

## UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ÁGUA EM CERVEJARIA BRASILEIRA

ANTONIO APARECIDO MENDES JUNIOR <sup>1</sup>; ZACARIAS XAVIER DE BARROS <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculdades Reunidas de Botucatu Ltda., GALILEU, Av. Marginal 200, n°680, Vila Real, Botucatu – SP, Brasil, prof.antoniomendes@gmail.com.br;

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Rural, FCA/UNESP, Av. Universitária, n°3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu – SP, Brasil, zacarias.barros@unesp.br

**RESUMO:** A água é um recurso natural indispensável para todos os seres vivos presentes no planeta terra. A utilização desse recurso natural engloba os mais variados processos produtivos, como agricultura, pecuária, indústrias, entre outros. Esse recurso vem ficando cada vez mais escasso, por isso a necessidade da preservação natural vem ganhando mais espaço. Com o aumento da população mundial ao longo das décadas, observa-se uma grande reestruturação no aspecto produtivo, onde o homem foi obrigado a desenvolver novas técnicas de produção para, assim, alcançar um aumento na produção e na produtividade de alimentos e matérias-primas. Nesse sentido, tornou-se uma realidade a utilização de grandes quantidades de água nos processos de produção. Com isso, fica claro que a única maneira de obter-se um crescimento sustentável é a partir de processos de produção que utilizem o mínimo de água possível para a elaboração de seus produtos. Neste estudo, analisou-se a quantidade de água utilizada no processo produtivo de uma cervejaria. O trabalho tem como objetivo demonstrar e quantificar a utilização da água nos processos produtivos para a fabricação de cerveja, através do mapeamento dos processos de produção, utilizando como ferramenta a elaboração de um fluxograma de processo para, assim, desenvolver formas de diminuir o consumo de água no processo de produção. A hipótese que orienta este estudo é que no processo de produção de uma cervejaria brasileira, para produzir 1 litro de cerveja pilsen, utilizam-se em média 8 litros de água. Observa-se um grande consumo de água para a fabricação desse produto altamente consumido pelos brasileiros. Os resultados obtidos demonstram que no processo de resfriamento da cerveja, há um grande consumo de água, onde a mesma é descartada a cada processo produtivo. Conclui-se que, baseado no fluxograma e na proposta de melhoria, deve-se alterar o processo de resfriamento, não descartando a água do processo, mas sim reutilizando-a. Vale ressaltar que essa água não tem contato com a cerveja; sua função é de resfriar o produto. Com essa melhoria na utilização de água no processo, há economia de 2 litros de água para fabricar 1 litro de cerveja.

**Palavras-chave:** Cerveja, Energia, Empresa, Recurso natural, Desperdício.

## RATIONAL WATER USE IN BRAZILIAN BREWERY

**ABSTRACT:** The water is an indispensable natural resource for all living beings present on planet Earth. The use of this natural resource goes from all productive processes, encompassing agriculture, livestock and industries among others. This resource is becoming more and more in short supply, with that the need of the natural preservation has been gaining more space. With the increase of the world population over the decades, there is a great restructuring in the productive aspect, where human was forced to develop new production techniques, in order to achieve an increase in the production and productivity of food and raw materials. In this sense, the use of large amounts of water in the production processes has become a reality. This makes it clear that only way to achieve sustainable growth is from production processes that use as low water as possible to produce their products. In this study, the amount of water used in the production process of a brewery was analyzed. The aim of the present work was to demonstrate and quantify the use of water in the production processes for brewing, through a mapping of production processes, using as a tool the elaboration of a process flow diagram, in order to develop ways of reducing water consumption in the production process. The hypothesis that guides this study is that in the production process of a Brazilian brewery, to produce 1 liter of the finished product, lager beer, from 8 liters of water are used. It is observed, a

great consumption of water for the manufacture of this product highly consumed by the Brazilians. The results are based on the analysis of beer production flow chart based on the production process. The results show that in the beer cooling process, there is a great consumption of water, where it is discarded, with each production process. It is concluded that based on the flowchart and the improvement proposal, the cooling process must be changed, not discarding process water, but reusing again. It is worth mentioning that this water has no contact with beer, its function is to cool product. Thanks to this improvement the use of water in the process saves 2 liters of water for one liter of beer.

