

## Análise do uso de ferramentas da Gestão da Qualidade para redução do consumo de água numa indústria do setor de bebidas

### Analysis of the use of Quality Management Tools for reducing water consumption in a beverage industry

---

Paulo Vitor Tagliaferro\* - [paulo.tagliaferro@ufv.br](mailto:paulo.tagliaferro@ufv.br)  
Lillian do Nascimento Gambi\* - [lillian.gambi@ufv.br](mailto:lillian.gambi@ufv.br)  
\*Universidade Federal de Viçosa – (UFV)

---

#### Article History:

Submitted: 2021 - 02 - 04

Revised: 2021 - 03 - 02

Accepted: 2021 - 04 - 23

---

**Resumo:** Diante do atual cenário competitivo industrial, com avanços tecnológicos, as empresas têm buscado a superioridade através do fortalecimento de uma cultura sustentável, ou seja, aquela que traz benefícios econômicos, sociais e menos impactos ambientais. Assim, foi realizado um estudo de caso em uma indústria do setor de bebidas, no estado de São Paulo, com o objetivo de aplicar ferramentas da gestão da qualidade no gerenciamento dos recursos hídricos, para redução de seu uso, visando otimizar a quantidade necessária sem afetar a produção. As ferramentas utilizadas auxiliaram em monitorar, coletar e analisar o consumo de água, mapear os pontos de desperdícios, os principais equipamentos de alto consumo, além de criar itens de verificação para apoiar no controle do uso. Dessa forma, como resultado, obteve-se uma redução de aproximadamente 23% no consumo de água na empresa estudada mostrando que mesmo ferramentas simples da gestão da qualidade podem contribuir para melhorias significativas nos resultados das empresas.

**Palavras-chave:** Gestão de Recursos Hídricos; Gestão da Qualidade; Indústrias de Bebidas;

**Abstract:** Behind the current competitive industrial scenario, with technological advances, the companies have searched for superiority through the strengthening of a sustainable culture, or that, which brings economic, social benefits and less environmental impacts. Thus, a case study in a beverage industry in the state of São Paulo, whose objective was involved the application of quality management tools in the management of water resources, to reduce their use, in order to optimize the quantity necessary without affecting production. The tools used help monitor, collect and analyze water consumption, map the waste points, the most important areas and the major consumption equipment, in addition to creating verification items to support the control of the use. Therefore, as a result, a reduction of approximately 23% in water consumption was obtained in the studied company, showing that even simple tools of quality management can contribute to improvements in the results of companies.

**Keywords:** Water Resources Management; Quality Management; Beverages Company

## 1. Introdução

Estima-se que a demanda mundial por água nos últimos anos tenha sido de aproximadamente 4.600 km<sup>3</sup>/ano, com previsão de aumento em torno de 20% a 30%, alcançando 5.500 a 6.000 km<sup>3</sup>/ano, até 2050 (Burek *et al.* 2016). O Brasil destaca-se pela grande produção hídrica, estima-se que a disponibilidade de água superficial no país seja de aproximadamente 70.600m<sup>3</sup>/s, deste total, capta-se para uso geral (indústria, irrigação, abastecimento urbano, entre outros) aproximadamente 2.083m<sup>3</sup>/s, sendo 189,2 m<sup>3</sup>/s destinados ao setor industrial. Nas últimas décadas, a captação de água no país aumentou em aproximadamente 80% com uma elevação prevista de 24% até 2030. Esta evolução dos usos da água relaciona-se diretamente com o desenvolvimento econômico e processo de urbanização do país (ANA, 2019).

Tratando-se do desenvolvimento econômico, após a década de 1970, com a industrialização e crescimento populacional brasileiro, a água disponível tornou-se mais escassa. Nas indústrias, a quantidade utilizada depende de diferentes fatores, como processo, produto, boas práticas e gestão. Neste cenário, um dos desafios das empresas, recentemente, é a competição da demanda hídrica, tanto com o abastecimento humano quanto com outras organizações (ANA, 2017). Babel *et al.* (2020) afirmam que a demanda de água nas indústrias de manufatura vem aumentando e que estas têm se esforçado para se tornar mais eficientes no uso dos recursos hídricos que tem se tornado rapidamente escassos.

Em paralelo, a indústria de bebidas é uma das mais importantes do país na produção da indústria de transformação (Viana, 2017). Em 2015, no panorama internacional, o Brasil encontrava-se em segundo lugar em mercados de refrigerantes, com produção de 184,1 milhões de hectolitros/ano, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 497,5 milhões hectolitros/ano. Com relação à cerveja, o país ficou em terceiro lugar como maior produtor, com 138,6 milhões hectolitros/ano, atrás apenas da China (471,6 milhões hectolitros/ano) e Estados Unidos (223,5 milhões hectolitros/ano) (Cervieri Júnior, 2017).

Além de sua extrema importância no cenário econômico do país, a indústria de bebidas é uma grande consumidora de água, seu principal insumo, logo, necessita-se criar estratégias de consumo eficiente, racional e com redução de águas residuais, garantindo a qualidade do produto acabado e com desenvolvimento sustentável (Oliveira, 2009). Sendo assim, estrategicamente, as empresas têm buscado práticas sustentáveis, visando a melhor

gestão dos recursos hídricos, através de redução, reutilização e reciclagem da matéria-prima (Lima e Walter, 2017).

Em geral, o custo de acesso à água é considerado baixo para as indústrias, porém, diante de sua escassez, notoriamente nos últimos anos, esta variável poderá encarecer. Sendo assim, existe a possibilidade de otimizar a utilização de água, pois os custos seriam acrescentados aos produtos associados. Não somente nas indústrias, mas em todos os setores, o consumo de água vem aumentando, de maneira a elevar a competição por esses recursos limitados, ocasionando na busca por otimizar seu uso e custos. (Silva e Pereira, 2019).

Dessa maneira, a gestão de recursos hídricos visa identificar e solucionar problemas relacionados à má utilização de água, a partir do planejamento e práticas adequadas, para atender aos diversos usos, considerando o balanço hídrico (oferta/demanda) como direcionamento de análise de potencial de uso. Além disso, possibilita benefícios ambientais e também econômicos à empresa, por exemplo, a reutilização da água é em torno de 75% mais barata que a água potável (Araujo e Ferreira, 2015).

Assim, o objetivo principal deste trabalho é estudar a aplicação de ferramentas e práticas de gestão da qualidade para diminuição do consumo de água numa indústria de bebidas e que podem também ser aplicadas em outras empresas, buscando o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, de maneira menos impactante e agressiva ao meio ambiente e diminuindo também os custos relacionados a esta matéria-prima, pela redução de seu consumo.

## 2. Revisão bibliográfica

O processo produtivo no setor de bebidas constitui da fabricação do produto básico, envase e distribuição, envolvendo também o fornecimento dos insumos. Com uma grande área territorial, as grandes empresas adotam estratégias para que a localização espacial das plantas industriais esteja próxima ao mercado consumidor e que os centros de distribuição tenham capacidade para alcançar as mais distantes localidades (Rosa *et al.*, 2006). A facilidade desta ampla distribuição produtiva deve-se também por serem abastecidas pelos recursos hídricos, uma vez que os produtos apresentam características em que a água é a matéria-prima básica (Viana, 2017), sendo o componente principal de sua composição. Por exemplo, a cerveja contém em torno de 90% a 95% de água em sua composição (Rosa e Afonso, 2015).

Além disso, na indústria de bebidas, a água é utilizada em diferentes atividades, como: limpeza em geral, uso em torres de resfriamento, geração de vapor, produção das bebidas, limpeza das linhas produtivas, lavagem de garrafas, entre outros. Isto indica o grande consumo por parte das indústrias de bebidas.

A gestão de recursos hídricos resulta na diminuição dos custos, voltados para captação, bombeamento, tratamento e demais despesas, representando, em média, 1% do faturamento da empresa, podendo alcançar até 4% (Venturini Filho, 2011). A gestão da água visa que a indústria capte o menor volume possível, que pode ocasionar na diminuição de 20% em custos operacionais. Para isto, é necessário: conhecer as instalações hidráulicas da indústria; diminuir o desperdício nas redes de distribuição e em equipamentos; fragmentar o consumo de água em cada área e equipamento; adotar fontes alternativas para abastecimento; e ter sistemas de reutilização com viabilidade técnica e econômica (Casado *et al.*, 2007).

