0,03	0,868
X ₁ ²	12,8890	1	12,8890	23,64	0,005*
X ₂ ²	1,1155	1	1,1155	2,05	0,212
X ₃ ²	3,2797	1	3,2797	6,01	0,058
Erro	2,7265	5	0,5453		

Tabela 1S. Análise de variância (ANOVA) para o modelo polinomial quadrático proposto para as respostas rendimento de extração e teor de fenólicos totais (TF) obtida por EAU para a espécie *L. alba*. Os efeitos significativos ($p < 0,05$) estão marcados com asterisco (*) (cont.)

Fonte	SQ	GL	MQ	F-Valor	p-Valor
Rendimento / %					
Falta de ajuste	1,5027	3	0,5009	0,82	0,591
Erro puro	1,2239	2	0,6119		
SQ total	51,7171	14			
R ²	0,9473				
R ² _{ajustado}	0,8524				
C.V. / %	4,01				
TF / (mg EAG g ⁻¹ ms)					
Modelo	117,186	9	13,0207	6,26	0,029*
X ₁ (concentração de etanol)	6,483	1	6,4825	3,12	0,138
X ₂ (tempo)	19,345	1	19,3454	9,30	0,028*
X ₃ (relação solvente para sólido)	7,404	1	7,4044	3,56	0,118
X ₁ X ₂	8,494	1	8,4941	4,08	0,099
X ₁ X ₃	24,011	1	24,0110	11,54	0,019*
X ₂ X ₃	0,086	1	0,0865	0,04	0,846
X ₁ ²	41,559	1	41,5592	19,98	0,007*
X ₂ ²	11,801	1	11,8009	5,67	0,063
X ₃ ²	3,079	1	3,0787	1,48	0,278
Erro	10,403	5	2,0805		
Falta de ajuste	8,695	3	2,8984	3,40	0,236
Erro puro	1,707	2	0,8537		
SQ total	127,589	14			
R ²	0,9185				
R ² _{ajustado}	0,7717				
C.V. / %	5,66				

SQ: soma dos quadrados; GL: grau de liberdade; MQ: média dos quadrados; R²: coeficiente de determinação; C.V.: coeficiente de variação.

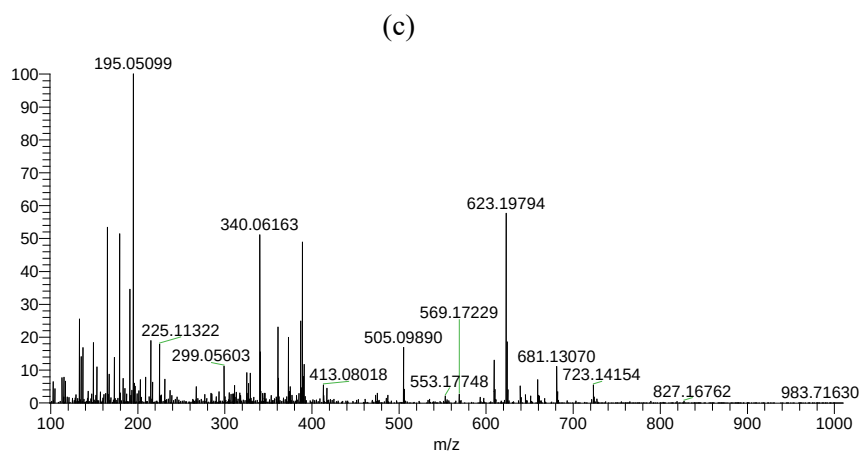
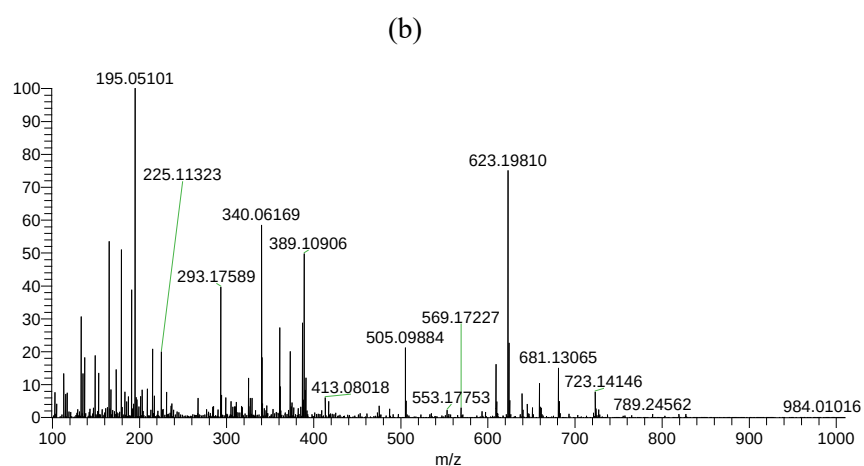
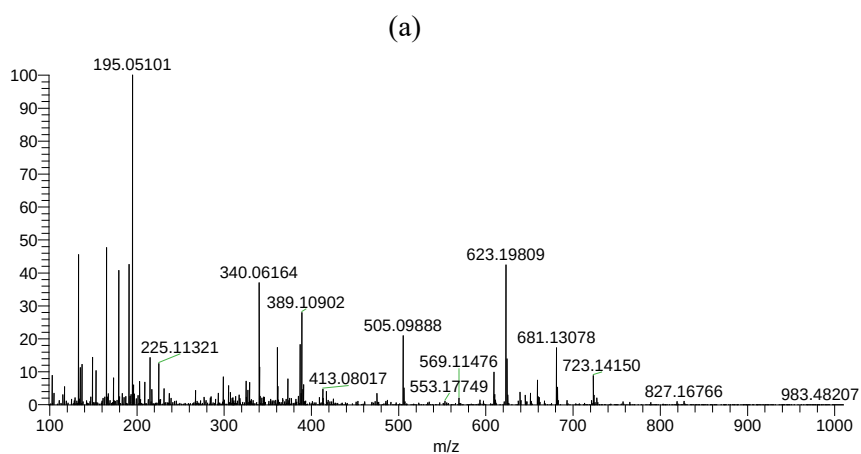


Figura 4S. Espectro de massas dos extratos de *L. alba* obtidos por diferentes métodos de extração: (a) extração assistida por ultrassom; (b) extração por infusão; (c) extração por maceração