

PERFIL DE VOLÁTEIS DA CERVEJA PRODUZIDA COM ADIÇÃO DE FARINHA DE INSETO COMESTÍVEL

A. F. Vilela¹, D. S. dos Santos², R. R. V. da Silva³, A. D. Viana⁴, F. F. F. da Silva⁵,
J. B. A. dos Santos⁶

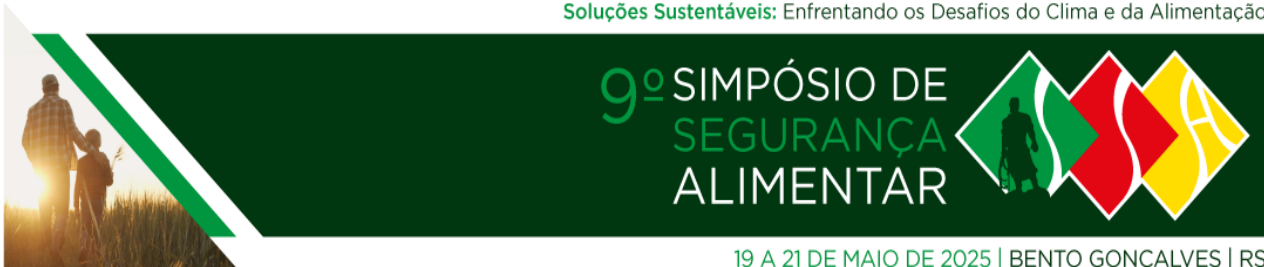
- 1- Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal da Paraíba. Campus III Bananeiras-PB. Cel. (83) 9.9300-1520 – e-mail: prof.ufpb.anderson@gmail.com;
 2- Escola de Química de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. Rio Grande-RS. Cel. (83) 9.8145-0520 – e-mail: nilodansantos7@gmail.com;
 3- Acadêmico de Agroindústria. Centro de Ciências, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Campus III Bananeiras-PB. Cel. (81) 9.9538-3693 – e-mail: raonneroberto12@hotmail.com;
 4- Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal da Paraíba. Campus III Bananeiras-PB. Cel. (83) 9.9894-6328 – e-mail: arianneviana@hotmail.com;
 5- Acadêmico de Agroindústria. Centro de Ciências, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Campus III Bananeiras-PB. Cel. (81) 9.9339-6292 – e-mail: fidelisfranco@hotmail.com;
 6- Acadêmico de Agroindústria. Centro de Ciências, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Campus III Bananeiras-PB. Cel. (81) 9.8809-3315 – e-mail: joalison.bruno@academico.ufpb.br;

RESUMO – O crescimento da produção de alimentos não acompanha o crescimento populacional e por isso estima-se que haverá escassez de alimentos a partir de 2050, principalmente as carnes, principal fonte proteína de origem animal. Por isso a FAO/ONU recomenda a prática da entomofagia como estratégia para reduzir a necessidade de produção e consumo de carne. Uma das formas de tentar popularizar o consumo de insetos recomendado por órgãos governamentais é sua inclusão de maneira processada na constituição de alimentos de grande presença no mercado e elevado consumo. Nesse sentido este trabalho produziu duas formulações de cerveja usando farinha de larvas de tenébrio gigante em diferentes concentrações e comparou o perfil de voláteis dessas cervejas com o da cerveja igualmente preparada, mas sem a presença da farinha do inseto. Os resultados mostraram que a adição de inseto aumentou a concentração de voláteis na cerveja em quantidade, mas reduziu a diversidade deles.

ABSTRACT – The growth in food production is not keeping pace with population growth, which is why it is estimated that there will be food shortages from 2050 onwards, especially meat, the main source of animal protein. For this reason, the FAO/UN recommends the practice of entomophagy as a strategy to reduce the need for meat production and consumption. One way to try to popularize the consumption of insects recommended by government agencies is to include them in processed form in foods that are widely present in the market and widely consumed. In this sense, this study produced two beer formulations using giant mealworm in different concentrations and compared the volatile profile of these beers with that of beer prepared in the same way, but without the presence of insect. The results showed that the addition of insects increased the concentration of volatiles in the beer in quantity, but reduced their diversity.