Sua implantação pode ser através da organização dos dados e setorização dos fluxos de água pelo macro, das fontes abastecedoras até o destino final; e micro, os setores produtivos, as atividades e processos, pontos de consumo, identificação de desperdícios e balanço de entradas e saídas. Este levantamento de dados, bem detalhado, permite monitorar e controlar os consumos em cada ponto, caracterizando as entradas e saídas por área da empresa, em quantidade e qualidade (Oliveira, 2009).

Uma das dificuldades desta gestão é o monitoramento e controle da fragmentação dos fluxos de água das plantas industriais com diferentes produtos e etapas compartilhadas em seu processo. Este tipo de movimentação se torna mais complexa e dificulta o controle e padronização dos indicadores, pois os critérios adotados podem ser diferentes e impedem a comparação de seus desempenhos de consumo, obrigando que as empresas adotem métodos próprios para contabilizar e reportar os dados da utilização de água. Outra situação importante é a disponibilidade de abastecimento, pois o risco de haver ou não água suficiente para atender a demanda exige estratégia eficaz, a custo efetivo, para diminuir essa dependência da fonte de abastecimento (CNI, 2013).

Neste contexto, o uso de ferramentas e práticas de gestão da qualidade pode auxiliar os gestores. A gestão da qualidade consiste num conjunto de atividades que englobam o planejamento, controle, garantia e a melhoria de processo e/ou produtos em uma organização (Carvalho e Paladini, 2012), é uma prática constante em inúmeras empresas, as quais visam identificar e eliminar erros, entender as necessidades dos clientes internos e externos,

envolver e contar com a cooperação dos trabalhadores e apresentar uma cultura de aprendizagem (Machado, 2012).

Fernandes *et al.* (2016) afirmam que muitas das ferramentas da Gestão da Qualidade são simples, utilizadas para identificar, selecionar, implantar, ou avaliar mudanças que possam trazer melhorias no processo produtivo. Dentre as ferramentas e práticas da gestão da qualidade, algumas bastante disseminadas no ambiente produtivo e que serão estudadas neste trabalho são descritas a seguir.

Os *Gráficos de Controle* têm como objetivo auxiliar no monitoramento do processo, mostrando se os indicadores estão sobre controle, entre os limites superior e inferior, ou fora, acima da linha do limite superior ou abaixo da linha do limite inferior (Lélis, 2012). Para Cardoso (2016) o gráfico de controle acompanha a variabilidade de um processo, auxiliando na identificação de causas comuns e especiais em duas situações que esteja sobre controle: na verificação do processo e na certificação.

Já a ferramenta dos *5 Por quês* é utilizada na análise de causa raiz, que é identificar o problema, a causa e a ação, para prevenir a recorrência dele o que auxilia no desenvolvimento de ações corretivas para realmente solucioná-lo (Matias, 2014). Além disso, é normalmente utilizado pelo setor de qualidade, mas pode ser utilizado também por qualquer outra área de uma organização (Silva, 2009).

A *Gestão à Vista* é a comunicação direta por meio de quadros para qualquer pessoa que esteja numa determinada área, pois permite a visualização das atividades. Tem como objetivo simplificar as informações, facilitando a compreensão do trabalho e transmitindo as informações para todos envolvidos nas atividades (Silva e Loos, 2016). Assim, o sistema de gestão à vista, é muito importante para o acesso imediato aos itens de controle estabelecidos, que visam monitorar as atividades de um setor, pois as metas relacionadas, os prazos estabelecidos e o desempenho deles devem ser apresentados (Moutinho e Santos, 2016).

Por sua vez, a *Gestão da Rotina*, segundo Martinelli (2009), aplica-se ao gerenciamento da rotina, onde as atividades cotidianas são tratadas como microprocessos capazes de conduzir a equipe para um objetivo comum, com redução de custos e desperdício de tempo, melhorando a capacidade em atender as necessidades de seus clientes.

Outro ponto importante deste gerenciamento é a determinação dos itens de controle, pois permitem monitorar e avaliar o desempenho de processo ou atividade, através de

medições e mensurações que representam seus resultados. Além disso, a existência dos indicadores eleva a busca por lucratividade, uma vez que ela também direciona o plano estratégico (Franzoni, 2016).

Podemos citar ainda o *Good Operating Practice* (GOP) cujos princípios são os de projetar e construir equipamentos adequados, seguir padrões, documentar e validar trabalhos, monitorar as instalações e equipamentos, escrever e instruir os procedimentos operacionais detalhadamente, controlar os processos produtivos e realizar auditorias periódicas (Shukla, 2017).

Portanto, as ferramentas e práticas apresentadas atuam de maneira a facilitar o acompanhamento dos processos que envolvem o uso da água na empresa estudada, no caso deste estudo, identificando o problema, investigando as causas raízes e criando ações direcionadas para soluções na redução do consumo de água.

### 3. Método

Para se atingir o objetivo proposto foi feito um estudo de caso já que este método visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação (Gerhardt e Silveira, 2009). Assim, a pesquisa foi realizada numa abordagem qualitativa exploratória que utiliza da análise para explorar ou descrever dados não métricos visando compreender e explicar os fatos; mais preocupada com a qualidade, com a essência e descrição do estudo (Alves-Mazzotti, 2006). A empresa estudada é uma multinacional do setor de bebidas, localizada no estado de São Paulo. Para a coleta de dados realizou-se visitas à empresa no intervalo de Abril a Agosto de 2018, totalizando 15 visitas, entre turno da manhã e da tarde, com tempo médio de 4 horas cada. Além disso, 5 supervisores e 7 operadores auxiliaram na descrição do processo e coleta dos dados. O supervisor coletou dados históricos e garantiu que todos os turnos preenchessem corretamente as Cartas de Controle e os 5 Por Quês, enquanto a operação recebeu treinamento do trabalho a ser desenvolvido, os replicou aos demais e relatou as causas raízes e suas ações de saída. Foram utilizados dados primários e secundários da empresa estudada. Os dados foram coletados a partir das ferramentas e medidores que se encontram nas áreas e que foram citadas nesse trabalho.

### 4. Resultados

O presente estudo baseou-se em dados do ano de 2017 para seu desenvolvimento, ou seja, a partir do consumo nos meses de 2017, foi possível identificar a tendência para o ano de

2018, conforme o Figura 1. Para isso, foram consideradas as variáveis de sazonalidade de suas produções.

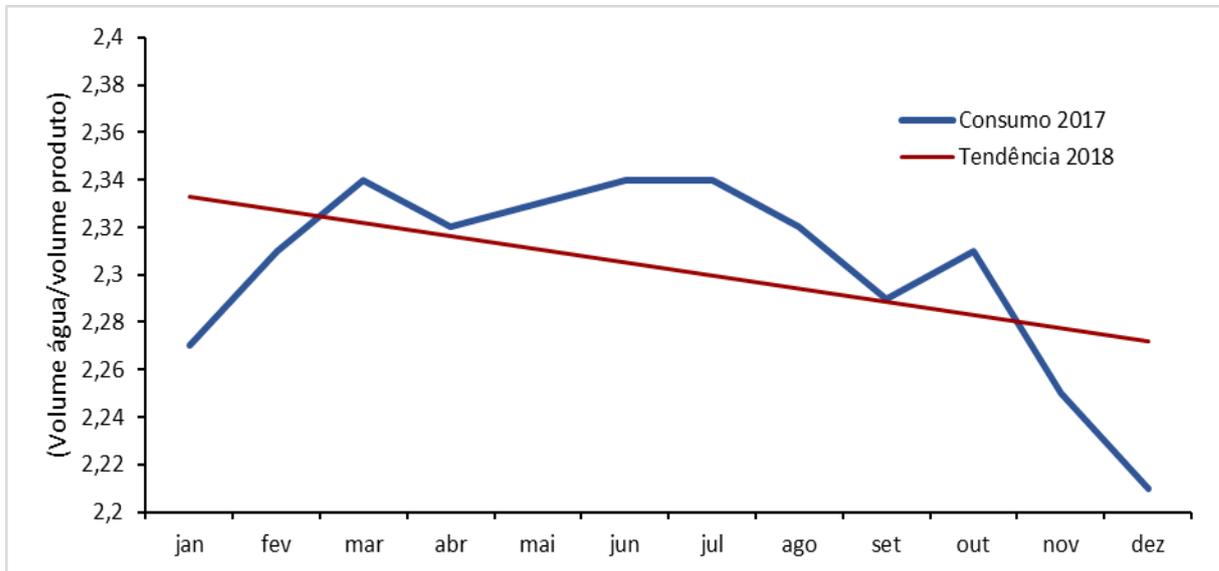


Figura 1 - Consumo de água para 2018 baseado nos dados de 2017  
Fonte: Autores (2021)

A meta para o ano de 2018 tenderia a 2,27, cujo valor é relação de água utilizada em todo o processo até produto acabado, isto é, a proporção de água para cada volume produzido, que deveria ser constante, uma vez que elas são diretamente proporcionais (reduz a produção, reduz consumo do recurso hídrico). A partir da análise no primeiro trimestre de 2018 da empresa, foi então possível confirmar a existência da oportunidade em desenvolver o estudo de otimização desse insumo, pois verificou-se que o uso dos recursos hídricos estavam acima do planejado e de comportamento variável.

