



**THAYNÁ FARIA BELO SILVA**

**REDUÇÃO DE PERDA DE ÁGUA EM MANUFATURA DE  
ALIMENTOS SEGUINDO A METODOLOGIA DE WCM  
(WORLD CLASS MANUFACTURING)**

**LAVRAS - MG  
2020**

**THAYNÁ FARIA BELO SILVA**

**REDUÇÃO DE PERDA DE ÁGUA EM MANUFATURA DE ALIMENTOS  
SEGUINDO A METODOLOGIA DE WCM (WORLD CLASS MANUFACTURING)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

**Profa. Dra. Zuy Maria Magriotis  
Orientadora**

**Lavras – MG  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silva, Thayná Faria Belo.

Redução de perda de água em manufatura de alimentos  
seguindo a metodologia WCM (World Class Manufacturing) /  
Thayná Faria Belo Silva. - 2020.

55 p. : il.

Orientador(a): Zuy Maria Magriotis.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2020.  
Bibliografia.

1. Perda de água. 2. Manufatura de alimentos. 3. Metodologia  
WCM. I. Magriotis, Zuy Maria. II. Título.

**THAYNÁ FARIA BELO SILVA**

**REDUÇÃO DE PERDA DE ÁGUA EM MANUFATURA DE ALIMENTOS  
SEGUINDO A METODOLOGIA DE WCM (WORLD CLASS MANUFACTURING)**

**REDUCING WATER LOSS IN FOOD MANUFACTURING ACCORDING TO A  
WCM METHODOLOGY (WORLD CLASS MANUFACTURING)**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 18 de dezembro de 2020.

Dra. Zuy Maria Magriotis – DEG/EENG/UFLA

Dra. Suellen Mendonça Nascimento – DEG/EENG/UFLA

Dr. Luciano Correa Jacob – DEG/EENG/UFLA

Profa. Dra. Zuy Maria Magriotis

Orientadora

**Lavras – MG**

**2020**

*Aos meus pais Sérgio e Marta, com todo o meu amor e  
eterna gratidão.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ser refúgio e a força durante todo o meu caminho.

Ao meu pai Sérgio, por ser minha inspiração e por acreditar em mim muitas vezes mais do que eu mesma. À minha mãe Marta, por ser minha maior fonte de amor e por me mostrar o lado bom de tudo sempre. Tudo o que sou hoje devo a vocês. Obrigada por tanto!

Às minhas irmãs Bruna e Ana Luiza por abdicarem muitos de seus sonhos por mim e por serem as melhores irmãs que alguém poderia ter. Aos meus avós por todas as orações e por serem a minha principal motivação.

Ao Artur pelo apoio incondicional e por me incentivar cada vez mais a ser o meu melhor.

Às minhas tias e tios, especialmente à Cecé, por todo o apoio e preocupação. Às minhas primas e primos pela amizade e companheirismo durante toda a vida.

À família Culpa das Stellas pelo ombro amigo, acolhimento e carinho.

Ao meu quarteto por tornarem mais leves os dias tão difíceis na universidade.

À minha orientadora Zuy, pelo carinho, conhecimento, confiança e por me moldar como profissional.

Aos professores e técnicos da Engenharia Química que dedicaram seu tempo e sua sabedoria em minha formação acadêmica.

Aos colegas de laboratório LGRQ/UFLA, da Enactus, ProcEQ, estágios e amigos por tanto aprendizado e bons momentos vividos.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Engenharia (DEG) pela oportunidade e apoio durante todos estes anos.

Por fim, a todos que de alguma forma participaram desta conquista e que me tornaram uma pessoa melhor.

O meu sincero muito obrigada!

*“Pense grande, mire alto, trabalhe duro e  
nunca desista”  
(Antonio Camarotti)*

## RESUMO

A água é um recurso extremamente importante na vida do ser humano, tendo influência desde a sua alimentação à economia da sociedade em que habita. A falta dela, temas como a escassez hídrica fazem com que as empresas cada vez mais se adaptem e façam o uso racional de tais recursos, evitando perdas e aderindo às práticas de economia circular como o reuso. A metodologia WCM (*World Class Manufacturing*) é um conjunto de conceitos, princípios e técnicas para a gestão dos processos dentro de uma organização, visando a redução de custos e o aperfeiçoamento de setores como qualidade, logística e meio ambiente. Diante disso, este trabalho visou a redução de água de uma manufatura de alimentos tendo como base os 7 passos de água da metodologia WCM. Para tal, iniciou-se pelo passo 1, em que a área modelo escolhida foi o processo de envase, mais precisamente os moinhos. No passo 2, uma investigação detalhada foi efetuada, partindo desde o funcionamento dos moinhos, à guias de boas práticas. Já no passo 3, medições de vazões e temperaturas foram realizadas, além de auditorias como a E-MAT (Auditoria interna de Meio Ambiente) e treinamentos aos colaboradores, como campanhas sobre o uso consciente de água. No passo 4, foram identificados e estratificados os 7 tipos de perdas de água, sendo quantificadas as perdas do tipo 1 (perda por uso desnecessário), tipo 2 (perda por uso excessivo), tipo 4 (perda por falta de reutilização) e tipo 5 (perda na distribuição). As perdas tipo 3 (perda por falta de otimização), tipo 6 (perda por transformação na entrada ou saída) e tipo 7 (perda por não utilização de fontes renováveis), não foram possíveis mensurá-las de forma quantitativa. No passo 5 as perdas identificadas foram tratadas, sendo que para a perda de tipo 1, foi criado um checklist para inspeção do uso de água nos moinhos, enquanto para a perda tipo 2 por questões estratégicas da manufatura, optou-se por realizar as adequações no próximo ano. Para a perda tipo 4, o projeto de recuperação de água dos moinhos para utilização na torre de utilidades será implantado no próximo ano, enquanto para a perda tipo 5, o controle foi realizado por meio de etiquetas de manutenção e caça-vazamentos. Realizando projeções com todas as perdas citadas tratadas efetivamente, estimou-se uma redução de cerca de 900 m<sup>3</sup> de água na fábrica por mês, reduzindo o indicador em até 0,06 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de produto acabado, o que além de uma redução de custo expressiva, acarretará um ganho ambiental significativo.

**Palavras-chave:** *Água. WCM. Redução de perdas. Indústria 4.0. Economia circular*



## ABSTRACT

Water is an extremely important resource in the life of human beings, having influence from their food to the economy of the society that they inhabit. Around it, themes such as water scarcity make companies increasingly adapt and make the rational use of such resources, avoiding losses and adhering to circular economy practices such as reuse. The WCM (World Class Manufacturing) methodology is a set of concepts, principles and techniques for managing processes within an organization, aiming at reducing costs and improving sectors such as quality, logistics and the environment. Therefore, this work aimed to reduce water from a food manufacture based on the 7 water steps of the WCM methodology. For this, it started with step 1, in which the model area chosen was the filling process, more precisely the mills. In step 2, a detailed investigation was carried out, starting from the operation of the mills, to guides to good practices. In step 3, measurements of flows and temperatures were carried out, in addition to audits such as E-MAT (Internal Audit for the Environment) and training for employees, such as campaigns on the conscious use of water. In step 4, the 7 types of water losses were identified and stratified, with losses of type 1 (loss from unnecessary use), type 2 (loss from overuse), type 4 (loss from lack of reuse) and type 5 (loss in distribution). The type 3 losses (loss due to lack of optimization), type 6 (loss due to transformation at the input or output) and type 7 (loss due to non-use of renewable sources), were not possible to measure them quantitatively. In step 5 the identified losses were treated, and for type 1 loss, a checklist was created to inspect the use of water in the mills, while for type 2 loss due to strategic manufacturing issues, it was decided to make adjustments in the next year. For the type 4 loss, the water recovery project of the mills for use in the utility tower will be implemented next year, while for the type 5 loss, the control was carried out by means of maintenance and leakage tags. Making projections with all the aforementioned losses effectively treated, it was estimated a reduction of around 900 m<sup>3</sup> of water in the factory per month, reducing the indicator by up to 0.06 m<sup>3</sup> of water for each ton of finished product, which in addition to a significant cost reduction, will result in a significant environmental gain.

**Keywords:** *Water. WCM. loss reduction. Industry 4.0. Circular economy*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo de água no Brasil, por setor (%) e total sem considerar a evaporação de reservatórios .....	18
Figura 2 – Diagrama de possibilidades de reuso de água.....	22
Figura 3 – A casa WCM dos Pilares Gerenciais. ....	24
Figura 4 – A casa WCM dos Pilares Técnicos .....	25
Figura 5 – Os 7 passos do Pilar de Meio Ambiente seguindo a metodologia de WCM. ....	26
Figura 6 – Consumo de água da fábrica para cada tipo de manufatura.....	32
Figura 7 – Diagrama de blocos do processo de maionese.....	34
Figura 8 – Diagrama de blocos das áreas que consomem água no processo de maionese.....	35
Figura 9 – Consumo de água da manufatura para cada tipo de área.....	35
Figura 10 – Moinho modelo C. ....	36
Figura 11 – Moinho modelo R .....	37
Figura 12 – Área de envase com as respectivas linhas de moinhos. ....	37
Figura 13 – Consumo das linhas operando em uptime.....	41
Figura 14 – Consumo das linhas operando em loadtime.....	41
Figura 15 – Consumo de água da torre de utilidades por mês.....	42
Figura 16 – Folder MinUto Meio Ambiente especial água. ....	43
Figura 17 – Campanha Dia Mundial da Água .....	43
Figura 18 – Volume de perdas de água na manufatura de acordo com os 7 tipos de perda de WCM.....	44
Figura 19 – Layout do projeto de recuperação de água na manufatura de dressings.....	46
Figura 20 – Detalhes do layout do sistema de recuperação de água.....	47
Figura 21 – Cronograma de macro atividades do projeto de recuperação de água dos moinhos para a torre de resfriamento de utilidades.....	48
Figura 22 – Check list de inspeção para moinhos com sistema de liga/desliga de água manuais .....	48
Figura 23 – Check list de inspeção para moinhos com sistema de liga/desliga de água automáticos.....	49
Figura 24 – Indicador de água da manufatura com a aplicação do checklist de inspeção da água dos moinhos.....	50
Figura 25 – LPP (Lição ponto a ponto) para uso consciente da água de resfriamento dos selos de moinhos.....	51

Figura 26 – SOP (Procedimento operacional padrão) Uso da água na operação dos moinhos - Página 1.....	51
Figura 27 – SOP (Procedimento operacional padrão) Uso da água na operação dos moinhos - Página 2.....	52
Figura 28 – Indicador de água da fábrica com o reuso de água dos moinhos na torre de resfriamento de utilidades.....	53
Figura 29 – Indicador de água da fábrica com o reuso de água dos moinhos na torre de resfriamento de utilidades.....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações dos modelos de moinhos C e R.....	38
Tabela 2 – Medição de vazão e temperatura para os moinhos modelo R. ....	39
Tabela 3 – Medição de vazão e temperatura para os moinhos modelo C. ....	40

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	Objetivo Geral .....	15
2.2	Objetivos Específicos .....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Água.....	16
3.1.1	Água na indústria de alimentos.....	18
3.2	Economia Circular e 5R's.....	19
3.2.1	Reuso de água.....	19
3.3	Métodos e ferramentas de gestão de processos .....	21
3.3.1	Metodologia WCM.....	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
4.1	Histórico da empresa .....	26
4.2	Estudo de caso .....	26
4.3	Passo 1: Escolha da área modelo .....	26
4.4	Passo 2: Investigação.....	27
4.5	Passo 3: Medição, auditorias e treinamentos.....	27
4.6	Passo 4: Análise.....	27
4.7	Passo 5: Contramedidas.....	29
4.8	Passo 6: Análise dos resultados e padronização .....	30
4.9	Passo 7: Expansão horizontal .....	30
5	RESULTADOS .....	31
5.1	Aplicação da metodologia .....	31
6	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição ambiental cada dia mais ameaça a vida humana, sobretudo pela degradação dos recursos hídricos. Baseando-se numa perspectiva de escassez de água em um futuro próximo, cada vez mais recursos são investidos no tratamento e reaproveitamento de efluentes industriais (GÂNDARA, 2019).

O atual momento em que vive a sociedade, como a indústria 4.0 e a corrida tecnológica, a demanda por recursos naturais, como a água é cada vez mais crescente. Isto porque, as indústrias, com destaque para o setor alimentício, na tentativa de se enquadrar neste mundo em constante mudança, se adequar ao mercado e a economia, além de atender às necessidades crescentes dos consumidores, aumentaram sua produção e diversificação de bens de consumo, aumentando por consequência, a demanda por recursos naturais, como matéria-prima e insumos de produção (TORRES *et al.*, 2018).

Com este crescente aumento de produção, grandes empresas e organizações buscam formas de padronizar e auxiliar nos processos produtivos e de gestão, sendo as metodologias, como a WCM - *World Class Manufacturing*, um modo para tal. Baseado em 10 pilares técnicos e 10 pilares gerenciais, o WCM tem como principais funções reduzir custos, otimizar a logística, qualidade, manutenção e produtividade para níveis de classe mundial por meio de um conjunto estruturado de métodos e ferramentas. Sendo o 10º pilar o de Meio Ambiente e Energia, o mesmo responde ao apelo por uma melhor proteção ao meio ambiente e em paralelo com os princípios do desenvolvimento sustentável e responsabilidade socioambiental. Este pilar é um instrumento de gestão que permite conhecer, reduzir e controlar o impacto ambiental gerado pelas atividades produtivas. Prevê uma série de ações com a finalidade de atuar nos aspectos e impactos ambientais, a fim de garantir o respeito às normas em vigor e a diminuição dos desperdícios (perdas) geradas pelo consumo não eficiente dos recursos naturais. (MARTINS, 2016).

Entre os principais problemas ambientais atuais como mudanças climáticas (aquecimento global e chuva ácida), a poluição de água segue entre os protagonistas. Seu uso crescente na indústria seja para os mais diversos processos como resfriamento de fluidos em trocadores de calor e higienização de equipamentos e tubulações acabam acarretando perdas, gerando assim grandes consequências, como o desperdício do recurso natural finito e o desperdício de recursos financeiros.

Analisando-se o cenário atual da manufatura alimentícia da fábrica situada em Pouso Alegre, foi constatado um alto consumo de água pela manufatura, havendo a possibilidade de existirem perdas significativas.

