



M 2024



ESTUDO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA CIP DAS LINHAS DE ENCHIMENTO DE BARRIL

EVA MARGARIDA AMARAL BRANDÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
EM ENGENHARIA QUÍMICA

Mestrado em Engenharia Química

Estudo e otimização do sistema CIP das linhas de enchimento de barril

Dissertação de Mestrado

de

Eva Margarida Amaral Brandão

Desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação

realizado em

Super Bock Group



Orientador na FEUP: Dra. Tânia Tavares

Coordenador no Super Bock Group: Eng. Luís Costa



julho de 2024

Agradecimentos

A elaboração da presente dissertação só foi possível com o apoio, ajuda e participação direta ou indireta de algumas pessoas, às quais deixo desde já o meu obrigada.

Em primeiro lugar, à empresa Super Bock Group pela oportunidade de estágio, por dispor de ótimas condições de trabalho e pelo financiamento de um subsídio.

Ao Eng. Luís Costa, pela orientação no estágio, por todo o acompanhamento, transmissão de conhecimentos, disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e constante boa disposição.

À Dra. Tânia Tavares que se mostrou sempre disponível para ajudar e orientar, esclarecendo todas as minhas questões e sugerindo novas ideias de forma a tornar este trabalho mais rico e interessante.

A toda a equipa do Serviço de Enchimento pela integração e acompanhamento na empresa.

Aos chefes de equipa das linhas de barril pelo apoio e disponibilidade sempre demonstrados.

Aos meus colegas estagiários, Beatriz Coelho, Sofia e Vítor agradeço por todo o companheirismo, conversas, almoços e boa disposição.

Às minhas colegas e amigas da FEUP, Beatriz Frutuoso, Cecília, Mariana e Margarida que graças à vossa amizade e apoio tornaram estes últimos dois anos de Mestrado memoráveis.

Às minhas amigas da Póvoa, Beatriz Casanova, Catarina e Cláudia pelos longos anos de amizade e por estarem sempre do meu lado.

À minha melhor amiga Maria, que já me conhece desde os tempos de infância e que apesar de longe, está sempre lá.

Ao meu namorado Rúben, pelo apoio incondicional e pelo orgulho que diariamente demonstra em mim, incentivando-me sempre a não desistir.

Por fim, agradeço a toda a minha família, avó, primas, tios, madrinha e irmã, mas em especial aos meus pais que sem eles, nada seria possível. Obrigada por todos os conselhos, paciência, educação e valores transmitidos ao longo destes anos. Sem vocês não seria quem sou hoje e espero um dia conseguir retribuir tudo o que fizeram por mim.

Resumo

A presente dissertação foi realizada no Super Bock Group, na unidade industrial de Leça do Balio tendo como principal objetivo estudar e otimizar o sistema *Cleaning in Place* (CIP) das quatro linhas de enchimento de barril. Até 2023, as linhas de enchimento de barril eram limpas com o sistema CIP das linhas de garrafa. No entanto, no início de 2023, foi instalado um sistema CIP exclusivo para as linhas de enchimento de barril, tornando-se necessário a sua otimização. Assim, o trabalho consistiu, primeiramente, em caracterizar a situação atual, seguido da análise dos parâmetros e identificação de possíveis melhorias e validação das mesmas.

Para a linha TR (Tara Retornável), obteve-se um *Saving* positivo após o ajuste de volumes e eliminação de passos em cada programa CIP. No entanto, a introdução de um permutador de calor de maior volume, levou a que fossem realizados novos ajustes à linha. No final obteve-se um *Saving* positivo, superior a 30 % em todos os valores, proporcionando uma otimização significativa do sistema CIP, resultando numa maior economia de água e produtos de limpeza.

Nas linhas Ace e Sebastião a exemplo da linha TR, realizou-se um ajuste de volumes e eliminação de passos em cada programa CIP, onde nem todos os programas e parâmetros exibiram um *Saving* positivo. Contudo, o tempo de ocorrência do CIP apresentou um *Saving* positivo em todos os programas, contribuindo para a redução da durabilidade dos programas. Tal como na linha TR, os parâmetros foram reajustados com a introdução de um permutador de calor de maior volume. Neste caso, apesar de alguns valores negativos de *Saving*, o tempo de ocorrência do CIP foi ainda menor, resultando num *Saving* superior ao das propostas anteriores, ajudando a alcançar os objetivos da empresa.

Relativamente à linha Vini, foi apresentada uma única proposta de alteração, que reduziu a quantidade de água e soluções de limpeza utilizadas e diminuiu o tempo de cada programa CIP, resultando num *Saving* positivo em todos os parâmetros.

Deste modo, o principal foco foi a economia de água e soluções de limpeza, além da redução de tempo e energia. As mudanças propostas visaram diminuir significativamente o consumo de recursos e aumentar o tempo disponível para a produção, tendo sido evidente a redução do consumo de água de 2023 para 2024 de 35 % em fevereiro e março, 17 % em abril e 29 % em maio.

Palavras-Chave (Tema): barril, CIP, limpeza, otimização, *Saving*

Abstract

This dissertation was carried out at the Super Bock Group, at Leça do Balio plant, and its main objective was to study and optimize the Cleaning in Place (CIP) system of the four keg filling lines. Until 2023, the keg filling lines were cleaned using the bottle lines' CIP system. However, at the beginning of 2023, an exclusive CIP system was installed for the keg filling lines, making it necessary to optimise it. The work therefore consisted firstly of characterising the current situation, followed by an analysis of the parameters and the identification of possible improvements. Then tests were carried out to validate the suggested changes.

For the TR (Returnable Tara) line, positive savings were achieved after adjusting volumes and eliminating steps in each CIP programme. However, the introduction of a larger volume heat exchanger led to further adjustments being made to the line. In the end, a positive Saving of more than 30% was achieved in all values, providing significant optimisation of the CIP system, resulting in greater savings in water and cleaning products.

On the Ace and Sebastião lines, as with the TR line, volumes were adjusted and steps eliminated in each CIP programme, where not all programmes and parameters showed a positive Saving. However, the CIP occurrence time showed a positive Saving in all programmes, contributing to a reduction in the programme durability. As with the TR line, the parameters were readjusted with the introduction of a larger volume heat exchanger. In this case, despite some negative Saving values, the CIP occurrence time was even shorter, resulting in a higher Saving than the previous proposals, helping to achieve the company's objectives.

Regarding the Vini line, a single change proposal was presented, which reduced the amount of water and cleaning solutions used and decreased the time of each CIP program, resulting in a positive Saving in all parameters.

Therefore, the focus was on saving water and cleaning solutions, as well as reducing time and energy. The proposed changes aim to significantly reduce resource consumption and increase the time available for production with a clear reduction in water consumption from 2023 to 2024 of 35 % in february and march, 17 % in april and 29 % in may.

Keywords (Theme): keg, CIP, cleaning, optimization, Saving.

Declaração

Declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas com identificação da fonte.

28/06/2024

Eva Margarida Amaral Brandão

Índice

1.	Introdução	1
1.1	Enquadramento e Apresentação do Projeto.....	1
1.2	Apresentação da Empresa	2
1.3	Contributos da autora para o Trabalho.....	3
1.4	Organização da Dissertação	3
2.	Contexto e Estado da Arte.....	5
2.1	Processo de produção de cerveja	5
2.1.1	Fase de Enchimento no Super Bock Group	8
2.2	Higienização na indústria alimentar	13
2.2.1	Modelo de <i>Sinner</i>	14
2.3	Sistemas CIP	15
3.	Instalação Experimental.....	18
4.	Resultados e Discussão	24
4.1	Diagnóstico do problema	24
4.2	CIP Linha Tara Retornável	25
4.2.1	Propostas de alteração iniciais - Linha TR	25
4.2.2	Desenho de novo programa CIP - Linha TR	30
4.3	CIP Linhas Tara Perdida	33
4.3.1	Propostas de alteração - Linhas TP.....	34
4.4	CIP Linha Vini	37
4.4.1	Propostas de alteração - Linha Vini	37
4.5	Propostas de alteração das quatro linhas de barril	41
4.6	Consumos de água.....	41
5.	Conclusões	42
6.	Avaliação do trabalho realizado	43
6.1	Objetivos realizados	43
6.2	Contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis	43

6.3	Outros Trabalhos Realizados	45
6.4	Apreciação Final	45
7.	Referências	46
Anexo A		48
Apêndice I		52
Apêndice II		55
Apêndice III		59
Apêndice IV		63
Apêndice V		67
Apêndice VI		72
Apêndice VII		76

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Principais marcas do grupo. [2]	2
Figura 2.1 - Sequência do processo de produção de cerveja.	6
Figura 2.2 - Barril de cerveja de tara retornável.	8
Figura 2.3 - Barril de cerveja de tara perdida.	9
Figura 2.4 - Esquema da linha de enchimento do barril de tara retornável.	9
Figura 2.5 - Módulo de enchimento.	11
Figura 2.6 - Esquema da linha de enchimento do barril de tara perdida.	12
Figura 2.7 - Círculo de Sinner. [15].	14
Figura 2.8 - Sistema CIP de reutilização. [22]	16
Figura 2.9 - Sistema CIP de utilização única. [22]	17
Figura 3.1 - Esquema simplificado do percurso da água e das soluções de limpeza na execução de um programa CIP.	18
Figura 3.2 - Esquema simplificado do sistema CIP.	19
Figura 3.3 - Esquema de ligação da linha de enchimento simplificado, desde a adega até ao sistema de CIP.	20
Figura 4.1 - Especificações das condições a) arranque do CIP; b) fim de fase.	24
Figura 4.2 - Representação do Retorno da linha.	26
Figura 4.3 - Água consumida em 2023 vs 2024.	41
Figura 6.1 - ODS 6. [24]	44
Figura A.1 - Esquema Sistema CIP	48
Figura A.2 - Diagrama funcional da linha TR (cima) e das linhas TP (baixo)	49
Figura A.3 - Diagrama funcional da linha Vini (1)	50
Figura A.4 - Diagrama funcional da linha Vini (2)	51
Figura VII.1 - POS CIP ao CIP (1/3).	76
Figura VII.2 - POS CIP ao CIP (2/3).	77
Figura VII.3 - POS CIP ao CIP (3/3).	78