Desta maneira, para continuar a acompanhar o comportamento dos indicadores de água, iniciaram-se as estratégias desenvolvidas neste trabalho, com os GOPs que foram definidos pelo centro de especialização da empresa, para auxiliar, se cumpridos corretamente, em resultados significativos. Cada item dos GOPs apresenta um peso de impacto, vide exemplos da Tabela 1, alguns são direcionados para todas as áreas, outros para áreas específicas, como todas as linhas de envase que possuem hidrômetros. Além disso, os itens se baseiam em: checar se os equipamentos e sistemas de água tratada, recuperada e de reuso estavam em funcionamento correto ou se as ações preventivas estavam sendo realizadas; monitoramento de cada área, verificando o impacto do uso específico; e o envolvimento de todos, para que conseguisse utilizar as ferramentas disponíveis e tomar as decisões com

eventuais surgimentos de desvios. Logo, os GOPs foram integrados com a sustentabilidade, como é desenvolvido na empresa estudada, para impactar não só na qualidade de seus produtos, mas também na redução do consumo de água.

Tabela 1 - Exemplos de GOPS utilizados na empresa

Descrição do GOP	Peso	Equipamento
Todas as entradas de abastecimento de água da empresa são medidas com equipamentos devidamente calibrados e tem suas medições monitoradas diariamente?	5	Medidor de vazão
Há monitoramento diário do consumo de água, área por área, e é utilizado para identificar desvios e priorizar ações? Cada hidrômetro é usado para estabelecer metas ou limites de controle? Discute-se sobre as anomalias e desvios na rotina diária? As ações são definidas?	5	Medidor de vazão
A meta anual de água é definida com base no consumo por área, e cada área tem planejamento para otimizar sua eficiência de consumo?	1	Medidor de vazão

Fonte: Empresa estudada

Seguindo a sequência proposta por Oliveira (2009), os dados e fluxos de água foram setorizados, desta maneira, desenhou-se o macro fluxo, Figura 2, do início ao fim de todo o processo produtivo, desde a Estação de Tratamento de Água (ETA) até envase do produto, além do descarte direcionado à Estação de Tratamento de Efluentes Industriais.

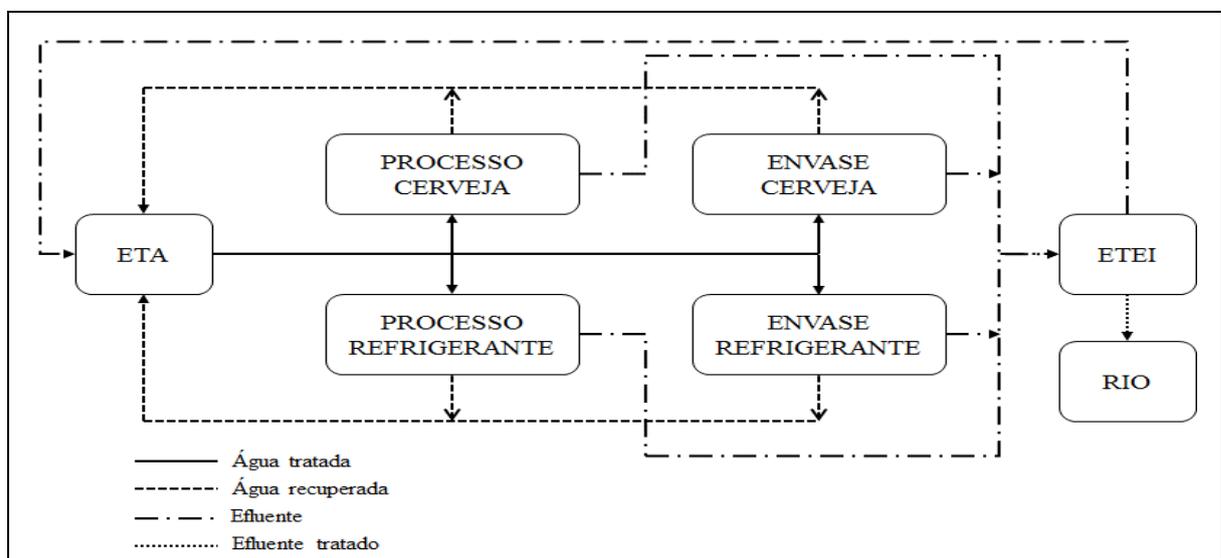


Figura 2 - Macro fluxo de água na empresa

Fonte: Próprio autor

Verifica-se, no macrofluxo, que a ETA abastece todas as áreas produtivas de cerveja e refrigerante da empresa, ou seja, do processo produtivo ao envase das bebidas. No processo de cerveja, utiliza-se água tratada para cozimento do malte e em todas as etapas sequenciais

de aquecimento e resfriamento do mesmo, enquanto que na área de envase é utilizada para lavagem das garrafas, na etapa que antecede os seus enchimentos, e abastecer o pasteurizador, quando realiza-se algum procedimento de manutenção ou limpeza do equipamento. Com relação à produção de refrigerante, utiliza-se água no processo, para produção do xarope, e no envase, para lavagem das garrafas e pasteurizador.

Porém, considerando apenas os setores com hidrômetros, diante dos dados obtidos e apresentados no Figura 3, verificou-se a necessidade em desenhar o microfluxo apenas da área de envase de cerveja, visto que, consumindo acima do esperado, impactou no consumo de água. Já as áreas de refrigerante não impactaram significativamente no consumo de água na empresa, pois todos os meses esteve abaixo da meta estabelecida.

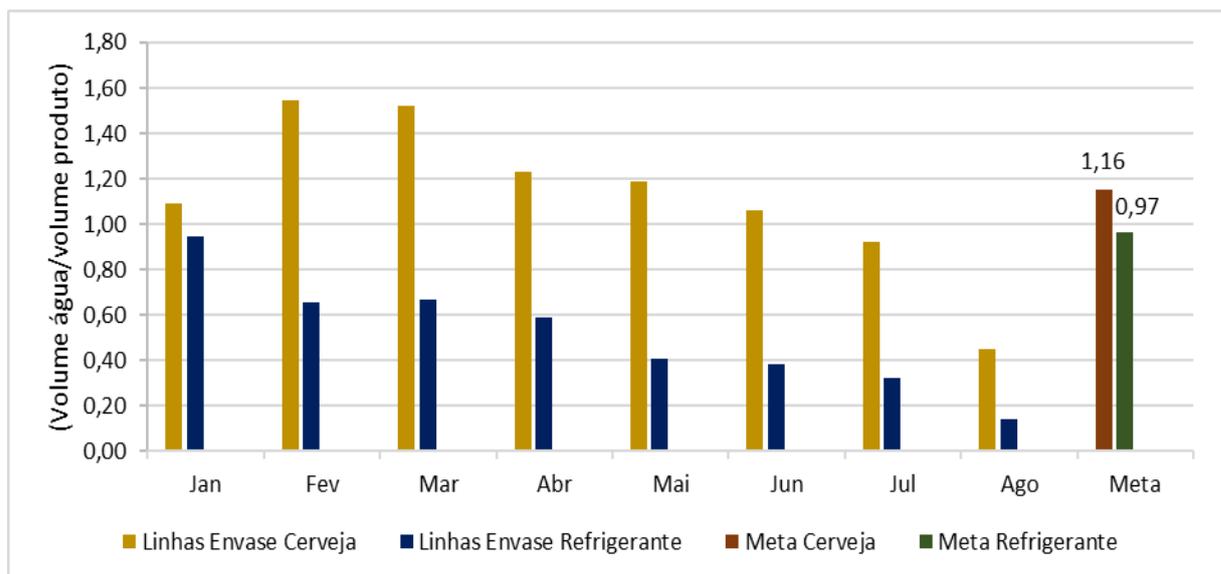


Figura 3 - Comparativo entre o Índice de água nas linhas de envase de cerveja e de refrigerante  
Fonte: Empresa estudada

A Figura 3 mostra também que, após o início do estudo, em abril, reduziu o consumo de água na área de envase de refrigerante e cerveja em 28,2% e 16,3%, respectivamente, no acumulado do ano até agosto, sendo que na de refrigerante foi maior, devido às oportunidades estruturais que possibilitaram criar outras alternativas para reuso da água. Assim, as áreas que contém hidrômetros foram desdobradas em equipamentos que consomem água e de maiores impactos, para identificação e mapeamento dos equipamentos que apresentavam alto consumo de água. Desta maneira, a Figura 4 mostra o desdobramento básico de todas as linhas de envase de cerveja. Porém, apenas as linhas de cerveja, com garrafas retornáveis, possuem o

equipamento lavadora, um processo adicional e específico para retirada de rótulos e lavagem de garrafas já utilizadas e que retornam do mercado, para serem reutilizadas no envase.

