

REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA EM CERVEJARIAS –IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE GESTÃO DE ÁGUAS EM INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Vanessa Nascimento Monteiro¹ Ingrid Neres², Larissa Viana³ Lis Santos⁴

RESUMO

A indústria cervejeira é uma das maiores usuárias industriais de água, ela necessita de recursos hídricos em todo seu processo de fabricação, desde as etapas de produção até a higienização do local. Tendo em vista que água é um recurso natural que demanda tempo para ser renovado, medidas e leis são instauradas para que se reduza cada vez mais o seu consumo. O desenvolvimento de novas tecnologias vem auxiliando na diminuição do gasto de água, mas o seu consumo ainda permanece sendo um desafio ambiental. A instalação de uma Estação de Tratamento de Efluentes é uma aplicação significativa para a redução do consumo de água. São gerados 3 a 10 L de água residual com alto índice de matéria orgânica que devidamente tratada pode ser descartada no meio ambiente de forma segura ou reutilizada na própria indústria.

Palavras-chave: Cerveja, processo produtivo, água, consumo de água

¹ Engenheira Química pela Centro Universitário Jorge Amado (2020). Mestre em Química pelo UNEB (2007). Professora do Centro Universitário Jorge Amado. E-mail: vanessa.nascimento@unijorge.edu.br

² Engenharia Química pelo Centro Universitário Jorge Amado. E-mail: ingredneres.eq@gmail.com

³ Engenharia Química pelo Centro Universitário Jorge Amado. E-mail: larissaviana.eq@gmail.com

⁴ Engenharia Química pelo Centro Universitário Jorge Amado. E-mail: lissantosb@gmail.com

INTRODUÇÃO

A indústria cervejeira no Brasil está em constante expansão. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021), no ano de 2020 houve a abertura de 174 novas cervejarias, totalizando 1383, uma crescente de 14,4%. Essas indústrias estão concentradas nas regiões Sul-Sudeste com o percentual de 85,6%. O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, e, segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, produz 14,1 bilhões de litros de cerveja por ano. A produção de cerveja requer a utilização de um grande volume de água durante todo seu processo, desde a produção da cerveja até a higienização dos maquinários. Por conta disso existe a preocupação com a economia desse recurso natural, pois devido à escassez crescente de água, os custos agregados à obtenção desse recurso aumentam.

Alguns fatores são determinantes para o consumo de água na indústria de bebidas, de acordo com CETESB (2005) são eles: o tipo de embalagem utilizada, tecnologia dos equipamentos e processo de pasteurização, idade da planta, nível tecnológico de processos e equipamentos e eficiência das operações de limpeza. No Brasil, o consumo de água nas cervejarias varia entre 4 e 10 l_A/l_{BP} (lê-se l_A como o volume de água

consumido durante o processo de produção da cerveja e LP (como volume de bebida produzida, ambos expressos em litros), sendo a maior parte de seu consumo ocorrido nos processos de higienização, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Consumo de água no processo de produção de cerveja



Fonte: CETESB (2005)

As práticas de redução de consumo de água dentro da indústria geram redução de custos, principalmente em indústrias em que a água é o principal recurso utilizado. Além do aspecto econômico, a Política Nacional de Recursos Hídricos, regulamentada pela lei 9.433 de 1997, determina que todas as indústrias no território nacional busquem melhorias nos seus processos a fim de reduzir o consumo de água e a geração de efluentes. Uma das determinações dessa lei cobra a utilização de sistema de abastecimento próprio, seja através de captação de águas mananciais ou de águas subterrâneas. Para que o imposto pela lei 9.433 de 1997 seja cumprido é necessário utilizar-se de práticas e tecnologias que melhorem a utilização do uso da água, conseqüentemente, evitando seu desperdício, o que afeta diretamente na retirada de águas de abastecimento.

Segundo Da Fonseca (2020), a maioria das indústrias de bebidas, incorporam ao seu processo uma estação de tratamento de todo resíduo líquido gerado na produção e no esgoto sanitário, de forma a realizar o tratamento internamente, possibilitando o envio de água residual a corpos receptores adjacentes à planta da fábrica. Para Bastos e Von Sperling (2009), a complexidade do tratamento dependerá das características do efluente bruto na estação, oriundo conseqüentemente do tipo de produto fabricado e da legislação mais restritiva a ser atendida. De forma geral, a caracterização dos efluentes é determinante para o tipo de tratamento que podem ser físicos, químicos ou biológicos, ou ainda a combinação deles.

A Resolução N° 37 (CONAMA, 2005), estabelece que:

“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.”

Analisando o volume de efluente de forma quantitativa e qualitativa, nas saídas das estações de tratamento é possível concluir que o reúso é uma alternativa viável e promissora, contribuindo para diminuição do consumo de água pelos funcionários (sanitários, limpezas, entre outros), em relação ao consumo total.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA CERVEJA

No seu processo de fabricação a cerveja utiliza três ingredientes principais: o malte, o lúpulo e a água.