Deste modo, o presente trabalho atua na redução de perda de água na manufatura de alimentos, utilizando como base a metodologia de WCM, mapeando os principais pontos de consumo e de perdas, conscientizando e treinando os colaboradores, criando medidas como uso de *checklists* e reaproveitando, como rege a economia circular.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O presente trabalho tem como objetivo reduzir perdas de água significativas em uma manufatura de alimentos, localizada na cidade de Pouso Alegre, utilizando como base a metodologia de WCM (*World Class Manufacturing*).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mapear o consumo de água na manufatura e principais perdas.
- Reduzir o consumo de água na manufatura.
- Reduzir os impactos ambientais promovendo a minimização do uso de recursos naturais.
- Viabilizar o desenvolvimento da companhia no quesito sustentabilidade ambiental, social e econômico por meio de uma correta e eficiente gestão dos recursos hídricos.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Água

A água é um recurso extremamente importante na vida do ser humano, tendo influência desde a sua alimentação à economia da sociedade que habita, sendo um direito concedido por lei às pessoas quanto ao seu uso de forma tratada, em uma considerável quantidade e além de tudo, apropriada para seu consumo.

A água é utilizada pela população humana a fim de atender suas necessidades econômicas, sociais e, principalmente, pessoais. Logo, seu uso deve ser controlado visto que um cuidado inadequado pode provocar alterações em sua qualidade causando danos aos recursos hídricos, além de que um uso desenfreado pode promover sua escassez. A qualidade da água é aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano (SOUZA et al., 2014). O cuidado com esta qualidade é uma tarefa de grandes órgãos do mundo, tendo estes, grande responsabilidade indiretamente na manutenção da vida na Terra.

A escassez de água potável é o desafio mais crítico do mundo globalizado, visto ser uma ameaça para a existência de toda a sociedade humana (TONG e ELIMELECH, 2016). Esta adversidade é resultante do salto do crescimento econômico e populacional que de forma direta acarretou no uso descabido e inapropriado da água, das mudanças climáticas que acerbam nosso planeta, além de sua poluição o qual também se tornou uma grande preocupação pública em muitos países, ocasionando problemas na saúde humana e na biodiversidade aquática (VÖRÖSMARTY *et al.*, 2010).

No século XX o consumo de água aumentou em seis vezes em relação aos séculos anteriores, o que corresponde ao dobro do crescimento da população mundial. Segundo Domingues (2020), atualmente, cerca de 25% da população mundial se depara com o problema de escassez de água, e até o ano de 2025 prevê-se que esse número pode ultrapassar os 60%.

No ano de 2018, o Brasil sediou o 8º Fórum Mundial da Água reunindo a comunidade internacional com o objetivo de promover a conscientização, construir compromisso político e provocar ações em questões críticas relativas à água em todos os níveis, principalmente a escassez hídrica global. Dentre as ações acordadas entre os países, os parlamentares se comprometeram a promover o direito à água e ao saneamento e à necessidade de gerir adequadamente esse recurso para garantir a sua disponibilidade em quantidade e qualidade adequadas para diversos usos, o que em paralelo, faz com que as indústrias exerçam ações no

combate a crise hídrica e invistam em reuso de água nos processos produtivos (KOOKANA et al., 2020).

De toda água existente em nosso planeta, cerca de 97% consiste em água salgada e apenas 3% é água doce.

Entre estes 3%, 76% estão sob forma de gelo nas calotas polares, restando uma pequena parcela de as águas subterrâneas e de superfície e sendo estas apropriadas para consumo e uso de toda uma população. Além disso, esta distribuição não se apresenta de forma homogênea, visto que alguns países e regiões são privilegiados por grandes bacias hidrográficas como o Brasil com a região hidrográfica amazônica considerada a maior bacia hidrográfica do mundo enquanto outros sofrem com a escassez deste recurso. (VON SPERLING, 2016)

A Agência Nacional de Águas (ANA) realizou um estudo no ano de 2019, que constatou que apenas no Brasil, eram consumidos a cada segundo em média 2 milhões e 83 mil litros de água. De acordo com os dados, há uma estimativa que o uso da água deverá crescer 24% até 2030, o que indica mais de 2,5 milhões de litros por segundo (DOMINGUES, 2020).

Ainda segundo a ANA, o setor que mais consome água atualmente é a agricultura irrigada, seguido pelo abastecimento humano e as indústrias, sendo estes responsáveis por 85% da captação total de água do país. A Figura 1 apresenta o consumo de água por setor no Brasil.

Figura 1 – Consumo de água no Brasil, por setor (%) e total sem considerar a evaporação de reservatórios.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2019.

Desta forma, embora seja considerada como um recurso renovável, amplia-se a percepção de que a quantidade de água doce disponível na terra é limitada e sua qualidade está

sob constante pressão, resultando em custos para sua obtenção e tratamento cada vez mais elevados.

### **3.1.1 Água na indústria de alimentos**

A água é um elemento básico nas indústrias. No setor alimentício, por exemplo, seu uso se estende desde a limpeza de materiais, aparelhamento, acomodações, sistemas de refrigeração, geração de vapor à composição do produto em sua respectiva formulação (SILVA LORA, 2002).

De acordo com a ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos), a maior indústria do país é a de alimentos e bebidas, representando 9,6% do PIB brasileiro e gerando cerca de 1,6 milhão de empregos formais e diretos. O Brasil atualmente, é o segundo maior exportador de alimentos industrializados do mundo, levando seus alimentos para mais de 180 países. (ABIA, 2020)

Para se manter no ranking nacional e internacionalmente, dentro deste setor, padrões de qualidade, segurança e sustentabilidade são bastantes criteriosos e de grande importância.

De acordo com Meloni (2018), a água utilizada na indústria de alimentos deve apresentar-se dentro de certas especificações quanto à qualidade físico-química e bacteriológica, evitando a alteração dos produtos elaborados, a deterioração de máquinas e equipamentos e, principalmente auxiliando na obtenção de produtos que, além de boas qualidades sensoriais, tenham condições higiênico-sanitárias satisfatórias, não vindo a oferecer quaisquer riscos à saúde do consumidor.

Em alguns alimentos, como a maionese, a água de abastecimento da indústria incorpora ao produto, sendo de extrema importância garantir sua potabilidade.

A indústria, além dos controles de monitoramento realizados internamente na empresa, tem como dever encaminhar amostras de água bruta e de abastecimento aos laboratórios credenciados da Federação de modo a garantir um controle mais rigoroso e padronizado quanto às legislações brasileiras de saneamento.

Segundo Baktron (2016), o controle de qualidade da água garante melhor rendimento na produção, durabilidade de produtos nas prateleiras, qualidade de vida e saúde aos consumidores. Trabalhando-se com a água dentro dos padrões e recomendações legais vigentes, como teor de cloro residual, dureza, substâncias químicas e coliformes, a qualidade dos produtos da indústria alimentícia é preservada, tornando a empresa capacitada para a produção de alimentos.

### 3.2 Economia Circular e 5R's

A escassez de recursos tão essenciais como a água, o aumento no preço das matérias-primas associado à geração de resíduos e a uma nova era digital faz com que as empresas e governos repensem o modelo produtivo atual.

A economia circular estabelece uma nova base para o *redesign* de produtos e serviços e uma oportunidade para estimular a inovação e a criatividade, contribuindo para uma economia mais inclusiva, positiva e restauradora (Ribeiro, 2018).

Este tipo de economia é um modelo de produção baseado na extração, produção, uso e descarte de recursos naturais, onde um dos modos de aplicá-lo por meio dos 5R's.

Os 5R's são um conjunto de ações e boas práticas voltadas para a sustentabilidade, onde objetivam uma mudança de hábitos no cotidiano das pessoas visando a redução de resíduos. Sendo cada respectivo R:

- a) **Recusar** – Se baseia em recusar produtos e serviços que tenham conhecido impacto negativo, que prejudiquem o meio ambiente ou tenham um processo produtivo injusto. Pesquise sobre as marcas que você consome e prefira aquelas que possuem compromissos com o desenvolvimento sustentável.
- b) **Reduzir** – Consiste em diminuir o consumo para reduzir a quantidade de resíduos gerados ou descartados no meio ambiente. Também, reduzir o consumo de combustíveis fósseis e de produtos que demandem grandes quantidades de recursos para sua produção e distribuição.
- c) **Reutilizar** – Fazer uso dos produtos até o limite máximo de sua vida útil, reutilizar o que não puder consertar ao invés de descartar, além de reutilizar utilidades como água, vapor desde que atendam as normas de qualidade exigidas pelo local ou processo.
- d) **Reciclar** – Coletar e processar um material de modo que ele possa ser transformado em outro produto.
- e) **Recuperar** – Recuperar energia, nutrientes, utilidades em geral que possam ser aplicados em outros processos.

#### 3.2.1 Reuso de água

Se tratando de um recurso escasso e de tamanha importância, formas de realizar um consumo racional são cada vez mais bem-vindas, como por exemplo, práticas da metodologia dos 5R's como o reuso.

A prática da reutilização, reuso de água ou o uso de águas residuárias vem sendo adotada em diversos países após o devido tratamento, para consumo doméstico, industrial e agrícola (SCHULZ & HENKES, 2013).

Como se trata de um recurso escasso e insubstituível, práticas que visam a redução de sua captação vêm sendo visadas cada vez mais e em escala global, assim, metodologias para reduzir o consumo além da geração de águas residuárias vem sendo desenvolvidas.

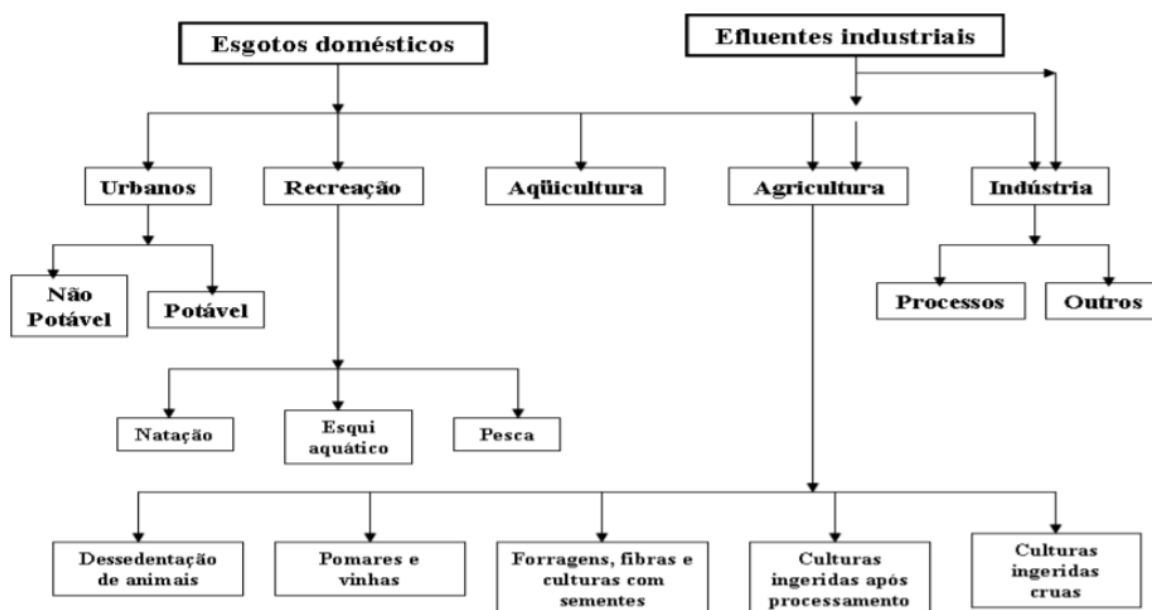
Simensato (2019) afirma que, apesar da grande importância da água na indústria de alimentos, faz-se necessário a utilização de forma racional por estas indústrias, que são as maiores consumidoras deste recurso. Desse modo, se faz necessário um controle ambiental efetivo e a prática de redução do consumo utilizando técnicas como o reuso da água na qual se consiste em usar o efluente gerado em um processo, seja com ou sem tratamento, para outras finalidades em que não haja a necessidade de atender aos padrões de potabilidade.

Nos processos dentro das manufaturas em que são necessários o uso de água, principalmente nas indústrias alimentícias, se faz necessário o tratamento deste recurso para sua utilização, onde na maioria das vezes, sua qualidade é superior à captada nos rios, tornando o reuso uma ótima opção visto que além reduzir o custo, reduz-se o impacto ambiental.

### **3.2.1.1 Tipos de reuso**

Em práticas em que não são exigidos altos padrões de qualidade, como resfriamento de motores de bombas, irrigações, uso em sanitários, entre outros, utilizar água de “segundo uso” pode ser uma alternativa viável, de baixo custo e ambientalmente responsável (SIMENSATO, 2019), como mostrado pelo Diagrama de possibilidades de reuso de água ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Diagrama de possibilidades de reuso de água.



Fonte: Conservação e reuso de água em indústria de cosméticos: estudo de caso da Natura Cosméticos, Alves (2019).

### 3.3 Métodos e ferramentas de gestão de processos

O cenário dinâmico em que vive o mercado hoje, exige mudanças e adaptações desde as microempresas às grandes multinacionais. Isto se deve ao fato do consumidor estar cada vez mais consciente, seletivo e exigente, além dos avanços tecnológicos que têm motivado ferventes desafios para o negócio. Por consequência, a demanda foi reduzida de forma proporcional ao baixo ciclo de vida dos produtos. As empresas tiveram que se reinventar, atuando em vários segmentos ao mesmo tempo, com produtos atraentes, processos flexíveis e modelos fabris cada vez mais simples e de baixo custo (MARTINS, 2016).

Uma saída encontrada pelas empresas para este novo cenário é o de reduzir os custos de fabricação para que consigam aumentar a receita e enfim, custear os investimentos para as inovações. E esse modo de desdobramento de custos enxuto pode ser obtido de forma mais eficaz por meio de metodologias. De acordo com Fernandes (2015), para atender as exigências do mercado, a reformulação deve ocorrer sob a intensa inspiração da metodologia enxuta, por meio de um conjunto de métodos e ferramentas técnico-gerencial como plataforma para a reorganização e adaptação dos processos industriais.

### 3.3.1 Metodologia WCM

O WCM - World Class Manufacturing (Manufatura de Classe Mundial) é um conjunto de conceitos, princípios e técnicas para a gestão dos processos dentro de uma empresa. Esta metodologia é utilizada em linhas de produção em manufaturas, visando reduzir custos e aperfeiçoar setores como qualidade, manutenção e logística, além da produtividade para níveis de Classe Mundial, por meio de um conjunto estruturado de métodos e ferramentas os quais auxiliam na execução do seu serviço (DA SILVA MOREIRA, 2020).

O sistema de gestão da metodologia foi criado em meados de 2007 para as empresas automobilísticas, pelo Dr. Hajime Yamashina, professor da Universidade Kyoto e membro do RSA (Royal Swedish Academy of Engineering Sciences) (PARREIRAS, 2014) e de acordo com Martins (2016), baseia-se em 3 elementos essenciais:

1. Combate sistemático a cada desperdício e perda existente em toda a cadeia (cliente e fornecedor).
2. Envolvimento das pessoas e respectivos desenvolvimento de suas competências.
3. Utilização rigorosa de métodos e ferramentas apropriados para as ineficiências do processo.

Esta metodologia tem ainda como objetivos principais:

- Zero acidente;
- Zero falha de máquina;
- Zero defeito;
- Zero reclamação de cliente;
- Zero resíduos.

