



## ANÁLISE DO CUSTO RELACIONADO AO PROCESSO DE RESFRIAMENTO UTILIZADO NA PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL

BRUNO ALDRIGHI SILVEIRA<sup>1</sup>; RÉGIS DA SILVA PEREIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - Campus Pelotas –  
brunosilveiraal@gmail.com*

<sup>2</sup>*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense – Campus Pelotas –  
regis@pelotas.ifsul.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

O sucesso do processo de fermentação durante a produção de cerveja é determinado pela temperatura que o mosto chega ao fermentador. Pois durante a sua fervura ele atinge temperaturas em torno de 100°C e deve ser resfriado até 27°C de forma rápida, máximo de 25 minutos (MORTON, 2018).

Este resfriamento assegura a sobrevivência das leveduras que realizarão a fermentação (SILVA e GOMES, 2017), evita a formação de Dimetil Sulfeto que confere sabor indesejado e precipita as proteínas em coágulos grandes, diminuindo a turbidez (PIRES e BRANYIK, 2015).

Atualmente, os sistemas de resfriamento mais utilizados são compostos por trocadores de calor utilizando a água como fluido refrigerante. Estes trocadores aparecem em três diferentes arranjos: imersão, contra fluxo e de placas. Entre estes pode-se destacar os trocadores de placas pela maior rapidez de resfriamento e por serem mais compactos (ROMERO et al., 2018).

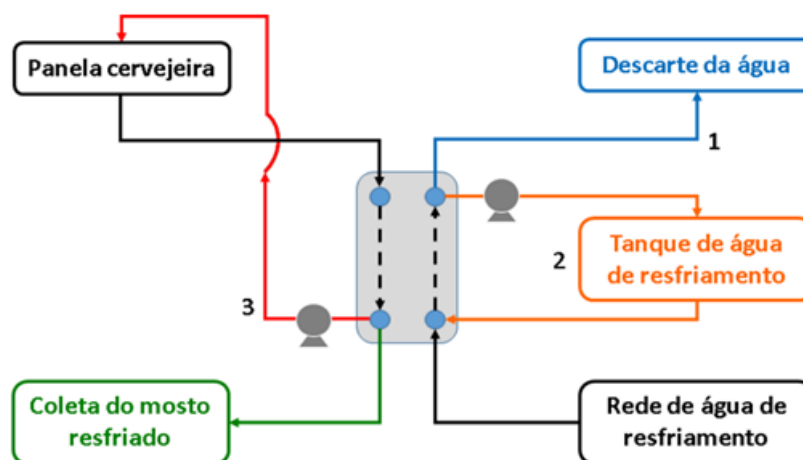
Na produção artesanal da cerveja estes trocadores de calor, geralmente, operam em circuito aberto, gerando desperdício de água tratada, ou ainda em circuito fechado, necessitando de fonte de energia para a recirculação da água de resfriamento. Dessa forma o objetivo deste trabalho é avaliar os custos operacionais com água tratada e energia elétrica de um sistema de resfriamento do mosto.

### 2. METODOLOGIA

O sistema é composto por uma panela cervejeira de alumínio de 25 L e um trocador de calor com 20 placas do tipo Chevron, com área total de 0,24 m<sup>2</sup>. A circulação dos fluidos quente e frio foi realizada por meio de mangueiras siliconadas e bombas de recirculação próprias para transporte de alimentos.

O experimento foi realizado em 3 cenários diferentes de circulação dos fluídos pelo trocador de calor, utilizou-se água da rede de distribuição a 17°C para o resfriamento e, para simular o mosto, foram utilizados 20 L de água a temperatura de 100°C (propriedades térmicas são semelhantes às do mosto). A Figura 1 apresenta esquematicamente os cenários avaliados.

Figura 1 – Esquema dos experimentos realizados. (1) operação em circuito aberto; (2) operação em circuito fechado da água de resfriamento; (3) operação em circuito fechado do mosto.



Fonte: O Autor

Nos cenários sem recirculação, o escoamento foi realizado por gravidade, todos experimentos foram operados em contracorrente e sem controle da vazão, como ocorre artesanalmente. Para fins de avaliação econômica do processo foram obtidos dados do tempo de resfriamento, o volume de água para a operação sem recirculação e os custos com energia elétrica, para o caso com recirculação, devido a necessidade do uso de bomba.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos experimentos quanto ao tempo de resfriamento do mosto foram de 04 min para os esquemas 1 e 2, enquanto a operação com a recirculação apenas do mosto levou 13 min. Os custos avaliados do processo de resfriamento são relativos ao consumo de água de resfriamento e energia elétrica utilizada pelas bombas de circulação, sendo utilizados os preços atuais do kWh e do m<sup>3</sup> de água da cidade de Pelotas/RS. Os experimentos operados com recirculação (água ou mosto) tiveram custos com energia irrelevantes, sendo inferiores a R\$ 0,01 por batelada. Nessas situações o consumo de água é desprezado, tendo em vista que esta pode ser reutilizada.

Quando o sistema foi operado sem recirculação do fluido de resfriamento o custo operacional se deu apenas pelo consumo de água, pois essa é desprezada ao final do resfriamento. Assim, a operação utilizou 23 L de água tratada resultando em um custo de R\$ 0,09 por batelada, o que equivale a menos de R\$ 0,01/L de cerveja produzida.

### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos observou-se que os custos associados ao processo de resfriamento são irrelevantes, tanto com energia quanto com água consumida em qualquer situação. Entretanto, vale salientar que a operação em circuito fechado da água de resfriamento evita o desperdício de água tornando a produção ambientalmente mais sustentável.



## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORTON J. **A arte de fazer cerveja**. São Paulo: Editora Publifolha, 2018.

PIRES E; BRANYIK; T. **Biochemistry of Beer Fermentation**. London: Springer, 2015.

ROMERO T.J.M; NOGALES A.C.C; LUZURIAGA J.G.V; CANTOS L.S.O. Análisis comparativo de la utilización de refrigerantes alternativos en un chiller. **Dominio de las Ciencias**, v.4, n.1, p. 418-433, 2018.

SILVA F.L; GOMES W.P. **Cerveja: Classificações e Processo Industrial**. Revista Conexão Eletrônica, v. 14, n. 1, p. 1602-1613, 2017.