PALAVRAS-CHAVE: cromatografia; entomofagia; tenébrio gigante, *Zophobas morio*.

KEYWORDS: chromatography; entomophagy; giant tenebrio.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

1. INTRODUÇÃO

Desde 1798 já havia a especulação de uma carência de alimentos futura em razão do crescimento populacional. Esta teoria feita por Thomas Robert Malthus se mostrou real e com data provável de ocorrer nas proximidades dos anos 2050 porque, de forma científica, verificou-se que as atuais tecnologias de produção de alimentos não conseguiriam sustentar uma população de quase 10 bilhões de habitantes.

Em face desse cenário, formas alternativas de obtenção de alimentos devem ser estimuladas e entre elas está a entomofagia que é o hábito de consumo de insetos. Essa prática é comum em diversas culturas, onde os insetos servem como forma de alimento e apresentam vários benefícios em comparação as fontes tradicionais de proteína. Com todos esses benefícios a FAO/ONU estimula a mudança cultural mundial para inserção dos insetos na alimentação humana.

A prática entomofágica vem sendo estudada e se inserindo em diversos produtos da panificação (elaboração de biscoitos, massas e bolos), produtos cárneos (hambúrgueres e almôndegas) e em bebidas (café torrado e moído). Até o presente momento não se observou relatos da incorporação de insetos para elaboração da bebida do tipo cerveja.

Neste contexto, este trabalho se propôs a elaborar cerveja usando larva de tenébrio gigante na forma de farinha como ingrediente e avaliar a interferência desse na composição de substâncias voláteis da bebida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção da farinha de inseto e formulação das cervejas

A larva de tenébrio gigante foi obtida de fornecedor comercial de Recife-PB com autorização nos órgãos governamentais para produção. Os insetos foram adquiridos já sanitizados e desidratados, onde no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Bebidas (LaBeb) da UFPB passaram pelo processo de moagem e peneiramento para produção de farinha de granulometria padronizada.

Usando-se o software de formulação de cervejas BeerSmith® (versão 3.2.7) foi elaborada uma receita de cerveja estilo *Cream Ale* que diferiam entre si apenas no percentual de farinha de inseto adicionada: Cerveja padrão (CP0) sem a adição de farinha de inseto; Cerveja com adição de farinha de inseto na proporção de 2,5% (CI25); Cerveja com adição de 5,0% de farinha de inseto (CI50). O percentual de farinha de inseto foi expresso em relação ao total de malte da formulação.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

As cervejas foram produzidas em lotes de 20 litros e seguiram a metodologia de produção de Da Silva *et al.* (2022).

2.2. Perfil de compostos voláteis

A identificação e determinação do perfil de compostos voláteis foi realizada no LAF - Laboratório de *Flavor* da UFPB. A análise foi conduzida utilizando a técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-MS) desenvolvida por Coelho *et al.* (2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis dos compostos voláteis das cervejas estão apresentados pela Tabela 1. Foram identificados 81 compostos voláteis, que foram divididos em nove classes: ácidos, álcoois, aldeídos, ésteres, cetonas, fenóis, pirazinas, terpenos e outros. A formulação sem inseto continha um total de 584,63 mg/L de substâncias voláteis, a formulação CI25 apresentou um valor ligeiramente maior, com 650,82 mg/L e a formulação CI50 apresentou um total de 1163,35 mg/L, mostrando que a farinha da larva do tenébrio na formulação contribuiu para o aumento de voláteis na cerveja.