A possibilidade de instauração de uma comunicação eficaz entre diferentes níveis da hierarquia laboral, adaptável às distintas culturas, tem destacado o WCM enquanto sistema de gestão, adotado por importantes grupos empresariais em todo o mundo, especialmente pelas transnacionais (DA SILVA MOREIRA, 2020).

O WCM foi criado para aplicar os melhores métodos existentes em todos os processos da organização, de maneira que haja o aumento dos desempenhos das empresas manufatureiras em nível de excelência mundial quanto às suas respectivas performances.

O melhoramento no WCM segue um percurso bem estruturado no qual se baseia na remoção de todos os obstáculos à produção, para alcançar a simplificação dos processos ao máximo possível. As premissas do WCM são: ter poucos fornecedores, focar sua atenção nos

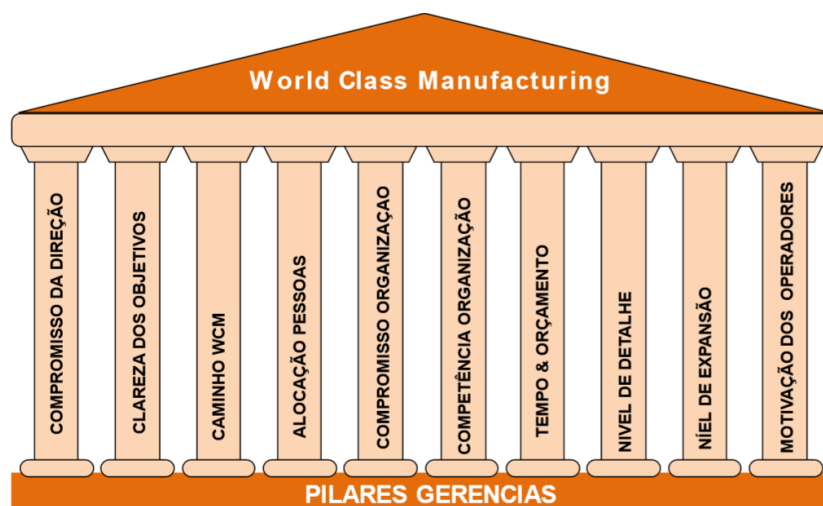
equipamentos, ter entregas mais frequentes, equipamentos menores, diminuir as distâncias, diminuir as atividades de controle, e diminuir os estoques intermediários (MARTINS, 2016).

### 3.3.1.1 Os 10 Pilares Gerenciais

A metodologia WCM oferece às empresas uma melhoria sistêmica e completa. Sua estrutura de organização é composta por 10 pilares gerenciais e 10 técnicos, onde cada qual representa as áreas de uma empresa tradicional (ROSSETTI, 2020).

Os pilares gerenciais são a base a qual fornece recursos para os pilares técnicos executarem corretamente suas funções e podem ser vistos conforme a Figura 3.

Figura 3 – A casa WCM dos Pilares Gerenciais.



Fonte: Introdução ao WCM, Yamashina, 2012.

Os pilares gerenciais são ligados à alta direção e sustentam a implementação dos pilares técnicos, sendo fundamentais para proporcionar clareza, engajamento e objetividade na melhoria dos processos e mudanças na companhia.

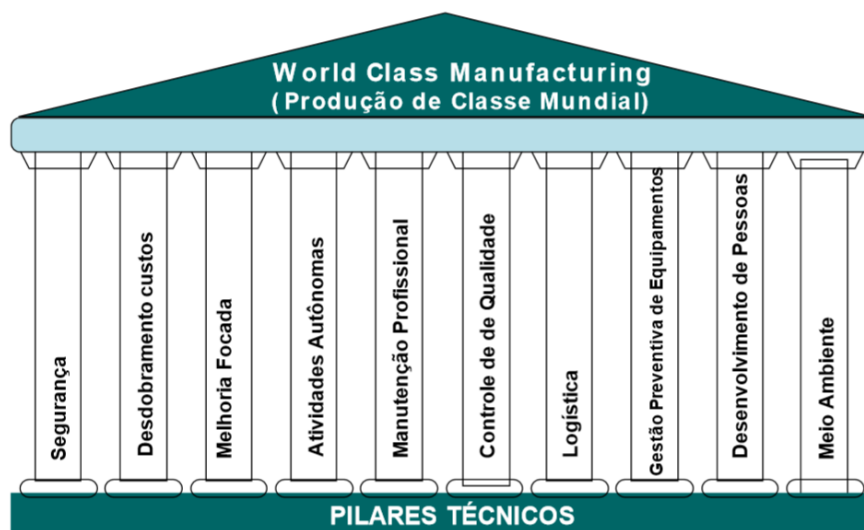
### 3.3.1.2 Os 10 Pilares Técnicos

O WCM é também fundamentado em 10 pilares técnicos que garantem a melhoria dos processos e redução dos desperdícios da empresa. Tais pilares representam pontos referentes à produção, cercando todos os aspectos relacionados à eficiência e segurança nas operações, de



modo que tenha um alto padrão de qualidade e custos reduzidos (HAJIME, 2012), sendo representados na Figura 4:

Figura 4 – A casa WCM dos Pilares Técnicos.



Fonte: Introdução ao WCM, Yamashina, 2012.

O Pilar Segurança tem como objetivo garantir a integridade física das pessoas; o Pilar Melhoria Focada tem a função de providenciar o método e as ferramentas de trabalho; o Pilar Custos fornece a priorização financeira das perdas; o Pilar de Atividades Autônomas tem a finalidade melhorar o ambiente de trabalho; o Pilar Manutenção busca aumentar a disponibilidade das máquinas; o Pilar Qualidade, produzir produtos sem defeitos; o Pilar Logística, reduzir estoques e movimentações; O Pilar Gestão Preventiva de Equipamentos garante que as novas aquisições de equipamentos ocorram dentro dos conceitos WCM; o Pilar Desenvolvimento de Pessoas tem a finalidade treinar e desenvolver as competências das pessoas; O pilar de Meio Ambiente atua sobre os aspectos e impactos ambientais, promovendo a sustentabilidade ambiental (MARTINS, 2016) e será detalhado a seguir.

### 3.3.1.3 O Pilar de Meio Ambiente

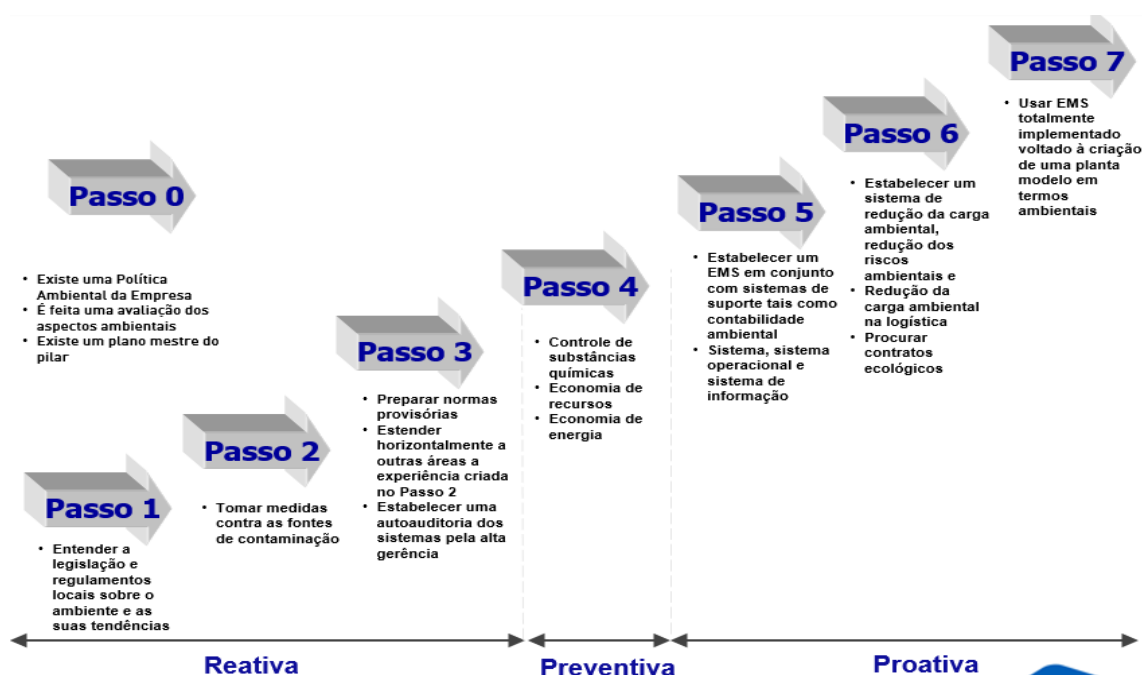
O Pilar de Meio Ambiente implementa ações em prol do meio ambiente que também possibilitam diminuir os custos e aumentar a qualidade dos serviços, em coerência com os princípios de responsabilidade socioambiental e principalmente de um desenvolvimento sustentável (HAJIME, 2012). É um instrumento de gestão que permite identificar, entender,

reduzir e controlar o impacto ambiental gerado no processo produtivo completo e tem como prioridade:

- a) A Prevenção da Poluição;
- b) O melhoramento contínuo para redução dos impactos ambientais;
- c) Diminuição do consumo dos recursos energéticos e hídricos;
- d) Redução da geração de resíduos;
- e) Melhoramento da coleta seletiva;
- f) Melhoramento da qualidade das emissões atmosféricas;

Dentro do pilar de meio ambiente é seguida a lógica dos 7 passos para sua implementação nas organizações, como mostrado na Figura 5. Os 7 passos consistem de uma abordagem sistêmica e gerencial para eliminar ou reduzir os impactos ambientais decorrentes das atividades realizadas pela empresa (MARTINS, 2016).

Figura 5 – Os 7 passos do Pilar de Meio Ambiente seguindo a metodologia de WCM.



Fonte: Environment pillar, Yamashina, 2012.

A implementação dos 7 passos do pilar (Passo 0 ao Passo 7) em uma indústria, permitem a redução de perdas, resíduos, fontes de poluição, e até mesmo na eliminação das condições e comportamentos de acidentes ambientais potenciais, tornando-a protetora do meio ambiente, sendo um modelo global com mais força competitiva no mercado (PEREIRA, 2015).

Assim, diante do alto consumo de água na fábrica da organização em questão, o presente trabalho focou no passo 4 (Economia de recursos) na tentativa de reduzir o consumo do recurso tão essencial para o ser humano, além de escasso, que é a água, o que será através dos 7 passos de água.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Histórico da empresa**

A empresa na qual foi desenvolvido o presente trabalho é uma das maiores produtoras de bens de consumo do mundo. Há mais de 90 anos no Brasil, contendo mais de 400 marcas de produtos, e presente em mais 190 países, a empresa tem um forte impacto sobre o mundo, tomando medidas sustentáveis e obedecendo os 3 pilares: econômico, social e ambiental.

Por questões de confidencialidade, o nome da empresa estudada não será divulgado. Assim, a empresa estudada será referida como “Uno”.

### **4.2 Estudo de caso**

A empresa em questão é uma marca reconhecida mundialmente por sua preocupação e cuidado com o meio ambiente. Hoje, a fábrica de alimentos de Pouso Alegre possui alto consumo diário de água, sendo utilizada desde seus processos até formulações. Desta forma, o projeto visa reduzir as perdas de água na fábrica, de acordo com legislações nacionais e padrões pré-estabelecidos pela organização, como qualidade e segurança.

De acordo com a metodologia de WCM, a análise e tomada de medidas para a redução da perda de água na manufatura alimentícia da empresa Uno será realizada por meio dos 7 passos de água, passos estes inseridos dentro do Passo 4 do pilar de Meio Ambiente.

A lógica do método permite focar as intervenções de melhoramento nas perdas mais significativas em relação ao consumo de água. Sendo os 7 passos detalhados a seguir.

### **4.3 Passo 1: Escolha da área modelo**

Este passo tem como intuito selecionar uma área em específico para que os demais passos sejam aplicados onde uma ordem de priorização é seguida conforme o valor de maior consumo de água da organização.

A área modelo escolhida para a execução dos 6 passos de água seguintes pode ser definida como uma linha parte de um processo específico ou como vários em conjunto, como uma manufatura. O tamanho da área modelo escolhida pode ser determinado de acordo com os resultados que se espera obter quanto à quantidade de recursos disponíveis para o projeto seja tempo, investimento ou até mesmo de pessoas.

#### **4.4 Passo 2: Investigação**

O segundo passo consiste em uma investigação aprofundada e para iniciá-la é fundamental o entendimento quanto as particularidades dos processos. O principal objetivo deste passo é o de descobrir e analisar as principais características dos equipamentos e das operações da área modelo.

#### **4.5 Passo 3: Medição, auditorias e treinamentos.**

No passo 3, é realizada a instalação de medidores, caso haja necessidade, para estimar o volume consumido de equipamentos e em tais partes do processo. São avaliados também o comportamento de consumo ao longo de determinado período e envolvidos os colaboradores para a educação no quesito ambiental, como a redução de consumo de água, neste caso.

As principais atividades deste passo são:

- Escolher os pontos de medição e métodos de medição efetiva para a área modelo;
- Entender a parte fixa e a parte variável do consumo de energia;
- Compreender a situação do consumo de energia ao longo do tempo;
- Estabelecer um sistema de auditoria;
- Conscientizar os colaboradores quanto à política ambiental e seus compromissos;
- Envolvimento de todas as pessoas da fábrica.

Para a medição do consumo os dados são acompanhados por meio de telas no supervisor e utilizando softwares e até mesmo calculados manualmente. Posteriormente ao monitoramento, os dados são compilados para avaliar o comportamento do consumo em relação à produção, eficiência de linhas, além dos custos.

#### **4.6 Passo 4: Análise**

No passo 4 é realizada a análise dos dados coletados no passo 3 e a partir do consumo obtido, estuda-se qual o real consumo necessário nos processos, sendo o restante consideradas as chamadas perdas, ou seja, os desperdícios.

As perdas são acarretadas pelo uso indevido da água, seja pelo não aproveitamento de modo correto como o uso desnecessário, presença de vazamentos em tubulações ou bombas, uso excessivo e até mesmo a falta de práticas sustentáveis, como o reaproveitamento deste recurso tão essencial.

Do total do consumo obtido, a parcela de consumo realmente necessária à produção é subtraída, sendo a parcela encontrada o montante das perdas, dais quais são estratificadas, agrupadas e diferenciadas em 7 tipos.

**Perda tipo 1** – Devido ao consumo desnecessário em períodos e locais não produtivos, tais como:

- a) Consumo de água em horário não produtivo, como exemplo: paradas da operação para almoços, final de semana, feriados e paradas de produção.
- b) Processos não produzindo naquele momento, mas com algum tipo de consumo, devido a alguns equipamentos fazerem uso de água como lubrificação, resfriamento.
- c) Uso não necessário da água, como acionamento de água na torneira de assepsia sem o uso intencional de água pelo operador.