**Keywords:** Beer, Energy, Company, Natural resource, Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

Graças ao crescimento populacional das últimas décadas, observa-se um aumento na demanda de água e do uso descontrolado desse recurso. Esse uso descontrolado vem contribuindo tanto com o preocupante cenário de escassez de água, quanto com a degradação da qualidade das águas superficiais e de subsuperfície com o lançamento de esgotos doméstico e industrial, contaminação por agrotóxicos e fertilizantes e disposição inadequada de resíduos sólidos (SILVA et al., 2016). Nesse contexto, pode-se salientar que um dos maiores desafios da indústria neste século é coexistir pacificamente com o meio ambiente em tempos de escassez de recursos naturais (PARENTE; SILVA, 2002).

Atualmente, a indústria nacional brasileira está submetida a dois grandes instrumentos de pressão. De um lado, as imposições do comércio internacional pela melhoria da competitividade e, do outro, as questões ambientais e as recentes condicionantes legais de gestão de recursos hídricos, particularmente as associadas à cobrança pelo uso da água (CAVALCANTE; MACHADO; LIMA, 2013).

A importância dos recursos hídricos em qualquer processo de desenvolvimento socioeconômico é inquestionável, particularmente no mundo atual, onde a água, além de cumprir o seu papel natural de abastecimento das necessidades humanas, animais e produtivas vem, cada vez mais, sendo degradada ao servir como veículo para os despejos de efluentes urbanos, industriais, agrícolas e extrativos (TUNDISI, 2010).

No modelo comum de gerenciamento ambiental, que insiste na luta do crescimento

econômico e na conservação do meio ambiente, percebe-se que a grande diversidade das atividades industriais ocasiona, durante o processo produtivo, um alto consumo de água, o que acarreta a geração de efluentes, os quais podem poluir/contaminar o solo e a água (PARENTE; SILVA, 2002).

Não se trata apenas de consciência ambiental ou de filantropia, deve ser empregada uma metodologia que permita, por análise de processos e atividades, avaliar as oportunidades para implantação de práticas que reduzam o consumo de água através da otimização do uso e principalmente do reuso, identificando-se as características quantitativas e qualitativas da água consumida e dos efluentes gerados em cada etapa dos setores (HESPANHOL; MIERZWA, 2005).

Com isso, fica claro que a única maneira de alcançar um crescimento sustentável é a partir de processos de produção que utilizem o mínimo de água possível para a elaboração de seus produtos (CAVALCANTE; MACHADO; LIMA, 2013).

Observa-se que a matriz hídrica brasileira está diminuindo significativamente nos últimos anos, graças a vários fatores: as mudanças climáticas, o uso descontrolado desse recurso, má gestão pública, falta de investimentos em preservação ambiental (SILVA et al., 2016). Surge a necessidade urgente de desenvolver processos mais enxutos, relacionados à utilização da água. Através do fluxograma de processo industrial pode-se verificar as oportunidades de alteração e/ou reconfiguração do mesmo, visando à otimização do uso da água (PARENTE; SILVA, 2002).

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, sendo que a produção de

cervejas, num contexto mundial, tornou-se um grande negócio. Poucos setores são tão internacionalizados e concorridos, em termos empresariais, quanto o da cerveja (VIOTTI, 2012).

Observa-se que no processo de produção de uma cervejaria brasileira, para se produzir 1 litro do produto acabado de cerveja pilsen, utilizam-se em média 8 litros de água (TROMMER, 2011) acarretando, assim, um grande consumo de água para a fabricação desse produto altamente consumido pelos brasileiros (MORADO, 2017).