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 - Capacidade das linhas de enchimento do SBG.....	8
Tabela 3.1 - Dimensões dos tanques.	19
Tabela 3.2 - Passos CIP.	21
Tabela 3.3 - Percurso das soluções durante o CIP.	22
Tabela 3.4 - Diferentes programas CIP.....	22
Tabela 3.5 - Frequência da realização do programa CIP.	23
Tabela 4.1 - Primeira proposta de alteração dos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha TR.	27
Tabela 4.2 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP da linha TR.....	28
Tabela 4.3 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP da linha TR (com novo permutador).	29
Tabela 4.4 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP.....	32
Tabela 4.5 - Resultados do desenho do novo programa CIP em cada programa CIP da linha TR.....	33
Tabela 4.6 - Resultados das alterações efetuadas em cada programa CIP das linhas TP. ...	35
Tabela 4.7 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP das linhas TP (com novo permutador).	36
Tabela 4.8 - Resultados RLU.	38
Tabela 4.9 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha Vini.	39
Tabela 4.10 - Resultados das alterações efetuadas em cada programa CIP da linha Vini. ..	40
Tabela 6.1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.[24]	44
Tabela I.1 - Novos parâmetros do programa Soda da linha TR	52
Tabela I.2 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha TR	53
Tabela I.3 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha TR.....	53
Tabela I.4 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha TR.....	54
Tabela II.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha TR (com novo permutador)	55
Tabela II.2 - Novos parâmetros do programa Soda da linha TR (com novo permutador)	56
Tabela II.3 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha TR (com novo permutador) ...	56
Tabela II.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha TR (com novo permutador)	57

Tabela II.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha TR (com novo permutador)	58
Tabela III.1 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda + Esterilização	59
Tabela III.2 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda	60
Tabela III.3 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Ácido	60
Tabela III.4 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Esterilização	61
Tabela III.5 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda + Ácido	62
Tabela IV.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização das linhas TP	63
Tabela IV.2 - Novos parâmetros do programa Soda das linhas TP	64
Tabela IV.3 - Novos parâmetros do programa Ácido das linhas TP	64
Tabela IV.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização das linhas TP	65
Tabela IV.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido das linhas TP	66
Tabela V.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização das linhas TP (com novo permutador)	67
Tabela V.2 - Novos parâmetros do programa Soda das linhas TP (com novo permutador)	68
Tabela V.3 - Novos parâmetros do programa Ácido das linhas TP (com novo permutador)	69
Tabela V.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização das linhas TP (com novo permutador)	70
Tabela V.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido das linhas TP (com novo permutador)	71
Tabela VI.1 - Novos parâmetros do programa Soda da linha Vini	72
Tabela VI.2 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha Vini	73
Tabela VI.3 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha Vini	74
Tabela VI.4 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha Vini	75

Notação e Glossário

Lista de Siglas

A.C.	Antes de Cristo
ATP	Adenosina Trifosfato
CIP	<i>Cleaning In Place</i>
CUFP	Companhia União Fabril Portuense
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Points</i>
KHS	<i>Holstein & Kappert</i>
NDA	<i>National Dairyman's Association</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCC	Pontos Críticos de Controlo
POS	Procedimento Operacional Standard
RLU	<i>Relative Light Units</i>
SBG	Super Bock Group
TCF	Tanques de Cerveja Filtrada
TP	Tara Perdida
TR	Tara Retornável

Lista de Símbolos

Q	Caudal
° C	Graus Celsius
hL	Hectolitros
h	Horas
L	Litros
m	Metros
mS	Milisiemens
%	Porcentagem
T	Temperatura
V	Válvula

1. Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto

A presente dissertação foi realizada no âmbito da unidade curricular “Dissertação” do 2º ano do Mestrado em Engenharia Química no ano letivo 2023/2024. O desenvolvimento do trabalho foi efetuado no departamento de Produção na área de Enchimento da empresa Super Bock Group na unidade industrial de Leça do Balio, entre 5 de fevereiro e 25 de junho de 2024, sendo o horário de trabalho à 4ª e 6ª feira das 9 h às 17 h e das 9 h às 18 h nos restantes dias úteis.

Em ambiente industrial, antes da implementação do sistema de lavagem *Cleaning in Place* (CIP), que consiste numa infraestrutura anexa às linhas de enchimento que permite que as mesmas sejam limpas, sem necessidade de serem desmontadas, através de um conjunto de passos pré-programados, a lavagem dos equipamentos era feita manualmente, com escovas e detergentes, processo esse que implicava a desmontagem e a entrada dos operadores nos tanques para conseguirem higienizar as superfícies. Este procedimento, para além de trabalhoso e moroso, era ineficaz, levando a que muitos produtos fossem contaminados.

O principal objetivo do estágio centrou-se no estudo e otimização do sistema CIP das quatro linhas de enchimento de barril: linha TR (Tara Retornável), linha Ace, linha Sebastião e linha Vini.

Na unidade industrial de Leça do Balio, até 2023, as linhas de enchimento de barril eram limpas com a unidade de sistema CIP das linhas de enchimento de garrafa. No entanto, no início de 2023, após instalação de um sistema CIP destinado exclusivamente às linhas de enchimento de barril, tornou-se necessária a otimização desse sistema. Assim, foram definidas três fases de atuação:

- Fase A: caracterização da situação no início do trabalho, através da elaboração de um mapa de ativações com as condições da instalação para todos os passos do CIP;
- Fase B: análise dos parâmetros e identificação das oportunidades de melhoria;
- Fase C: elaboração de testes e validação das alterações.

Este processo de otimização, teve como principal foco, a redução do consumo de água e soluções de limpeza, assim como a diminuição do tempo de processo e energia dispensados durante o decorrer do programa de limpeza CIP.

Esta otimização, a longo prazo, poderá refletir um grande impacto para a empresa, não só no que se refere à poupança de água, soluções de limpeza, diminuição do tempo e energia despendido no processo, como também a um aumento da eficiência geral da linha.

1.2 Apresentação da Empresa

O grupo Super Bock Group (SBG) fundado a 7 de março de 1890 no Porto com o nome de CUFP (Companhia União Fabril Portuense) é atualmente a maior empresa nacional de bebidas refrescantes, sendo o seu principal lema “Paixão Local, Ambição Global”. Tendo sido conhecida até 2017 como Unicer Bebidas, S.A está hoje localizada em Leça do Balio.

Para além da produção de bebidas (cerveja, águas engarrafadas, refrigerantes, vinhos e malte), a empresa encontra-se ligada a atividades culturais e lúdicas e à área do turismo com o Pedras Salgadas *Spa & Nature Park* e o Vidago *Palace Hotel*.

Conta com 1143 colaboradores, 28 marcas e está presente em 56 países, sendo o seu capital maioritariamente português detido em 56 % pelo grupo VIACER e em 44 % pelo grupo Carlsberg.[1]

No que se refere às marcas, apesar da Super Bock ser a que mais se destaca, também estão incluídas a Seleção 1927, Coruja, Carlsberg, Cristal, Cheers sem álcool, Pedras, Vitalis, Melgaço, Vidago, Frutea, Frisumo, Frutis, Guaraná Brasil, Snappy, Somersby, Vini Sangria, Mazouco, Monte Sacro, Planura e Vini Branco. A Figura 1.1 representa as principais marcas do grupo.[2]



Figura 1.1 - Principais marcas do grupo. [2]

A sustentabilidade é uma das grandes preocupações do SBG tanto a nível ambiental, como social e económico. Neste sentido, o SBG tem uma percentagem de fornecedores nacionais de 83 %. Mais de 60 % das necessidades são supridas em território nacional, 30 a 40 % da cevada é adquirida a produtores nacionais e 100 % do lúpulo produzido em Portugal tem como destino o fabrico de algumas variedades da gama Seleção 1927.

Numa dinâmica mais sustentável em 2022, no que se refere ao vidro, o SBG poupou 3000 toneladas de vidro equivalente à redução de 1200 toneladas de CO₂. Relativamente ao plástico, reduziu a gramagem do plástico nas garrafas de água lisa e a garrafa Vitalis de 1,5 L foi a primeira garrafa produzida a partir de 100 % de plástico reciclado, incluindo tampa e

rótulo, permitindo a redução da utilização de novo plástico em mais 6,3 toneladas por ano.[3]

1.3 Contributos da autora para o Trabalho

No desenvolvimento da dissertação, dentro de todos os objetivos propostos, aqueles nos quais tive uma ação mais direta e relevante, foram a construção de um mapa de ativações e a diminuição da duração de todos os programas CIP das linhas de enchimento de barril. Relativamente ao mapa de ativações que define as condições da instalação para todos os passos do CIP, a sua elaboração foi fundamental pois inclui as condições de arranque e de fim de fase do CIP, todos os objetos a comandar no Envio, na Linha e no Retorno do sistema CIP, assim como todos os passos incluídos em cada um dos programas CIP existentes na empresa. Por conseguinte, a existência deste mapa possibilita a qualquer técnico ter um acesso mais fácil e rápido às informações desejadas sobre os programas CIP das linhas de enchimento de barril. Já a diminuição da duração dos programas contribuiu diretamente para um aumento do tempo disponível para produção, significando uma maior eficiência geral da linha.

1.4 Organização da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos principais, que, sempre que necessário, estão divididos em subcapítulos.

No primeiro capítulo, a Introdução, onde é feito um enquadramento geral, são apresentados os objetivos gerais do trabalho, respetivo contributo da autora e organização da dissertação.

O segundo capítulo, correspondente ao Contexto e Estado da Arte inicia com a abordagem da história e da composição da cerveja, bem como o seu processo de produção, dando-se um maior destaque à fase de enchimento. De seguida, é descrita a higienização na indústria alimentar bem como a aplicabilidade do modelo de *Sinner* e culmina com uma revisão teórica dos sistemas CIP.

Segue-se o capítulo 3, Instalação Experimental, onde é apresentado um exemplo detalhado da instalação CIP de uma das linhas de enchimento de barril bem como os respetivos programas CIP existentes no SBG.

Posteriormente no capítulo quatro, Resultados e Discussão, são descritos o diagnóstico do problema e as respetivas propostas de alteração de cada uma das quatro linhas de enchimento de barril.

No quinto capítulo apresentam-se as principais conclusões retiradas com a realização deste trabalho e no sexto é efetuada uma avaliação do trabalho realizado, onde se indicam os objetivos realizados, a contribuição do trabalho para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis, outros trabalhos realizados em paralelo ao trabalho principal e uma apreciação final que fornece uma opinião pessoal sobre o trabalho desenvolvido.

Por fim, o sétimo capítulo corresponde às referências utilizadas. Os Anexos e Apêndices necessários para a complementaridade de resultados, encontram-se numa secção no final deste documento.

2. Contexto e Estado da Arte

2.1 Processo de produção de cerveja

A produção da primeira cerveja estima-se que tenha ocorrido entre os anos 8 000 a 6 000 A.C., no qual uma fermentação espontânea e acidental de um cereal mergulhado em água, terá estado na origem desta bebida. Ao longo dos séculos o processo de produção foi evoluindo e adquirindo cada vez mais importância. Com a revolução industrial e a introdução de novas tecnologias nomeadamente a máquina a vapor, o frio industrial e o progresso científico sobre leveduras e fermentações foram alterados os métodos de produção da cerveja dando origem a uma indústria moderna.[4]

A cerveja tem como ingredientes base água, malte, lúpulo e leveduras, no entanto para que existam cervejas completamente distintas em aroma, sabor, cor, textura ou teor alcoólico, vários fatores podem ser alterados, tais como: adição de novos ingredientes, uso de ingredientes em diferentes proporções, uso de leveduras variadas, fermentação a diversas temperaturas, ou até mesmo o uso de recipientes de fermentação de diferentes materiais (substituição do inox por madeira).[4]

A água é o ingrediente utilizado em maior quantidade, acima de 90 %, sendo frequente variar o seu pH e teor de minerais de forma a que seja possível produzir cervejas de diferentes estilos.