**Perda tipo 2** – Devido ao consumo excessivo durante a produção normal

- a) Equipamentos operando sempre com capacidade máxima:
  - Temperatura acima do especificado e do necessário;
  - Vazão de resfriamento e lubrificação acima do necessário e recomendado.
- b) Baixa Saturação de Produção:
  - Equipamentos operando ociosamente;
  - Consumo não proporcional à produção.
  - Início ou desligamento não otimizados.
- c) Superdimensionamento dos equipamentos:
  - Locais de resfriamento não otimizados;
  - Sistema de Lubrificação superdimensionado.

**Perda tipo 3** – Devido à não otimização dos equipamentos.

- a) Equipamento não opera em condições de projeto:
  - Falta de manutenção.
- b) Falta de manutenção preventiva:
  - Equipamentos degradados e operando abaixo da capacidade nominal.

- c) Equipamentos obsoletos:
  - Projetos de equipamentos antigos.
  - Não utilizar motores de alto rendimento.
  - Equipamentos operando em faixa fixas de trabalho.
  - Ausência de controles para desligar as máquinas, quando sem produção.

**Perda tipo 4** – Devido a não reutilização de parte da água consumida.

- a) Água para resfriamento que não entra em contato com produtos ou outras fontes de contaminação
  - Não recuperar água de resfriamento de selos de bombas, trocadores de calor, caldeiras.
- b) Água de enxague de processos em outros enxagues.
  - Não recuperar água do último enxague de CIP (*Cleaning in place*) para limpeza do chão ou uso em sanitários.

**Perda tipo 5** – Devido perdas na distribuição de água.

- a) Vazamentos de água em tubulações, válvulas, conexões e bombas.
- b) Falta de isolamento em tubulações.

**Perda tipo 6** – Perdas durante fase de transformação da água seja no seu tratamento pré ou pós consumo

- a) Baixa eficiência durante o processo de transformação  
Exemplos de baixa eficiência:
  - Estação de tratamento de efluentes
  - Estação de tratamento da água desmineralizada

**Perda tipo 7** – Perdas na fonte de água por não utilizar outras possíveis fontes como as renováveis ou mais abundantes que agridam o menos possível o meio ambiente.

- a) Fontes alternativas de captação de água:
  - Captação da água de chuva para uso em processos que não haja necessidade de determinados padrões de potabilidade.

#### 4.7 Passo 5: Contramedidas

Neste passo, as perdas encontradas no passo anterior são debatidas e sugeridas soluções para cada uma encontrada. O passo 5 tem como intuito minimizar o máximo possível das perdas encontradas na área modelo, por meio da implementação de projetos, sendo as chamadas contramedidas.

Ainda, para cada prática idealizada é analisado:

- Desenvolvimento do sistema de parada do equipamento em caso de não produção, (Perda do tipo 1);

- Contramedidas para reduzir o consumo de água (Perda do tipo 2);
- Otimização do consumo de água (Perda do tipo 3);
- Exercício de recuperação de energia (Perda do tipo 4);
- Contramedidas contra vazamentos (Perda do tipo 5);
- Melhoria da eficiência por melhores tecnologias (Perda do tipo 6);
- Redução da captação de água utilizando outros meios (Perda do tipo 7).

Todas as atividades do passo 5 devem seguir a metodologia WCM levando em consideração a priorização das perdas encontradas e para estas, baseados nos 7 tipos deve-se elaborar um plano de ação para cada a diferentes prazos de execução (curto, médio e longo prazo), além da instauração de medidas visando a redução de consumo.

#### **4.8 Passo 6: Análise dos resultados e padronização**

Já o passo 6 é responsável pela análise das contramedidas idealizadas no passo 5, sendo debatido a eficácia de cada ação implementada para a redução da respectiva perda e avaliado o impacto destas no consumo final de água e logo, o impacto nos indicadores e caso efetivas, propor opções para a padronização dos projetos em outras áreas, seja da própria manufatura ou até mesmo da companhia.

Os pontos observados neste passo são:

- Padronizar todas as melhorias das ações realizadas no passo 5;
- Criar e conscientizar sobre as lições aprendidas acerca de economia de água;
- Compartilhar as melhores práticas do projeto com as áreas semelhantes.

#### **4.9 Passo 7: Expansão horizontal**

No último passo, o passo 7, as demais ações executadas no passo 5 e analisadas no passo 6 são replicadas para os equipamentos semelhantes aos dos projetos. O principal intuito desta expansão e abrangência é o ganho de velocidade para implementação de boas práticas na organização, agregando valor tanto relacionado a custo quanto ambiental, como se trata de um recurso escasso e tão essencial.

As principais práticas deste passo são:

- Expandir as melhorias da área modelo para áreas semelhantes;

- Compartilhar as lições aprendidas com outros setores e até mesmo outras manufaturas da organização.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Aplicação da metodologia

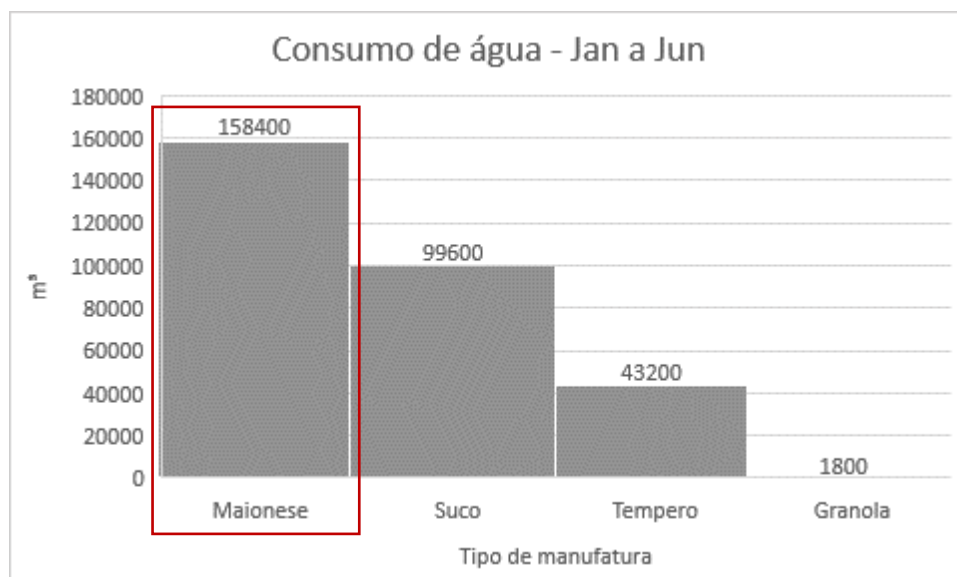
Tomando como base a metodologia WCM além da vivência dentro da fábrica, o projeto foi realizado de acordo com as oportunidades encontradas, necessidades e principalmente, a adequação do negócio quanto às práticas produtivas de acordo com a política da organização.

Por questões de confidencialidade, todos os valores citados no presente trabalho serão fatorados em relação aos valores reais.

#### Passo 1: Escolha da área modelo

No passo 1 foi realizada a escolha da área/equipamentos de maior consumo de água dentro da manufatura de alimentos em questão. Na Figura 6 é apresentado o consumo de água da fábrica em m<sup>3</sup> estratificado pelas manufaturas existentes atualmente.

Figura 6 – Consumo de água da fábrica para cada tipo de manufatura.



Fonte: Autor, 2020.

A manufatura de maionese é a maior consumidora de água da fábrica, consumindo em média 158.400 m<sup>3</sup> em 6 meses, chegando até 30.000 m<sup>3</sup> de água por mês. Deste consumo, cerca



de 98% é utilizado dentro da manufatura e 2% por rateio das áreas em comum, como utilidades, restaurante, banheiros de vestiários, entre outros.

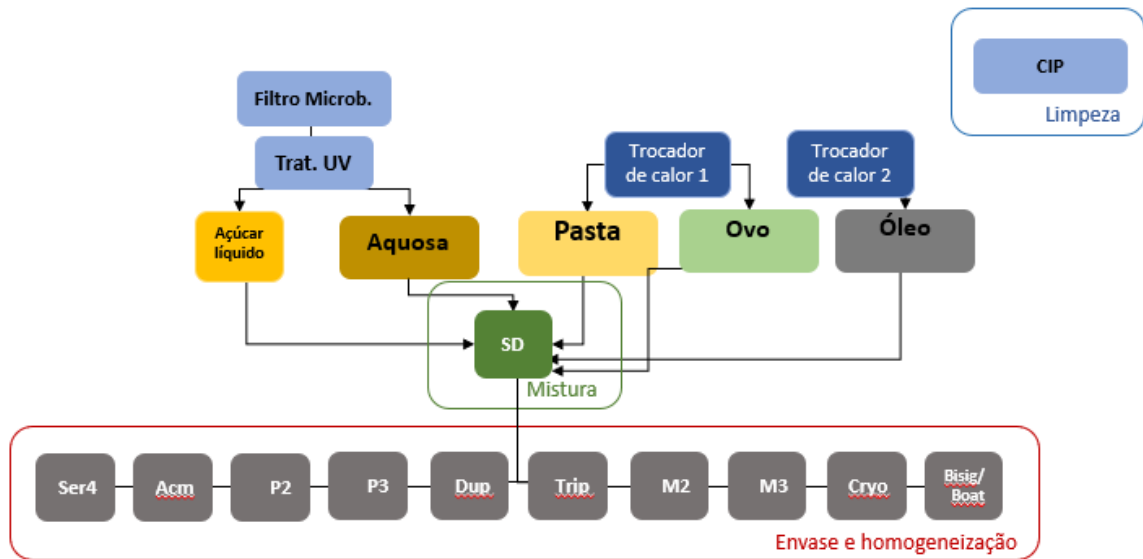
O processo de produção de maionese é um processo relativamente simples, no qual as fases: aquosa, pasta, ovo, óleo e açúcar líquido, passam por um processo de mistura e homogeneização transformando no produto final.

Para a fase aquosa, a água captada de poços artesianos é submetida a um processo de filtração e posteriormente a um tratamento UV, ambos para a remoção total de microrganismos e impurezas. Para a pasta, uma mistura de amido e alguns aditivos é realizada e para que se transforme em uma pasta líquida, trocadores de calor são necessários para que haja o cozimento e resfriamento da mistura. Para o ovo e o óleo, trocadores de calor também são exigidos para que a temperatura do processo seja estável e conserve a matéria-prima. Já o açúcar, provindo do fornecedor na forma cristalizada, é dissolvido em água para compor a receita.

Em seguida, a dosagem e junção de todas estas fases é feita no SD (sistema digital) através de softwares. Após dosadas e misturadas, a maionese parte para a linha de envase, na qual existem moinhos que irão realizar sua homogeneização para que em seguida, sejam envasadas nas embalagens.

Atualmente, existem 11 linhas de envase (Ser, Acm, P2, P3, Dup, Trip, M2, M3, Cryo, Bisig e Boat) sendo 10 moinhos e para todos eles, se faz necessário o uso de água para resfriamento e lubrificação. Após homogeneizadas, a maionese é envasada em embalagens e rotuladas, partindo posteriormente para as encaixotadoras de cada linha. A limpeza interna das tubulações é denominada CIP (*Cleaning in Place*) e ocorre a cada troca de produto, ou falha na produção, como dosagem incorreta ou problemas na máquina. O fluxo do processo de maionese citado é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Diagrama de blocos do processo de maionese.

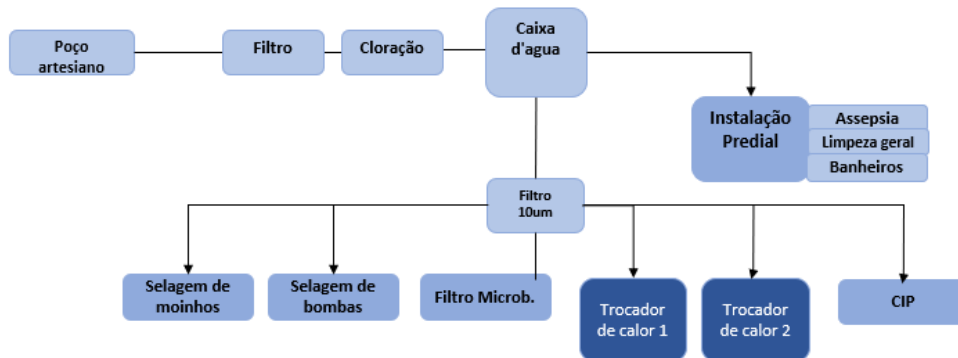


Fonte: Autor, 2020.

No processo de produção de maionese a água é um elemento imprescindível. Na fábrica da unidade de Pouso Alegre ela é captada de poços artesianos e para atender os padrões de qualidade necessários para seu uso, passa pelos processos de filtração e cloração, sendo armazenada em seguida em uma caixa d'água. Parte desta água armazenada, é enviada para a manufatura com destino às instalações do prédio em que está localizada, sendo utilizada para assepsia, limpeza em geral da manufatura e banheiros, como o uso nos sanitários.

Devido aos padrões de potabilidade exigidos pelas normas da Uno, a água que poderá entrar em contato com alimento deve passar por mais um filtro microbiológico para retirada das impurezas. Deste modo, outra parcela da água armazenada na caixa d'água é encaminhada para um filtro microbiológico, o que posteriormente, é distribuída para a selagem dos moinhos na linha do envase, selagem de bombas, outro filtro microbiológico para a preparação da água que irá na formulação do produto (fase aquosa), resfriamento de trocadores de calor (para o óleo, ovo e pasta), além da CIP (limpeza das tubulações). Um exemplo do fluxo citado é demonstrado no diagrama de blocos da Figura 8.

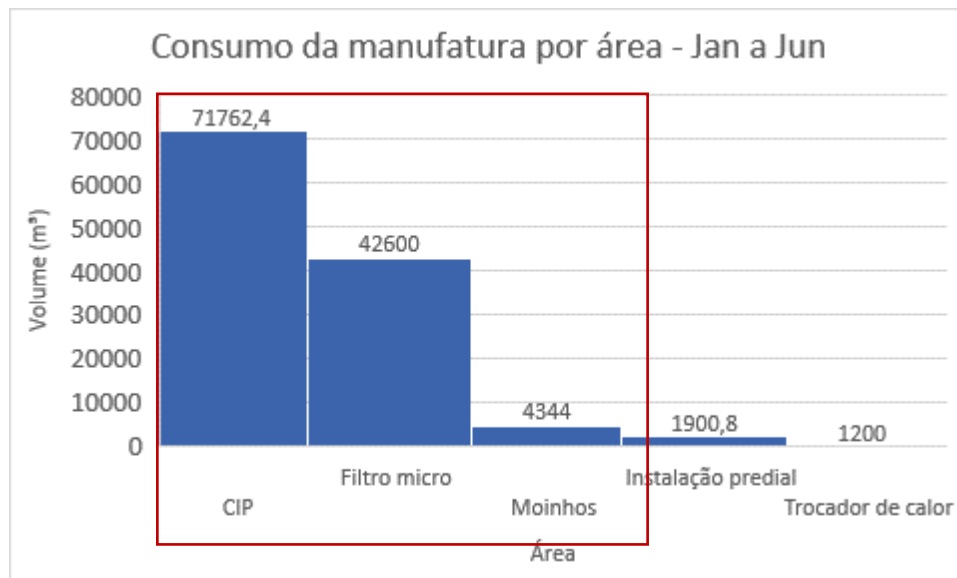
Figura 8 – Diagrama de blocos das áreas que consomem água no processo de maionese.