O objetivo geral deste trabalho foi demonstrar e quantificar a utilização da água nos processos produtivos para a fabricação de cerveja, através do mapeamento dos processos de produção, utilizando como ferramenta a elaboração de um fluxograma de processo, para assim desenvolver formas de diminuir o consumo de água no processo de produção. O objetivo específico deste estudo se baseou na avaliação entre o fluxograma de processo existente na indústria e seu fluxo, otimizando o consumo de água.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Após contato com empresa que se dispôs a participar da pesquisa, foram realizadas visitas técnicas, com intuito de conhecer o fluxograma do processo de produção, com ênfase na produção de cerveja pilsen contemplando suas interfaces produtivas, por intermédio de pesquisa quantitativa e qualitativa.

A indústria cervejeira onde ocorreram as visitas técnicas é uma empresa privada, e seu anonimato decorre da solicitação dos seus dirigentes. Para efeito de sua caracterização e identificação no trabalho, utilizou-se do nome fictício de “CBP”.

Estima-se que, atualmente, essa empresa esteja entre as maiores empresas fabricantes de cerveja do Brasil, com cinco unidades no país e três mil funcionários diretos, produzindo 10 milhões de hectolitros de cerveja anualmente. É a maior envazadora do mundo de *long neck*, com 78000 garrafas/hora.

A escolha pela cerveja pilsen se dá por ser o tipo mais consumido pelo brasileiro, sendo

que 98 % da cerveja consumida no Brasil é do tipo pilsen, caracterizada como de cor clara, teor médio de extrato, baixa fermentação e baixo teor alcoólico (MORADO, 2017).

Depois de todas as etapas de produção de cerveja pilsen conhecidas, foi calculada a quantidade de água gasta por dia e por ano na cervejaria “CBP”. Também foi elaborado um projeto piloto com a reutilização da água para o processo de resfriamento; etapa na qual é utilizado um circuito aberto, onde a água utilizada nos trocadores de calor é desprezada.

A Cervejaria “CBP” conta com seis poços artesianos de água potável, proveniente do aquífero de Itararé e possui dois tanques com capacidade de 10 milhões de hectolitros de água. O controle de qualidade da empresa é rígido, sendo que a água é sempre analisada antes de entrar no processo produtivo, assim como todos os outros ingredientes. O custo da água utilizada na produção de cerveja pilsen é de R\$ 0,001 por litro de água. Com essa informação, foi calculado o custo de água para produção de cerveja antes e após a mudança do sistema de resfriamento.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho tem como resultado uma análise das possibilidades de reutilização da água. Antes de analisar as necessidades de tratamento de água, deve realizar-se uma análise crítica das possibilidades de reutilização da água.

A fim de fazer uma verificação crítica de alternativas de processos que resultem em menor consumo de água e redução de perdas de matérias primas e/ou produtos ou subprodutos (PARENTE; SILVA, 2002), foi analisado passo-a-passo no processo de produção da cerveja pilsen.

Através das visitas técnicas foi possível saber que o processo todo de produção é feito na mesma planta fabril.

A cevada malteada vem da Argentina; o lúpulo, da Alemanha; a levedura (fermento) é da própria empresa e a água proveniente do aquífero de Itararé. Algumas máquinas utilizadas no processo são moinhos, dornas de misturas, tina de clarificação, filtros,

aquecedores, fermentadores, lavadoras e enchedoras.

Os resultados orbitam sobre análise do fluxograma do processo de fabricação de cerveja levando como base a adição da água em seu processo. O fluxograma representativo é apresentado na Figura 1, a partir do processo de produção com a adição da água, e a mensuração da quantidade de água utilizada a cada etapa do processo de fabricação.

Já no fluxograma da Figura 2, demonstra o processo de envase com a adição da água e a quantidade da mesma utilizada a cada etapa do processo de fabricação.

Assim, observa-se na Figura 1 o fluxograma do processo de produção da cerveja, com todas as entradas de insumos, matérias primas e água (vale ressaltar, que a quantidade de água informada em cada processo de produção, leva-se em consideração a proporção de 1 L de produto acabado (cerveja pronta)).

O processo se inicia a partir da entrada da cevada malteada (a primeira matéria-prima de entrada, consiste no grão denominado de malte) que chega vinda da Argentina e armazenada em silos com capacidade de 300.000 Kg cada. O esvaziamento desse silo leva de 23 a 24 horas.