O malte é proveniente do cereal que passou por um processo de maltagem onde ocorre a sua hidratação. Nesta fase são ativadas enzimas, fundamentais para a conversão do amido em açúcares. Ao fim de cerca de 4 dias, este processo é interrompido por secagem, a diferentes temperaturas, originando diferentes estádios de torrefação, responsáveis pela cor e pelo sabor doce ou torrado da cerveja.

O lúpulo, planta trepadeira, oriunda da família das *Cannabaceae* pode atingir 7 metros de altura. Possui uma flor de cor verde que contém lupulina que está diretamente relacionada com as propriedades conservantes da cerveja. Com o avanço tecnológico, sobretudo a conservação a frio e a pasteurização, o lúpulo é responsável por conferir à cerveja o seu amargor, assim como diferentes notas aromáticas, devido à existência de diversas estirpes de lúpulo, como o *Hallertauer Mittelfrueh*, o *Spalter*, o *Tettnanger* e o *Saaz*, lúpulos “nobres” de origem checa e alemã. Em Portugal, na região de Bragança, é plantado o lúpulo *Nugget*, cuja produção é totalmente adquirida e exclusivamente destinada à Super Bock.[4]

Por fim, mas não menos importantes, as leveduras, que são microrganismos unicelulares responsáveis pela transformação dos açúcares em álcool e CO₂, podendo serem usadas diferentes estirpes em função do tipo de cerveja a produzir.[5] Na indústria cervejeira existem duas grandes famílias de leveduras. As *Ale*, que pertencem à família *Saccharomyces cerevisiae*, fermentam a temperaturas elevadas (16 °C a 24 °C) e possuem um processo de fermentação rápido, proporcionando sabores mais frutados, picantes e complexos. E as *Lager*, da família *Saccharomyces pastorianus*, fermentam a temperaturas mais baixas (7 °C a 15 °C), sendo o processo de fermentação mais lento, levando a que necessitem assim de serem armazenadas durante várias semanas.[6-7]

Na Figura 2.1, apresenta-se o esquema do processo de produção de cerveja.

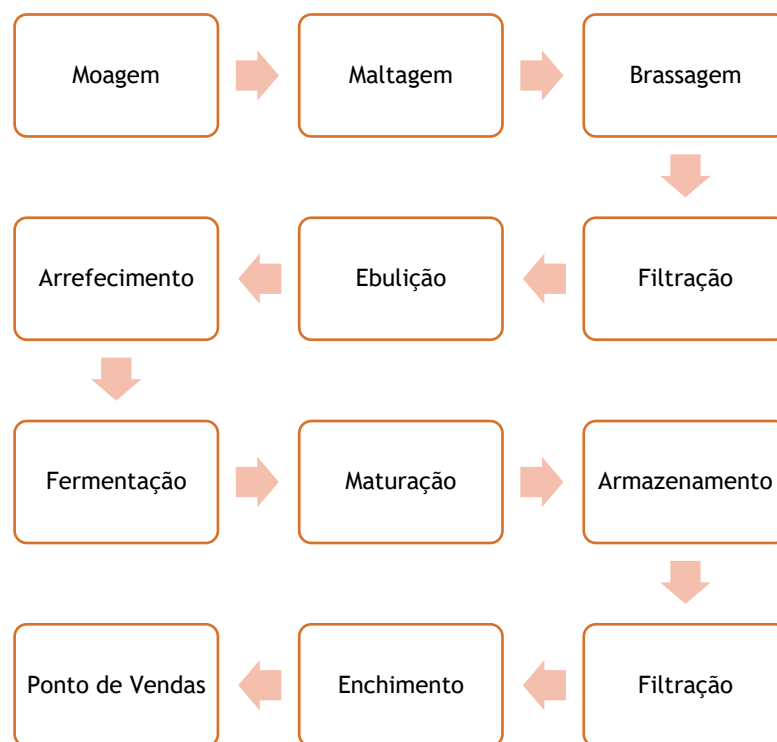


Figura 2.1 - Sequência do processo de produção de cerveja.

De uma forma genérica, o processo de produção de cerveja consiste nas seguintes fases.

A primeira fase é a moagem, onde é feita a escolha do tipo de cereal, de acordo com a cerveja a produzir, para que seja moído.

Segue-se a maltagem na qual o cereal é mergulhado em água para incitar a sua germinação, a qual permite que se formem as enzimas necessárias para a conversão do amido em açúcares na fase de brassagem onde estes componentes são misturados à temperatura adequada (dependendo dos cereais que estão a ser utilizados). O mosto obtido é filtrado, permitindo a separação da matéria sólida do líquido açucarado, líquido este que exhibe uma cor semelhante à do produto final. Nesta etapa, a casca do cereal é importante,

uma vez que impede que grande parte das partículas sólidas passem pelas ranhuras e se voltem a juntar ao mosto. No final da filtração a dreche (cascas dos cereais resultantes da filtração do mosto) é lavada com água quente, permitindo extrair o açúcar remanescente. O mosto obtido é então utilizado no processo de fabrico da cerveja, enquanto que as substâncias sólidas são geralmente utilizadas em rações ou compostagem.

O mosto é levado à temperatura de ebulição (cerca de 90 minutos de modo a diminuir a carga microbiana, nomeadamente de patogénicos) podendo ser feita a adição do lúpulo a partir desta etapa. De salientar que dependendo do momento de adição do lúpulo, obtêm-se diferentes características de sabores. Se for acrescentado nesta fase, o lúpulo é responsável por aumentar as características de amargor da cerveja, se for em estádios mais tardios (como irá ser referido posteriormente), serão ressaltados os aromas do lúpulo.

Após a ebulição, dá-se o arrefecimento do mosto para condições ótimas (temperatura e pH) de atuação das leveduras a serem utilizadas. A fermentação ocorre normalmente em tanques cilindro-cónicos onde é efetuada então a adição de levedura que transforma o açúcar do malte em álcool e CO₂. Logo que o açúcar do malte esteja fermentado, a levedura por ação da gravidade deposita-se no fundo do tanque, sendo recolhida. A fermentação ocorre habitualmente durante 5 a 9 dias, variando conforme a cerveja a ser produzida. A partir desta fase o líquido já pode ser chamado de cerveja.

A fase após a fermentação é a maturação, que dura entre 2 a 3 dias, ocorrendo a estabilização da cerveja. Nesta fase caso seja pretendido, pode ser feito o *dry hopping*, isto é, a adição tardia do lúpulo à cerveja através de uma infusão a frio, permitindo a retenção dos aromas do lúpulo. A cerveja é de seguida armazenada a temperaturas entre os 0 - 2 °C, para que se dê a estabilização coloidal. A duração de armazenamento varia de acordo com o tipo de cerveja.

Na fase final de produção, a cerveja passa novamente por uma filtração, de forma a que todas as substâncias que ainda possam permanecer em suspensão (levedura, resina de lúpulo ou proteína) sejam extraídas. Segue-se a sua clarificação, que torna a sua cor mais atrativa e brilhante fazendo com que a cerveja esteja pronta para o enchimento. Habitualmente, o enchimento é efetuado para garrafa, barril, lata ou *beer drive* seguindo para os respetivos pontos de venda.[5,8-9]

Uma vez que a presente dissertação foi realizada no departamento de Produção no serviço de Enchimento do SBG, no Capítulo 2.1.1 será descrita a fase de enchimento mais pormenorizadamente.

2.1.1 Fase de Enchimento no Super Bock Group

No SBG existem no total 9 linhas de enchimento e uma linha de *Beer Drive*. Das 9 linhas estão incluídas 4 linhas de enchimento de garrafa (Linhas 1, 2, 3, e 5), uma linha de enchimento de garrafa e lata (Linha 6) e 4 linhas de enchimento de barril (Linhas 4, 7, 9 e S).

Na Tabela 2.1 encontra-se representada a capacidade de enchimento das linhas de enchimento de garrafa e barril existentes no SBG, assim como a respetiva tara.

Tabela 2.1 - Capacidade das linhas de enchimento do SBG.

Produto	Linhas	Capacidade homologada	Tara
Garrafa	1	60 000 garrafas/h	Tara Perdida
	2	60 000 garrafas/h	Tara Perdida
	3	60 000 garrafas/h	Tara Retornável
	5	80 000 garrafas/h	Tara Perdida
	6	40 000 garrafas/h	Tara Perdida
Barril	4 ou TR	600 barris/h	Tara Retornável
	7 ou Ace	130 barris/h	Tara Perdida
	9 ou Vini	173 barris/h	Tara Retornável
	S ou Sebastião	50 barris/h	Tara Perdida

Das linhas supracitadas, destacam-se as linhas de enchimento de barril, sendo o foco deste trabalho.

Nas Figuras 2.2 e 2.3 encontra-se representado um exemplo de um barril de tara retornável e um barril de tara perdida do Super Bock Group, respetivamente.



Figura 2.2 - Barril de cerveja de tara retornável.



Figura 2.3 - Barril de cerveja de tara perdida.

No SBG enchem-se barris de 15, 30 e 50 L de tara retornável e de 10, 20 e 30 L de tara perdida.

No caso das linhas de barris de TR estas são constituídas por diversos equipamentos e processos. Na Figura 2.4 estão representadas as etapas do processo de enchimento de barris TR.