Fonte: Autor, 2020.

Das áreas em que se foi possível mensurar o consumo real de água, são representadas na Figura 9 a seguir. A ausência de medidores de vazão em muitas localidades do processo dificultou no dimensionamento correto das perdas e consumo da manufatura como um todo.

Figura 9 – Consumo de água da manufatura para cada tipo de área.



Fonte: Autor, 2020.

As três áreas que mais consomem água na manufatura de maionese são: CIP (“*Cleaning in Place*”) a qual é a limpeza que ocorre dentro das tubulações por onde são transportadas as fases dos produtos e até mesmo o produto final. O filtro microbiológico, no qual a água que

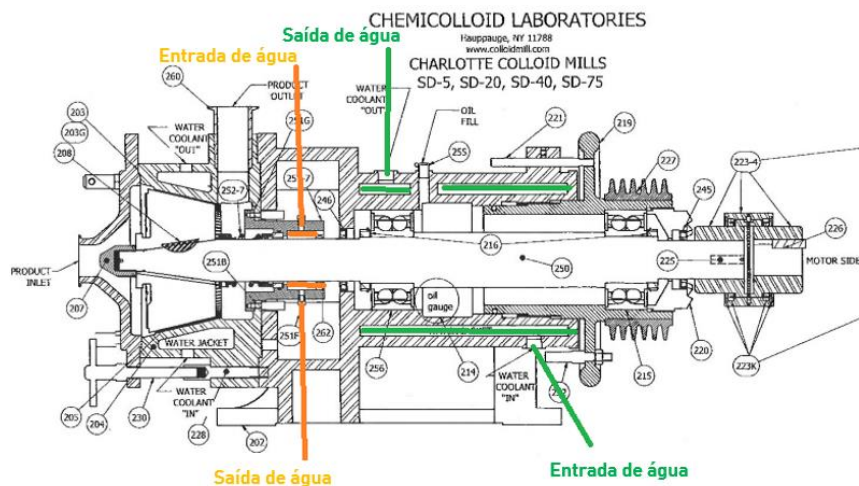
permeia este filtro é a água utilizada no produto diretamente (parte da receita/formulação) e em terceiro, a água de selagem dos moinhos, localizados no processo de envase da maionese.

A CIP vem sendo debatida por especialistas e algumas reestruturações paralelas se iniciaram no decorrer do ano de 2020, sendo esta área no atual cenário, inviável para o estudo em questão. Quanto ao filtro microbiológico, por padrões de qualidade do produto e formulações, a modificação quanto ao consumo de água desta etapa também se torna inviável. Sendo assim, a área modelo escolhida foi a área de envase, mais especificamente os moinhos do processo de homogeneização da maionese.

## Passo 2: Investigação

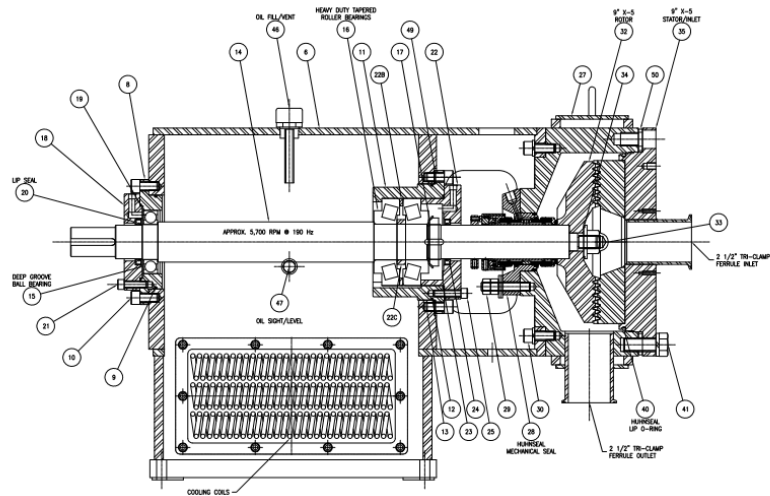
Neste passo, um estudo mais aprofundado foi realizado acerca dos moinhos do processo de homogeneização. Atualmente existem dois modelos de moinhos, sendo o modelo C e o modelo S. As Figuras 10 e 11 representam cada modelo de moinho e seu respectivo sistema de resfriamento de água, enquanto a tabela 1 apresenta o estudo levantado para cada respectivo modelo.

Figura 10 – Moinho modelo C.



Fonte: Manual do fabricante, 1995.

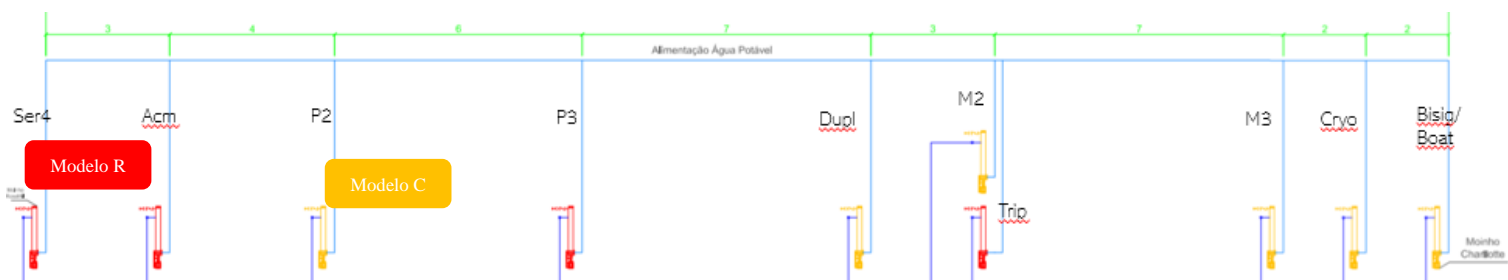
Figura 11– Moinho modelo R.



Fonte: Manual do fabricante, 2010.

O envase é processo onde ocorre a homogeneização final da maionese que em seguida, é envasada nas embalagens. Atualmente, existem 11 linhas de envase e 10 moinhos, onde as linhas Bisig e Boat utilizam o mesmo moinho e sendo os moinhos em vermelho os moinhos de modelo C, enquanto os em amarelo os de modelo R. As especificações de cada modelo são apresentadas na tabela 1.

Figura 12 – Área de envase com as respectivas linhas de moinhos.



Fonte: Autor, 2020.

Tabela 1 – Especificações dos modelos de moinhos C e R.

<b>Modelo C</b>	<b>Modelo R</b>
Linhas: P2, M2, M3, Cryo, Dup e Bisig/Boat	Linhas: Ser4, P3, Trip e Acm;
Modelo mais antigo	Modelo mais novo
Vazão recomendada: 4 L/min	Vazão recomendada: 1,5 L/min
Temperatura de operação: 18 °C	Temperatura de operação: 18 °C
Pressão de operação: 2 bar	Pressão de operação: 2 bar
Sistema de liga/desliga da água manual	Sistema de liga/desliga da água automático
Água potável utilizada para resfriamento do selo e óleo	Água potável utilizada para resfriamento apenas do selo. (para resfriamento do óleo usa-se água gelada)

Fonte: Autor, 2020.

A linha P2 apesar de seguir o modelo de moinho C, possui um sistema de automatização adaptado, o que torna o seu sistema de liga e desliga de água automático.

No processo de fabricação da maionese, utilizam-se moinhos para homogeneização do produto. Por se tratar de um equipamento hidráulico no qual é submetido a altas pressões, há a necessidade de um equipamento de vedação, os chamados selos mecânicos. Para o referente processo foram escolhidos os selos do tipo cartucho onde estes operam a altas pressões, o que acarreta no aumento de temperatura no seu interior, havendo assim, a necessidade de resfriamento e lubrificação, em que se utiliza água.

De acordo com a *Safe Water Usage* da empresa Uno, a água utilizada como fim de resfriamento, em trocadores de calor e vasos encamisados por exemplo, embora normalmente não esteja em contato direto, caso haja alguma avaria, como corrosão, a mesma pode entrar em contato indiretamente com o produto. Deste modo, esta água deve sempre ser derivada de uma fonte potável, ser tratada, por exemplo, com cloro de acordo com GMP (*Good manufacturing practices*) e deve ser livre de partículas. Sendo assim, é exigido da água para resfriamento dos moinhos teste padrão de potabilidade e por isso, atualmente água passa pelo moinho, o resfria e lubrifica e em seguida é descartada em um dreno, o efluente limpo é enviado para a estação de tratamento de efluentes.

Já a torre de resfriamento de utilidades tem como função resfriar a água que é aquecida nos processos dentro das manufaturas. Ela opera em todos os dias da semana e é de fundamental importância para o funcionamento da fábrica e dos processos em geral e opera em circuito fechado, onde a água circula pelas manufaturas, recebe calor dos processos e, por meio de tubulação, retorna para a torre com o objetivo de voltar a temperatura inicial ( $T_{\text{média}}=23^{\circ}\text{C}$ ). Após resfriada, a água volta para as manufaturas para que o ciclo inicie novamente. Apesar deste ciclo ser fechado, a torre perde por evaporação uma grande quantidade de água diariamente, sendo uma grande fonte de consumo da fábrica e como atualmente, não é de fonte potável, tem-se a possibilidade de reuso de outras fontes para minimizar este consumo.

Todo o efluente gerado na fábrica é destinado à ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) da própria empresa. Na ETE, além do custo de energia para bombear todo o volume que chega, o efluente é tratado, lançado ao rio e a operação de equipamentos, os produtos químicos utilizados nos tratamentos também possuem um alto custo, o que indica que quanto menor o volume de efluentes que chega até a ETE, menor é o custo e o impacto ambiental.

### **Passo 3: Medição, Auditorias e treinamentos**

Neste passo, após estudados os modelos de moinhos, seus respectivos funcionamentos, além da torre de utilidades como possíveis oportunidades de utilização destes recursos, realizaram-se as medições de vazão (L/minuto) e temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água de cada linha, sendo os valores encontrados apresentados nas tabelas 2 e 3 a seguir.

Tabela 2 – Medição de vazão e temperatura para os moinhos modelo R.

<b>Linha</b>	<b>Real (L/min)</b>	<b>Temperatura (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>
Ser4	1,50	25,4
P3	1,61	26,3
Trip	2,60	23,9
Acm	7,15	21,1

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 3 – Medição de vazão e temperatura para os moinhos modelo C.

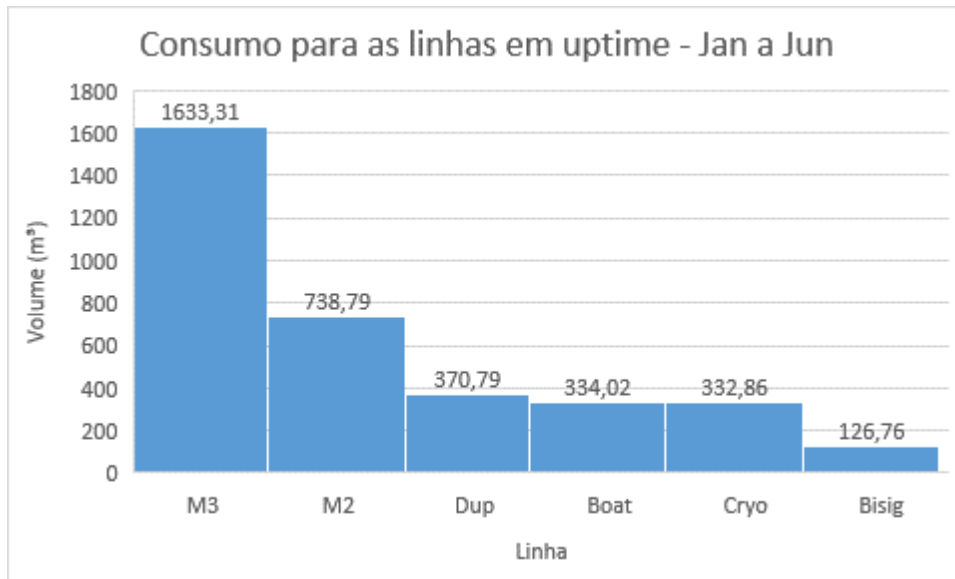
<b>Linha</b>	<b>Real (L/min)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
P2	4,80	23,8
M2	8,29	23,8
M3	3,46	22,7
Cryo	4,48	23,4
Bisig/Boat	3,74	24,1
Dup	3,94	23,8

Fonte: Autor, 2020.

Após medidas as vazões e temperaturas da água de cada linha, a partir de dados fornecidos pelos coordenadores da manufatura, calculou-se o volume consumido de água mensalmente, sendo para os moinhos R (automáticos) considerado o *uptime* (tempo efetivo de produção) e para os moinhos C (manuais) o *loadtime* (tempo de produção contabilizando pequenas paradas). O *uptime* e *loadtime* foi disponibilizado em horas por mês e a partir delas, realizado o cálculo de volume em m<sup>3</sup> para os 6 primeiros meses do ano de 2020, como demonstrado nas Figuras 13 e 14.

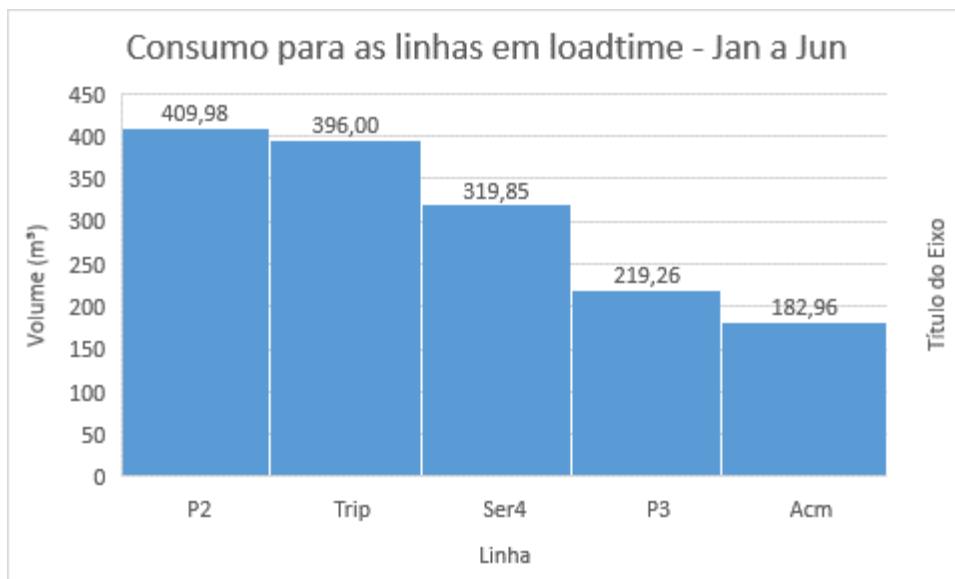


Figura 13 – Consumo das linhas operando em *uptime*.