- Malte: é o produto resultante do processo de malteação (ou germinação) dos cereais. Geralmente, o cereal mais escolhido é a cevada devido a sua rica presença de amido e por possuir características físicas que auxiliam na germinação como: uma casca que protege o grão durante a malteação, por sua resistência a flexão e a alta produção (CUNHA, 2019)
- Lúpulo: é o principal responsável pelo sabor e aroma do produto final e a sua quantidade e tipo é o diferencial de cada cerveja.
- Água: é utilizada para o preparo do malte, transferência de produtos e na lavagem das garrafas, latas e barris.
- Adjunto: são carboidratos não malteados que complementam o malte. Eles são utilizados, principalmente, para reduzir o custo de produção, tendo em vista que esses cereais são mais baratos. (ROSA; AFONSO, 2015)

A fabricação da cerveja é constituída pelos processos de mosturação, fermentação e maturação, filtração e envasamento, como mostra a Figura 2, onde podem ocorrer algumas variações de acordo com o tipo do produto que se deseja obter. Inicia-se com a produção do mosto (mosturação). O malte e os adjuntos são moídos e misturados com água quente até a temperatura de 72°C. Após, o produto é filtrado para separar a fase líquida do mosto dos resíduos sólidos do malte. O mosto depositado no recipiente de

ferveira é aquecido durante 60 a 90 minutos e é nesse momento que se acrescenta o lúpulo. O mosto resultante passa por um trocador de calor que resfria o fluido (resfriamento) e o mantém em condições ideais para o processo de fermentação da levedura. A segunda etapa é de fermentação, logo adiciona-se a levedura para dar início ao processo fermentativo. O açúcar presente no mosto é quebrado e transformado em álcool e gás carbônico, produzindo a cerveja, ela é resfriada até atingir 0°C e a levedura presente é separada por decantação. Logo após, a cerveja é encaminhada para a maturação, onde o carboidrato presente é consumido pelas leveduras restantes, aguçando o sabor da bebida. A última etapa principal é o acabamento. A cerveja maturada passa por uma outra filtração para remover alguns resíduos persistentes e é direcionada para a carbonatação, onde injetam CO₂ no produto. Para que seu sabor e teor de CO₂ seja mantido, a cerveja é colocada em uma adega de pressão até a próxima etapa. O envasamento é a última etapa do processo de fabricação da cerveja, ela é constituída de várias operações e é onde ocorre a maior perda acidental de produto. Os recipientes utilizados podem ser garrafas de vidro, barris de chope e latas de alumínio. No caso das garrafas de vidro reutilizáveis é necessária uma higienização. Esses recipientes passam por uma lavagem com solução alcalina e detergente, seguida de um enxágue de água quente e são enviados para serem envasadas. Após isso ela é esterilizada, onde é aquecida até 60°C e resfriada rapidamente até 4°, pasteurização, com o intuito de eliminar qualquer microrganismo presente e aumentar a durabilidade.(GAUTO; ROSA, G. R., 2011; ROSA, N. A.; AFONSO, 2015).



Fonte: Rosa, N. A.; Afonso. 2015

CONSUMO DE ÁGUA

A água é um dos ingredientes mais importantes para a fabricação da cerveja, pois está presente em todo o processo de produção do produto. Na composição ela equivale entre 90 a 95% do produto final, é uma das responsáveis pelo sabor e cor da cerveja, e também

é fundamental para a realização dos processos auxiliares (NIEVOLA; HLATAKI, 2011). Estima-se que para cada litro de cerveja são gastos de 4 a 7 litros de água (OLAJIRE, 2020). A água utilizada é classificada em dois tipos: A Água cervejeira que é a aquela que compõe o produto, usada nas etapas de fabricação da cerveja como na moagem, na carga e descarga de produto, nas lavagens das garrafas, entre outros (ROSA; AFONSO, 2015). Segundo Aquarone et al. (2001), a água utilizada como matéria-prima na produção da cerveja deve possuir características específicas para uma boa qualidade do produto final. Assim sendo, a água deve ser inócua, livre de contaminações e dura (com alto teor de cálcio e magnésio) para servir de nutriente para as leveduras fermentativas. De acordo com os autores, a água deve ser clorada, sem presença de ferro, e o pH deve ser ajustado para 5,0 (visando melhorar a ação das enzimas e potencializar o efeito do cloro). E a Água de serviços que é utilizada em procedimentos que não estão diretamente ligados ao produto como: higienização de vasilhas, local de trabalho, equipamentos e em resfriamentos.

Alguns efluentes resultantes dos procedimentos podem ser reutilizados até atenderem aos critérios de qualidade (NIEVOLA; HLATAKI, 2011). Como por exemplo, na lavagem das garrafas onde o sistema CIP é implementado, nesse procedimento a água é utilizada até 6 vezes antes de ser encaminhada para o tratamento de efluentes (CETESB, 2005).