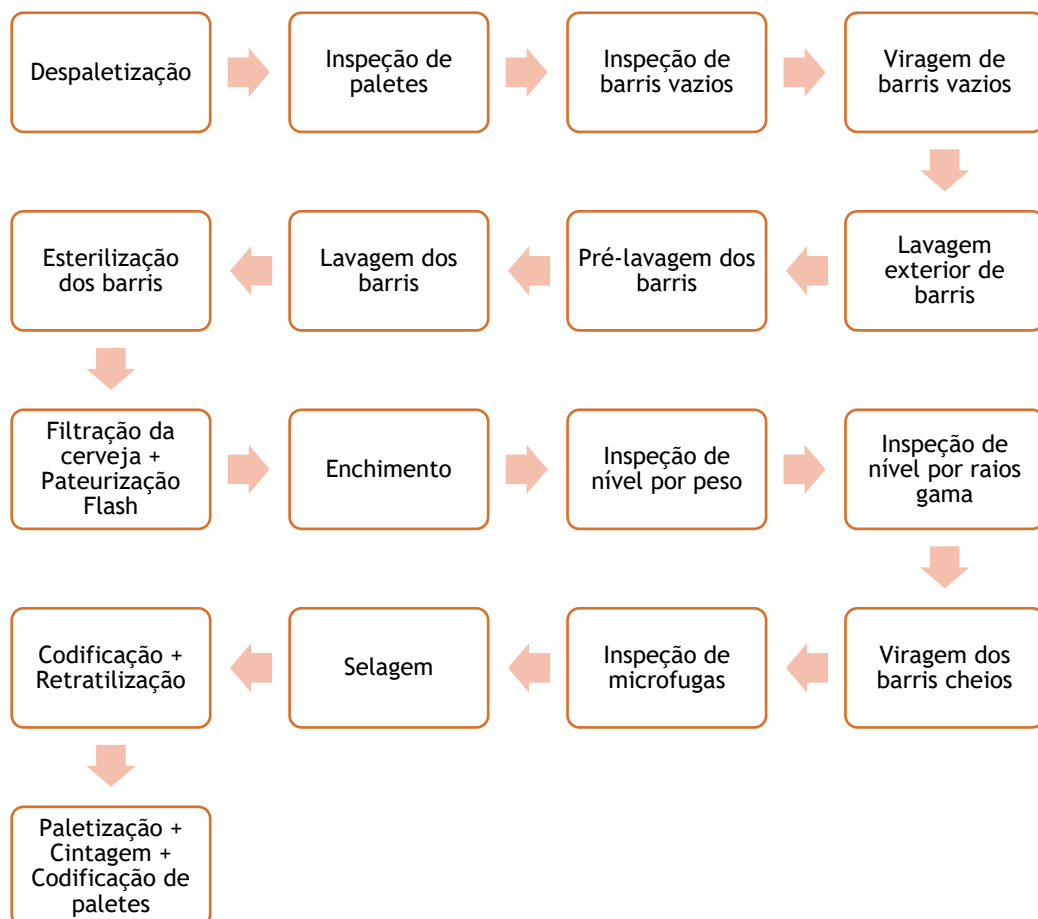


Figura 2.4 - Esquema da linha de enchimento do barril de tara retornável.

O primeiro passo no enchimento de barris TR é a despaletização, no qual os barris, são despaletizados mecanicamente, ocorrendo simultaneamente uma inspeção visual para detecção de barris danificados ou paletes danificadas, havendo rejeição de todos os elementos não conformes.

Os barris conformes, são virados com a vareta para baixo, de forma a serem higienizados exteriormente. Esta operação consiste em lavar o barril, de modo a eliminar poeiras ou sujidade. Este procedimento é efetuado com água da rede à qual são adicionados inibidores de corrosão e incrustações, com uma mistura de água do processo e com água descalcificada. Antes da lavagem interna dos barris, é verificada a sua pressão residual sendo removido qualquer líquido que possa existir no interior dos mesmos. Os barris podem ser submetidos a uma pré-lavagem interna (etapa opcional), expondo o barril a solução alcalina de hidróxido de sódio (ao longo do documento referido como soda cáustica) durante um tempo prolongado para a remoção da maior quantidade possível de matéria orgânica antes dos módulos de enchimento.

No módulo de enchimento, os barris são lavados com uma solução de soda cáustica, enxaguados com água da rede ou uma mistura de água do processo e água descalcificada à qual são adicionados inibidores de corrosão e incrustações. Esta lavagem destina-se a remover impurezas físicas, químicas e biológicas do interior do barril e é realizada em oito passos:

1. Espera;
2. Enxaguamento com cáustico 1 (Solução de soda cáustica e água) para lavar o interior do barril;
3. Enxaguamento com cáustico e pré-enchimento com cáustico 2 (Solução de soda cáustica e água, que é recuperada para o tanque de cáustico 1 após a sua utilização);
4. Espera com cáustico 2 para este atuar;
5. Novo enxaguamento com cáustico 2;
6. Enxaguamento com água quente;
7. Esterilização com vapor seguido de enchimento com CO₂;
8. Enchimento do barril.

Na Figura 2.5 encontra-se representado um exemplo dos módulos de enchimento do barril que o Super Bock Group utiliza.



Figura 2.5 - Módulo de enchimento.

Paralelamente à lavagem do barril, a cerveja é filtrada por um filtro por forma a reter possíveis corpos estranhos. Imediatamente antes do enchimento, o produto é submetido a uma pasteurização flash de forma a garantir a estabilidade biológica do produto. A fase de enchimento é efetuada, respeitando a condicionante tecnológica de garantia da qualidade do produto e de segurança dos consumidores. Após o enchimento, o bocal dos barris é lavado com água da rede para remoção dos vestígios de cerveja, sendo sujeitos a uma inspeção de nível por peso, na qual o volume dos barris é controlado através de uma balança em linha, que controla o peso e adicionalmente uma inspeção de nível por raios gamas para verificação do nível de cerveja. Os barris cujo peso e/ou nível de cerveja estejam não conformes são rejeitados automaticamente.

Após esta verificação, os barris cheios são virados para cima, sendo submetidos a uma inspeção de microfugas na vareta do barril, através de uma câmara que analisa a superfície da vareta e certifica que não existem fugas de cerveja. Não havendo não conformidades, os barris são selados, através da colocação de tampas na vareta do barril, com a lista de ingredientes de acordo com o tipo de produto. Depois de selados, passam por uma etapa de codificação e retratilização, no caso de barris com destino a mercados específicos. Na codificação são colocados na tampa do barril o lote de enchimento e o prazo de validade mínima, assim como numa etiqueta no corpo do barril. Já na retratilização é colocado um retrátil a proteger a cápsula para evitar a violação do barril durante o transporte.

Por fim, é efetuada a paletização, a cintagem e a codificação de paletes. As paletes são envolvidas numa cinta e a etiquetagem da paleta destina-se a identificar cada paleta individualmente, garantindo assim a identificação e rastreabilidade do produto.

No caso das linhas dos barris TP (Tara Perdida), alguns equipamentos e processos de enchimento são distintos das linhas dos barris TR. Na Figura 2.6 estão representadas as etapas do processo de enchimento de barris TP.

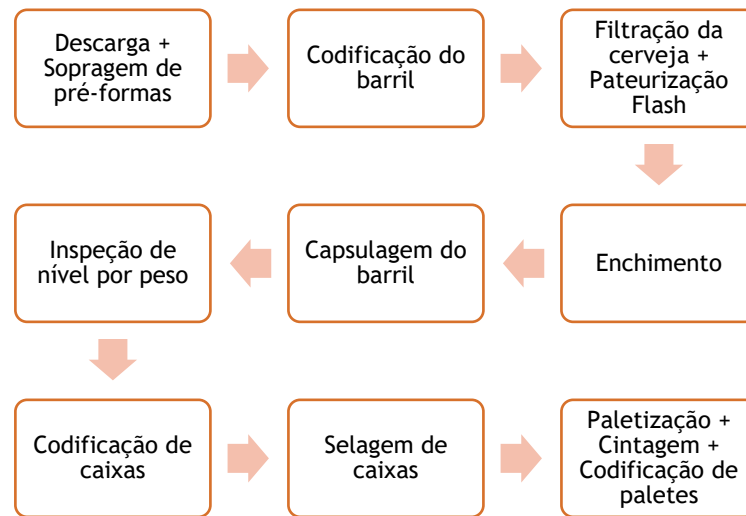


Figura 2.6 - Esquema da linha de enchimento do barril de tara perdida.

O processo inicia-se com a descarga e a sopragem de pré-formas, que são introduzidas no equipamento de forma automática através de um sistema de elevação do contentor que as armazena no silo de pré-formas. São, de forma ordenada introduzidas na máquina de sopragem do barril que é efetuada por ar comprimido estéril, conferindo-lhe a sua forma final. O barril é rotulado automaticamente. O rótulo contém o lote de enchimento, a data de validade mínima e os ingredientes. De forma similar ao enchimento dos barris de TR, a cerveja passa por um filtro por forma a reter possíveis corpos estranhos, seguindo-se a pasteurização flash e enchimento.

Após o enchimento, é realizada a capsulagem do barril, fase em que as *base part* do barril são colocadas manualmente, de acordo com o tipo. Antes da colocação é feita uma desinfecção com álcool. Neste caso de barris de TP a inspeção dos barris é apenas efetuada por controlo de peso, através de uma balança em linha. Em caso de não conformidade, os barris são retirados da linha de enchimento manualmente através da paragem do sistema de transporte.

No caso do peso do barril estar conforme, é executada automaticamente a codificação de caixas, com o lote de enchimento e a data de validade mínima, sendo a caixa fechada e selada automaticamente. Por fim, tal como descrito para a linha de barris de TR, é efetuada a paletização, a cintagem e a codificação de paletes.

2.2 Higienização na indústria alimentar

O SBG, à semelhança de todas as indústrias do setor alimentar, deve garantir que os produtos fabricados possam ser consumidos em segurança. Assim, a limpeza física, química e biológica é um pré-requisito indispensável na segurança alimentar para evitar os diversos riscos que possam contaminar o alimento, tais como a presença de microrganismos e as suas toxinas ou a presença de resíduos de agentes e lubrificantes de limpeza e desinfeção. Desta forma, todo o equipamento necessita de limpeza frequente e eficiente, com ou sem desinfeção, para assegurar o controlo de tais riscos e para prevenir a contaminação cruzada de produtos alimentares.[10]

De acordo com a Lei Geral dos Alimentos (Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 28 de janeiro de 2002, o qual determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios), qualquer operador de uma empresa alimentar é responsável pela segurança dos alimentos importados, produzidos, transformados ou vendidos no mercado. O operador deve controlar a implementação e aplicabilidade do plano sanitário, em que utilizando sistemas de registos adequados, é assegurado o rastreio de todos os materiais.[11]

Consequentemente, de modo a garantir a segurança dos consumidores, as indústrias alimentares têm vindo a implementar sistemas de controlo de qualidade/segurança alimentar tendo por base os princípios estabelecidos na metodologia - HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) - o que lhes permite, simultaneamente, garantir o cumprimento do Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios. Este sistema, baseia-se na análise de perigos e na identificação de pontos críticos de controlo com o objetivo de cumprir os 7 princípios técnicos e científicos que garantem a inocuidade dos alimentos:[12]

- Identificar os perigos e medidas preventivas;
- Identificar os Pontos Críticos de Controlo (PCC);
- Estabelecer limites críticos para cada medida associada a cada PCC;
- Monitorizar/controlar cada PCC;
- Estabelecer medidas corretivas para cada caso de limite em desvio;
- Estabelecer procedimentos de verificação;
- Criar sistema de registo para todos os controlos efetuados.

Desta forma, os operadores das empresas do sector alimentar têm a obrigação de assegurar que todas as fases da produção, transformação e distribuição de produtos alimentares sob o seu controlo satisfaçam todos os requisitos em matéria de higiene.[13]

Assim, no caso da indústria cervejeira, a higienização é efetuada através de uma Limpeza seguida de uma Desinfecção através de um sistema CIP. O processo de limpeza consiste na eliminação do lixo ou resíduos que ficam visíveis na superfície. Já a desinfecção, é quando são destruídos ou removidos os microrganismos.[14]

2.2.1 Modelo de Sinner

Um dos modelos que descreve a eficácia do processo de higienização é o modelo de *Sinner*. Este modelo consiste na relação e no desempenho de quatro fatores básicos na limpeza: tempo, ação mecânica, ação química e temperatura. Na Figura 2.7 está representado de forma ilustrativa a relação entre estes fatores.