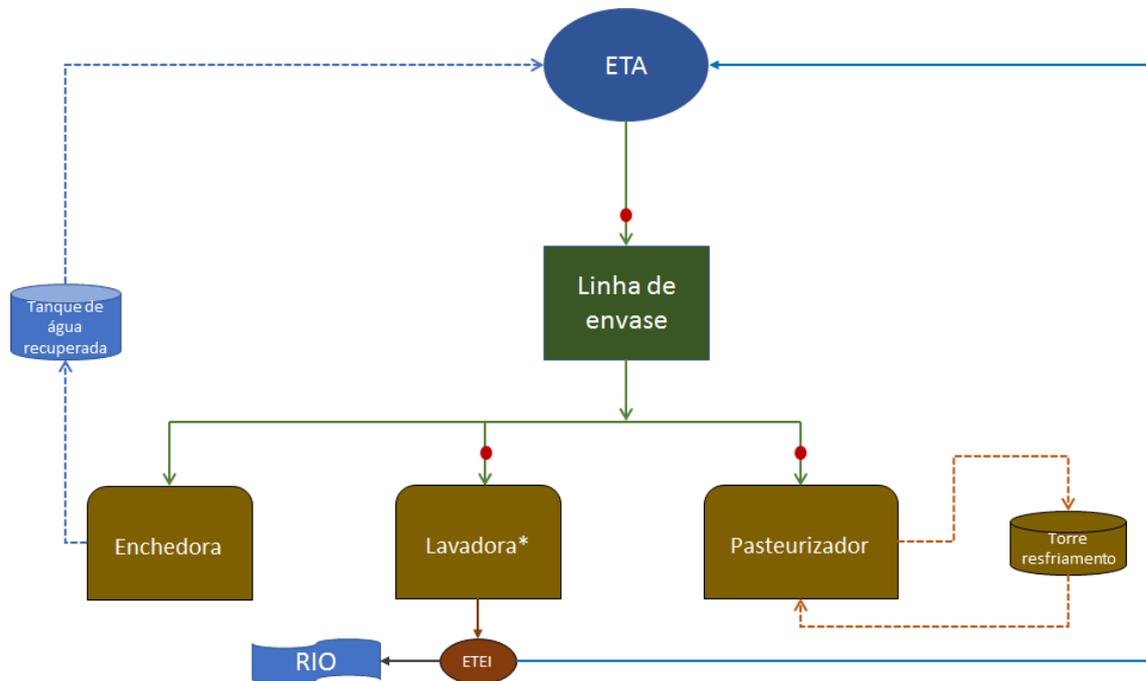


Figura 4 - Microfluxo de água na empresa, desdobrada área envase de cerveja  
Fonte: Empresa estudada

A Figura 4 demonstra que as linhas verdes representam a água de rede tratada e que abastecem as linhas produtivas; as linhas laranjas tracejadas representam a água de recirculação, isto é, após seu aquecimento nos pasteurizadores, a água quente é bombeada para as torres de resfriamento que, por sua vez, contém ventiladores industriais, retornando-a para o processo de pasteurização. A linha marrom, da Lavadora até ETEI, trata-se do efluente gerado de seu processo. As linhas azuis tracejadas indicam o fluxo de água recuperada, saindo da lavagem das embalagens novas, armazenadas em tanques e posteriormente retornam para a Estação de Tratamento de Água (ETA) da empresa, reduzindo a captação de fonte naturais. A linha azul contínua trata-se do efluente tratado e que pode retornar para o processo de tratamento na ETA. Já os pontos vermelhos são os hidrômetros, indicando que além das entradas das linhas de envase, apenas os equipamentos de lavadoras e pasteurizadores contém esses medidores, devido aos altos custos de novos aparelhos e por suas manutenções. Logo, foi possível visualizar todos os pontos em que haviam o uso do recurso, ou seja, água de rede, de reuso e de recuperação.

Na ETA é captada água do rio Jaguari e realizado o tratamento da água bruta em água potável, para abastecimento das linhas. A água é então distribuída para todas as linhas e seus

respectivos equipamentos. Na enchedora, para as linhas que só são abastecidas com garrafas novas, existe o processo de lavagem no próprio equipamento, para então já ser preenchido com produto e, então, a água de lavagem pode ser direcionada para novo tratamento. Nas linhas com lavadoras, utiliza-se garrafas retornáveis, que já foram utilizadas no mercado, então passa pelo tratamento de lavagem com produto químico para direcionar-se à enchedora, enquanto que o efluente é destinado à ETEI, para seu tratamento. No pasteurizador, a água fria retorna das torres de resfriamento, enquanto que após passagem pela área quente, a água é bombeada para as torres de resfriamento, em um processo cíclico. Já na ETEI, recebe-se os descartes de toda a empresa, inclusive das linhas de envase, o efluente tratado retorna para ETA, para um processo de tratamento por osmose reversa utilizada para fins não produtivos, mas de limpeza, entre outros, e o tratamento químico e biológico para retorná-lo ao rio.

No processo de cerveja, realizou-se a divisão de cada etapa produtiva, pois não há equipamentos de medição, o que dificulta o acompanhamento preciso de indicadores. Sendo assim, foi necessário definir indicadores específicos a serem monitorados. A partir da tendência dos dados de 2017, adotou-se, para o ano de 2018, a média ideal para o consumo em todo o processo, auxiliando no monitoramento destas subáreas. Por exemplo, no processo de fermentação da cerveja, para resfriamento do mosto, era necessária água a baixa temperatura, com relação-meta: para cada volume de cerveja, 1,1 volume de água deveria ser suficiente para o resfriamento, indicando assim qualquer variabilidade, se diferente dessa relação. Assim, foram criados também indicadores específicos para as subáreas de brassagem, maturação e filtração, tanto para aquecimento, quanto resfriamento.

Após esse mapeamento do fluxo da água e levantamento dos indicadores que compuseram a etapa analítica do estudo, iniciou-se a etapa prática, ou seja, a gestão de rotina com ronda ambiental diária, realizando o acompanhamento das metas de todas as áreas, tendo essas sido desdobradas para as linhas e etapas produtivas. Nos meses de abril a maio, coletou-se, diariamente, o consumo registrado nos hidrômetros, possibilitando assim a calcular o consumo total do dia (diferença entre a leitura da hora do dia com a do dia anterior), para identificar possíveis dados tendenciosos. Para verificar a acuracidade dos dados marcados pelos operadores das áreas, comparava-se aqueles inseridos por eles com o coletado pela área de meio ambiente, e caso tivesse diferença considerável, via-se necessário realizar ronda mais detalhada, além de acompanhar o mapeamento das redes de água e verificação das ferramentas da gestão da qualidade, com intuito de identificar os problemas.

Ressalta-se que cada linha de envase e subárea dos processos tinham suas próprias metas de água, o que explica a importância em identificar e regularizar os pontos citados anteriormente e assim identificar corretamente a causa-raiz dos consumos. Desta maneira, esta análise possibilitou encontrar pontos externos, que consumiam a água de determinadas linhas e que impactavam suas metas, isto é, algumas áreas eram prejudicadas, pois outras consumiam a água que era contabilizada para elas.

Além disso, durante a ronda ambiental, identificava-se não apenas as anomalias, mas também oportunidades de melhoria, ou seja, medidas preventivas, corretivas e de reutilização do recurso água. Como, por exemplo, a área de envase de refrigerante que passou a recuperar água que lavava as embalagens e destiná-la não somente para a estação de tratamento, mas também para limpeza do local.