De acordo com Nievola et al. (2011) o consumo de água numa indústria cervejeira está relacionado ao porte da fábrica, cervejaria de pequeno porte consome mais água porque o seu nível de tecnologia não é tão avançado. Além disso, outros fatores como: o tipo de envase, a idade da planta e aspectos operacionais são variáveis que impactam nesse consumo. A CETESB informa que o consumo de água segue a seguinte distribuição: Limpeza e desinfecção: 44%; Preparo do mosto: 20%; Resfriamento: 11% ; Outros afins (produção de vapor, doméstico, refeitório, entre outros) e perdas: 25%

Dados de dois estudos, onde um foi realizado em uma cervejaria localizada na Alemanha na década de 80 (Cervejaria 1) e o outro são informações de um relatório do Banco Mundial de 1986 (Cervejaria 2), apresentados na Tabela 1, mostram o consumo mínimo e o máximo de água da época.

Tabela 1 - Cervejarias da década de 80

Etapa do processo	Cervejaria 1 (1980) (hl água /hl cerveja)	Cervejaria 2 (1986) (hl água /hl cerveja)
Sala de cozimento	1,8 – 4,2	1,4 – 3,0

Dornas, incluindo filtração	0,8 – 1,7	1,0 – 1,15
Envase e Pasteurização	0,9 – 1,9	1,3 – 1,8
Utilidades, incluindo refrigeração	1,25 – 3,30	0,7 – 1,9
TOTAL	4,75 – 11,1	4,4 – 8,2

Fonte: CETESB (2005)

A Tabela 2 mostra dados mais atuais retirados de um estudo realizado na Europa onde expõe a média do índice do consumo de água nas etapas de produção de cervejarias locais.

Tabela 2 - Consumo de água nas cervejarias europeias

Etapas do processo	Valores medidos (hl água /hl cerveja)
Produção do mosto	1,30 – 2,36
Fermentação	0,32 – 0,53
Maturação	0,24 – 0,67
Envase em Garrafas	0,59 – 1,63
Envase em Barril	0,13 – 0,61
Outros usos	2,00 – 2,04
Total	4,03 – 6,80

Fonte: NIEVOLA; HLATAKI (2011)

De acordo com as Tabelas 1 e 2, observa-se uma redução significativa no consumo de água com o passar dos anos. Isso mostra a preocupação das indústrias cervejeiras em reduzir a utilização de água no seu processo de produção. A Ambev, em 2020, alcançou a média de 2,5 litros de água para cada litro de cerveja, informa o site Uol (2021). Para atingir esse marco, foi instalado medidores de água em cada etapa do processo de produção, outra ação foi a padronização de processos e conscientização dos funcionários referente ao uso dos recursos hídricos.

METODOLOGIA

As referências utilizadas para a elaboração dessa pesquisa foram livros, artigos e trabalhos acadêmicos. As informações e dados apresentados têm o intuito de trazer veracidade às decisões indicadas, aplicando uma abordagem textual mista entre características qualitativas e quantitativas.

Este trabalho estuda as principais características de consumo de água na indústria cervejeira no Brasil, a partir de uma revisão bibliográfica de trabalhos de entidades setoriais e órgãos governamentais, complementado com a apresentação de resultados obtidos por uma indústria de bebidas com a da implantação de um programa de redução do consumo de água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Da Fonseca (2020), como uma das principais interferências ao meio ambiente é o consumo de água, o setor de bebidas, no que se refere à cerveja, está cada vez mais promovendo ações de boas práticas para colocar os fabricantes dentro do benchmarking mundial de consumo de água por hectolitro de cerveja produzida, que representa, segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja – CERVBASIL, cerca de 3,2 hL/hL (CERVBASIL, 2018). Assim sendo, de acordo com Cervieri Júnior (2017), além do potencial produtivo, esse setor investe em tecnologias para eficiência térmica, redução de emissão de efluentes e CO₂, e diminuição do consumo de água. O recurso hídrico, sob o enfoque do insumo da indústria de bebidas em geral, além de suprir a demanda hídrica precisa atender um padrão de qualidade específico. De acordo com ABIR (2011), dentre os setores usuários, a indústria do segmento de bebidas exibe características que tornam esta fração bastante representativa. Conforme Tabela 3 e segundo Rosa, Consenza e Leão (2006), para atendimento à demanda interna, a indústria nacional de bebidas apresenta elevada produção e, conseqüentemente, significativo consumo de recursos hídricos.