Tabela 1 - Concentração dos compostos voláteis das cervejas de acordo com formulação

Composto / Classe / Formulação / Concentração	Composto / Classe / Formulação / Concentração			Composto / Classe / Formulação / Concentração			
	CP (mg/L)	CI25 (mg/L)	CI50 (mg/L)	CP (mg/L)	CI25 (mg/L)	CI50 (mg/L)	
Ésteres				Álcoois			
9-hexadecanoato de etila	9,628 ± 3,268	6,409 ± 1,003	1,811 ± 0,521	3-Metil-1-butanol	22,729 ± 3,471	23,607 ± 2,306	19,013 ± 8,374
Hexadecanoato de etila	1,917 ± 0,712	2,882 ± 0,546	5,462 ± 0,745	2-Metil-1-butanol	5,230 ± 1,959	10,345 ± 1,325	24,154 ± 3,072
9-octadecanoato de etila	0,078 ± 0,014	0,227 ± 0,068	ND	Hexanol	0,126 ± 0,024	0,133 ± 0,008	0,238 ± 0,034
Dodecanoato de etila	4,426 ± 0,279	9,006 ± 0,922	20,870 ± 1,928	Heptanol	0,223 ± 0,078	0,234 ± 0,036	0,304 ± 0,119
Acetato de dodecanol	0,130 ± 0,005	0,038 ± 0,013	0,104 ± 0,027	1-Octen-3-ol	0,063 ± 0,009	0,043 ± 0,015	0,059 ± 0,033
Dodecanoato de metila	ND	ND	0,609 ± 0,016	2-Etil-1-hexanol	0,527 ± 0,211	0,619 ± 0,134	0,614 ± 0,294
Decanoato de propila	0,107 ± 0,018	0,101 ± 0,004	0,258 ± 0,005	1-Octanol	0,744 ± 0,009	0,642 ± 0,051	1,260 ± 0,371
Undecanoato de etila	ND	0,458 ± 0,113	0,695 ± 0,088	1-Nonanol	0,114 ± 0,012	0,157 ± 0,048	0,397 ± 0,105
Hexanoato de etila	10,116 ± 3,560	6,788 ± 0,576	11,692 ± 3,818	β-Álcool fenético	158,498 ± 17,261	137,398 ± 15,825	181,053 ± 37,322
Acetato de isoamila	1,012 ± 0,102	1,180 ± 0,172	1,737 ± 0,768	1-Decanol	1,028 ± 0,071	2,010 ± 0,477	24,137 ± 2,554
Butanoato de etila	0,042 ± 0,009	0,056 ± 0,002	0,172 ± 0,094	1-Dodecanol	0,284 ± 0,072	0,383 ± 0,190	0,666 ± 0,083
2-metilheptanoato de metilo	0,321 ± 0,090	0,110 ± 0,046	0,120 ± 0,009	Aldeídos			
octanoato de etila	208,922 ± 19,843	266,420 ± 5,575	557,480 ± 26,644	Nonanal	6,637 ± 0,846	1,402 ± 0,103	1,136 ± 0,043
Fenilacetato de etila	0,369 ± 0,050	0,277 ± 0,019	0,499 ± 0,114	Benzaldeído	0,354 ± 0,085	0,338 ± 0,117	0,728 ± 0,039
Hexanoato de isopentila	0,393 ± 0,001	0,237 ± 0,037	0,306 ± 0,118	Benzoacetaldéido	1,053 ± 0,172	1,111 ± 0,165	4,341 ± 1,597
β-Acetato de feniletila	9,995 ± 0,559	9,184 ± 1,350	9,485 ± 1,755	Undecanal	0,195 ± 0,033	0,165 ± 0,016	0,144 ± 0,035