Com relação às anomalias, caso fossem encontradas durante a ronda, sejam elas quaisquer situações de vazamentos ou de desperdício de água, era necessário o registro no sistema interno, conforme a Figura 5, e este enviado aos responsáveis pela área, para que as ações fossem definidas visando mitigar o problema.



Figura 5 - Anomalias registradas após ronda ambiental  
Fonte: Empresa estudada.

Durante a ronda, os hidrômetros também eram utilizados para coletas dos consumos de água, tanto pelo setor de meio ambiente para identificar as áreas e equipamentos mais impactantes no consumo do dia anterior coletado manualmente, como também pelos operadores, que utilizavam para preenchimento dos Gráficos de Controle. Esta ferramenta

encontra-se ao lado dos equipamentos, lavadoras de garrafas e pasteurizadores, e auxiliam no monitoramento, de hora a hora, e, se verificado qualquer ponto fora dos limites aceitáveis, no caso da água, limite superior, significava consumo acima do ideal.

A partir destes gráficos, permitia-se acompanhar e identificar as anomalias ocorridas durante o período de cada turno. Em caso de ponto acima do limite superior, iniciava-se o trabalho de investigação até a solução daquele problema. Ou seja, a operação verificava o equipamento, analisava a situação problemática com os 5 Porquês até identificar a causa raiz e tomar as medidas necessárias. Este tipo de situação garantia a não recorrência das mesmas falhas, isto é, caso ocorresse algum problema similar, a operação poderia utilizar o histórico de falhas para analisar o equipamento e, assim, poder contar também com soluções já existentes ou criar soluções futuras.

Deste modo, um dos casos do desenvolvimento do trabalho foi que o equipamento pasteurizador passou a impactar no consumo de água de uma das linhas de envase de cerveja. A partir do Gráfico de Controle, foi possível identificar pontos acima do limite esperado, conforme o Figura 6, exemplificando o que foi utilizado e preenchido pelos operadores, e agir na solução do problema. Trabalhou-se apenas com Limite Superior, uma vez que o *target* utilizado era zero consumo, logo, para esse estudo, não determinou o Limite Inferior.

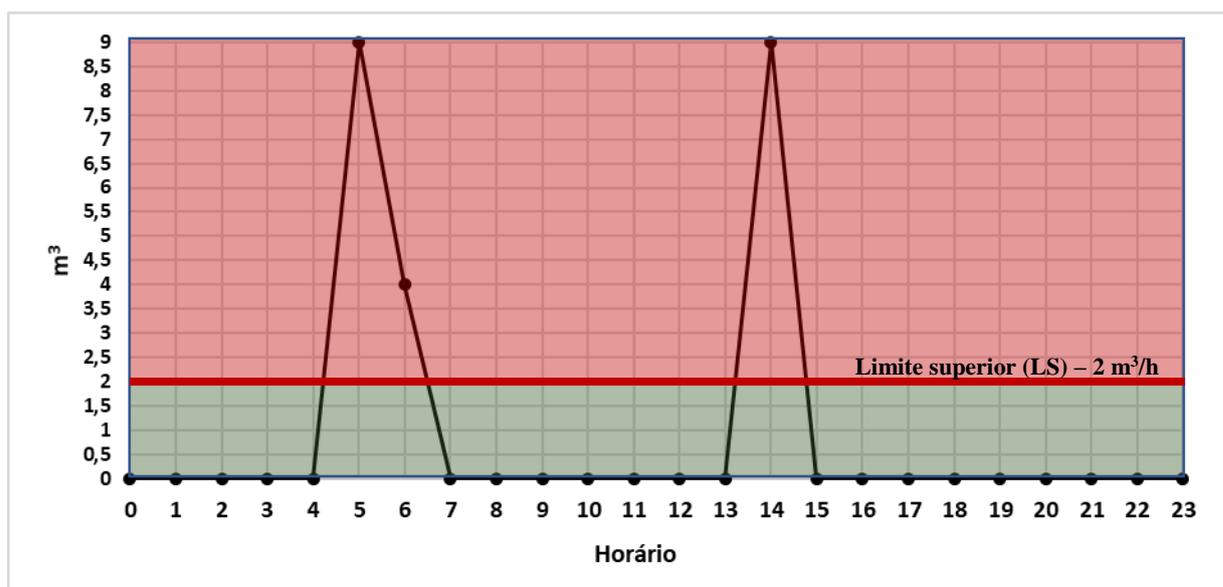


Figura 6 - Gráfico de controle do pasteurizador preenchido pela operação.  
Fonte: Próprio autor

Conforme identificado na Figura 6, que mostra os problemas de consumo acima do limite, a equipe de manutenção foi acionada pela equipe de operação para resolução deste problema mecânico. Ajustou-se o equipamento por duas vezes e eliminou o vazamento, porém, em um espaço de tempo maior, voltou a mesma situação. Mas, desta vez, a equipe de operação, juntamente com os mecânicos, realizou o 5 Por Quês para identificar a causa raiz e, conforme Figura 7, identificaram o motivo principal.

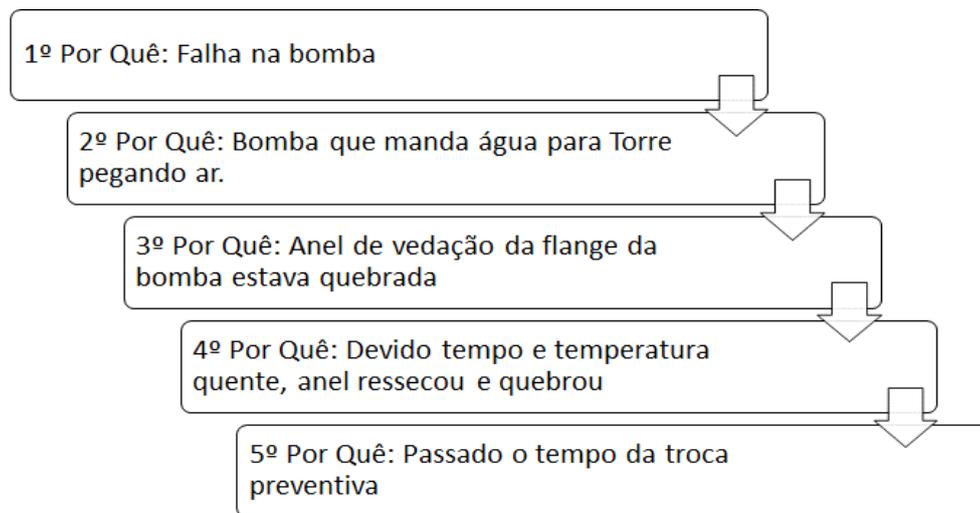


Figura 7 - 5 POR QUÊS preenchido pelos operadores e mecânicos  
Fonte: Empresa estudada

Identificou-se como causa-raiz o problema da vedação do flange da bomba que manda água para a torre de resfriamento. Com isso, como ação, foi realizada a desmontagem da bomba e trocada a vedação. Além disso, colocada como plano de manutenção preventiva a troca periódica da peça, para que não voltasse a ocorrer o mesmo problema.

Não somente nas áreas de envase, mas no processo de cerveja também, especificamente na etapa de fermentação, houve uma melhoria e redução no consumo de água. Com o desenvolvimento do trabalho e aplicação das ferramentas da qualidade, verificou-se que um dos motivos era devido a área da Utilidade, que fornece água gelada para resfriamento do mosto, trabalhar com temperatura no limite superior. Até chegar ao equipamento de resfriamento, se elevava acima do padrão, por consequência aumentava-se o consumo de água, pois enquanto o mosto não atingisse temperatura ideal o processo continuava. A partir do acompanhamento e identificação, uma das ações foi trabalhar com a temperatura no limite inferior ou médio.

Além disso, identificou-se também que o equipamento de resfriamento de mosto consumia muita água, acima do que era esperado. Logo, a partir da identificação do problema, utilizou-se a ferramenta de 5 Por Quês para identificar a causa raiz, constatando, no último questionamento, a necessidade de limpeza interna do equipamento, pois seu cronograma de limpeza estava atrasado.