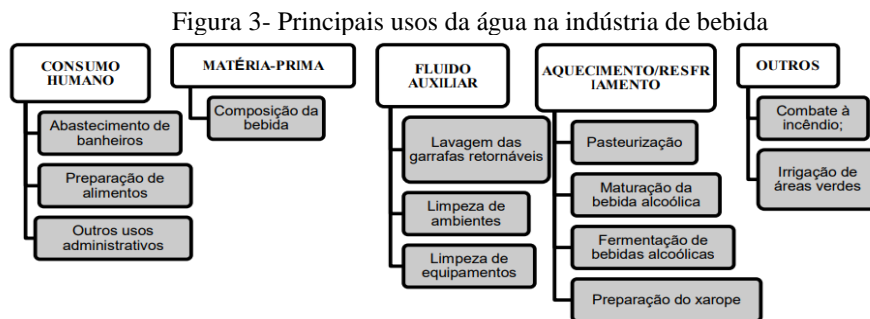
Tabela 3 - Produção, consumo e indicadores da indústria de bebida no Brasil

Bebida	Consumo per capita anual médio no Brasil (L/hab)	Produção nacional (1 bilhão de L/ano)	Percentual de água	Indicador de consumo (médio do segmento)
Refrigerante	74,5	14,148	78 – 90%	2 – 14
Cerveja	52,8	10,34	-	3 – 30
Águaenvasada	39,5	7,5	-	-
Suco	0,6 a 0,8	0,476	82 – 98%	-
Vinho	1,6	0,23	75 – 90%	-
Cachaça	6,2	1,2	50%	30

Fonte: Da Fonseca (2020)

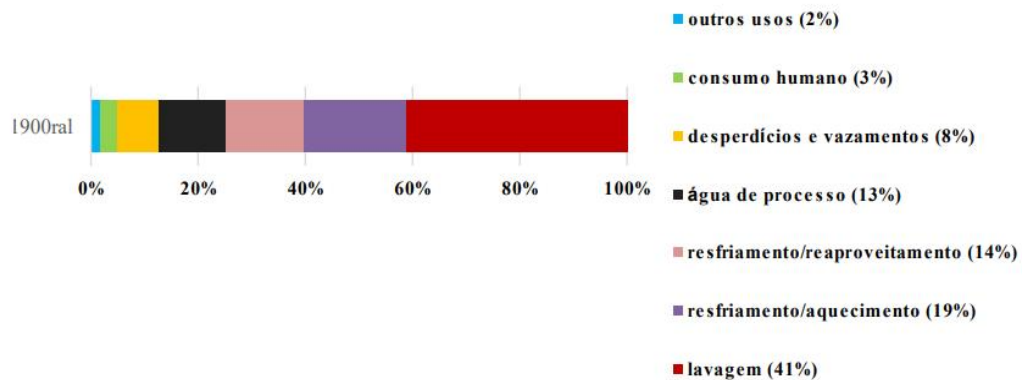
De acordo com Cavalcante, Machado e Lima (2013), além de matéria-prima, a água é empregada em diversas atividades, especialmente no processo produtivo, entrando direta

ou indiretamente em todas as etapas, conforme Figura 3, são elas: resfriamento/aquecimento (caldeiras), lavagem (como fluido auxiliar) e ainda é utilizada indiretamente para diluição/afastamento/depuração de efluentes, sendo, portanto, consumida em grande quantidade. Assim, é fundamental avaliar a qualidade da água a ser utilizada nesses processos industriais visando garantir a integridade da bebida, dentro do conceito normativo da segurança alimentar. Segundo Hespanhol e Mierzwa (2005), cada atividade, dentro do processo fabril da indústria de bebidas, tem um consumo específico de água, conforme as necessidades de higiene do ambiente, embalagens utilizadas, capacidade produtiva, disponibilidade hídrica, cultura da comunidade local e da empresa, tecnologia empregada, e quantidade de equipamentos que necessitam de limpeza. Conforme Figura 4, a lavagem é a fase de maior consumo (41%).



Fonte: Cavalcante, Machado e Lima (2013).

Figura 4- Percentual de água consumida nas principais operações do setor em relação ao total



Fonte: Da Fonseca (2020)

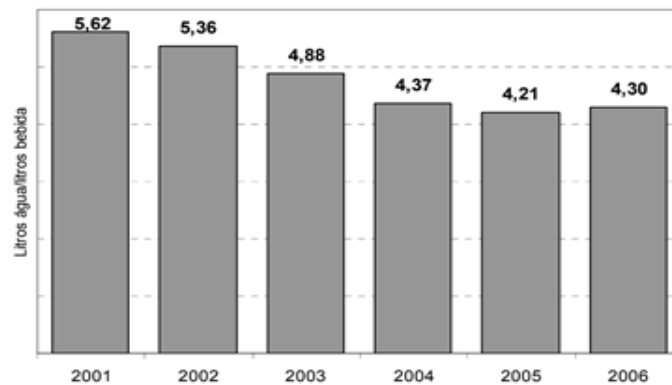
Programa de Gestão de Água

Estratégias efetivas são necessárias para que o objetivo de diminuição do consumo dos recursos hídricos seja alcançado, como:

- Implementação de procedimentos padrões para gestão de águas em todas as unidades;
- Medição do uso de água em todos os setores industriais;
- Conscientização, através de campanhas e treinamentos, de todos os funcionários;
- Manutenção periódica nos equipamentos e sistemas para evitar vazamentos de água;
- Acompanhamento do consumo de água em todas as unidades;
- Efetividade do tratamento de efluente para utilização como água de reuso;