9º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Acetato de 2-etilhexila	0,153 ± 0,037	0,201 ± 0,057	0,168 ± 0,057	2-Decenal	0,355 ± 0,041	0,462 ± 0,004	1,023 ± 0,201
Benzoato de etila	0,309 ± 0,017	0,318 ± 0,046	0,591 ± 0,221	Dodecanal	0,397 ± 0,127	1,342 ± 0,778	0,784 ± 0,217
Geranoato de metila	2,873 ± 0,671	0,744 ± 0,100	2,034 ± 0,179	Cetonas			
Benzoato de isobutila	0,898 ± 0,023	0,048 ± 0,005	0,080 ± 0,005	8-Nonen-2-um	0,208 ± 0,020	ND	ND
Propanoato de etilfenila	0,702 ± 0,113	0,976 ± 0,052	1,628 ± 0,191	2-Nonanona	1,172 ± 0,428	0,387 ± 0,202	0,857 ± 0,213
Acetato de citrionelol	0,514 ± 0,125	0,266 ± 0,031	0,295 ± 0,022	Geranil acetona	1,301 ± 0,253	1,112 ± 0,520	0,951 ± 0,157
Octanoato de propila	0,502 ± 0,109	0,677 ± 0,087	1,192 ± 0,147	Isometil- α -ionona	0,135 ± 0,008	0,099 ± 0,016	0,174 ± 0,055
Nonanoato de etila	0,652 ± 0,007	0,841 ± 0,165	1,312 ± 0,259	Ácidos carboxílicos			
Etil (4E) -4-decenoato	2,163 ± 0,142	1,713 ± 0,271	3,804 ± 0,125	Ácido decanóico	7,456 ± 0,914	1,376 ± 0,368	8,597 ± 1,804
9-decenoato de etila	69,336 ± 9,478	65,266 ± 3,222	45,185 ± 1,781	Ácido octanóico	10,872 ± 4,236	0,535 ± 0,148	27,533 ± 0,720
Decanoato de etila	16,125 ± 3,641	74,475 ± 1,973	172,139 ± 2,375	Ácido 3-metilbutanoico	0,151 ± 0,031	ND	ND
octanoato de isoamila	0,892 ± 0,173	1,708 ± 0,034	2,751 ± 0,016	Fenóis			
2-octanoato de metilbutila	0,169 ± 0,071	0,509 ± 0,014	0,776 ± 0,029	4-Vinilguaiaicol	0,370 ± 0,120	0,912 ± 0,294	1,210 ± 0,058
Tetradecanoato de etila	0,739 ± 0,135	0,898 ± 0,170	1,522 ± 0,132	2,6-Di-terc-butilbenzoquinona	1,356 ± 0,180	0,560 ± 0,161	0,780 ± 0,047
Salicilato de 2-etilhexila	ND	0,074 ± 0,012	ND	2,5-Di-terc-butilfenol	0,740 ± 0,020	0,249 ± 0,038	0,051 ± 0,000
Pentadecanoato de etila	0,052 ± 0,024	0,042 ± 0,015	ND	Outros			
Hexanoato de fenitila	0,155 ± 0,046	0,317 ± 0,022	0,554 ± 0,073	γ -Nonalactona	1,396 ± 0,532	0,783 ± 0,448	1,086 ± 0,085
Terpenos				Naftalina	0,086 ± 0,016	ND	ND
β -cis-Ocimene	0,099 ± 0,025	0,059 ± 0,020	0,055 ± 0,022	2,3,5,6-Tetrametil pirazina	0,038 ± 0,012	0,183 ± 0,108	0,547 ± 0,192
β -Mirceno	0,300 ± 0,121	0,102 ± 0,031	0,224 ± 0,112	Estireno	4,666 ± 0,440	0,394 ± 0,083	1,439 ± 0,427
p-Cimeno	0,047 ± 0,021	0,016 ± 0,008	ND	Éter octilo	1,245 ± 0,057	5,002 ± 0,003	4,706 ± 2,527
Limoneno	0,228 ± 0,092	0,140 ± 0,022	0,166 ± 0,082	Terpenos			
β -trans-Ocimene	0,104 ± 0,007	0,076 ± 0,020	0,109 ± 0,044	α -Farnesene	0,192 ± 0,010	0,076 ± 0,014	0,112 ± 0,013
Linalol	2,012 ± 0,103	2,081 ± 0,088	2,733 ± 0,635	trans-Calameneno	0,137 ± 0,027	0,038 ± 0,003	0,071 ± 0,032
Citrionelol	5,047 ± 0,200	2,152 ± 0,331	3,315 ± 0,564	α -Calacorene	0,441 ± 0,009	0,206 ± 0,022	0,347 ± 0,041
Isogeraniol	0,135 ± 0,066	0,079 ± 0,006	0,131 ± 0,026	E-Nerolidol	0,510 ± 0,036	0,198 ± 0,042	0,215 ± 0,048
β -Farnesene	0,737 ± 0,184	0,507 ± 0,086	1,717 ± 0,127	Cubanol	0,724 ± 0,087	0,226 ± 0,037	0,070 ± 0,018
Cariofileno	0,104 ± 0,000	0,102 ± 0,011	0,218 ± 0,024	Cadalene	0,376 ± 0,005	0,334 ± 0,073	0,552 ± 0,168