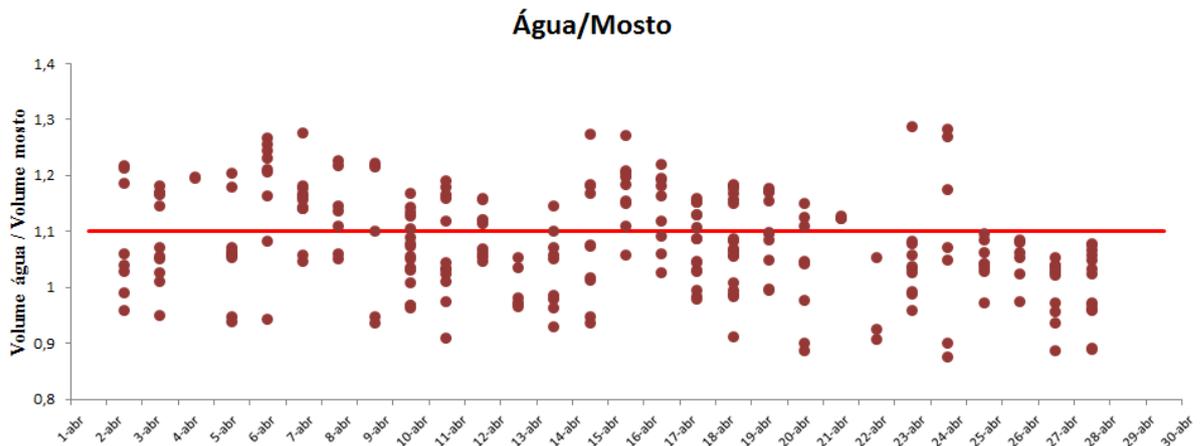


Figura 8 - Relação água-mosto no mês de abril.

Fonte: Próprio autor.

A limpeza foi realizada e, com as duas ações, o resfriamento tornou-se mais eficiente, em que, no mês de abril, dia 21, realizou o alinhamento com a Utilidade, e 28, a limpeza do resfriado. Foi notória a diminuição de pontos acima da relação de Água/Mosto ideal, isto é, 1,1. Em abril, ainda conforme a Figura 8, mais de 50 pontos estiveram fora do limite e, em maio, Figura 9, apenas 3 pontos, tendo reduzido de 686m<sup>3</sup> para 9m<sup>3</sup> acima do esperado, uma redução de 98,7%, de abril para maio.

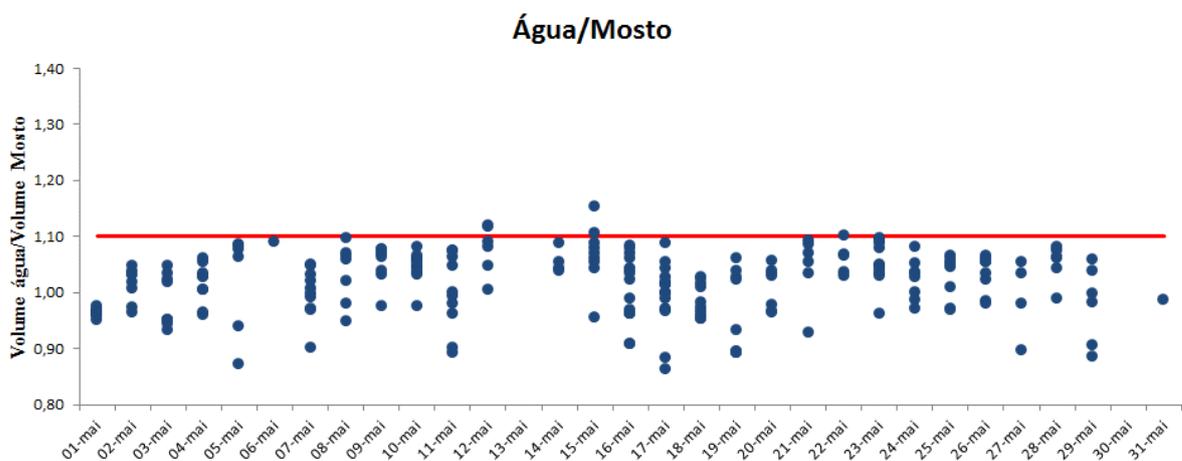


Figura 9 - Relação água-mosto no mês de maio.

Fonte: Próprio autor.

Outra ferramenta utilizada na empresa foi a Gestão à vista, para que houvesse o nivelamento de informação através de quadros dispostos em todas as áreas. Neles estão os itens de controle e verificação da gestão integrada para facilitar a comunicação e o entendimento dos colaboradores quanto às suas tarefas, pendências da linha e metas a atingir. Os quadros também são utilizados para comunicar as anomalias e planos de ações, ou seja, nas trocas de turno, momento de revezamento das equipes de cada período do dia. A operação comunica o que foi realizado durante sua jornada de trabalho, inclusive relacionado à gestão da água: equipamentos danificados e que impactaram no consumo, as ações para resolução, o livro de 5 Porquês e o consumo do dia/turno.

Para consolidação da nova rotina de gerenciamento de água, treinou-se os operadores para que adquirissem conhecimento e pudessem tornar-se mais autônomos nas análises críticas e tomadas de decisão, passando a compreender e ser analíticos nos diversos imprevistos. Ou seja, a criação do sentimento de dono, em que desperdício de água é de responsabilidade de todos os colaboradores da empresa, foi enriquecida. Houve também o cuidado e preocupação em descentralizar o gerenciamento das ferramentas e demais variáveis, envolvendo todos os colaboradores, na busca do aprendizado da cultura de melhoria, sustentabilidade e otimização do processo, independentemente de suas funções e nível hierárquico.

Portanto, ao iniciar este trabalho, a empresa estava há 3 meses acima da meta, consumindo 14,23% a mais que o esperado. Desta maneira, iniciou-se o fortalecimento e conscientização a respeito da gestão de água, consolidando as ferramentas da qualidade utilizadas e envolvendo todos os funcionários em busca do uso racional deste importante recurso. Sendo assim, as ações citadas acima ajudaram a impactar ainda mais na diminuição do consumo de água na empresa. A Figura 10 mostra o comportamento de janeiro a setembro de 2018.

De janeiro a fevereiro, mesmo apontando para um consumo abaixo do esperado, tendenciava-se para um crescimento que viria a ocorrer de março a maio, este último apresentou um consumo ainda maior, comparado aos outros meses. Esta variabilidade dificulta no controle do consumo de água, uma vez que, em sua utilização, os fatores tornam-se mais difíceis de serem identificados, pois o índice é ajustado de acordo com variação da demanda, e essa oscilação dificultou no controle. Em abril, período de início do trabalho, foi definida a estratégia utilizada para o desenvolvimento e início da coleta dos dados. Em maio,

continuação da coleta, adaptação das ferramentas, orientação a todos os colaboradores sobre o uso correto delas, a necessidade da ronda em suas áreas de trabalho e finalização do mapeamento do fluxo de água em toda a empresa.

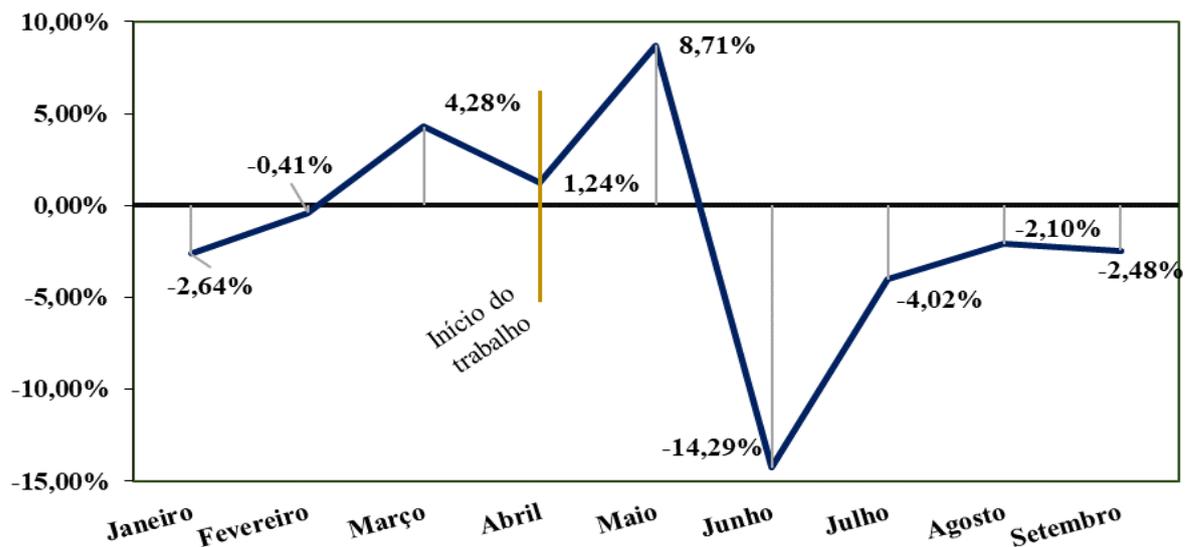


Figura 10 - Diferença de consumo referente à meta de 2018.

