

USO DO PROCESSO DE MICROFILTRAÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DA CERVEJA CONTIDA NO FUNDO DE DORNA DE MATURAÇÃO. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE MICROBIOLÓGICA DA CERVEJA MICROFILTRADA

S. R. CONCEIÇÃO¹, L. S. FRANÇA NETA^{1*}, F. C. O. GOMES¹ e

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Química Tecnológica

E-mail para contato: *lfranca@cefetmg.br

RESUMO – A cerveja é o produto oriundo da fermentação alcoólica do malte de cevada e apresenta relevante importância para o mercado nacional. O processo de fabricação compreendem as etapas de brasagem, fermentação, maturação, filtração, acabamento e envase. Após a etapa de fermentação e de maturação da cerveja, apenas o sobrenadante do tanque de maturação é utilizado no restante do processo, sendo que o fundo de dorna é descartado como resíduo. Esse volume representa uma perda de aproximadamente 5% da produção total. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a recuperação da cerveja do fundo da dorna de maturação utilizando o processo de microfiltração. Para a caracterização da cerveja microfiltrada foram realizados ensaios físico-químicos tais como turbidez, pH, densidade, acidez total. As análises microbiológicas foram utilizadas afim de averiguar a estabilidade microbiológica ao longo de 6 meses. Os resultados obtidos sugerem que o processo de microfiltração utilizando membrana polimérica com diâmetro de poro de 0,2 μm , confere a cerveja microfiltrada estabilidade microbiológica, além de manter suas características físico-químicas ao longo do tempo estudado.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o MAPA, no decreto nº. 6.871, de 4 de Junho de 2008, art. 38, cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Conforme demonstrado por Correa (2015) no processo de fabricação da cerveja, a etapa de fermentação e maturação resulta em uma grande quantidade de perdas e de formação de resíduos. Isso ocorre devido a decantação de leveduras e sólidos na dorna de maturação, resultando em um descarte de parte da cerveja produzida. Esse processo, denominado purga, é ideal para garantir a qualidade do produto. Entretanto, pode resultar em uma perda de 5 % da produção. De acordo com a Agência Nacional no Portal Brasil (2017) , o Brasil ocupou o terceiro lugar no ranking mundial de

produção da bebida, com mais de 14,1 bilhões de litros por ano, perdendo apenas, em volume, para a China e Estados Unidos.

França Neta (2005) relatou em seu trabalho que os processos de separação por membranas (PSM) são empregados na indústria alimentícia como uma alternativa aos processos convencionais de filtração, clarificação, concentração e purificação. A microfiltração (MF) pode, por exemplo, combinar a filtração, a clarificação e a higienização em uma única etapa, além de eliminar o uso do auxiliar de filtração. Ademais, segundo Räder (2003) os PSMs apresentam baixo consumo energético, não necessitam de adição de produtos químicos durante a separação e são de fácil operação, a alta seletividade e a facilidade de *scale-up* com a possibilidade de operação em regime contínuo em sistemas tangenciais em unidades compactas.

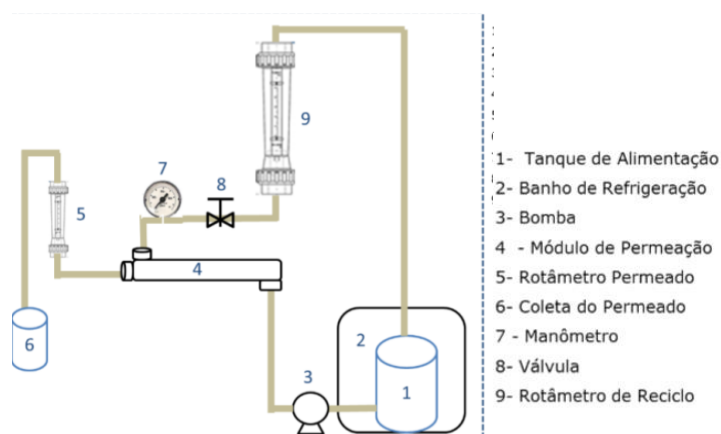
Com base nisto, este trabalho tem como objetivo aplicar a técnica de microfiltração para recuperação da cerveja do fundo de dorna de maturação, e em seguida verificar a qualidade microbiológica e físico-química da cerveja filtrada ao longo de 6 meses. Foram escolhidos três tipos diferentes de cerveja para o estudo, a do tipo Weizenbier (trigo) (C1), a do tipo Ale de alta lupulagem (C2, C3, C4) e do tipo Ale (C5).