Para ilustrar o quanto essas medidas são efetivas, a Figura 5 traz os resultados que a Ambev obteve ao implementar o programa de gestão da água nas suas unidades:

Figura 5- Consumo de água das unidades da Companhia AMBEV



Fonte: AMBEV (2007)

Para iniciar-se uma gestão do consumo de água é necessário obter o quantitativo de consumo de água por setor, para identificar quais áreas há maior consumo de água, esses dados podem ser obtidos a partir da instalação de medidores de vazão devidamente calibrados ao longo da indústria. Com a obtenção desses dados, as melhorias que podem ser realizadas são as seguintes:

- Detecção e eliminação de vazamentos em tubulações subterrâneas;
- Implantação de campanhas e treinamentos para a conscientização dos funcionários sobre o sistema de Gestão Ambiental, divulgando as políticas e ações adotadas pela Companhia, além da importância do uso racional da água;
- Implantação de um controle analítico sobre a concentração de produtos químicos nas soluções de limpeza, para garantir a ação de desinfecção, assepsia e higienização necessários ao processo, com o máximo reaproveitamento destes produtos químicos;

- Implantação de um plano de manutenção para os sistemas hidráulicos da unidade, de modo a prevenir e eliminar vazamentos;
- Implantação de um sistema de bombeamento para recuperação da água utilizada na retro lavagem dos filtros da estação de tratamento de água (ETA), podendo ser encaminhada para a entrada da estação;
- Implantação de uma metodologia de vistoria e controle da assepsia de equipamentos com contato direto com os produtos, para permitir a utilização da menor quantidade de água possível, sem comprometer a segurança do processo produtivo;
- Otimização do consumo de água nos banheiros e vestiários, com a substituição de chuveiros e torneiras por outros que permitam a economia de água;
- Reaproveitamento da água utilizada no pasteurizador. Esta água, que normalmente é descartada, pode ser armazenada em tanques apropriados e reutilizada na limpeza de pisos;
- Redução do número de torneiras de irrigação de jardins.

Após a implementação das medidas acima a companhia que a adota consegue diminuir a quantidade de água captada para o seu processo, conseqüentemente há redução de custos na etapa de tratamento e descarte de efluentes, que também impacta na diminuição das despesas com energia e produtos químicos. De acordo com ENVIROWISE (1998) esses impactos podem gerar cerca de 20% de redução de custos operacionais.

Estação de Tratamento de Efluentes

Segundo Olajire (2020), as águas residuais são as mais significativas na fabricação da cerveja. Estima-se que são gerados entre 3 a 10 L de resíduos por cada litro de cerveja produzido, essa quantificação pode variar de acordo com a produção do mosto e do uso da água. Tal efluente possui um elevado teor de matéria orgânica e é facilmente degradado na natureza.

Todo o efluente gerado no processo produtivo das cervejas deve ser destinado a uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE). A operação de ETE deve ser extremamente eficiente para garantir a qualidade do efluente gerado tanto para descarte no meio ambiente, quanto para reuso na própria indústria. Normalmente o tratamento do efluente

industrial ocorre em três etapas: Pré-tratamento, passagem pelo sistema anaeróbio e passagem pelo sistema aeróbico

1. Pré-tratamento

O pré-tratamento consiste na retirada dos sólidos grandes e correção do pH do efluente gerado, que é conduzido a ETE e inicia o seu tratamento através da passagem por um gradeamento, que retém os sólidos maiores, como resíduos de lavagens, rótulos, tampas. Após essa separação, o efluente segue para caixa de areia (Figura 6) onde ocorrerá a decantação da maior parte dos sólidos menores.

Figura 6 - Caixa de areia para decantação de sólidos



Fonte: R. L. Sabrina (2022)

No tanque de condicionamento (Figura 7) ocorre o ajuste de pH do efluente com ácido clorídrico e também a homogeneização do efluente para garantir que os processos de fermentação, hidrólise e acidificação biológica preliminar da matéria orgânica. Essas etapas são necessárias para que o efluente esteja nas condições adequadas para a etapa no sistema anaeróbio, para isso o pH precisa estar na faixa de 6,5 a 7,5. Valores fora dessa faixa prejudicam o sistema e a versatilidade das bactérias no reator.

Figura 7 - Tanque de condicionamento



Fonte: R. L. Sabrina (2022)

2. Sistema Anaeróbico

Num sistema anaeróbico, o tratamento ocorre com a ausência de oxigênio, transformando a matéria orgânica em gás carbônico, metano, água e biomassa (Lodo), onde encontra-se a maior parte dos compostos mais difíceis de degradar. A utilização dos microrganismos anaeróbios é realizada para degradar a matéria orgânica no efluente em tratamento.