Fonte: Empresa estudada

Até maio, a diferença da meta apresentava grande oscilação, não era favorável para um controle e uma boa gestão dos recursos hídricos, visto a variabilidade do mesmo. Porém, a partir de junho, aumentou-se a participação e cooperação de todos, além disso, trabalhou-se também com o nível mínimo dos reservatórios da ETA, isto é, devido o período de baixa produção no mês, houve a possibilidade em trabalhar com o menor nível dentre os outros meses, assim, vê-se uma queda brusca do consumo. Este cenário foi bastante favorável e os resultados passaram a ser bem vistos pela operação e demais colaboradores, pois o resultado foi satisfatório e o mês foi considerado como o menor consumo da empresa, nos últimos 8 anos, conforme demonstrado no Figura 11, comparando os menores valores mensais de cada ano.

Nos meses seguintes, julho, agosto e setembro, apresentou estabilidade e pequena variação, tendo porcentagens da diferença entre o real e a meta, nos 3 meses, muito próximas.

Enfim, a gestão bem aplicada proporcionou resultados positivos e satisfatórios, com diminuição de 22,90% do consumo de água, permanecendo dentro da meta planejada para o ano. Além disso, a Figura 12 mostra a comparação entre a meta e valores reais, além de apresentar também o ideal teórico determinado por Pereira e Lima (2008), esses dados

demonstram a busca constante pela otimização e redução dos recursos hídricos das atividades da empresa estudada, pois a cada ano tem diminuindo a meta e consequente consumo de água, diante do cenário preocupante de escassez deste recurso.

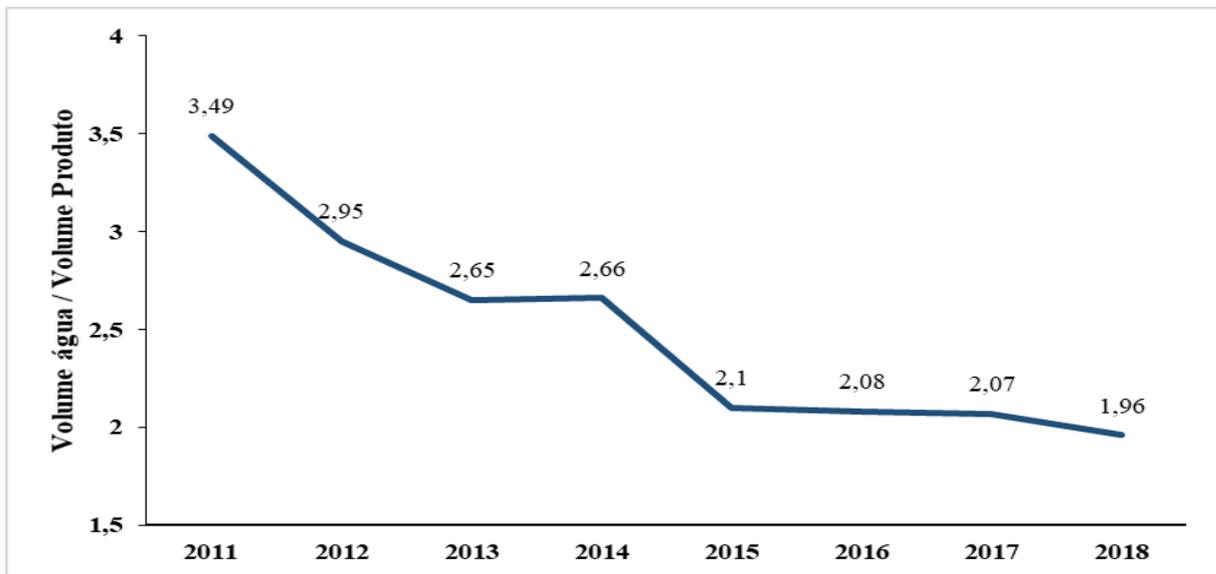


Figura 11 - Comparativo de menor consumo de água de 2011 a 2018.  
(Fonte: Empresa estudada)

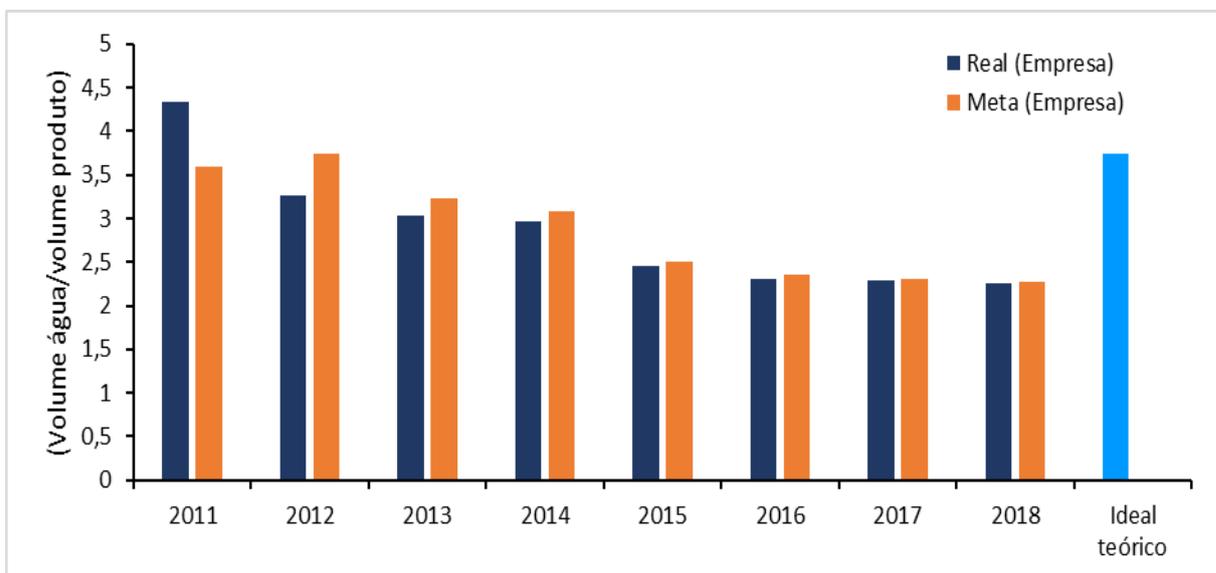


Figura 12 - Comparativo entre consumos e metas de água anuais na empresa e a média ideal teórica  
(Fonte: Empresa estudada / PEREIRA e LIMA, 2008)

Portanto, comparando os valores obtidos desde 2011, a empresa conseguiu reduzir o consumo de água em seu processo produtivo. Percebe-se que em seus maiores pontos de

consumo, equiparava-se com o ideal teórico. De 2015 a 2018, mostrou-se com baixa variabilidade e tendenciando-se a um nivelamento constante, comparando os últimos 4 anos. Enfim, vale ressaltar que além de atingir a meta de consumo planejada para o ano, nota-se um comportamento de declínio do consumo de água entre os anos de 2011 a 2015 e de estabilidade de 2016 até 2018, assim como níveis abaixo do ideal teórico, como demonstrado na Figura 12.

## 5. Conclusões

O presente trabalho possibilitou uma análise de como as ferramentas da Gestão da Qualidade podem melhorar a eficiência de processos, de como elas têm contribuído de maneira significativa para isso, não só voltadas para melhoria da eficiência operacional, mas, também, para diversas áreas, inclusive para a do meio ambiente. Assim, diante do cenário em que a água se encontra, cada dia mais escassa, buscou-se aplicar essas ferramentas à gestão de recursos hídricos.

Desta maneira, o objetivo principal do trabalho foi de reduzir o consumo de água na empresa através da aplicação de ferramentas da gestão da qualidade como Gráficos de Controle, 5 Por Quês, Gestão à vista, GOPs e Gestão da Rotina, otimizando o seu uso, de maneira a não impactar na produção. Então, após o desenvolvimento do estudo e a partir dos resultados obtidos, verificou-se que o objetivo foi alcançado.