Figura 2.7 - Círculo de Sinner.[15]

De acordo com o círculo de *Sinner*, o controlo de qualquer um dos quatro parâmetros estão intimamente relacionados. Isto é, por exemplo, para se reduzir a concentração de químicos é necessário aumentar proporcionalmente a temperatura, o tempo ou a ação mecânica para se obter o mesmo resultado.[16]

O fator tempo descreve o tempo de contacto e de trabalho. Havendo um tempo de contacto mais longo, a sujidade persistente é amolecida e é mais facilmente removida, permitindo reduzir o tempo de trabalho e as ações mecânicas e químicas. No entanto, para se obter os mesmos resultados no tempo de ciclo mais curto, outros fatores devem ser compensados em conformidade, uma vez que o tempo interfere de forma diretamente proporcional no número de ligações rompidas durante o processo de higienização.

A ação química é obtida pela exposição a soluções detergentes utilizadas para limpeza. Os produtos químicos atuam por meio de reações químicas, como a coagulação de proteínas, oxidação e ação do pH. Alterar a concentração de uma solução química é uma das formas mais eficazes de aumentar ou diminuir o efeito de um agente químico. No caso da

temperatura esta, acelera o processo de ativação dos compostos dos detergentes e dos auxiliares de enxaguamento. Uma vez que aumenta a energia cinética da reação química acelerando por sua vez a remoção da sujidade da carga, em particular, da gordura.[17-18]

Já a ação mecânica pode ajudar no processo, uma vez que pode ser conseguida com a utilização de equipamentos de limpeza adicionais, através da ação de fluxo e colisão entre o fluido e a sujidade. Sendo as velocidades de escoamento para bombas de alimentação de detergente maiores que as bombas do produto, provocam velocidades de escoamento de 1,5 a 2,5 m·s⁻¹ nas tubagens. Assim, o escoamento do fluido é turbulento promovendo remoção de incrustações e sujidades. Porém, há certos equipamentos, nos quais a velocidade depende das indicações dos fornecedores e das especificações de funcionamento.

Todos estes processos podem ser realizados de forma a melhorar o sistema CIP usando o Círculo de *Sinner*.

2.3 Sistemas CIP

Segundo o Código de Segurança Química da NDA (*National Dairyman's Association*), o sistema CIP pode ser definido como:

“A limpeza completa de objetos das instalações ou circuitos de tubagens sem dismantelar ou abrir o equipamento e com pouco ou nenhum envolvimento manual por parte do operador. O processo envolve a injeção ou pulverização de superfícies ou a circulação de soluções de limpeza pela instalação em condições de maior turbulência e velocidade de fluxo”. [20] Deste modo, após implementação do sistema CIP, passou a proceder-se à lavagem automática dos equipamentos, de forma a assegurar uma limpeza adequada e segura. As operações de limpeza seguem, assim, um procedimento em circuito fechado e estrito de acordo com o grau de limpeza exigido.[19]

O CIP não é apenas um método de limpeza, mas uma decisão estratégica integrada na conceção da fábrica e das suas partes individuais. Trata-se de um processo de limpeza hidrodinâmico em que os fluidos de enxaguamento, limpeza e higienização circulam ao longo do percurso do produto e proporcionam a desinfeção, bem como a ação mecânica necessária para a remoção da sujidade, sem dismantelar a linha.[21]

Atualmente, são utilizados vários sistemas CIP nas indústrias alimentares e bebidas que podem ser classificados da seguinte forma: sistema de reutilização, sistema de utilização única e de sistema de utilização múltipla. A cada tipo de sistema estão associadas vários benefícios e limitações.[22]

No CIP de reutilização, os fluidos de limpeza de um ciclo são armazenados e reutilizados em ciclos subsequentes, aplicando, tanto quanto possível, o princípio da contracorrente através de uma programação de sequências/passos pré-estabelecidos. Estes sistemas, apesar

de apresentarem custos de funcionamento mais baixos devido ao reaproveitamento dos fluidos de limpeza, necessitam de um operador treinado e de uma infraestrutura CIP centralizada levando a um aumento de custo e necessidade acrescida de espaço.[21-22] (Fig. 2.8).

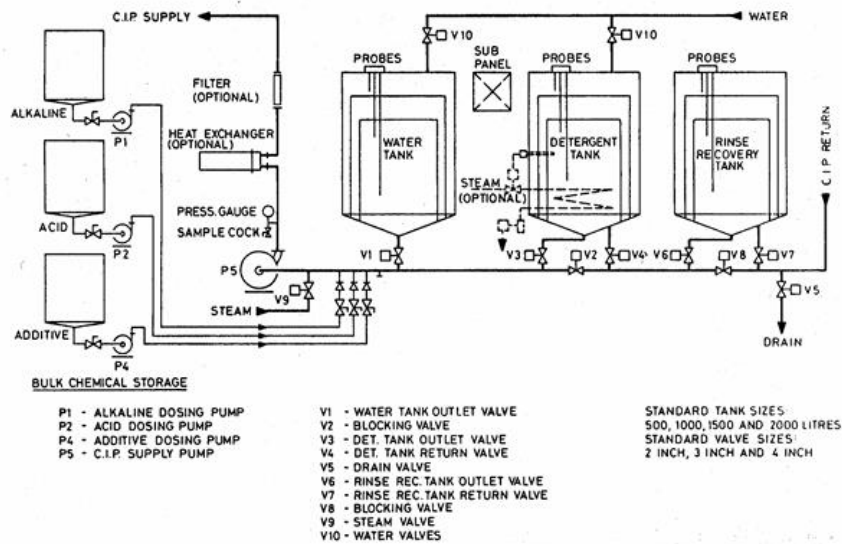


Figura 2.8 - Sistema CIP de reutilização.[22]

No CIP de utilização única (Fig. 2.9), a água e as soluções de limpeza são recicladas através do sistema numa sequência pré-determinada para apenas um ciclo de limpeza sendo depois descarregadas. Estes sistemas, para conseguirem uma limpeza eficiente, funcionam a uma taxa de fluxo muito elevada, para atingirem o grau de turbulência necessário, resultando num elevado consumo de água e num grande volume de efluente. No entanto, os sistemas de utilização única são menos dispendiosos e requerem pouco espaço. Desta forma e devido à sua simplicidade, podem ser preferidos aos sistemas de reutilização ou utilização múltipla para determinadas aplicações. Todavia, haverá situações em que os sistemas de reutilização ou multiutilização serão a melhor opção.[21-22]

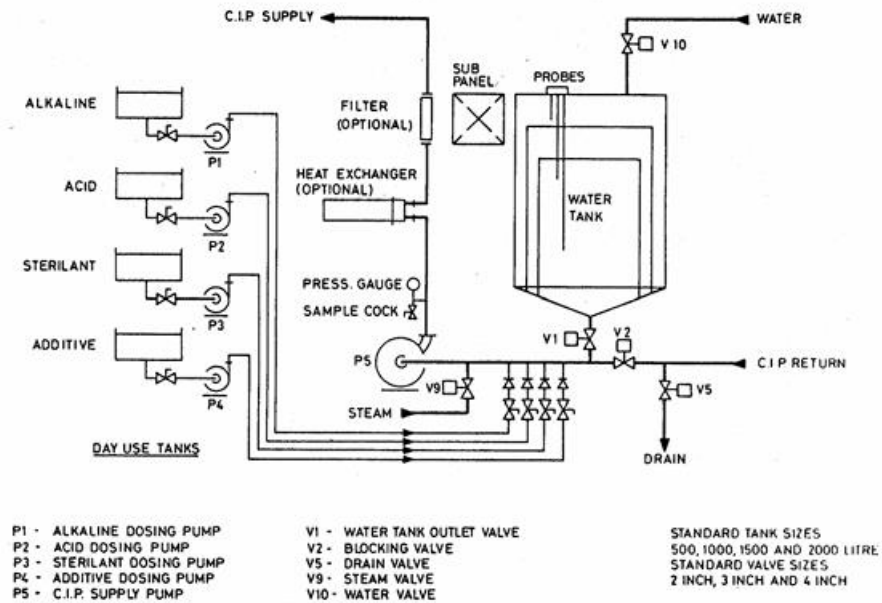


Figura 2.9 - Sistema CIP de utilização única.[22]

Os sistemas CIP de utilização múltipla são uma combinação com os sistemas de reutilização, nos quais as soluções utilizadas no sistema CIP são recolhidas em tanques e reutilizadas na etapa de pré-enxaguamento dos ciclos seguintes. As principais vantagens deste tipo de sistema são a maior poupança de água e o aumento da eficácia do pré-enxaguamento, uma vez que estão presentes resíduos dos agentes de limpeza na solução levando a que a quantidade de resíduos a remover no passo de limpeza com a utilização da solução de limpeza seja facilitada.[22]

Muitas empresas não têm a certeza do desempenho dos seus sistemas CIP. Por conseguinte, são frequentemente introduzidos passos adicionais como salvaguarda para garantir o cumprimento das normas sanitárias. Esta prática resulta num maior consumo de água, produtos de limpeza, energia e tempo do que o necessário para evitar problemas de contaminação. Assim, alterar os tempos de limpeza, aumentando ou diminuindo o tempo preciso para os ciclos de enxaguamento ou de solução de limpeza, pode resultar em alguns ganhos de eficiência. No entanto, é fundamental ter em atenção e reconsiderar o equilíbrio entre o tempo de inatividade e o rendimento da produção e o impacto nos níveis de tolerância de segurança.[23]

3. Instalação Experimental

Neste capítulo apresenta-se um exemplo detalhado da instalação CIP de uma das linhas de enchimento de barril da unidade industrial de Leça do Balio da empresa SBG.

Para uma melhor compreensão da linha de enchimento global, decidiu-se, apresentar esquemas simplificados. Desta forma, através da Figura 3.1, é possível verificar que as soluções de limpeza e a água seguem um ciclo fechado, partem do Sistema CIP, passam pela Adega e pelo Enchimento regressando novamente ao Sistema CIP. Havendo, em determinados passos, recuperação de soluções envolvidas no processo de limpeza.



Figura 3.1 - Esquema simplificado do percurso da água e das soluções de limpeza na execução de um programa CIP.

Segue-se então uma análise mais detalhada de cada uma das secções implicadas na linha de enchimento de barril escolhida como exemplo. No que se refere ao sistema CIP, tal como está representado na Figura 3.2, onde se encontram especificadas, as soluções, as tubagens, os tanques e as enchedoras, este é composto por 5 tanques (tanque de água fria, tanque de água recuperada, tanque de água quente, tanque de ácido (ácido nítrico) e tanque de solução de soda cáustica (hidróxido de sódio quente)) e a respetiva alimentação, assim como aparelhos de medição de pressão, temperatura, caudal e condutividade. O esquema completo e pormenorizado encontra-se no Anexo A.