Fonte: Autor, 2020.

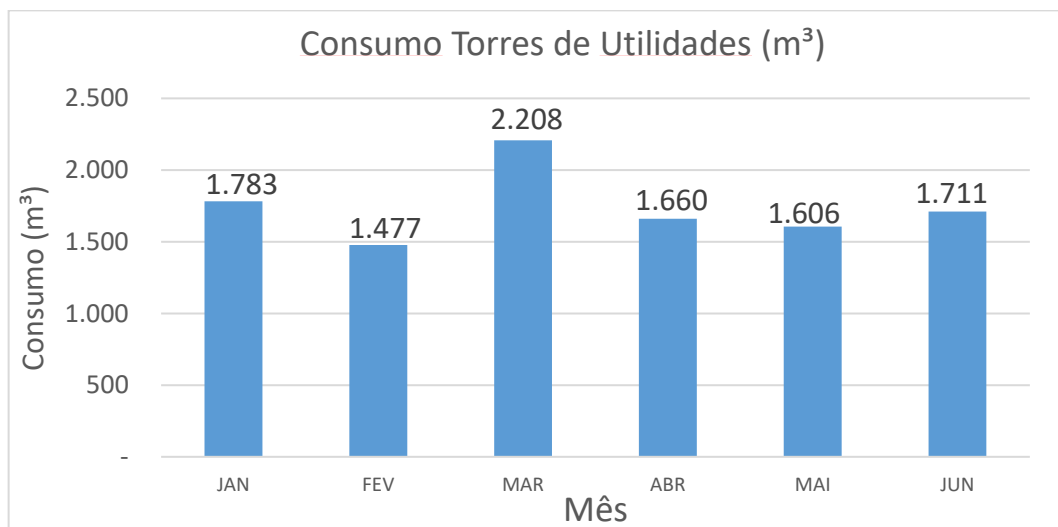
Figura 14 – Consumo das linhas operando em *loadtime*.



Fonte: Autor, 2020.

A torre de resfriamento de utilidades opera em circuito fechado, no entanto perde um determinado volume de água por evaporação. Para medição deste volume, os operadores do setor de utilidades, realizam um controle diário sobre seu volume consumido. O consumo no ano de 2020 até o momento são demonstrados na Figura 15.

Figura 15 – Consumo de água da torre de utilidades por mês.



Fonte: Autor, 2020.

Na fábrica, o setor de meio ambiente é responsável pela E-MAT (Auditoria Interna de Meio Ambiente). No mês de julho deste ano, foi aplicado o treinamento de como realizar esta auditoria para toda a liderança e membros do pilar de Meio Ambiente. Atualmente, as auditorias são realizadas por oportunidade, tendo a liderança a meta de uma auditoria por mês enquanto os membros do pilar de Meio Ambiente a meta de uma auditoria por semana.

Foram realizadas E-MATs na área de envase e em uma delas pode-se detectar que o moinho da linha Cryo estava com o sistema de resfriamento de água ligado enquanto a linha não estava operando, encontrando-se então um tipo de perda. Quanto as demais características dos moinhos os operadores das linhas foram auditados e não delataram nenhum outro problema.

Como forma de treinamento e conscientização dos colaboradores da fábrica, informativos sobre os indicadores e dicas de como fazer o uso racional deste recurso foram divulgados por meio do “MinUto Meio Ambiente”, um informativo semanal por e-mail, televisões e quadros de aviso, além da campanha do Dia Mundial da Água. Um exemplo de *layout* divulgado é representado nas Figuras 16 e 17.

Figura 16 – Folder MinUto Meio Ambiente especial água.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 17 – Campanha Dia Mundial da Água.

**ENV 22 DE MARÇO - DIA MUNDIAL DA ÁGUA**

**VOCÊ SABE O QUE PODE FAZER PARA ECONOMIZAR ÁGUA?**

**EM CASA**

- Evite** barbear ou depilar-se embaixo do chuveiro aberto
- Escovar os dentes** utilize uma caneca ou feche a torneira
- 3 segundos** são suficientes no acionamento do botão da válvula de descarga
- Ensaboe todos os** utensílios com a torneira fechada
- 5 minutos** são suficientes para higiene pessoal de maneira adequada
- Alimentos congelados** retire do refrigerador com antecedência, **evite usar água corrente**
- Resíduos de alimentos** retire antes de lavar a louça, sem a utilização de água
- Detergente em excesso** aumenta o consumo de água no enxague

**NA FÁBRICA**

Viu um vazamento? Abra uma etiqueta de SHE!

✓Preencha a etiqueta;

Data do preenchimento da etiqueta, área e linha onde ela está sendo aberta, nome, RE e turno do responsável pela abertura.

Identifique se a etiqueta que você está abrindo está relacionada a máquina, à mão de obra, ao material ou ao método.

Coloque a ação corretiva realizada ou sugerida e o nome do responsável e RE.

**ETIQUETA SHE**

Segurança  Saúde  Meio Ambiente  P.T. Empresa

Nome: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Condição Insegura  Avaliação de Risco

Inspeção Planejada  LAIA

Cipa  Acidente

Incidente  Alto Inseguro

Desperdício/Vazamento

**Potencial de Gravidade (Descrição no Verso)**

A - Maior  B - Médio  C - Menor

Relacionado a:

Máquina  Material

Mão de obra  Método

Descrição da Ocorrência: \_\_\_\_\_

Ação Corretiva: \_\_\_\_\_

Responsável: \_\_\_\_\_ RE: \_\_\_\_\_

**RISCO B**  
 Dano a propriedade que pode resultar em perda parcial menos severa que a do Risco (A), dano ambiental grave sem afetar a imagem da empresa.

Explique o motivo pelo qual estamos preenchendo essa etiqueta. Uma boa descrição da ocorrência facilita o trabalho de quem irá resolvê-la.

✓Cadastre no sistema Sigga Brizzo;  
 ✓Coloque no local em que se encontra o vazamento.

Fonte: Autor, 2020.

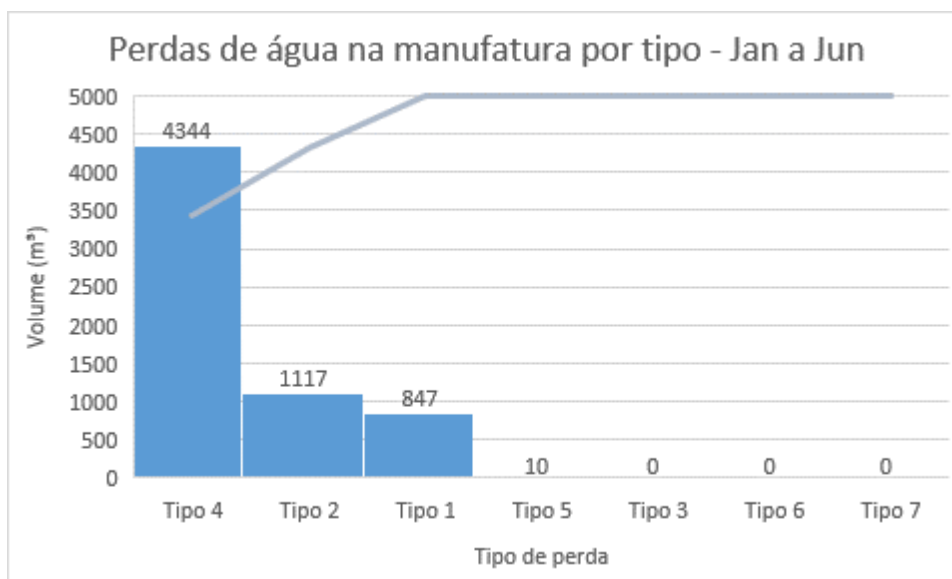
**Passo 4: Análise dos dados coletados**

Neste passo foram analisados o consumo de água pelos 7 tipos de perda de água, cujo intuito é o de estratificar e agrupar a parte do consumo identificada como perda, em distintas etapas referentes à produção e ao uso deste recurso. Sendo os tipos de perdas:

- Perda de tipo 1: Perda por consumo desnecessário;
- Perda de tipo 2: Perda por consumo excessivo;
- Perda de tipo 3: Perda por falta de otimização;
- Perda de tipo 4: Perda por falta de reutilização;
- Perda de tipo 5: Perdas na distribuição (exemplo: vazamentos);
- Perda de tipo 6: Perdas de transformação na entrada ou saída (exemplos: perdas na estação de tratamento de efluentes);
- Perda de tipo 7: Perda devido à não utilização de recursos renováveis (exemplo: recuperar água de chuva).

Analisando todo o cenário da área modelo, juntamente com a investigação, medições e auditorias, pôde-se encontrar as perdas do processo de envase para as 11 linhas. As perdas encontradas de forma quantitativa, são demonstradas na Figura 18.

Figura 18 – Volume de perdas de água na manufatura de acordo com os 7 tipos de perda de WCM.



Fonte: Autor, 2020.

A perda tipo 1 – Perda por uso desnecessário foi obtida a partir da hipótese que os moinhos fossem desligados em todas as paradas de produção, o que altera significativamente no volume consumido para as linhas que operam com o sistema de desligamento manual, visto que a diferença entre *uptime* e *loadtime* durante os 6 meses é de 3446 horas ou seja, nesse mesmo intervalo de tempo, não houve produção e, no entanto, a água de resfriamento dos moinhos estava acionada. Além dos períodos de longas paradas, como finais de semana,

feriados, em que as linhas com o sistema manual também não estavam sendo feito o desligamento da água.

Já a perda tipo 2, perda por consumo excessivo, foi calculada com base nas vazões ideais recomendadas pelo fornecedor, de 4 L/min para os moinhos modelo R e 1,5 L/min para os de modelo C. O cálculo foi realizado subtraindo os volumes para as vazões adequadas.

Para a perda do tipo 4, perda por falta de reutilização, se refere a toda a água de resfriamento dos selos dos moinhos utilizada nas linhas de envase, atender aos padrões de qualidade e ser uma água propícia para uso em inúmeras outras atividades. Deste modo, todo o volume de água calculado para a linha dos moinhos foi considerado como uma perda, visto que nenhum tipo de reutilização havia sido realizado e sendo descartado 100% para a estação de tratamento de efluentes, mesmo que em boas condições.

Para a perda do tipo 5, perda na distribuição, estimou-se um valor juntamente com o time de utilidades, visto os vazamentos encontrados no decorrer dos 6 primeiros meses do ano delatados por meio de etiquetas de manutenção. Com estas etiquetas foi possível obter a data a qual foi encontrado o vazamento, local, área, além de detalhes operacionais, sendo possível por meio de uma análise de dados utilizando o Power BI (ferramenta de *Business Intelligence* da *Microsoft*) visualizar se a mesma foi resolvida ou não.

Para as demais perdas, não foi encontrada situações que as justifiquem e que seja possível calculá-las, por isso, atribuiu-se o valor de consumo 0.

### **Passo 5: Contramedidas**

De acordo com a metodologia WCM, as perdas devem ser tratadas por ordem de priorização, sendo da maior perda para a menor. Como a perda tipo 2 envolve maiores detalhes operacionais, optou-se em acordo com a coordenação da área em tratá-la no ano seguinte. Deste modo, inicialmente, tratou-se das perdas tipo 4, tipo 1 e tipo 5.

Para tratar a perda tipo 4 (perda por falta de reutilização), foi criado um projeto de recuperação da água de resfriamento e lubrificação dos selos dos moinhos incrementando as linhas do homogeneizador e bombas de uma outra unidade da área, todos dentro da mesma manufatura e ambos, para uso na torre de resfriamento da fábrica. Para isso, uma nova tubulação de 1" será instalada para cada linha dos moinhos, homogeneizador e bomba, e uma bomba pneumática será acoplada às linhas para transportar água. As linhas serão conectadas a outra adutora que transportará a água até o piso técnico, área localizada em cima do primeiro piso da manufatura e no qual situará o tanque pulmão.

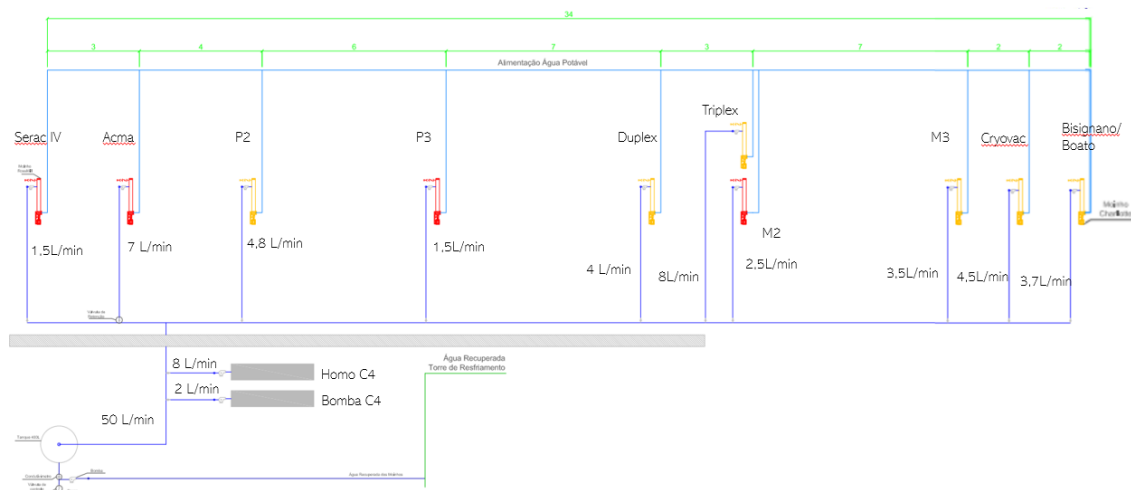
O tanque a ser instalado terá um volume de 400 litros e será conectado a um condutivímetro e a uma válvula 210. O condutivímetro será o controle de qualidade do sistema, visto que caso haja alguma contaminação na água, consiga identificá-la e descartá-la. A válvula 210 receberá os comandos, onde caso leia esta não conformidade, direcionará para um dreno, caso contrário, direcionará a água para a bomba centrífuga.