ND = Não detectado. CP0 = Cerveja sem adição de farinha de inseto; CI25 = Cerveja com 2,5% farinha de inseto; CI50 = Cerveja com 5,0% farinha de inseto. Células em destaque vermelho são as de compostos de mais elevada concentração.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Os ésteres foram os voláteis mais presentes em todas as amostras, tanto em diversidade (CP0 = 29; CI25 = 32; CI50 = 29) quanto em concentração (CP0 = 59%; CI25 = 70%; CI50 = 73%). Esta foi a única classe de composto que apresentou aumento da concentração com o aumento da presença da farinha de inseto.

O octanoato de etila pode conferir notas de maçã ou pera à cerveja, contribuindo para os aromas frutados e frescos. Observa-se um aumento progressivo na concentração dessa substância à medida que a proporção de farinha aumentava. O decanoato de etila pode estar associado as notas de frutas tropicais, como abacaxi. Foi notado um aumento da concentração do composto com o aumento da concentração de farinha de tenébrio. Valim (2003), relatou que este composto pode conferir notas de frutas tropicais e corpo à cerveja. A classe dos álcoois foi a segunda mais presente em termos de concentração e a presença da farinha de inseto causou a redução de sua concentração total (CP0 = 32%; CI25 = 27%; CI50 = 22%). Foi a classe de voláteis que em termos de diversidade ficou atrás dos ésteres e dos terpenos com 11 diferentes compostos.

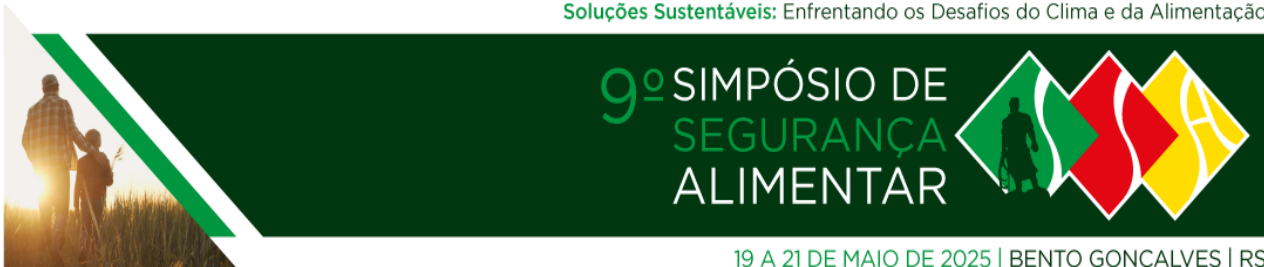
Entre os álcoois podemos destacar o β -Álcool fenético, o 2-Metil-1-butanol e o 1-Decanol, comparando as amostras CP0, CI25 e CI50, percebe-se que a presença de farinha de inseto tem um efeito direto aumento nos níveis desses compostos nas cervejas. Os três contribuem significativamente para a qualidade da cerveja, eles adicionam atributos positivos, tornando-a mais apreciada pelos consumidores (Mcketta, 2022).