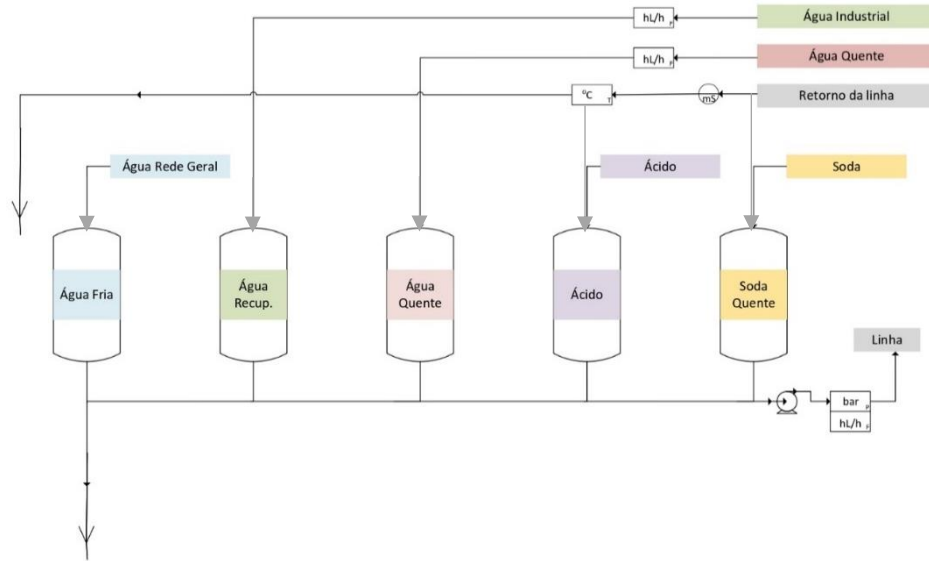


Figura 3.2 - Esquema simplificado do sistema CIP.

Na Tabela 3.1 são representados o volume, o diâmetro externo e a altura de cada tanque.

Tabela 3.1 - Dimensões dos tanques.

Tanques	Volume (L)	Diâmetro Externo (m)	Altura (m)
Água fria	3 500	1,6	2,8
Água recuperada	15 000	2,4	5,0
Água quente	25 000	2,9	5,7
Ácido	25 000	2,7	5,5
Soda Cáustica	25 000	2,9	5,7

Cada uma das soluções de limpeza do sistema CIP tem uma funcionalidade específica. O hidróxido de sódio é o detergente alcalino mais utilizado na indústria alimentar e de bebidas, devido ao seu baixo preço e à sua elevada eficácia de limpeza para remoção de gorduras, proteínas e outros resíduos orgânicos fortemente aderidos às superfícies. Já o ácido nítrico é utilizado para remoção dos resíduos de sais e minerais, resistentes a detergentes neutros ou alcalinos. Tendo em conta que o ácido possui um maior risco associado, sendo por isso mais perigoso, a nível industrial aparece integrado no detergente numa percentagem muito baixa.[18,22] Na Figura 3.3 encontra-se representado o esquema de ligação da linha de enchimento, desde a adega até ao sistema CIP. O esquema completo e pormenorizado encontra-se no Anexo A.

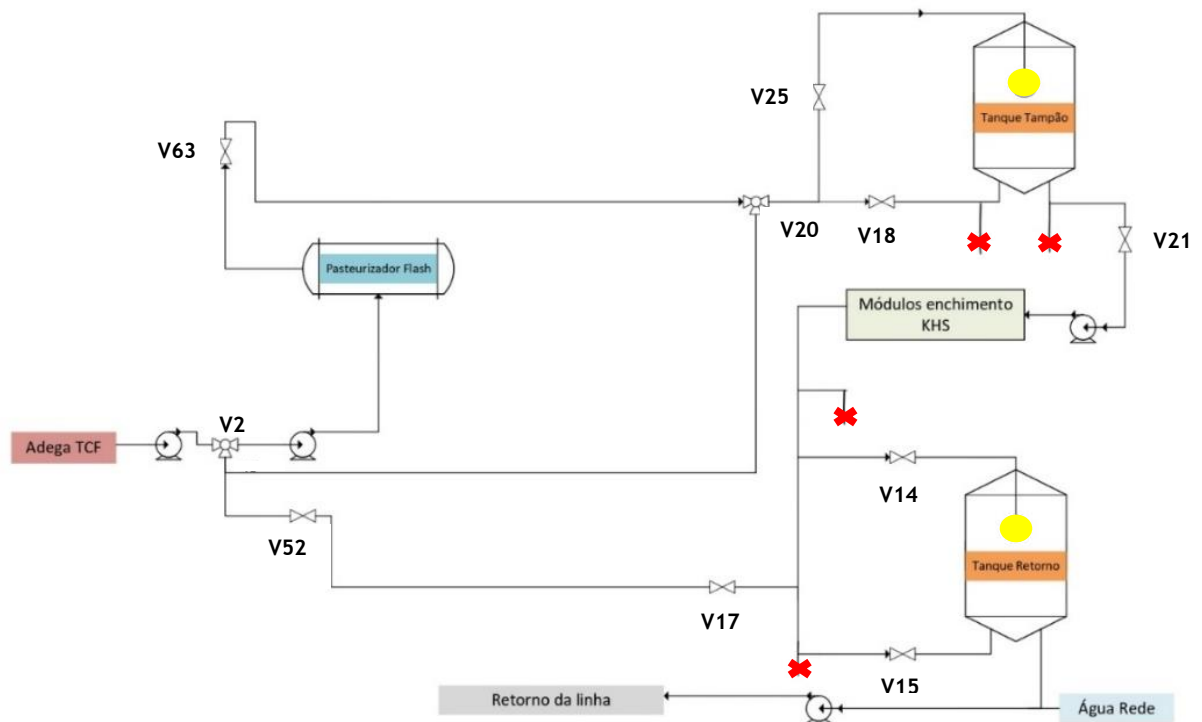


Figura 3.3 - Esquema de ligação da linha de enchimento simplificado, desde a adega até ao sistema de CIP.

Na Figura 3.3, é possível visualizar a tubagem, os módulos de enchimento, o pasteurizador flash e os Tanques Tampão e de Retorno pertencentes à linha de enchimento de barril.

De um modo geral e tendo em conta a Figura 3.3, a solução de limpeza proveniente da linha representada na Figura 3.2 é enviada para a Adega dos TCF's (Tanques de Cerveja Filtrada), seguindo depois para o pasteurizador flash. Após passar pelo pasteurizador, a solução é encaminhada para o tanque tampão, que tanto pode ser cheio pela parte superior (válvula 25) através de uma pinha (dispositivo de pulverização, como por exemplo *spray balls*) representada a amarelo na Figura 3.3, ou pela parte inferior (válvula 18). De seguida, são lavados os módulos de enchimento KHS (*Holstein & Kappert*) e logo após essa lavagem, a solução segue para o tanque de retorno/tanque de cerveja recuperada, no qual pode entrar à semelhança do tanque tampão por cima ou por baixo (válvula 14 ou 15). Por fim, após passar por este último tanque, a solução retorna novamente à linha do sistema CIP.

Para além da tubagem já referida, também a tubagem entre as válvulas 52 e 17 é limpa. Esta corresponde à tubagem que depois da cerveja recircular entre as válvulas 2 e 20 quando por vezes o tanque tampão está cheio, é utilizada para encaminhar essa cerveja para o tanque de retorno de modo a que posteriormente essa cerveja seja recuperada.

Na Tabela 3.2 estão representados os 36 passos que constituem o CIP das linhas de enchimento de barril.

Tabela 3.2 - Passos CIP.

Passo		Passo	
1	Aguarda condições iniciais	19	Circulação de ácido
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	20	Entrada de água fria
3	Entrada água fria	21	Esvaziamento
4	Esvaziamento	22	Arrasto do ácido
5	Enxaguamento com água fria	23	Enxaguamento com água fria
6	Soda - Verifica condições	24	Esterilização - Verifica condições
7	Entrada de soda	25	Entrada de água quente
8	Esvaziamento	26	Esvaziamento
9	Retorno de soda	27	Retorno de água quente
10	Circulação de soda	28	Esterilização recirculação
11	Entrada água fria	29	Entrada de água fria
12	Esvaziamento	30	Esvaziamento
13	Arrasto da soda	31	Arrasto da água quente
14	Enxaguamento intermédio	32	Enxaguamento com água fria
15	Ácido - Verifica condições	33	Enxaguamento final - Verifica condições
16	Entrada de ácido	34	Enxaguamento com água fria
17	Esvaziamento	35	Esvaziamento final
18	Retorno de ácido	36	Fim programa

Analisando a Tabela 3.2, observa-se que nos primeiros 5 passos se dá a primeira lavagem da linha com água recuperada após o enchimento de modo que os primeiros resíduos sejam retirados. De seguida entre os passos 6 e 10, ocorre a lavagem com hidróxido de sódio em que são removidos os resíduos orgânicos e a gordura que possam estar aderidos à superfície dos equipamentos. Seguidamente há novamente lavagem com água (P11-P13) para que o hidróxido de sódio seja totalmente removido da instalação e sejam atingidas as condições necessárias para que se prossiga para o passo seguinte. No passo 14 é realizado um enxaguamento intermédio de forma a garantir a remoção dos vestígios de detergentes e alguma sujidade que ainda possa estar entranhada nos equipamentos. Seguem-se os passos 15 a 19, onde se dá a lavagem com ácido para remover os resíduos de sais e minerais resistentes às soluções alcalinas. Da mesma forma que se procede para a remoção do hidróxido de sódio, procede-se também para o arrasto do ácido (P20-P23). Seguidamente prossegue-se à esterilização da instalação (P24-P28) com água quente. Esterilização realizada, volta a repetir-se a entrada de água fria e o consequente arrasto de água quente e enxaguamento com água fria (P29-P32). Por fim, são efetuados o último enxaguamento com água fria e o respetivo esvaziamento final (P33-P36) da instalação de modo que ocorra o seu arrefecimento e esvaziamento garantindo assim todas as condições para que esta esteja pronta a encher. É de notar que durante a realização dos passos anteriormente

descritos são executados diversos esvaziamentos entre passos, em que as soluções são libertadas para o esgoto para que não ocorra mistura de soluções de diferentes etapas (P4, P8, P12, P17, P21, P26, P30 e P35).

É de realçar que as saídas de esgoto representadas a vermelho na Figura 3.3 abrem nos passos de esvaziamento, mencionados na Tabela 3.2, para que as soluções sejam rejeitadas para esgoto.

O percurso das soluções, desde o Envio até ao Retorno do sistema CIP, durante o decorrer dos diferentes programas CIP, encontram-se representados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Percurso das soluções durante o CIP.