2. METODOLOGIA

2.1. Sistema de Microfiltração e Amostras

O sistema da microfiltração é constituído pelo módulo de permeação interligado por mangueiras em um sistema de escoamento tangencial e uma bomba de deslocamento positivo, conforme descrito na Figura 1. O módulo de permeação é constituído por membranas poliméricas na conformação de fibra oca de diâmetro médio de poro de 0,2 μm ,

Figura 1 – Esquema do sistema de microfiltração



A higienização do módulo foi realizada com a permeação de 0,5% m. v⁻¹ de hipoclorito de sódio e ácido peracético 0,5% m.m⁻¹. As amostras de cervejas do fundo de dorna foram microfiltradas sob-resfriamento entre 3 a 4°C a pressão de 0,6 a 0,8 bar. A corrente permeada do sistema de microfiltração foi recolhida em frasco âmbar esterilizado.

2.2 Análises físico-químicas

Determinação do pH: Determinou se o pH das cervejas filtradas através do pHmetro digital Digimed;

Análise de turbidez: Foi determinada a turbidez das cervejas filtradas e das suas respectivas cerveja brutas (não filtrada) através do turbidímetro portátil HANNA Instruments.

Análise de acidez total: A acidez total das amostras filtradas foi determinada através da titulação ácido-base com hidróxido de sódio $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, segundo métodos químicos e físicos para análise de alimentos de Adolfo Lutz (2008).

2.3 Análises microbiológicas

Após a microfiltração, as amostras das cervejas filtradas foram submetidas a diluição seriada em água peptonada nas concentrações de 10^{-1} até 10^{-8} . As diluições 10^{-6} e 10^{-8} foram inoculadas em duplicata nos meio ágar PCA, ágar MRS e ágar Sabouraud. A inoculação nos meio Sabouraud e MRS foram realizadas via técnica *spread plate*, e no ágar PCA pelo método *pour plate*. Os meios MRS e PCA foram incubados por um intervalo de tempo de 48 horas a 35°C , e o meio Sabouraud foi incubado por um intervalo de tempo de 48 horas a 25°C , seguido da leitura dos resultados. Após 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias da filtração todo o procedimento foi repetido.

3. RESULTADOS

3.1. Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas de pH, acidez total e turbidez das amostras de cervejas filtradas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas das amostras de cerveja microfiltrada de fundo de dorna.

| Tipo de cerveja | Amostra | Turbidez NTU | | | pH | Acidez total Ácido láctico (mg.mL^{-1}) |
|-----------------------|---------|--------------|----------|-----------|------|--|
| | | Bruta | Filtrada | Redução % | | |
| Weizerbier | C1 | < 1000 | 60,4 | <94,0 | 5,69 | 2,77 |
| Ale de alta lupulagem | C2 | < 1000 | 96,6 | <90,3 | 5,43 | 2,57 |
| Ale de alta lupulagem | C3 | < 1000 | 7,77 | <99,22 | 5,34 | 2,77 |
| Ale de alta lupulagem | C4 | < 1000 | 12,8 | <94,0 | 5,15 | 1,93 |
| Ale | C5 | 854.2 | 24,33 | 97,15 | 5,35 | 1,76 |