Os terpenos, apesar de terem a segunda maior diversidade de compostos (CP0 = 16; CI25 = 15; CI50 = 15) teve muito baixa concentração total em todas as formulações (1 a 2%).

Os demais compostos: fenóis, ácidos, cetonas, aldeídos e outros apresentaram baixa concentração total, não passando de 3% assim também com uma quantidade baixa de compostos em cada classe. A farinha de inseto não apresentou qualquer interferência na concentração total ou diversidade destes compostos.

A incorporação da farinha da larva de tenébrio na cerveja acarretou a diminuição do aldeído nonanal que é um dos compostos voláteis que contribui para o aroma e sabor com notas doces, de óleo de nozes, mas de plástico quando em excesso.

Foram encontrados três compostos na categoria dos ácidos: Ácido 3-metilbutanoico, ácido octanóico e ácido decanóico. Os limiares de percepção para esses ácidos são geralmente tolerados entre 10 e 13 mg/L, acima desses valores podem trazer *flavor* desagradável para a cerveja descrito como ensaboado, ceroso ou suado. As formulações CP0 e CI25, apresentaram-se abaixo do limite tolerado para o ácido decanóico, com 10,87 e 0,5 mg/L, respectivamente, porém o tratamento o CI50 apresentou valores superior com 27 mg/L.



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

Os derivados da pirazina podem ser produzidos por meio das reações de escurecimento não-enzimático. A 2,3,5,6-Tetramethyl pirazina, que apresenta uma descrição de odor como chocolate doce, cacau, cozido e nozes (Yin, 2021) se apresentou em maior quantidade quanto adicionado um maior percentual de farinha de inseto na formulação.

4. CONCLUSÕES

A composição dos voláteis presentes nas cervejas sofreu grande influência da adição da farinha de inseto sendo que a adição reduziu a concentração total de sete das oito classes de compostos pesquisadas. Os ésteres, álcoois e ácidos foram, nessa ordem, os mais presentes em termos de concentração, nas cervejas avaliadas, entretanto em termos de quantidade de compostos os ésteres foram seguidos pelos terpenos e depois pelos álcoois.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFPB pelo apoio a este trabalho pela disponibilização de suas instalações laboratoriais, equipamentos, utensílios e reagentes e agradeço também ao CNPq pelo programa PIBIC que forneceu de bolsa para fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, E. M.; PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SÁ, A. G. B.; PEREIRA, G. E.; AZEVEDO, L. C.; LIMA, M. S. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, p. 160–167, 2018.

YIN, Y.; CHEN, C.; LUO, Y.; SUN, B. Three new co-crystals of 2,3,5,6-tetramethyl pyrazin with different substituted aromatic compounds _ crystal structure, spectroscopy and Hirshfeld analysis. **Journal of Molecular Structure**. v. 1241, p. 130580, 2021.

MCKETTA, J.J. **Encyclopedia of Chemical Processing and Design**. Pipeline Flow: Basics to Piping Design. Vol. 37. Routledge, 2022.

VALIM, M.F.; ROUSEFF, R.L.; LIN, J. Gas chromatographic-olfatometric characterization of aroma compounds in two types of cashew apple nectar. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 51, p. 1010–1015, 2003.

VILELA, A. F.; SILVA, R. R. V.; SILVA, F. F. F.; COSTA, R. R.; FELIX, J. P. C.; VIANA, ARIANNE D. Caracterização da composição de fenólicos totais e capacidade antioxidante de cervejas produzidas com farinha de tenébrio gigante (*Zophobas morio*). In: II Congresso Internacional de Tecnologia Agroalimentar, 2024, Pau dos Ferros-RN. **Anais...** Pau dos Ferros-RN: IFRN, 2024. p. 181-189.