Passo	Envio	Retorno
P1-P5	Tanque Água recuperada	Esgoto
P6-P9	Tanque Soda Cáustica	Esgoto
P10	Tanque Soda Cáustica	Tanque Soda Cáustica
P11-P13	Tanque Água fria	Tanque Soda Cáustica
P14	Tanque Água fria	Tanque Água recuperada
P15-P18	Tanque Ácido	Esgoto
P19	Tanque Ácido	Tanque Ácido
P20-P22	Tanque Água fria	Tanque Ácido
P23-P25	Tanque Água fria	Tanque Água recuperada
P26-P27	Tanque Água quente	Esgoto
P28	Tanque Água quente	Tanque Água quente
P29-P31	Tanque Água fria	Tanque Água quente
P32-P36	Tanque Água fria	Esgoto

No SBG existem 5 programas diferentes de CIP que são utilizados nas linhas de enchimento de barril de acordo com o tipo de limpeza que se pretende efetuar. Os diferentes programas encontram-se representados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Diferentes programas CIP.

Programas CIP	Passos
Soda + Esterilização	P1-P14 + P24-P36
Soda	P1-P13 + P33-P36
Ácido	P1-P5 + P15-P23 + P33-P36
Esterilização	P1-P5 + P24-P36
Soda + Ácido	P1-P22 + P33-P36

A execução de cada um dos diferentes programas CIP depende da mudança de produto que é efetuada. Por exemplo, se se muda de cerveja para encher cidra executa-se apenas CIP com programa de Esterilização. No entanto, no caso de se mudar de cidra para cerveja

já é executado CIP com programa de Soda + Esterilização. Esta diferença de programas, deve-se ao facto da cidra possuir um maior teor de açúcar e um maior odor ao contrário da cerveja que é mais aguada, levando a que haja necessidade de se utilizar também solução de soda cáustica para se executar a limpeza da instalação após enchimento com cidra.

Para além disso, a empresa também realiza programas CIP de acordo com a validade das soluções dependendo do tipo de linha a limpar. Na Tabela 3.5 encontra-se representado a frequência com que cada programa CIP é executado.

Tabela 3.5 - Frequência da realização do programa CIP.

Linha	Frequência	Programa CIP
Barril TP	54 h	Soda + Esterilização
	360 h (quinzenal)	Ácido
Barril TR	84 h	Soda + Esterilização
	360 h (quinzenal)	Ácido
Vini	168 h (semanal)	Soda + Esterilização
	360 h (quinzenal)	Ácido

Se uma das linhas estiver parada mais do que 8 horas, é necessário e obrigatório a realização de CIP com programa de Soda + Esterilização.

Tal como já referido no Capítulo 1.1, a instalação do sistema CIP das linhas de enchimento de barril é recente, tendo por isso sido realizado um estudo e otimização do mesmo de forma a analisar os parâmetros da situação atual e posterior identificação de oportunidades de melhoria.

4. Resultados e Discussão

Durante o decorrer do projeto foram acompanhados diversos programas de limpeza CIP das linhas de enchimento de barril. Nos subcapítulos subsequentes serão abordadas a fase de diagnóstico e as propostas de alteração para cada linha.

4.1 Diagnóstico do problema

A primeira fase deste projeto contemplou a elaboração de um mapa de ativações com as condições da instalação para todos os passos CIP. O mapa de ativações compreende as condições de arranque do CIP, as condições de fim de fase e os objetos a comandar na tubagem de envio, na linha e na tubagem de retorno. Na Figura 4.1 estão representadas as condições de arranque do CIP e as condições de fim de fase.

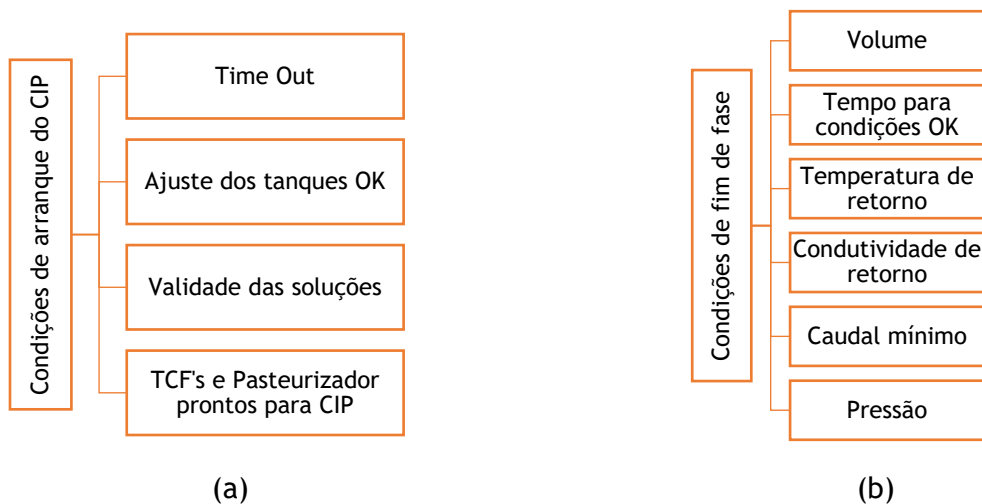


Figura 4.1 - Especificações das condições a) arranque do CIP; b) fim de fase.

Cada passo de cada ciclo CIP obedece a determinadas condições que necessitam de estar conforme para que cada passo inicie.

No link [CIP_Condições_Iniciais.xlsx](#) encontra-se representado o mapa de ativações elaborado com as condições iniciais para todos os programas CIP.

4.2 CIP Linha Tara Retornável

A instalação em que é executado o programa CIP da linha TR inclui as respectivas tubagens, um pasteurizador, um tanque tampão, um tanque de retorno ou de cerveja recuperada e uma enchedora.

A linha TR encontra-se representada no Anexo A, assim como o sistema CIP.

Durante a otimização do processo, foi efetuada uma primeira proposta de melhoria. No entanto com os resultados obtidos por esta e após a necessidade de haver substituição de um permutador de maior volume (modificação analisada e apresentada posteriormente), foi necessário reajustar alguns parâmetros de forma a conseguir uma melhor otimização do processo. Sendo assim, as duas fases de otimização são apresentadas separadamente nos subcapítulos 4.2.1 e 4.2.2.

4.2.1 Propostas de alteração iniciais - Linha TR

Como já referido anteriormente, o principal foco neste processo de otimização foi a diminuição do tempo dos programas de CIP e dos consumos de água e soluções de limpeza para a realização dos programas de CIP. Para tal, após acompanhamento dos 5 programas CIP referidos na Tabela 3.4 foram identificadas algumas oportunidades de melhoria, nomeadamente em diversos passos nos quais as soluções não estão a ser reaproveitadas, seguindo diretamente para esgoto, na eliminação de passos que não aumentam a eficácia da limpeza e na mudança do volume que em muitos casos não está ajustado corretamente ao volume real da linha.

Desta forma, procedeu-se inicialmente à realização da cubicagem da linha. Para tal, foi executado um programa CIP Soda + Esterilização, para que através da medição contínua do valor de condutividade no final da linha, se conseguisse aferir a quantidade total de hL em linha. Tendo sido contabilizados 26 hL no Passo 7 - Entrada de Soda e 6 hL no Passo 9 - Retorno de Soda, resultando em 32 hL para encher toda a linha. Na Figura 4.2 encontra-se representado o Retorno da linha e a respetiva representação do condutivímetro a vermelho.

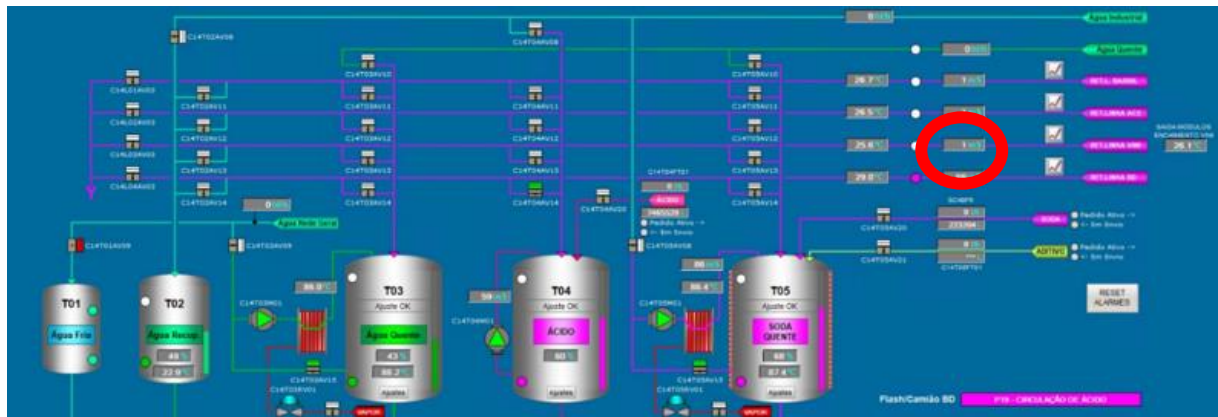


Figura 4.2 - Representação do Retorno da linha.

Assim, deu-se início à realização de diversas alterações. Tendo-se procedido ao ajuste do volume de linha em todos os passos. Para tal estabeleceu-se que a linha toda ficaria cheia no primeiro passo com os 32 hL (P3 - Entrada de água fria). Estando a linha cheia, no passo seguinte apenas se utilizaria o volume de hL que garantem que são atingidas as condições necessárias para a realização desse passo e dos passos subsequentes.

Relativamente à recuperação de água e soluções de limpeza foram alterados os tanques para onde as soluções retornavam. No P27 - Retorno de água quente, em vez da solução ir para esgoto, esta irá para o tanque de água recuperada, já que num passo anterior (P25 - Entrada de água quente) a solução já é recuperada, levando a que seja incoerente que esta solução vá para esgoto. Para além deste passo, também no P34 - Enxaguamento com água fria a solução em vez de ir para o esgoto irá para o tanque de água recuperada, pois sendo este o último passo antes do esvaziamento final a solução já não se encontra contaminada podendo ser encaminhada para o tanque de água recuperada e desta forma reaproveitada para um próximo ciclo de CIP.

No que se refere à eliminação de passos que não aumentam a eficácia da limpeza foram excluídos os passos: P14 - Enxaguamento intermédio e P32 - Enxaguamento com água fria, uma vez que durante o processo, no P34 - Enxaguamento com água fria vai ser realizado novamente um enxaguamento com água fria, não havendo assim necessidade de se repetir o mesmo passo três vezes, sendo apenas requerido este enxaguamento no final do programa para garantir a eficiência da limpeza da instalação.

Na Tabela 4.1 são apresentados os parâmetros com as alterações acima indicadas relativas ao programa de Soda + Esterilização. Os restantes programas e respetivas alterações da linha TR apresentam-se no Apêndice I.

Tabela 4.1 - Primeira proposta de alteração dos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha TR.

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	32
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	32
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	8
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	32
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	11
14	Enxaguamento com água fria	30	0
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	35	32
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	30	7
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	30	32
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	30	18
32	Enxaguamento com água fria	30	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	32
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Assim, através da Tabela 4.1, é possível observar as mudanças de quantidade implementadas em cada passo, assim como os passos que foram eliminados (P14 e P32).