A bomba centrífuga será conectada a uma nova tubulação sendo esta interligada a tubulação de água de retorno da torre de resfriamento. Caso a água seja direcionada para a bomba, um controlador enviará um sinal para que a bomba transporte esse fluxo até a tubulação da torre de resfriamento. Válvulas de retenção serão instaladas em todas as juntas de tubos e válvulas manuais em todas as linhas de moinhos, homogeneizador e bombas.

Paralelamente à montagem do equipamento, será realizada a instalação de uma eletroválvula, o assentamento dos cabos e a montagem da infraestrutura elétrica. Será feita também a automação de bombas, válvulas, condutivímetro, além de ser criada uma tela no supervisor para todo o novo sistema.

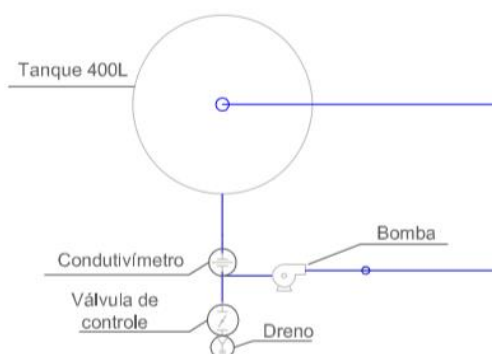
Após todos os equipamentos instalados, serão realizados o comissionamento e a criação de procedimentos padrão, treinamentos, *checklists* de inspeção e limpeza, todos para o perfeito funcionamento do projeto. As Figuras 19 e 20 demonstram o layout do projeto.

Figura 19 – Layout do projeto de recuperação de água na manufatura de maionese.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 20 – Detalhes do layout do sistema de recuperação de água.




Fonte: Autor, 2020.

Para o parecer técnico do projeto foi realizado o MOC (Sistema de gerenciamento de mudanças da fábrica) com as áreas: Qualidade, Segurança, Meio Ambiente, Utilidades, Engenharia, Manutenção, TIM (Tecnologia e Inovação), Manufatura, onde em reunião, apresentou-se o layout e toda a descrição do projeto para os representantes de cada área, além da obtenção de novas ideias e *inputs* para melhor estruturação da proposta. Na reunião que ocorre semanalmente na manufatura o projeto, foi apresentado também para validação da gerência e demais coordenadores da área.

Após o projeto ter sido aprovado internamente na fábrica, para sua implementação foi solicitado a verba via Capex de Sustentabilidade da organização no segmento Brasil e Global. No entanto, de acordo com o atual cenário da pandemia Covid-19, a compra de materiais, instalações dos equipamentos, parte elétrica e automação serão realizadas a partir do próximo ano por questões de logística, financiamento e segurança.

O cronograma com as atividades a serem realizadas no projeto é apresentado na Figura 21.

Figura 21 – Cronograma de macro atividades do projeto de recuperação de água dos moinhos para a torre de resfriamento de utilidades.








CRONOGRAMA DE MACRO ATIVIDADES 

PROJETO RECUPERAÇÃO ÁGUA E			2020												2021																	
ATIVIDADES			Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Mês 1			Mês 2			Mês 3							
Nº	Semana/Mês	Duração	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Estudar 7 passos de água	4 semanas																														
2	Estudar utilidades	4 semanas																														
3	Estudar processos	4 semanas																														
4	Mapear perdas	4 semanas																														
5	Análises de água	2 dias																														
6	Medir vazões	1 semana																														
7	Desenhar projeto	1 semana																														
8	Listar equipamentos	1 semana																														
9	Orçamentos com empresa de Mão de obra	2 semanas																														
10	Orçamentos com empresa de estrutura elétrica	2 semanas																														
11	MOC	1 dia																														
12	Apresentação em reunião de manufatura	1 dia																														
13	Adequação do projeto	7 semanas																														
14	Aprovação da manufatura	1 dia																														
15	Definir investimento e solicitar Capex	1 dia																														
16	Compra de materiais	3 semanas																														
17	Contratação das empresas de mão de obra, automação e	1 semana																														
18	Instalação de tubulações	2 semanas																														
19	Instalação de bombas	4 semanas																														
20	Instalação do tanque	2 dias																														
21	Instalação de válvulas	1 semana																														
22	Instalação do condutivímetro	1 dia																														
23	Instalação de cabos e parte elétrica	2 semanas																														
24	Picagem da tubulação de retorno da torre	1 dia																														
25	Automação do processo	1 semana																														
26	Criação de tela no supervisão	2 dias																														
27	Comissionamento do sistema	2 dias																														
28	Revisão dos equipamentos quanto a NR12, NR10	1 semana																														
29	Criação de guias de lote	2 dias																														
30	Criação de procedimentos padrão, lopp	2 dias																														
31	Treinamentos	3 dias																														
32	Criação de check list de inspeção e limpeza do sistema	2 dias																														
33	Validação do projeto	1 semana																														
34	Encerramento financeiro	2 dias																														

Fonte: Autor, 2020.

Para a perda tipo 1, a perda por uso desnecessário, foi criado um *checklist* de inspeção para que em toda parada de linha, seja por quebra, pequenas paradas ou troca de produto, a água de resfriamento dos selos dos moinhos seja desligada. Tais documentos são demonstrados nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 – *Checklist* de inspeção para moinhos com sistema de liga/desliga de água manuais.

CHECK LIST DE INSPEÇÃO - USO DA ÁGUA NA OPERAÇÃO DO MOINHO (MANUAL)										SEMANA : ____ (de ____ a ____)												WCM										
INSPEÇÃO										Nº Etiqueta (NC)																						
FOTO:	Nº	Componente	Verificar com moinho parado:	Data:	1º			2º			3º			1º			2º			3º			1º			2º			3º			
	1	Moinho	Verificar se o moinho está funcionando;	Turno:																												
	2	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos está ligada;																													
	3	Manopla	Fechar a manopla;																													
	4	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos foi desligada;																													
*EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE ABRIR UMA ETIQUETA WCM E COMUNICAR A MANUTENÇÃO DE IMEDIATO.			Assinatura do operador:																													
OBSERVAÇÕES:																																
Foto	Nº	Componente	Verificar com o moinho ligado:	Data:	1º			2º			3º			1º			2º			3º			1º			2º			3º			
	1	Manopla	Abrir a manopla;																													
	2	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos está ligada;																													
	3	Moinho	Verificar se o moinho está funcionando;																													
*EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE ABRIR UMA ETIQUETA WCM, NÃO ACIONAR O MOINHO E COMUNICAR A MANUTENÇÃO DE IMEDIATO.			Assinatura do Operador:																													
OBSERVAÇÕES:																																

Fonte: Autor, 2020.



Figura 23 – Checklist de inspeção para moinhos com sistema de liga/desliga de água automáticos.

CHECK LIST DE INSPEÇÃO - USO DA ÁGUA NA OPERAÇÃO DO MOINHO (AUTOMÁTICO)																	wcm	
<input type="checkbox"/> Realizado - situação normal <input type="checkbox"/> Realizado - Não Conforme <input type="checkbox"/> Não realizado																	SEMANA : ____ (de ____ a ____)	
INSPEÇÃO																	Nº Etiqueta (NC)	
Foto	Nº	Componente	Verificar com moinho parado:	Data:	1º			2º			3º			4º				
					Turno:	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª		
	1	Moinho	Verificar se o moinho está funcionando;															
	2	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos está ligada;															
	3	Válvula automática	Verificar se a válvula automática está funcionando;															
	4	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos foi desligada;															
*EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE ABRIR UMA ETIQUETA WCM E COMUNICAR A MANUTENÇÃO DE IMEDIATO.			Assinatura do operador:															
OBSERVAÇÕES:																		
Foto	Nº	Componente	Verificar com o moinho ligado:	Data:	1º			2º			3º			4º				
					Turno:	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª	3ª	1ª	2ª		
	1	Válvula automática	Verificar se a válvula automática está funcionando;															
	2	Mangueira de água/dreno	Verificar se a água de resfriamento e lubrificação dos moinhos está ligada;															
	3	Moinho	Verificar se o moinho está funcionando;															
*EM CASO DE NÃO CONFORMIDADE ABRIR UMA ETIQUETA WCM, NÃO ACIONAR O MOINHO E COMUNICAR A MANUTENÇÃO DE IMEDIATO.			Assinatura do Operador:															
OBSERVAÇÕES:																		

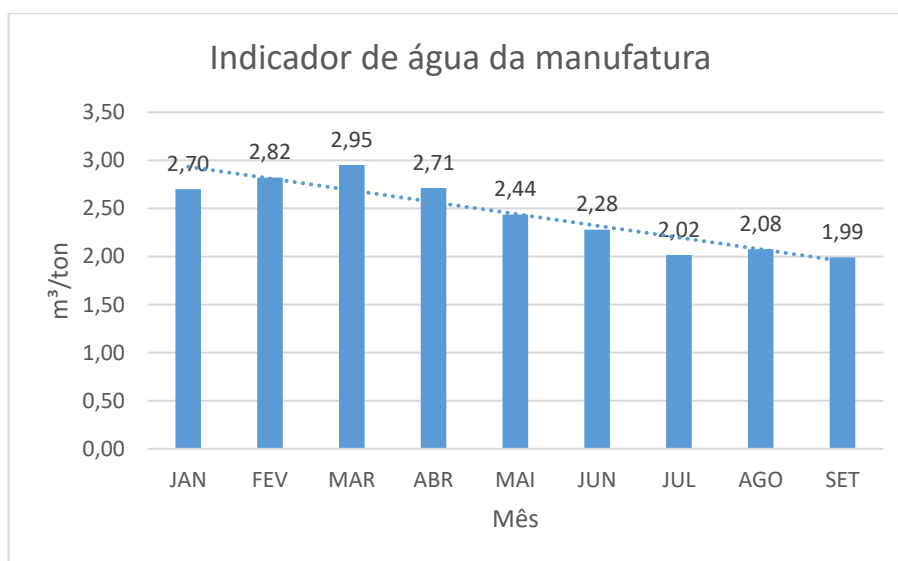
Fonte: Autor, 2020.

Para a perda tipo 5 (perda na distribuição), foi realizado um caça-vazamentos com o time do pilar de Meio Ambiente, onde na reunião do envase, não foi encontrado nenhum vazamento de água. Em paralelo acompanhou-se os dados do Power BI de etiquetas e como nenhuma etiqueta estava em andamento e todas já resolvidas, não houve a necessidade de acionamento do time de manutenção. Caso alguma etiqueta estivesse em aberto, mesmo que dentro do prazo de resolução, um acompanhamento com os mecânicos e coordenadores da manufatura seria realizado.

**Passo 6: Análise dos resultados e padronização**

Tratando-se a perda tipo 1 (perda devido ao consumo inútil) com o checklist de inspeção da água de resfriamento dos moinhos no mês de abril, houve uma redução de consumo significativo o que pode ser visto no indicador de água da manufatura nos meses seguintes, como mostrado na Figura 24. Estes valores foram extraídos do relatório de dados do Power BI dos indicadores de utilidades da fábrica.

Figura 24 – Indicador de água da manufatura com a aplicação do checklist de inspeção da água dos moinhos.



Fonte: Autor, 2020.

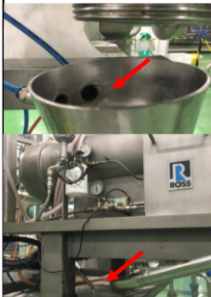
Estimou-se uma média de redução de 1.000 m<sup>3</sup> de água nos 6 meses seguintes (abril a setembro), sendo 170 mil litros de água por mês com a criação do checklist além do benefício quanto a maior conscientização da operação e ao uso racional deste recurso tão essencial.

O indicador de água foi calculado com base nas toneladas produzidas e o consumo de água da manufatura além do rateio (volume proporcional a quantidade de funcionários consumindo água nos restaurantes, vestiários, entre outros). Ele foi apresentado em m<sup>3</sup> de água consumida por tonelada de produto acabado final produzido.

Com o checklist, foi notório que os operadores se atentavam mais quanto ao uso racional da água, além de um maior controle desta operação ter sido criada, onde o checklist se torna um documento que comprova a realização ou não do operador da linha quanto a atividade.


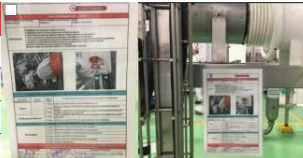



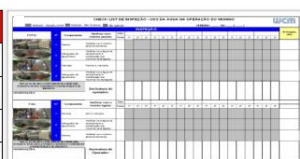

Para conscientização dos colaboradores, uma LPP (lição ponto a ponto) foi criada e repassada, além de uma SOP (Procedimento Operacional Padrão) para treinamento dos mesmos, as quais são apresentadas nas Figuras 25, 26 e 27.

Figura 25 – LPP (Lição ponto a ponto) para uso consciente da água de resfriamento dos selos de moinhos.

LIÇÃO PONTO A PONTO - LPP		WCM
Área: I	Linha: UNIVERSAL	Data: 06/03/2020
Preparado por: Thayná Silva / Bruno Curimbaba		Seq Número:
Tema: OPERAÇÃO DO MOINHO - USO DE ÁGUA		Pilar de WCM:
Classificação	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico	<input type="checkbox"/> Ponto de atenção ou Caso de Problema
		
<p><b>ATENÇÃO</b></p> <p>Toda vez em que não houver operação dos moinhos, seja por parada de produção ou procedimento de LOTO, fazer o DESLIGAMENTO da água de resfriamento e lubrificação dos moinhos.</p> <p>Ao retomar a operação do moinho, RELIGAR a água antes de qualquer atividade.</p> <p><b>*Se atentar ao tipo de moinho e depósito de água.</b></p>		
Descrição: USO CONSCIENTE DE ÁGUA PARA RESFRIAMENTO E LUBRIFICAÇÃO DOS SELOS DE MOINHOS		
Treinamentos	Participante(s) + RE	









Fonte: Uno, 2020.

Figura 26 – SOP (Procedimento operacional padrão) Uso da água na operação dos moinhos – Página 1

SOP - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO				WCM	Número do Documento: 3881
OBJETIVO	Descrição da Operação			PROCESSO O que mudou?	Realizado por
	Área	Atividade	Operação		
	Uso da água na operação dos moinhos				
	Equipamento	Moinho	Frequência	Operação	Nome
			Operação	Sempre que necessário	BRUNO CURIMBABA
					Função
					OPERAÇÃO
					Assinatura
					ESTAGIARIA
1		1	Assim que passada a operação do moinho, seja por parada de produção ou procedimento de loto, avisar o processo (supervisor) para desligar o moinho.	Tempo(s)	5 min
5	Certificar que a produção esteja pausada.				
2		2	Em caso de intervenção no moinho, executar o procedimento de loto seguindo a guia de loto que está localizada no equipamento.	Tempo(s)	20 minutos
5	Checar se o bloqueio de energia foi realmente efetuado. Se atentar aos passos de procedimento de loto.				
3		3	Observar se a água de arrefecimento do moinho foi desligada.	Tempo(s)	2 min
	Para o uso consciente da água verificar se não há vazamentos.				
4		4	Para o moinho que possui sistema de desligamento manual, caso a água ainda esteja ligada, fechar a manopla situada próxima ao moinho.	Tempo(s)	2 min
5	Cuidado ao esticar o braço para fechar a válvula.				
Q	Garantir que a válvula tenha sido fechada completamente.				
5		5	Para o moinho que possui sistema de desligamento automático com válvula automática, caso a água ainda esteja ligada, comunicar o instrumentista.	Tempo(s)	5 min
	Verificar se a válvula está funcionando.				
6		6	Preencher e assinar o check list de inspeção do uso da água dos moinhos no campo: "Verificar com o moinho parado"	Tempo(s)	2 min
	Preencher todos os pontos citados no check list.				
				Data de Elaboração	Data de Atualização
				12/03/2020	Tempo total de treinamento (h)
					47 minutos

Fonte: Uno, 2020.

