

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CARBAMATO DE ETILA NA SEGUNDA DESTILAÇÃO DE UMA CACHAÇA EM ESCALA INDUSTRIAL E DE BANCADA

Resumo expandido

*Acir Moreno Soares Junior, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy
Ribeiro (UENF)*

Matheus Oliva Neiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro(UFRJ)

acirsoares@gmail.com

Palavras-chave: Carbamato de etila, destilação, cachaça, alambique, processo industrial.

INTRODUÇÃO

O carbamato de etila (CE), composto com potencial carcinogênico presente em diversas bebidas, teve a sua presença controlada pela legislação brasileira para a cachaça e para a aguardente de cana, que estabeleceu um limite máximo de 210 µg/L, desde 2014, estimulando assim o desenvolvimento de processos para o seu controle efetivo (Brasil, 2014).

Dentre as alternativas, a segunda destilação em batelada se apresenta como a mais efetiva quando o produto já contém uma concentração elevada de contaminante. (Galinaro e Franco, 2011; Bruno et al., 2007; Alcarde et al.,2012),

Estes estudos têm sido realizados principalmente em escala de bancada, enquanto dados que permitam um scale up ou mesmo a modelagem computacional do processo em escala industrial são escassos.

O presente trabalho apresenta um estudo que avalia a segunda destilação de uma cachaça com elevado teor de CE realizado simultaneamente em escala industrial e de bancada, permitindo a comparação direta entre os dois processos.

METODOLOGIA

Vinho sintético: Produzido a partir de 3000 litros de uma cachaça com 44,2 % vol. em etanol e 706 µg L⁻¹ de CE. diluída com água para 26,5 % vol. em etanol.

Bidestilação em escala industrial: A segunda destilação em escala Industrial foi realizada em um alambique de cobre com capacidade útil de 5000L e vazão média de 9,5 L/min, seguindo uma metodologia similar à apresentada em (Rota e Faria, 2009).

Bidestilação em escala de bancada: A segunda destilação em escala de bancada foi realizada em um alambique de cobre com capacidade útil de 15 L e aquecido com um sistema elétrico, ajustado para se obter uma vazão inicial de 1 ml/s.

Metodologia analítica: Para cada amostra foram determinados: o teor alcoólico por densimetria, utilizando-se um densímetro DMA35 da Anton Paar; E carbamato de etila, analisado por meio da injeção direta em um cromatógrafo a gás (Agilent mod7890B acoplado ao espectrômetro de massas mod5977A equipado com uma coluna capilar, modTRWax-MS Polietilenoglicol, 60m X 0,32mm, filme 0,25µm); Cada grupo de amostras foi injetada acompanhada de um branco composto pela solução de etanol 40% e um padrão de verificação contendo 200 µg/L de analitos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados analíticos das amostras encontram-se compilados nas Tabelas 01 e 02.

Para efeitos de comparação com o processo industrial, o coração da destilação em escala de bancada foi considerado como resultado do somatório das amostras 3 a 20, coletadas no intervalo de 467 a 5584 s, apresentando um teor de 66,4 %vol. em etanol e 62,8 µg/L de CE, valores próximos aos obtidos na indústria, respectivamente 66,0 %vol. e 70,4 µg/L.

Tabela 1 - Concentração de etanol e carbamato de etila durante a segunda destilação em escala industrial.

Amostra	tempo (s)	Concentração de Carbamato de Etila ($\mu\text{g/L}$)	Teor Alcólico (%vol.)	Volume (l)
AM 01	0	18.9	70.3	15
AM 02	634	19.9	74.6	15
AM 03	1416	20.1	76.6	15
AM 04	3691	20.7	75.1	15
AM 05	6133	26.7	74.5	15
AM 06	9465	34.8	71.1	15
AM 07	11305	59.5	67.1	15
AM 08	13105	67.4	65.4	15
AM 09	14425	81.8	63.1	15
AM 10	15625	77.7	61.7	15
AM 11	17425	100.3	58.0	15
AM 12	19084	132.4	54.6	15
AM 13	20535	120.4	50.0	15
AM 14	21800	158.1	45.8	15
AM 15	23605	226.1	24.5	15
AM 16	25105	270.4	12.2	15
AM 17	27265	298.4	5.0	15
CACHAÇA ORIGINAL	-	706.6	44.2	3000
CORAÇÃO	-	70.4	66.0	1600
RESÍDUO VINHOTO	-	650.8	0.0	2630

Tabela 2 - Concentração de etanol e carbamato de etila durante a segunda destilação em escala de bancada.