A cevada é transportada por um sistema de tubulação pelo interior da fábrica, chegando à máquina de moagem (moinho), onde é adicionado 0,5 L de água/litro de cerveja nesse processo.

Num segundo momento, no processo de mosturação (mostura), consiste em adicionar uma grande quantidade água ao malte moído (2 L /litro de cerveja), onde o mesmo é submetido a diferentes temperaturas por períodos de tempo determinados. Como resultado, obtém-se uma solução denominada mosto.

Em seguida, ocorre o processo chamado de filtração que consiste na separação do mosto líquido do bagaço de malte.

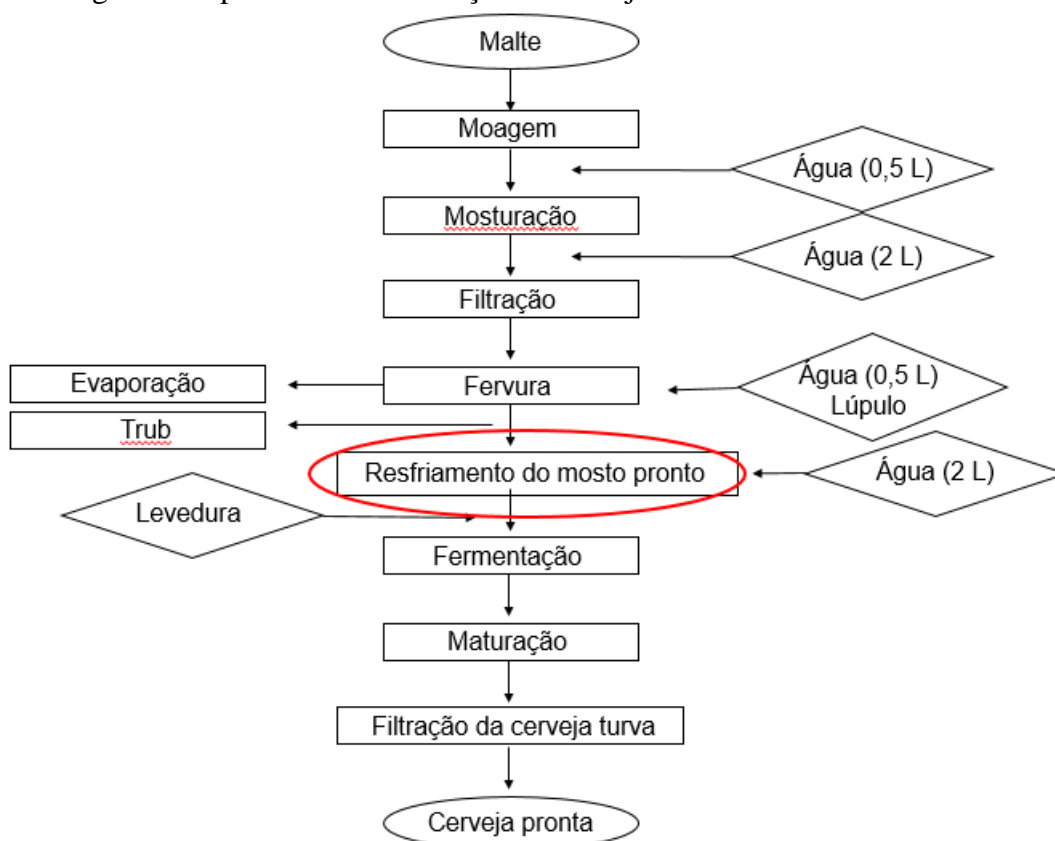
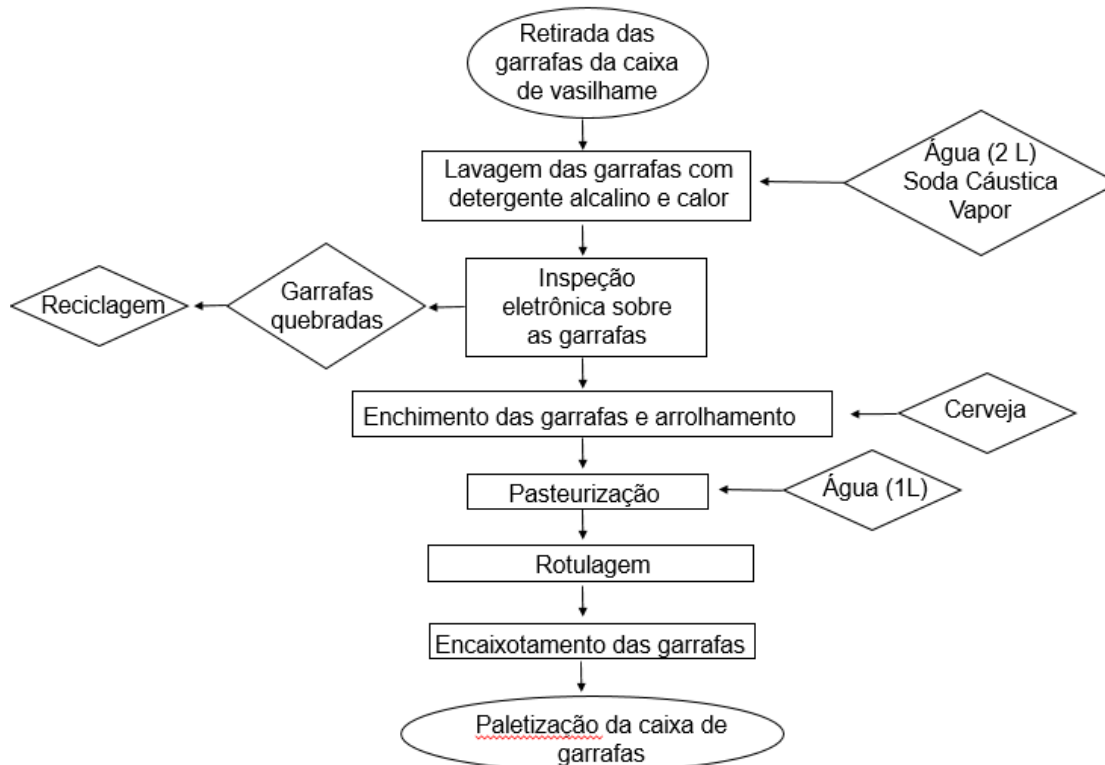
Após a filtração do mosto, a etapa seguinte conhecida como fervura, adiciona-se 0,5 L de água/litro de cerveja, juntamente com o lúpulo. Nesse processo o mosto deverá ser submetido à fervura intensa, trazendo aroma e sabor.