3. Sistema aeróbico

Diferentemente do tratamento anaeróbico, no sistema aeróbico há a presença de oxigênio. Assim como no sistema anterior, a matéria orgânica também será degradada, com a utilização do oxigênio, formando água, gás carbônico e mais bactérias, aumentando a quantidade de lodo formado. Após saída do reator, o efluente passa para um tanque de aeração (Figura 8) para o processo de “ativação do lodo” que consiste em desenvolver uma cultura microbiológica formando flocos (lodo ativado). No tanque de aeração, a inserção de oxigênio é constante para os microrganismos, evitando sua deposição e homogeneizando o efluente (chamado de licor nessa etapa).

Figura 8 - Lagoa de Aeração



Fonte: R.L., Sabrina (2022)

Este licor é enviado para um decantador (figura 9), onde ocorre a separação do efluente tratado do lodo. O efluente tratado é direcionado para a lagoa de polimento (figura 10) para decantação final do efluente tratado e seu armazenamento para utilização como água de reuso.

Figura 9 - Decantador



Fonte: R.L., Sabrina (2022)

Figura 10 – Lagoa de Polimento



Fonte: R.L., Sabrina (2022)

Água de reuso

Como pode ser visto ao longo do trabalho, a indústria cervejeira utiliza água potável em todo seu processo, desde como ingrediente na produção, até em outros procedimentos fabris (resfriamento, higienização, entre outros). Uma alternativa muito viável e econômica é a utilização da **água de reuso**.

A água de reuso pode ser utilizada em diversas áreas, como: Irrigação de jardins; Limpeza de áreas comuns; Higienização de maquinários e equipamentos em geral; Torre de resfriamento de alguns equipamentos e Utilização em sanitários.

Para tal é necessária a implementação de uma estação de tratamento, para ter o melhor rendimento de uso desse recurso. Com o tratamento adequado, a água tratada pode ser reutilizada em diversos outros processos, reduzindo os impactos ambientais pela redução do consumo de água e também gerando economia para a companhia, já que haverá menos consumo de água potável adquirida. Segundo Das Neves (2021), existem dois tipos de reuso: o direto e o indireto. O reuso indireto ocorre quando a água é despejada no meio ambiente, seja em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, após uma ou mais utilizações de uso industrial ou doméstico. A redução da carga orgânica do despejo se dá por meio da própria autodepuração do corpo d'água, que posteriormente será utilizado a jusante em outra atividade. O reuso direto, geralmente o mais estudado e abordado, é quando ocorre o uso do efluente tratado em atividades industriais, irrigação, ou até mesmo recargas de aquíferos e usos potáveis. Neste caso, diferente do reuso indireto, a água deve atender requisitos de qualidade de acordo com a aplicação desejada, na maioria das vezes, tecnologias e tratamentos distintos podem ser utilizados para tal (HESPANHOL, 2002). De toda água utilizada pelas indústrias de bebidas, em torno de 70% torna-se efluente industrial, segundo ENVIROWISE (1998). Esses efluentes devem ser coletados separadamente e direcionados para a estação de tratamento de efluentes (ETE), onde cada um receberá o tratamento adequado de acordo com a sua origem. No caso dos efluentes oriundos dos setores administrativos, a carga poluidora é menor, por isso seu tratamento

é mais barato e simples. Já os efluentes dos setores das áreas produtivas devem ser analisados os níveis de contaminantes, tais quais, óleos, produtos químicos, combustíveis, pois muitas vezes, mesmo após tratamentos, ainda pode haver limitação na sua utilização como água de reuso.

De acordo com o “Estudo sobre o impacto econômico dos investimentos de reuso de efluentes tratados de esgoto para o setor industrial” (Confederação Nacional da Indústria (CNI), 2020), com o tratamento adequado a utilização da água de reuso traz maior competitividade e reduz os custos referentes à obtenção de água, e também pode trazer mais garantia de manutenção do abastecimento de água nas indústrias, mesmo em períodos de escassez de água. Também o empreendimento se torna mais sustentável, diminuindo os impactos nas bacias hidrográficas próximas.

Conforme Barbosa (2019), a grande vantagem da utilização da água de reuso é a de preservar a água potável, reservando-a exclusivamente para o atendimento das necessidades que exijam a sua potabilidade para o abastecimento humano. Outra vantagem relevante do reuso é a eliminação de descarga de esgotos nas águas superficiais, já que há um tratamento na água e os produtos resultantes do processo são destinados a locais adequados, sem contar a economia financeira que tal prática representa as indústrias e domicílios que a praticam. Segundo uma estimativa da Secretaria Nacional de Saneamento, deve haver um crescimento de 10 a 15m³/s entre 2023 e 2028 na quantidade de água de reuso utilizada no Brasil. Para que isso ocorra é necessário um investimento em torno de R\$ 1,89 bilhão, o que renderia um aumento de produção nacional por volta de R\$ 6 bilhões.