Amostra	tempo de coleta (s)	Concentração de Carbamato de Etila ($\mu\text{g/L}$)	Teor Alcólico (%vol.)	Volume (ml)
1	230	19.1	73.8	250.1
2	237	25.7	75.5	245.8
3	240	27.0	75.2	245.0
4	236	29.8	74.8	241.3
5	241	29.9	74.3	243.6
6	252	31.7	73.7	246.1
7	251	35.7	73.0	246.9
8	254	42.7	72.2	247.4
9	260	45.6 *	71.4	248.3

Continua Tabela 2

Amostra	tempo de coleta (s)	Concentração de Carbamato de Etila ($\mu\text{g/L}$)	Teor Alcólico (%vol.)	Volume (ml)
10	272	46.1	70.5	253.3
11	277	47.8 *	69.4	256.6
12	291	51.4	68.1	251.2
13	285	56.3 *	66.8	260.1
14	300	62.4	65.0	254.1
15	318	69.3	63.2	260.8
16	336	77.1 *	61.1	253.5
17	325	87.9 *	58.6	245.4
18	330	105.7	55.5	250.4
19	311	129.8 *	52.2	239.7
20	338	154.8 *	48.6	244.6
21	338	166.2	44.4	242.3
22	357	189.4	39.6	246.2
23	365	224.2	34.4	243.0
24	354	221.6	29.3	231.1
25	382	282.9	24.2	240.3
CACHAÇA ORIGINAL	-	706.6	44.2	9000
CORAÇÃO**	-	62.8	66.4	4485.3

* valor interpolado com splines cúbicos

** valor calculado a partir das somas das amostras de 3 a 20

Na confecção do gráfico (Figura 1) com as duas curvas de destilação, utilizou-se um fator de escala temporal ($F_{ce} = 3,89$) para que coincidisse os pontos de corte da cauda nos dois processos.

Observa-se que as curvas apresentaram um mesmo perfil até o final da destilação do coração. A partir da coleta da cauda, indicada pela linha vertical no tempo 5584s, o aumento da taxa de aquecimento no processo industrial alterou o perfil de saída tanto do etanol quanto do CE.