Depois o mosto passa pelo processo de resfriamento que é necessário para que atinja a temperatura desejada para a fermentação. Nesse processo há um grande consumo de água, 2 L de água/litro de cerveja. Observa-se que o sistema utilizado para o resfriamento são trocadores de calor (circuito aberto com a utilização de água no processo), onde a água que se utiliza nesse processo é descartada, a cada processo produtivo, acarretando assim um consumo excessivo de água. Vale ressaltar que neste processo a água não tem contato com a cerveja (mosto), sua função é de resfriar o produto, através dos trocadores de calor.

O próximo processo é conhecido como fermentação, consiste basicamente na transformação da levedura em açúcares, em dióxido de carbono e etanol.

Já no processo de maturação ocorre a retirada das leveduras. No processo de filtração da cerveja cuja função principal é de eliminar quase totalmente as leveduras que ainda restam no final da maturação.

Observa-se abaixo na Figura 2 o fluxograma do processo de envase ou a fase de embalagem e despacho ao consumidor final, que consiste inicialmente na lavagem, utilizando uma solução de soda caustica diluída em água. Esse processo consome 2 L de água/litro de cerveja.

**Figura 1.** Fluxograma do processo de fabricação de cerveja**Figura 2.** Fluxograma do processo de envase da cerveja.

Após a lavagem, passa-se para a etapa conhecida como inspeção das garrafas, onde se

analisa o estado físico de cada garrafa, seguido pelo processo de enchimento, sendo colocada rolha metálica e enviada para a pasteurização.