Resultados em indústrias

Segundo NIEVOLA (2010), a revista francesa Smartplanet em abril de 2011 divulgou artigo referente aos esforços das principais cervejarias no mundo para em 2012 atingir a meta de utilizar 3,5 hectolitros de água por hectolitro de cerveja produzida. Dentre os destaques podem ser citados a cervejaria Anheuser Busch InBev, que neste mesmo ano anunciou que estava a caminho de cumprir a sua eficiência através da otimização do uso da água para fabricação de cerveja, assumindo compromisso de gestão denominado de “xerifes da água”. The American Brewery Cartersville, Geórgia, tornou-se em 2010 a cervejaria mais eficiente do mundo, com um consumo anual de 3,04 hectolitros de água por hectolitro produzido. As cervejarias belgas reduziram seu consumo de água em 12%

em 2010 em relação a 2009, através de uma melhor otimização do processo de embalagem de cerveja e instalações. Já as cervejarias na Rússia e Ucrânia reduziram seu consumo de água em 8% em 2010, através da criação de uma "polícia da água" em todos os locais de produção. Esta polícia é responsável por identificar e reparar vazamentos, e implantar as melhores práticas de outros locais de produção.

A cervejaria holandesa Heineken e o grupo InBev investem na redução do uso de água no processo de fabricação de cervejas. Essas companhias cervejeiras, que gastam em média 6 litros de água para a produção de 1 litro de cerveja têm sólidas estratégias para diminuir o consumo de água durante o processo de fabricação da cerveja. A maior fábrica da Holanda Heineken no País, localizada em Jacareí (SP), gasta em média 4,5 litros de água para a produção de um litro de cerveja. De acordo com o gerente da unidade paulista, Isidro Neto, há cinco anos, o consumo era de 6 litros (DCI, 2011).

Outro exemplo a ser citado é a HEINEKEN Sérvia, que criou estratégia de negócios sustentáveis "Criando um mundo melhor", focando na proteção dos recursos hídricos, com um programa abrangente chamado "Cada gota conta", sendo ele baseado em três princípios de conservação da água: uso eficiente da água (usar tão pouco água quanto possível), o princípio da economia circular no uso da água (purificação e reutilização da água) e gestão responsável da água (manutenção da bacia para absorver mais água atmosférica). Através desses princípios, a empresa cria planos de ação para a conservação dos recursos hídricos que são adaptados ao contexto local, e em ambas as cervejarias da HEINEKEN Sérvia, em Novi Sad e Zajecar, são determinadas metas claras e específicas e os programas para redução de água são concretizados definitivamente. A HEINEKEN Sérvia reduziu o consumo de água em seus processos em 75% na última década e se esforça para manter essa tendência ano a ano.

A água utilizada em todo o processo de produção de cerveja na empresa, é liberada na natureza, mas de forma controlada, após passar na estação de tratamento de águas residuais (Waste Water Treatment Plant) – uma estação especial para tratamento de água industrial, cuja a função é purificar a água e torná-la segura para o meio ambiente antes do lançamento final na natureza.

A gigante AmBev, líder no mercado nacional de cerveja, estipulou metas para suas fábricas no Brasil e exterior, com o objetivo de reduzir o consumo de água em 11%, meta estipulada para acontecer em 2012, a companhia investiu R\$ 5,8 milhões em 2010, com programas de reaproveitamento de água e redução de consumo. Isso para alcançar o consumo de 3,5 litros de água para cada litro de cerveja produzido. Segundo a empresa,

em 2004, a média era de 4,37 litros de água para um litro de cerveja. Em 2009, a companhia afirma ter reduzido este número para 3,9 litros, gerando economia de em torno de 2,4 bilhões de litros de água, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4: Principais resultados de cervejarias no mundo

Cervejarias no mundo	Consumo
Estados Unidos da América (The American Brewery Cartersville)	3,04 LA / Lcb
Bélgica	Redução de 12%
Rússia e Ucrânia	Redução de 8%
Brasil (AMBEV)	2004 – 2009: Redução de 4,37 LA / Lcb para 3,9 LA / Lcb; Economia de 2,4 bilhões de litros de água; Meta em 2012 – Redução de 11% (3,9 LA / Lcb para 3,5 LA / Lcb) ; Investimento de R\$ 5,8 milhões; 2021 – Redução para 2,5 LA / Lcb

Fonte: Autoria Própria

CONCLUSÃO

O excesso do consumo de água é uma preocupação em todas as esferas sociais, seja no ambiente doméstico, seja no ambiente industrial, tendo em vista que a água é um recurso finito e essencial para todas as atividades humanas, inclusive seu progresso social e econômico. Conforme demonstrado ao longo do desenvolvimento desse trabalho, a implementação de um programa de gestão de consumo de água traz benefícios nos setores econômicos, ambientais e também para a imagem da empresa. Nos últimos anos tornou-se necessário que o setor industrial incluísse este plano em suas diretrizes, além da preocupação com a escassez de recursos hídricos também existem benefícios econômicos com essas medidas. Os planos de gestão do consumo de água nas indústrias seguem normalmente alguns pontos:

- Treinamentos dos colaboradores sobre a importância da utilização consciente da água;

- Aquisição de novos equipamentos que visem a redução do consumo de água;
- Melhorias no processo para diminuir o uso de água em algumas operações, sem prejuízo de segurança e/ou qualidade da produção;
- Tratamento dos efluentes industriais com intuito de reutilização da água em outros processos associados à produção, tais quais, banheiros, geração de vapor, limpeza de ambientes, etapas de resfriamento;
- Utilizar recursos hídricos de fontes alternativas, como, águas subterrâneas, captação de água da chuva.