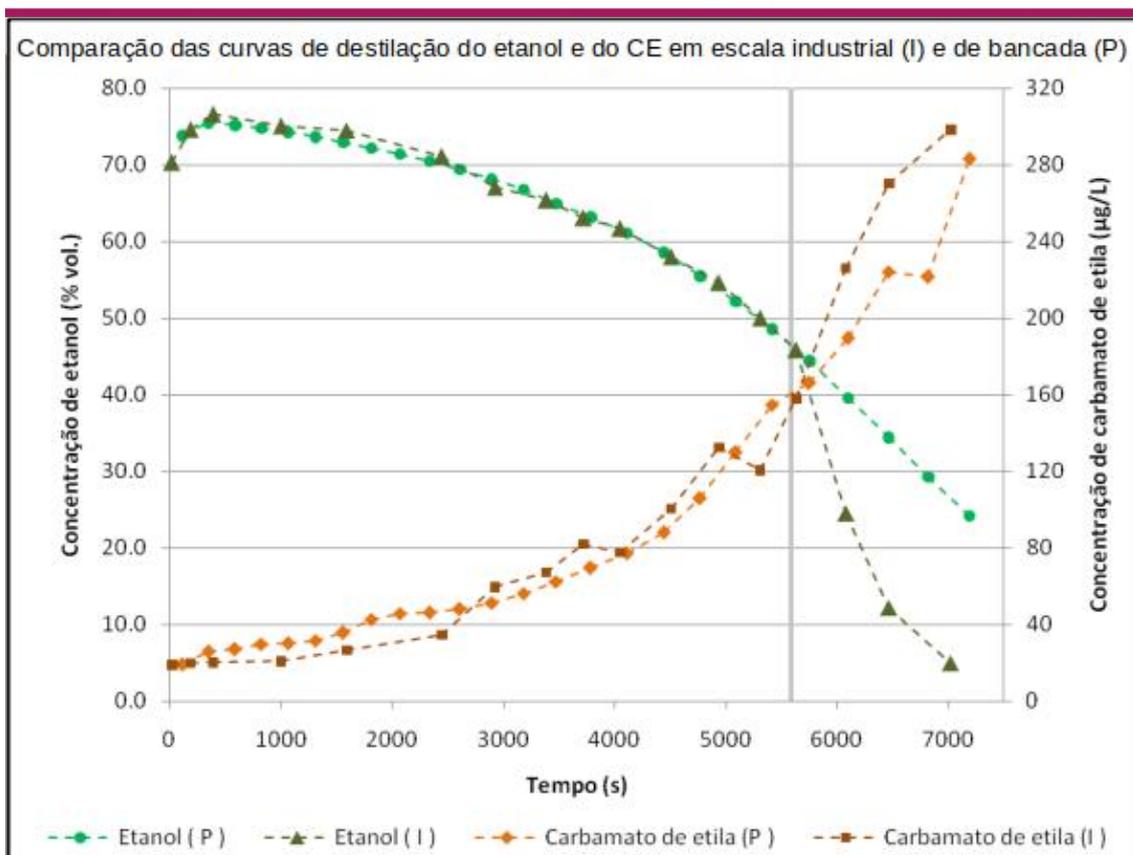


Figura 1 - Gráfico da concentração de etanol e de carbamato de etila ao longo da segunda destilação de um mesmo vinho sintético com alta concentração de CE em escala industrial e de bancada.

CONCLUSÕES

A segunda destilação em escala industrial para ajuste do teor de carbamato de etila na cachaça confirma os resultados previstos pela literatura, reduzindo em cerca de 95 % o conteúdo de CE no produto final e eliminando mais de 80% do contaminante no resíduo da destilação.

O teste em escala de bancada, corrigidas por um fator de escala de (3,89) para o tempo, gera curvas de destilação similares às do processo industrial tanto para o etanol quanto para o CE, sugerindo que experimentos realizados no alambique piloto possam representar adequadamente o processo em escala industrial em relação a estes compostos.

A variação da taxa de aquecimento do alambique altera o perfil de destilação e é uma variável sensível para reproduzir o processo em pequena escala.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (439071/2016-0), FAPERJ - Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (E-26/112.575/2012), Instituto Senai de Tecnologia Ambiental (IST Ambiental - RJ) e Fazenda Soledade Ltda..

REFERÊNCIAS

ALCARDE, A. R.; DE SOUZA, L. M.; BORTOLETTO, A. M., Ethyl carbamate kinetics in double distillation of sugar cane spirit. Institute of Brewing & Distilling. v118, pp. 17-31, 2012.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa nº 28, de 11 de agosto de 2014. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº167, 11 de agosto de 2014. Seção 1, p.7.

BRUNO S.N.F, VAITSMAN D.S., KUNIGAMI C.N., Influence of the distillation processes from Rio de Janeiro in the ethyl carbamate formation in Brazilian sugar cane spirits, Food Chemistry Amsterdam, v.104, pp. 1345–1352, 2007.

GALINARO C.A., FRANCO D.W., Formação de carbamato de etila em aguardentes recém-destiladas; proposta para seu controle, Química Nova, São Paulo, v. 34, n. 6, pp. 996-1000, 2011.

ROTA M. B., FARIA J. B., Efeito do processo de bidestilação na qualidade sensorial da cachaça, Alimentos e Nutrição, Araraquara v.20, n.1, p. 121-127, 2009. .