Já no processo de pasteurização consiste em aquecer a bebida, por um período curto, com o intuito de eliminar os micro-organismos. Esse processo acarreta a utilização de 1 L de água/litro de cerveja. Após a pasteurização, a garrafa é rotulada, encaixotada em caixas de plástico, paletizadas e retiradas do processo via empilhadeira para o depósito de cervejas.

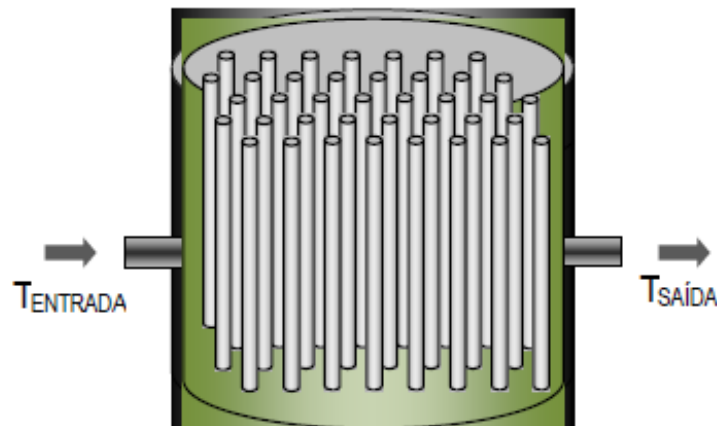
No processo produtivo da cervejaria “CBP” são utilizados 10 milhões de hectolitros de água por dia.

Dessa forma, analisando os fluxogramas, pode-se verificar que se utiliza 8 L de água para se fazer um litro de cerveja, na cervejaria do estudo “CBP”, acarretando assim, um grande consumo de água em seu processo de fabricação. Segundo a bibliografia estudada, esse valor de consumo está na média de consumo das grandes cervejarias (KANAGACHANDRAN; JAYARADRAN, 2001; VENTURINI FILHO; CEREDA, 2001; TSCHOPE, 2001; KORONEOS et al., 2008, ORTIZ, 2014).

A fim de melhorar os processos produtivos, visando reduzir ao mínimo a emissão de efluentes líquidos, é preciso reutilizar a água ao máximo em outras atividades, ou fazer com que ela volte ao processo industrial, sem prejudicar o produto qualitativamente (PARENTE; SILVA, 2002). Baseado no fluxograma de processos, verifica-se a necessidade de uma alteração no processo de resfriamento, onde há o consumo de 2 litros. Observa-se que o sistema utilizado para o resfriamento são trocadores de calor (circuito aberto com a utilização de água no processo), onde a água que se utiliza nesse processo é descartada, a cada processo produtivo, acarretando assim um consumo excessivo de água. Vale ressaltar que neste processo a água não tem contato com a cerveja (mosto). Sua função é resfriar o produto através dos trocadores de calor.

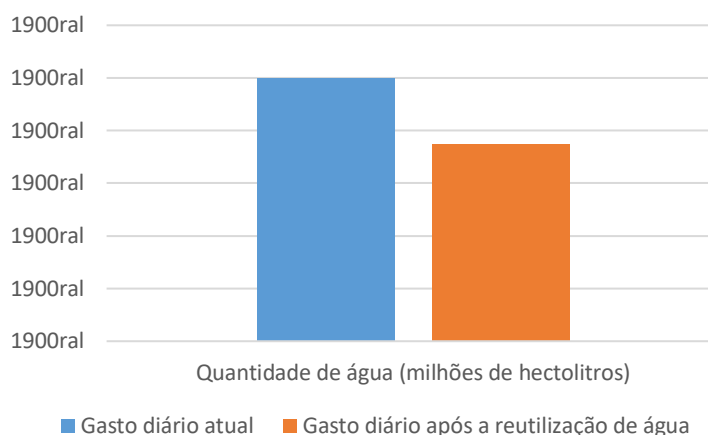
Deve-se alterar para um circuito fechado onde a água não será descartada, e sim reutilizada, acarretando assim a economia de 2 litros de água a cada 1 litro de produto pronto (Figura 3).