As ferramentas da gestão da qualidade foram utilizadas de maneira lógica, visando a solução de falhas. Os GOPs foram utilizados para o direcionamento dos itens que mais impactavam no consumo. A partir disso, iniciou-se a gestão da rotina, sendo realizada a ronda ambiental diária e treinamento dos operadores, voltados aos desperdícios de água e monitoramento dos itens de controle e demais ferramentas em todas as áreas. Os gráficos de controle foram utilizados para identificação de problema, em tempo real, preenchidos pelos operadores, e, se apresentado ponto fora do limite, utilizava-se os 5 Por Quês, para identificação da causa raiz. Com o motivo principal do problema identificado, as ações para soluções eram definidas, então, os quadros de gestão à vista também eram preenchidos, para sinalização do problema e status do mesmo, corrigido ou não, logo, todos daquela área tinham o conhecimento da situação. Deste modo, esta sequência possibilitou a correção de diversas anomalias e implantação de algumas oportunidades de melhoria.

Assim, com a sequência bem definida, operadores treinados e pontos com vazamentos mapeados, a etapa do trabalho passou a ser mais estratégica e de monitoramento, pois a rotina já estava implantada na operação, a cultura da sustentabilidade estava fortalecida e a equipe engajada. Identificou-se, então, as áreas com maiores impactos e seus respectivos equipamentos, com isso, foram definidas ações para torná-los mais eficientes, diante do consumo de água. Para esse monitoramento, os itens de verificação foram estabelecidos e checados, a partir de valores de tendências ou por equipamentos de medição. Sendo assim, a gestão dos recursos hídricos já estava bem habituada na empresa.

Desta maneira, os resultados do estudo mostraram que o consumo de água na empresa teve uma redução de 22,90% e que o índice permaneceu abaixo ou no mesmo valor do consumo esperado, indicando também que os envolvidos obtiveram o conhecimento adequado e souberam aplicar as ferramentas da maneira correta. No processo de cerveja, etapa da fermentação, houve uma diminuição de 98,7% no desperdício de água, através do alinhamento entre áreas, com relação à baixa temperatura de envio, da área de utilidades para o processo, reduzindo o consumo de água para resfriamento. Já na área de envase de cerveja, houve uma redução de 13%, enquanto que no envase de refrigerante 28,2%. Isso mostra que as ferramentas ajudaram a identificar os problemas e suas causas raízes, reduzindo o tempo de investigação e o de solução do desvio, diminuindo também o desperdício de água e seus custos. Sendo assim, além da redução deste insumo, a gestão ficou bem estruturada e de fácil gerenciamento para todas as áreas, garantindo e consolidando a gestão eficiente dos recursos hídricos na empresa.

Portanto, a importância deste trabalho dá-se por apresentar ferramentas da gestão da qualidade aplicadas visando à redução da quantidade de água consumida em uma empresa resultando em melhoria da eficiência operacional e, também, ambiental. Isso mostra que estas ferramentas não devem ser aplicadas somente com foco na melhoria da qualidade, mas em outras áreas também, como na gestão para redução e até otimização no uso dos recursos hídricos em processos produtivos. Desta maneira, vê-se outras oportunidades na aplicação de ferramentas similares e diferentes das utilizadas neste trabalho, voltadas para melhoria operacional e, conseqüente, ganho ambiental podendo ser utilizadas em qualquer ambiente fabril.

**REFERÊNCIAS**

- Alves-Mazzotti, A.J. (2006). *Usos e abusos dos estudos de caso*. Cadernos de Pesquisa. Vol. 36, n. 129, (pp. 637-651).
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). (2017). *Água na indústria: uso e coeficientes técnicos* / Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA.
- ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). (2019) *Manual de usos consuntivos da água no Brasil* / Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA.
- Araujo, A.R.M.; Ferreira, L.F. (2015). *Gestão dos recursos hídricos: um estudo de caso sobre práticas ambientais adotadas por uma indústria têxtil catarinense*. XVII ENGEMA: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, FEA-USP.
- Babel, M.S., Oo, E., Shinde, V.R., Kamalamma, A.G., Haarstrick, A. (2020). *Comparative study of water and energy use in selected automobile manufacturing industries*. Journal of Cleaner Production. Vol. 246, n. 10.
- Cervieri Júnior, O. (2017). *Panoramas setoriais 2030: bebidas*. In: *Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil*. Rio de Janeiro : Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (pp. 69-78).
- Burek, P.; Satoh, Y.; Fisher, G.; Kahil, T.; Nava Jimenez, L.; Scherzer, A.; Tramberend, S.; Wada, Y.; Eisner, S.; Flörke, M.; Hanasaki, N.; Magnusziewski, P.; Cosgrove, W.; Wiberg, D. (2016) *Water Futures and Solution - Fast Track Initiative (Final Report)*. IIASA: International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, Austria.
- , R.B. (2016). *Determinação de parâmetros das cartas de controle cusum e cusum-ln (s2) com recurso a ferramentas computacionais*. Repositório Universidade Nova – Faculdade de Ciências e Tecnologia. [https://run.unl.pt/bitstream/10362/21801/1/Cardoso\\_2016.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/21801/1/Cardoso_2016.pdf).
- Carvalho, M.; Paladini, E. (2012). *Gestão da Qualidade – Teoria e Casos*. Rio de Janeiro: Campus. 2 ed.
- Casado, E.A.S. (2007). *Redução do consumo de água na indústria de bebidas*. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
- CNI – Confederação Nacional da Indústria. (2013). *Água, Indústria e Sustentabilidade*. Brasília (pp. 232).
- Fernandes, A.F.S; Ribeiro, J.P.; Almeida, L.F. (2016). *Ferramentas da qualidade: aplicação em uma indústria de embalagens plásticas para redução de quebras nas máquinas extrusoras*. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa, Paraíba.
- Franzoni, M.L. (2016). *O gerenciamento da rotina como ferramenta de melhoria contínua e padronização de indicadores: análise de performance de um warehouse*. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.
- Gerhardt, T.E. Silveira, D.T. (2009). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS. (pp. 120).
- Lélis, E.C. (2012). *Gestão da Qualidade*. 1. ed. São Paulo/SP. Pearson Prentice Hall.
- Lima, D.A.P.; Walter, F. (2017). *Produção mais limpa e sustentabilidade na indústria de cerveja*. XIX ENGEMA: Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, FEA-USP.
- Machado, S.S. (2012). *Gestão da qualidade*. Inhumas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. (pp. 92).
- Martinelli, F.B. (2009). *Gestão da qualidade total*. Fundação Biblioteca Nacional, (pp. 196).
- Matias, G.C. (2014). *Utilização de ferramentas da qualidade na busca de melhoria contínua em indústria de alimentos*. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 8ª Edição.
- Melo, A. (2018). *Análise da aplicação dos instrumentos da política pública de recursos hídricos do estado de São Paulo na escassez de água de 2014* / Adriano Melo. – Franca: [s.n.].
- Moutinho, B.L.F.; Santos, I.E.A. (2016). *Gestão à vista: contexto, teoria, aplicação e estudo de caso*. <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10017567.pdf>.

- Oliveira, A.M.C. (2009). *Optimização do uso da água na indústria - O caso de estudo da sociedade central de cervejas e bebidas*, S.A. 130f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia do Ambiente) Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.
- Rosa, N.A.; Afonso, J.C. (2015). *A Química da cerveja*. Química e Sociedade. Vol. 37, n. 2, (pp. 98-105).
- Shukla, J. (2017). *Good Manufacturing Practice (GMP): An Overview*. Gujarat Technological University. [https://www.researchgate.net/publication/320373559\\_Good\\_manufacturing\\_Practice](https://www.researchgate.net/publication/320373559_Good_manufacturing_Practice).
- Silva, A.F.P. (2009). *Ferramentas da qualidade – aplicação numa indústria de briquetes de carvão vegetal*. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial da Madeira) – Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV.
- Silva, J.N.; Loos, M.J. (2017). *Proposta de implementação da gestão à vista no auxílio à produtividade*. Revista Espacios. Vol. 38, n. 27.
- Silva, J.F.A.; Pereira, R.G. (2019). *Panorama global da distribuição e uso de água doce*. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.3, p.263-280. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.003.0023>. Acesso em: 13 de janeiro, 2019.
- Venturini Filho, W.G. (2011). *Indústria de Bebidas: Inovação, Gestão e Produção*. v. 3. São Paulo: Blucher.
- Viana, F.L.E. (2017). *Indústria de bebidas alcólicas*. Banco do Nordeste. Caderno Setorial ETENE. Vol. 2, n. 2, fev.