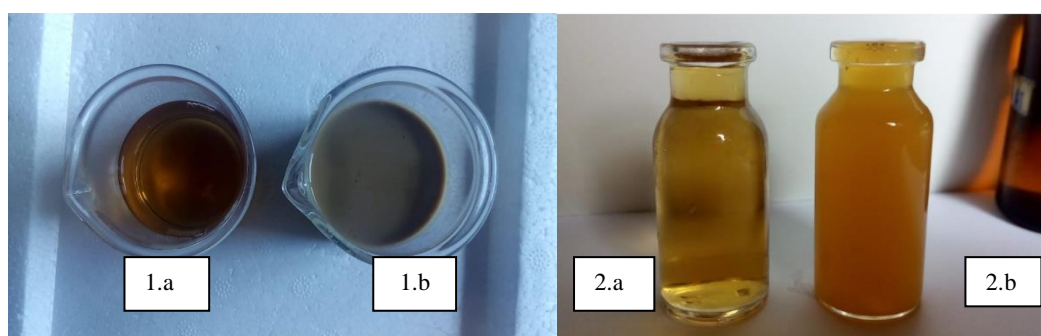
Determinação do pH: O pH da cerveja é levemente ácido variando em torno de 4 a 5. Esse parâmetro atua diretamente nos processos de regulação da atividade enzimática, solubilização de componentes adstringentes, variação da cor e coagulação dos componentes proteicos do mosto (ROSA, 2015). Os resultados encontrados, conforme a Tabela 1, estão coerentes com o esperado.

Análise de acidez total: a acidez titulável de uma cerveja é a titulação de ácido fraco com solução de base forte (hidróxido de sódio) resulta da qualidade das matérias-primas e da atividade biológica da levedura. Segundo Rosa (2015) uma acidez elevada pode indicar contaminação bacteriana no mosto ou na cerveja e/ou um fraco desempenho da levedura (normalmente por envelhecimento desta). Alves (2014) obtiveram valores semelhantes de acidez para suas amostras, inferindo que os valores encontrados corroboram com os encontrados na literatura.

Análise de turbidez: Existem vários tipos de turvação, todas prejudiciais ao produto acabado de acordo com a Ambev (2011). O trabalho de Mattos (2009) demonstra que a turbidez das cervejas é causada pela presença de partículas em suspensão, que desviam a luz incidente, tais como as células de levedura, polissacarídeos insolúveis e, principalmente, precipitados tanino-proteicos. Ademais, o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes também contribui para a turvação da cerveja.

Observa-se que houve uma diminuição significativa da turbidez das amostras, demonstrando que a MF é capaz de reter as partículas em suspensão presentes na alimentação. As cervejas comerciais, geralmente, apresentam turbidez entre 25 a 60 NTU. Portanto, a turbidez alcançada nas amostras mostrou-se satisfatória. A comparação visual entre a cerveja bruta e a microfiltrada é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Comparação visual da cerveja bruta e filtrada. Legenda: 1: Cerveja Weizenbier; 2: Cerveja Ale; (a) Cerveja Filtrada; (b) Cerveja bruta.



3.2. Análises microbiológicas

Das cervejas analisadas, observou-se um comportamento padrão quanto à estabilidade microbiológica das cervejas microfiltradas. Houve um crescimento sutil de colônias de microrganismos nos primeiros meses de estudo, no entanto, com o passar dos meses, houve uma diminuição e, em certos casos, a ausência de crescimento, indicando que as cervejas apresentaram estabilidade microbiológica. Nenhuma das amostras teve crescimento no meio MRS, indicando a ausência de bactérias lácteas, que é um grupo contaminante na indústria.

cerveja. Os resultados das análises microbiológicas de 0, 90 e 180 dias das cervejas após a microfiltração podem ser encontrados na Tabela 2.

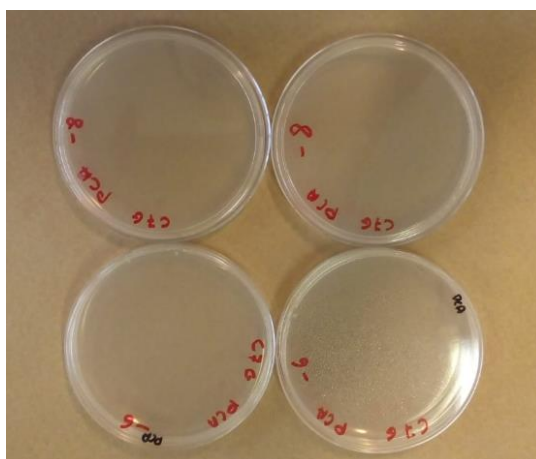
Tabela 2: Média da contagem de microrganismo em UFC.mL⁻¹ nas análises de 0, 90 e 180 dias após a filtração.