**Figura 3.** Sistema interno do resfriamento do mosto



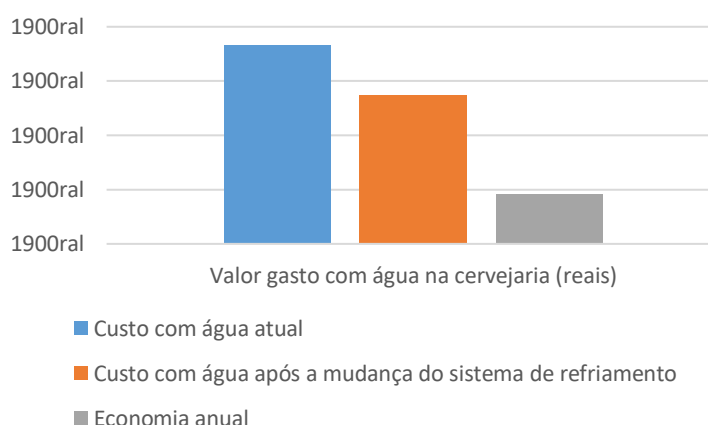
Devido essa melhoria na utilização de água no processo, o consumo diminuiu em média para 6

litros de água para fabricar 1 litro de cerveja (Figura 4).

**Figura 4.** Quantidade de água gasta por dia na cervejaria “CBP”.

Sabendo que o custo do litro de água na cervejaria “CBP” é de R\$0,001, com a economia causada pela mudança no processo de

resfriamento do mosto foi gerada uma economia de R\$ 91.250.000 por ano na cervejaria (Figura 5 ).

**Figura 5.** Custo e economia gerada com água na cervejaria “CBP” com a mudança do sistema de resfriamento”.

#### 4 CONCLUSÕES

Foi gerada uma economia de 2 L de água para cada litro de cerveja produzida

através da alteração para um circuito fechado com reutilização da água no processo de resfriamento.

#### 5 REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, L. M.; MACHADO, L. C. G. T.; LIMA, A. M. M. Avaliação do desempenho ambiental e racionalização do consumo de água no segmento industrial de produção de bebidas. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, p. 3 e 4, 2013.

HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C. **Água na Indústria: uso racional e reuso**. São Paulo: Oficina de textos da USP, 2005.

KANAGACHANDRAN, K.; JAYARADRAN, R. Utilization Potencial of Brewery Waste Water Sludge as an Organic Fertilizer. **Journal of The Institute of Brewing**, California EUA. v. 112, n. 2, p. 92-96, 2001.

KORONEOS, C.; ROUMBAS, G.; GABARI, Z.; MOUSSIOPOULOS, N. Life Cycle Assessment of Beer Productions in Greece. **Journal of Cleaner Production**, Thessaloniki, Greece, v. 13, p. 433-439, 2008.

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Editora Alaúde, 2017.

ORTIZ, P. R. B. **Análise do Consumo Energético do Processo de Produção de Cerveja Artesanal por Batela**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

PARENTE, A. H.; SILVA, E. A. B. Redução de efluentes na indústria alimentícia. **Revista Química e Tecnologia**, v.1, n. 1, p. 58-67, 2002.

SILVA, E. M. S. et al. SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: o uso indiscriminado de água, **Revista Maiêutica**, Indaial, v. 4, n. 1, p. 57-66, 2016.

TROMMER, M. W. Brasilien - Biermarkt mit Potenzial. **Brauwelt**, São Paulo, v. 22, n. 25-26, p. 797-799, 2011.

TSCHOPE, E. C., **Microcervejarias e Cervejarias: A História, a Arte e a Tecnologia**. São Paulo. Ed. Aden, 223p., 2001.

TUNDISI, J. G. Apresentação. *In*: Bicudo, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (org.). **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. *In*: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia Industrial: Biotechnologia na Produção de Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001. cap. 4, p. 91-144.

VIOTTI, E. **O mundo da cerveja: Brasil, Argentina e Uruguai**. Cidade: São Paulo, Folha de São Paulo, 2012. (Coleção Folha).