É possível que todas as indústrias apliquem técnicas para economia e reutilização dos recursos hídricos, independente do seu porte. Para a implantação de um programa de redução de consumo de água é necessário que a decisão seja tomada pela diretoria, formando uma equipe de trabalho e lhe dando suporte para desenvolver as medidas necessárias para o desenvolvimento do programa.

REFERÊNCIAS

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A..Biotecnologia Industrial. São Paulo: Blucher, p. 91-144, 2001.

ALLONDA (Brasil). Como aplicar a água de reuso na indústria de alimentos e bebidas. 2017. Disponível em: <<https://allonda.com/blog/gestao-de-agua/como-aplicar-a-agua-de-reuso-na-industria-de-alimentos-e-bebidas/>>. Acesso em: 24 nov. 2022.

BASTOS, F.; VON SPERLING, M.. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. ABES. Rio de Janeiro. Brasil, p. 425, 2009.

CERV BRASIL (Brasil). DADOS DO SETOR CERVEJEIRO NACIONAL. [S. l.], 2018. Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/>. Acesso em: 29 out. 2022.

CETESB. Cervejas e Refrigerantes. 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI (BRASIL). ESTUDO SOBRE O IMPACTO ECONÔMICO DOS INVESTIMENTOS DE REÚSO DE EFLUENTES TRATADOS DE ESGOTO PARA O SETOR INDUSTRIAL. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/10/estudo_sobre_o_impacto_economico_dos_investimentos_de_reuso_de_efluentes_tratados_de_esgoto_para_o_setor_industrial.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2022.

CUNHA, L. Análise de Efluente Bruto e Proposta de Estação de Efluentes em Indústria Cervejeira do Vale do Taquari. 2019.

DA FONSECA, CHRISTIANA MARIA ANDRADE. CONSERVAÇÃO E REUSO DE ÁGUA EM INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE BEBIDA – ESTUDO DE CASO.

2020. Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, [S. l.], 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42419>. Acesso em: 18 nov. 2022.

DAS NEVES, THIANE LOPES. REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE NA INDÚSTRIA CERVEJEIRA POR FILTRAÇÃO COM MEMBRANA: UMA REVISÃO. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (CURSO TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS - TPQ) - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO AMAZONAS - IFAM, [S. l.], 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/636>. Acesso em: 28 nov. 2022.

GAUTO, M. A.; ROSA, G. R. **Processos e Operações Unitárias da Indústria Química**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (Brasil). CETESB. REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS. CETESB. **REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS**. [S. l.], 2003. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2015/01/caso24.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2022.

LOPES, Sabrina Rodrigues. Estação de tratamento de efluente industrial (ETEI). In: A UTILIZAÇÃO DO REUSO DE EFLUENTE INDUSTRIAL: UMA ANÁLISE DO IMPACTO NO CONSUMO DE ÁGUA NA CERVEJARIA DO BRASIL. Orientador: Prof. Dr. Oscar Pacheco Passos Neto. 2022. Relatório de Estágio Supervisionado (Bacharelado em Engenharia de Pesca) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2022. Disponível em: https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2022/04/Artigo_utilizacao-do-reuso-de-efluente-industrial_uma-analise-do-impacto-no-consumo-de-agua-na-cervejaria-do-brasil.pdf. Acesso em: 5 dez. 2022.

MAPA. **ANUÁRIO DA CERVEJA 2020**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja4.pdf>. Acesso em: 21 set. 2022.

NIEVOLA, Diogo Rosa; HLATAKI, Ivan Ricardo. Uso racional e reutilização da água nos processos cervejeiros. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25587>. Acesso em: 18 nov. 2022.

NOGUEIRA, Ligia. Ambev reduz consumo de água por litro de cerveja produzida. Uol. 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2021/04/16/ambev-reduz-consumo-de-agua-por-litro-de-cerveja-produzida.htm#:~:text=A%20Ambev%20anunciou%20recentemente%20que,menor%20do%20que%20em%202019/>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

OLAJIRE, A. A. The brewing industry and environmental challenges. **Journal of Cleaner Production**, 20 maio. 2020a. v. 256.

PAGINAJOURNAL (Brasil). ÁGUA – UM RECURSO PRECIOSO NA INDÚSTRIA DA CERVEJA. 2021. Disponível em: <<https://paginajournal.com/agua-um-recurso-precioso-na-industria-da-cerveja/>> . Acesso em: 04 dez. 2022

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A Química da Cerveja. Química Nova na Escola, 2015. v. 37, n. 2. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150030>>. Acesso em: 24 out. 2022