| Amostras 10 ⁶ UFC.mL ⁻¹ | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----|------|-----|-----|-----|---|-----|---|-----|----|---|---|----|---|---|
| | C1 | | | C2 | | | C3 | | | C4 | | | C5 | | |
| | I | M | F | I | M | F | I | M | F | I | M | F | I | M | F |
| L | 1 | 0,05 | - | 0,5 | 1,5 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| B | 2 | 1 | 0,5 | - | 1 | - | 2,5 | 1 | 0,5 | - | - | - | 8 | - | - |

Legenda: L: leveduras; B: Bactérias mesófilas; I: Início (0 dias); M: meio(90 dias); F:fim(180 dias)

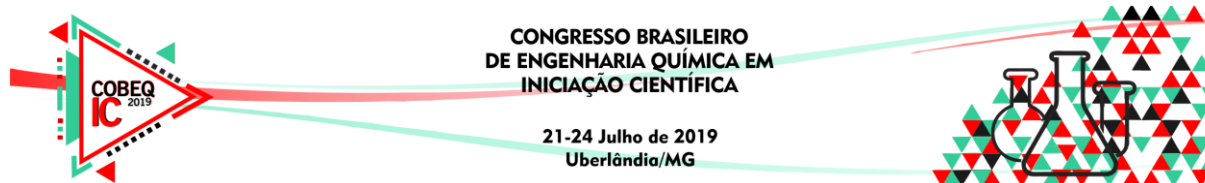
A ausência de crescimento de microrganismo na amostra C3 pode ser observada na Figura 3 para análise realizada após 90 dias da microfiltração.

Figura 3 – Terceira análise microbiológica (90 dias) da cerveja C3 em meio PCA. Ausência de crescimento de microrganismo nas duplicatas.



4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtido, não foi possível observar modificação nos padrões físico-químicos e microbiológicos da cerveja microfiltrada quando comparadas a dados presentes na literatura. A estabilidade microbiológica foi satisfatoriamente garantida, de modo que não houve uma contaminação das amostras por microrganismos, implicando que a microfiltração é capaz de retê-los. Ademais, os padrões físico-químicos de turbidez foram alcançados com a microfiltração com remoção acima de 90%, e o pH e a acidez total são compatíveis com referências. Dentro desse contexto, sugere-se que o processo de microfiltração da cerveja de fundo de dorna de maturação apresenta-se como uma tecnologia promissora para minimizar as perdas de produto durante o processo produtivo.



5. REFERÊNCIAS

- Agência Brasil. Brasil é o terceiro no ranking mundial de produção de cerveja. 2017. Disponível: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/08/brasil-e-o-terceiro-no-ranking-de-producao-mundial-de-cerveja>. Acesso em: 11 de Abr. 2019.
- ALVES, L. M. F.; Análise físico-química de cervejas tipo *pilsen* comercializadas em Campina Grande na Paraíba. Universidade Estadual da Paraíba. p. 43, 2014.
- AMBEV. Programa de formação técnica cervejeiros. Jacareí: AmBev, 2011.
- CORREA, P. C.; Avaliação da qualidade química e sensorial da cerveja recuperada mediante processo de microfiltração do fundo de dorna de maturação. CEFET -MG, 2015.
- FRANÇA NETA, L. S.; Clarificação de bebidas fermentadas utilizando o processo de microfiltração. Dissertação de M.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2005.
- Ministério da Agricultura, Pecuária Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 4 de Junho de 2009. Disponível: http://www.planalto.gov.br/civil_03/_Ato2007010/2009/Decreto/D6871.htm
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 371-372. 2008.
- RÄDER A. S.; Estudo Teórico-Experimental do Processo de Microfiltração de Partículas de Sílica em Suspensão Aquosa. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- ROSA, A N. & AFONSO, J C. A *Química da cerveja*. Quím. nova esc. Vol. 37, Nº 2, p. 98-105, SP. 2015.
- MATTOS, R. C. F. Efeito das variáveis de transporte e estocagem sobre a estabilidade sensorial de cervejas tipo Pilsen. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. 2007.