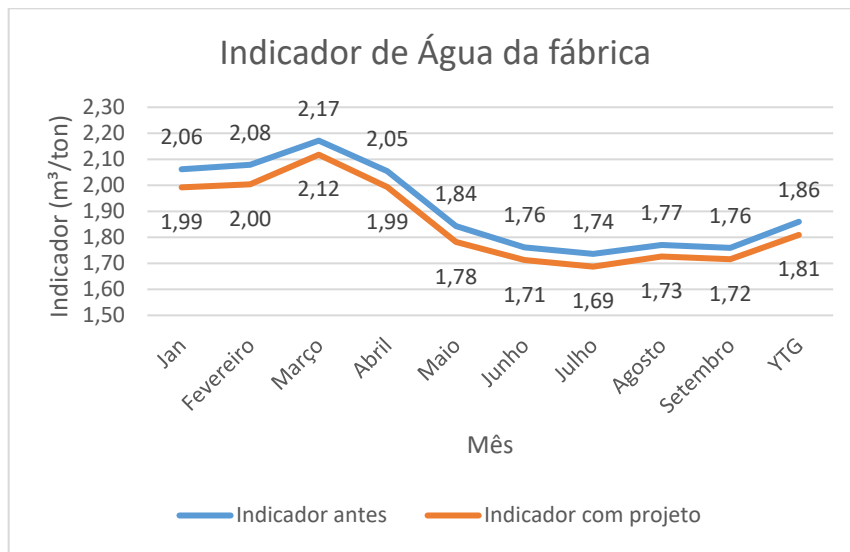
Figura 27 – SOP (Procedimento operacional padrão) Uso da água na operação dos moinhos – Página 2.

SOP - PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO						WCM		Número do Documento: 3881		
OPERAÇÃO	Descrição da Operação			PROCESSO	APROVAÇÃO	Nome		Assinatura		
	Área	Atividade	Operação			BRUNO CURIMBADA	OPERAÇÃO	THAYNA SILVA	ESTAGIÁRIA	
	Uso da água na operação dos moinhos			Formalização do processo de desligar/liga da água de resfriamento e lubrificação dos selos de moinhos.						
	Equipamento	Moinho	Frequência	Sempre que necessário						
<b>7</b>				<b>8</b>				<b>9</b>		
	7 Para restabelecer a ativação do moinho, religar a água antes de qualquer atividade.				8 Para o moinho que possui sistema de desligamento manual, abrir a manopla situada próxima ao moinho.				9 Para o moinho que possui sistema de desligamento com válvula automática e água ainda não esteja ligada, comunicar o instrumentista.	
	Tempo(s) 1 min				Tempo(s) 5 min				Tempo(s) 5 min	
	Não ligar o moinho caso a água não esteja ligada.			<b>S</b>	Cuidado ao esticar o braço para fechar a válvula.			<b>Q</b>	Verificar se a válvula está funcionando.	
				<b>Q</b>	Garantir que a válvula tenha sido aberta completamente.					
										
	Preencher e assinar o check list de inspeção do uso da água dos moinhos no campo: "Verificar com o moinho ligado"									
	Tempo(s) 2 min									
	Preencher todos os pontos citados no check list.									
   						12/03/2020		47 minutos		

Fonte: Uno, 2020.

Como o projeto de recuperação de água dos moinhos (tratamento da perda tipo 4) ainda não entrou em execução, visto o cenário e fatores citados anteriormente, os resultados são uma projeção do cenário do próximo ano. O tratamento desta perda, será, para a manufatura, uma economia visível e bastante significativa no indicador de água, sendo um projeto importante e viável para a fábrica. A projeção do indicador para o próximo ano, comparando o cenário do ano de 2020 é apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Indicador de água da fábrica com o reuso de água dos moinhos na torre de resfriamento de utilidades.



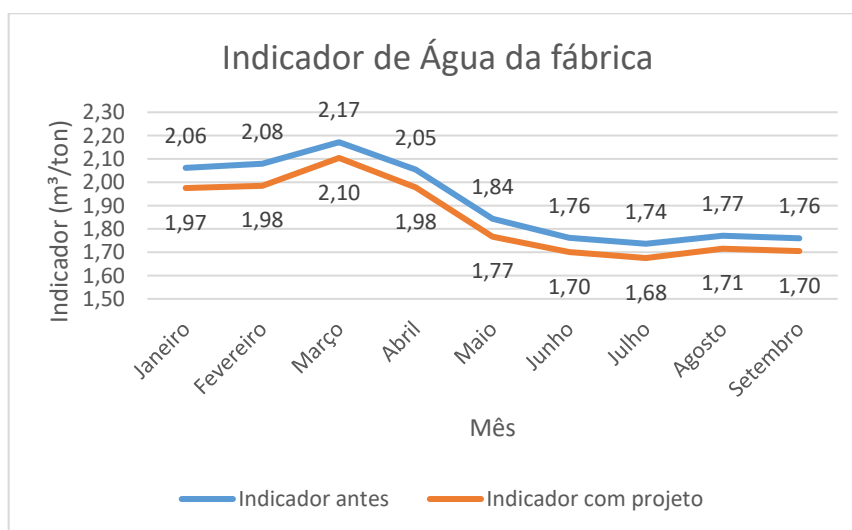
Fonte: Autor, 2020.

Nestas projeções, para o tratamento desta perda, estimou-se uma redução de cerca de 730 m<sup>3</sup> de água na fábrica mensais, reduzindo o indicador em até 0,05 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de produto acabado em geral.

Quanto a perda tipo 5 (perda na distribuição), a procura por vazamentos e abertura de etiquetas erradicaram a perda, até o momento.

Somando-se todas as perdas tratadas, desde os valores reais e as projeções para o próximo ano, a redução do consumo de água calculado foi de cerca de 900 m<sup>3</sup> ao mês, trazendo uma redução no indicador de água da fábrica, de 0,06m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de produto acabado produzido. A Figura 29 apresenta a projeção do ano.

Figura 29 – Indicador de água da fábrica com as perdas de água do tipo 1, 4 e 5 atacadas.



Fonte: Autor, 2020.

### Passo 7: Expansão horizontal e abrangência

A organização disponibiliza um portal global para o compartilhamento de boas práticas realizadas, seja nas fábricas ou até mesmo nos setores administrativos. Neste portal é possível visualizar ações de todo o mundo e até mesmo replicá-las.

Para o lançamento de uma boa prática, ela deve estar sempre em inglês, ter B/C (Retorno de capital) sempre calculada em euros (€), conter fotos do antes e depois da melhoria, além de anexos (foto, vídeo, PowerPoint), para o melhor detalhamento do caso.

Para a perda tipo 1 tratada, o *checklist* criado foi enviado como uma boa prática. A aprovação da ação como boa prática segue em andamento.

Para a perda tipo 4, o projeto de recuperação de água, assim que implementado na manufatura se transformará em uma boa prática e tendo um possível retorno (BC) de até 13.740 €. Além de uma possível expansão para o sistema de *Terlets* e *Votators*, sendo que estes trocadores de calor possuem bombas e selos mecânicos do tipo de cartucho semelhantes aos moinhos, sendo possível assim, a replicação do projeto ou até mesmo uma expansão no sistema já comissionado. Esta expansão está prevista para o ano de 2021 igualmente.

O caça-vazamentos e o dashboard da ferramenta Power BI para acompanhamento de etiquetas também considerados boas práticas, foram lançados no portal e aguardam aprovação do setor global.

## 6 CONCLUSÃO

A água é um recurso escasso e fundamental para a sobrevivência humana e uma das preocupações da empresa Uno é entregar um produto de excelência ao consumidor, fazendo o uso racional de tais recursos. Considerando as perdas do tipo 1 (perda por uso desnecessário), 4 (perda por falta de reutilização) e 5 (perda na distribuição) tratadas com implementação de *checklist*, projeto de recuperação de água para torre de resfriamento e acompanhamento de etiquetas por meio da análise de dados de um Power BI, respectivamente, uma projeção de economia de cerca de 900 m<sup>3</sup> de água por mês, recurso que hoje é descartado para a estação de tratamento de efluentes sem qualquer forma de reaproveitamento. Apenas para a perda do tipo 4, o reaproveitamento desse volume suprirá cerca de 60% do consumo da torre de utilidades, impactando diretamente nos indicadores da manufatura, da fábrica em geral, com redução de no mínimo 0,05 m<sup>3</sup> de água consumidos para cada tonelada de produto final acabado, além de redução de custos e principalmente na redução da captação deste tão recurso tão necessário, atingindo o objetivo da metodologia.

## REFERÊNCIAS

- ABIA. **Números do setor**. São Paulo, 2020. Disponível em: < <https://www.abia.org.br/numerossetor#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%20brasileira%20de%20alimentos,para%20mais%20de%20180%20pa%C3%ADses>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- ALVES, Sebastião Sampaio. **Conservação e reuso de água em indústria de cosméticos: estudo de caso da Natura Cosméticos**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ANA. Agência Nacional Das Águas. **Águas Subterrâneas**. Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/aguasSubterr/EstudoAguasSubterraneasANA22-08-02.doc>. Acesso em: 20 de Outubro de 2020.
- BAKTRON. **A Qualidade da Água na Produção de Alimentos**. 2016. Disponível em: <http://baktron.com.br/blog/a-qualidade-da-agua-na-producao-de-alimentos/>. Acesso em 20 de Outubro de 2020.
- DA SILVA MOREIRA, Schirley Mendes; SULZ, Ana Rita. A interdisciplinaridade no desenho: Administração e o sistema de produção World Class Manufacturing-WCM. **Anais do Seminário do Programa de Pós-Graduação em Desenho Cultura e Interatividade**, n. 12, 2020.
- DOMINGUES, Ana Mariele et al. **Tecnologias da indústria 4.0 como ferramentas disruptivas para auxiliar no reuso da água nas indústrias**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 3, n. 3, p. 1621-1635, 2020.

FERNANDES, J. P. O. **Proposta de metodologia para gestão de produção, visando redução de consumo de energia elétrica em unidade fabril do setor de bens de consumo.** Guaratinguetá: Campus de Guaratinguetá, UNESP, 2015.

FERNANDES, Rafaela Dias *et al.* **Da Escassez ao Excesso de Água: um Recorte do Semiárido no Nordeste e Médio Vale do Itajaí no Sul do Brasil.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 03, p. 1263-1279, 2020.

GÂNDARA, A. P. A. **Remoção de eteramina utilizando biocarvões de torta de murumuru e tucumã.** 95p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2019.

HAJIME, Y. **Environment pillar.** Kyoto University, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 2012.

HAJIME, Y. **Introduction of WCM – World Class Manufacturing.** Kyoto University, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 2012.

HAJIME, Y. **Management pillars.** Kyoto University, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 2012.

HAJIME, Y. **Technical pillars.** Kyoto University, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 2012.

IGNÁCIO, Rene Maria. **Formulação e reologia de emulsões tipo maionese.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2005.

KOOKANA, Rai S. *et al.* **Urbanisation and emerging economies: Issues and potential solutions for water and food security.** Science of the Total Environment, p. 139057, 2020.

LOTH, Adriana Falcão; DE BRITTOS VALDATI, Aline; PRETTO, Luana Siewert. **XI-023-Relato de experiência: geração de ideias para a redução de perdas de água.** 2019.

MARTINS, Fernando Luiz. **Eficiência energética: gestão metodológica para a redução de energia elétrica na indústria.** 2016.

MELONI, P. L. S. **Higienização e Qualidade da Água na Indústria de Alimentos.** 2018. Disponível em: [www.uov.com.br/cursos-online-seguranca-alimentar/artigos/higienizacao-e-qualidade-da-agua-na-industriade-alimentos](http://www.uov.com.br/cursos-online-seguranca-alimentar/artigos/higienizacao-e-qualidade-da-agua-na-industriade-alimentos). Acesso em: 21 de Outubro de 2020.

PARREIRAS, Patrícia Alves *et al.* **Inovação em processos e gestão da qualidade: análise da implantação da metodologia de WCM na Case New Holland.** Revista IPTEC, v. 2, n. 1, p. 17-27, 2014.

PEREIRA, MARCO ANTONIO CARVALHO. **Estudo da implementação do pilar de meio ambiente da metodologia WCM em uma indústria de sabonetes,** 2015.

RIBEIRO, Anabela Vaz; FONSECA, Luís; SANTOS, Sofia. **Economia verde e economia circular: desafios e oportunidades.** 2018.



RODRIGUES, Tatiane Valeria *et al.* **Revisão teórica acerca do uso, reuso e tratamento de água em indústrias de alimentos.** 2019.

SCHONBERGER, R. **World Class Manufacturing: The Lessons of Simplicity Applied.** Michigan: Ed. Free Press, universidade de Michigan, 1986.

SCHULZ, Clair Teresinha; HENKES, Jairo Afonso. **Reaproveitamento d'água da estação de tratamento de efluentes: Empresa Intelras – São José (SC).** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 2, n. 2, p. 338-384, 2013.

SILVA LORA, E. E. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte.** Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2002.

SIMENSATO, Leandro Augusto; BUENO, Silvia Messias. **Importância da qualidade da água na indústria de alimentos.** Revista Científica, v. 1, n. 1, 2019.

TONG, Tiezheng; ELIMELECH, Menachem. **The global rise of zero liquid discharge for wastewater management: drivers, technologies, and future directions.** Environmental science & technology, v. 50, n. 13, p. 6846-6855, 2016.

TORRES, Tattiana Lupion *et al.* **Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reuso e recuperação.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 2, p. 370-385, 2018.

ROSSETTI, Gabriel. **Descubra os pilares gerenciais do WCM para impulsionar os ganhos das empresas.** São Paulo, 2020. Disponível em: < <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/pilares-gerenciais-do-wcm>>. Acesso em: 21 out. 2020.

VON SPERLING, E. **Afinal, quanta água temos no planeta.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 11, n. 4, p. 189-199, 2006.

VÖRÖSMARTY, Charles J. *et al.* **Global threats to human water security and river biodiversity.** Nature, v. 467, n. 7315, p. 555-561, 2010.