Como resultado das alterações realizadas para todos os programas analisados verificam-se os resultados apresentados na Tabela 4.2. Nesta Tabela, assim como nas restantes tabelas presentes neste documento, os resultados relativos ao *Saving* apresentam-se por cores para facilitar a análise visual. Deste modo, o vermelho indica os resultados com um *Saving* menor, o amarelo representa os resultados aceitáveis e o verde destaca os melhores e mais positivos resultados.

Tabela 4.2 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP da linha TR.

Programa		Sem alterações	Com alterações	Saving
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	386	243	37 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	210	116	45 %
	Tempo programa CIP	2 h 20 min	1 h 56 min	17 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	201	152	24 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	150	109	27 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	181	175	3 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	135	119	12 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	249	160	36 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	189	108	43 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	318	258	19 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	191	159	17 %
	Tempo programa CIP	2 h 20 min	1 h 56 min	17 %

Sendo possível observar que para todos os programas e para todos os parâmetros discriminados se verifica um *Saving* positivo, ou seja, foram alcançados os principais objetivos, isto é, reduziu-se a quantidade de soluções utilizadas e diminuiu-se o tempo de cada programa CIP. É de destacar que o programa de Ácido é aquele que exibe um menor *Saving* (3 %) no que se refere à quantidade de água e soluções de limpeza. Já o programa Soda + Esterilização em relação à quantidade enviada para esgoto, é o que possui a maior percentagem (45 %).

Apesar das alterações mencionadas anteriormente, durante o decorrer do período de estágio, como já foi referido acima, a linha sofreu uma troca de permutador de calor (dispositivo utilizado para transferir calor entre dois ou mais fluidos sem que eles se misturem) para um de maior volume, levando a que em vez de 32 hL passaram a ser necessários 42 hL de volume de linha total. O motivo desta troca foi o facto deste novo permutador possuir uma capacidade de recuperação de 95 % do calor da cerveja que leva a que se diminua o consumo de vapor e água glicolada. Esta mudança, já planeada desde o final de 2023 potenciou uma alteração geral nos diferentes programas que foram reajustados

em conformidade. No Apêndice II é apresentada, para todos os programas CIP, a alteração dos parâmetros implementados com o novo permutador de calor da linha TR.

Sendo assim, na Tabela 4.3 encontram-se todos os parâmetros analisados antes e após a implementação das alterações com o novo permutador de calor, assim como o *Saving* obtido para cada um destes parâmetros.

Tabela 4.3 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP da linha TR (com novo permutador).

Programa		Sem alterações	Com alterações (novo permutador)	<i>Saving</i>
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	386	280	27 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	210	141	33 %
	Tempo programa CIP	2 h 20 min	2 h 10 min	7 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	201	186	7 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	150	136	9 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	181	193	-7 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	135	139	-3 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	249	183	27 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	189	136	28 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 10 min	26 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	318	290	9 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	191	186	3 %
	Tempo programa CIP	2 h 20 min	2 h 10 min	7 %

Observando a Tabela 4.3, apenas as quantidades de água e soluções de limpeza e a quantidade enviada para esgoto do programa de Ácido, apresentam um *Saving* negativo, que podem ser justificadas pelo facto de se utilizar menos quantidade de ácido do que de soda cáustica ou água quente num programa CIP levando a que com o novo permutador de calor de maior volume seja requerida uma maior quantidade de solução do que a utilizada com o

permutador de calor de menor volume. No entanto, é importante salientar que o tempo de execução do CIP é inferior ao inicial para todos os programas CIP, resultando num ganho significativo de eficiência. Isto ocorre uma vez que, tendo o permutador de calor um maior volume, leva a que possua uma área de superfície maior, resultando numa transferência de calor mais eficiente, aumentando a velocidade de aquecimento e consequentemente diminuição do tempo no aquecimento das soluções. Relativamente aos outros programas apresentados na Tabela 4.3, tanto a quantidade de água e soluções de limpeza como a quantidade enviada para esgoto apresentam um *Saving* positivo, alcançando assim os principais objetivos já mencionados anteriormente.

4.2.2 Desenho de novo programa CIP - Linha TR

À medida que as primeiras modificações foram validadas (Cap. 4.2.1), surgiram novas sugestões de otimização que proporcionam um menor tempo de execução dos programas CIP e redução na quantidade de soluções utilizadas.

Deste modo, determinou-se a quantidade total de solução necessária para encher a tubagem, especificamente desde o segmento entre o Envio da linha de CIP até ao tanque tampão. Foi determinada esta quantidade até ao tanque tampão de modo a evitar grandes volumes de mistura de soluções durante o decorrer do CIP, já que neste equipamento existem duas saídas de esgoto (representadas a vermelho na Figura 3.3) que abrem nos passos de esvaziamento permitindo a rejeição das soluções para esgoto. Para tal, foi realizado um programa de Soda + Esterilização, no qual através da medição da temperatura (sensor de temperatura localizado próximo do tanque tampão - indicação de 70 °C) se determinou a quantidade de solução de soda cáustica necessária para que toda a tubagem desde o Envio da linha de CIP até ao tanque tampão se encontre cheia. Assim, obteve-se um volume de 30 hL, que a exemplo do que foi descrito no Capítulo 4.2.1 foi aplicado a todos os passos do sistema.

Para além desta mudança de volume, procedeu-se à eliminação de passos assim como à adição de novos. Comparando os passos apresentados no Capítulo 4.2.1, foram eliminados os passos de retorno de soda (P9 - Cap. 3), ácido (P18 - Cap. 3) e água fria (P27 - Cap.3), que foram substituídos por um passo adicional (exemplo: “Entrada de soda 2”) onde a condição para avançar para o passo seguinte deixa de ser o valor mínimo de condutividade estabelecido e passa a ser a quantidade de solução a encher a linha (neste caso 15 hL). Para além destes passos também foram eliminados os passos de arrasto da soda (P13 - Cap.3), ácido (P22 - Cap.3) e água quente (P31 - Cap. 3), uma vez que nesta nova abordagem apenas é dada a entrada de água fria no final da circulação da última solução a utilizar no respetivo programa, já que se torna incoerente arrefecer a linha para depois a aquecer novamente.

Dando como exemplo o programa de Soda + Esterilização, apenas é realizada a entrada de água fria depois de executado o passo de esterilização e recirculação.

Relativamente aos passos adicionados, foram adicionados passos referentes a um esvaziamento entre os novos passos de “Entrada de soda 1” e “Entrada de soda 2”, assim como nos respetivos passos de entrada de ácido e água quente, de modo a ocorrer um esvaziamento no instante em que a solução alcança o tanque tampão. Foi ainda adicionado o passo “Retirar amostra das últimas águas” que tem como finalidade assegurar que o operador recolhe as amostras de água no final de cada programa CIP para posterior análise laboratorial permitindo garantir que o mesmo realiza esta tarefa em segurança, uma vez que o programa não avança sem o seu consentimento.

É de salientar que o percurso das soluções, desde o Envio até ao Retorno do sistema CIP, se manteve o mesmo que o proposto no Capítulo 4.2.1.

Assim, na Tabela 4.4 são apresentadas as alterações efetuadas. No Apêndice III é apresentada, para todos os programas CIP, a alteração dos parâmetros implementados com o desenho do novo programa CIP da linha TR.

Tabela 4.4 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP.

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
5	Soda - Verifica condições	-
6	Entrada de soda 1	15
7	Esvaziamento	-
8	Entrada de soda 2	15
9	Esvaziamento	-
10	Circulação de soda	
11	Entrada de água fria	30
12	Esvaziamento	-
13	Ácido - Verifica condições	-
14	Entrada de ácido 1	15
15	Esvaziamento	-
16	Entrada de ácido 2	15
17	Esvaziamento	-
18	Circulação de ácido	-
19	Entrada de água fria	30
20	Esvaziamento	-
21	Esterilização - Verifica condições	-
22	Entrada de água quente 1	15
23	Esvaziamento	-
24	Entrada de água quente 2	15
25	Esvaziamento	-
26	Esterilização e recirculação	-
27	Entrada de água fria	30
28	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Desta forma, comparando a Tabela 4.4 com a Tabela 4.1, é possível observar que o número de passos passou de 36 para 33. Para além disso, comparando as quantidades utilizadas antes da implementação das alterações com o CIP futuro a implementar (Tabela 4.5) é de salientar que ao contrário da Tabela 4.3, referente às primeiras alterações propostas, todos os valores de *Saving* apresentam valores positivos e acima de 30 %. Estes resultados demonstram que as propostas relativas ao CIP Futuro traduzem um maior ganho

de eficiência do que as primeiras e desta forma uma melhoria na otimização do sistema CIP da linha TR, permitindo uma maior poupança de água, soluções de limpeza, energia e tempo.

Tabela 4.5 - Resultados do desenho do novo programa CIP em cada programa CIP da linha TR.

Programa		Sem Alterações	CIP Futuro	Saving
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	386	150	61 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	210	60	71 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	201	120	40 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	150	60	60 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	181	120	34 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	135	60	56 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	249	120	52 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	189	60	68 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	318	150	53 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	191	90	53 %

No que se refere à duração de cada programa, não foi possível acompanhar nenhum programa CIP durante o período de estágio, o que impossibilita a inclusão desses registos na presente dissertação.

4.3 CIP Linhas Tara Perdida

A principal diferença entre o CIP das linhas TP e o CIP da linha TR é o facto do CIP das linhas TP ser executado para duas linhas: linha Ace e linha Sebastião, ou seja, este CIP ser utilizado para a lavagem de duas enchedoras diferentes. Assim, a instalação em que é executado o programa CIP das linhas TP inclui as respetivas tubagens, um pasteurizador, um tanque tampão, um tanque de retorno ou de cerveja recuperada e duas enchedoras, uma de cada linha. Como ambas as linhas utilizam a mesma instalação, é importante destacar que não é possível realizar a limpeza CIP nas duas linhas simultaneamente.

A linha TP encontra-se representada no Anexo A, assim como o sistema CIP.

4.3.1 Propostas de alteração - Linhas TP

O processo de otimização aplicado para a linha TR (Cap. 4.2.1) no que se refere à recuperação de água e soluções de limpeza, à eliminação de passos prescindíveis e à mudança do volume foi o mesmo para as linhas de TP. Desta forma, efetuou-se a cubicagem da linha tendo sido contabilizados 13 hL no Passo 7 - Entrada de Soda e 8 hL no Passo 9 - Retorno de Soda, resultando em 21 hL de volume de toda a linha.

No Apêndice IV são apresentados os parâmetros com as alterações acima indicadas relativas a todos os programas CIP das linhas TP.

Os resultados relativos às alterações aplicadas encontram-se apresentados na Tabela 4.6, assim como o *Saving* obtido para cada um destes parâmetros.

Tabela 4.6 - Resultados das alterações efetuadas em cada programa CIP das linhas TP.

Programa		Sem alterações	Com alterações	Saving
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	164,5	151	8 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	89,5	78	13 %
	Tempo programa CIP	3 h 10 min	2 h 40 min	16 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	96,5	99	-3 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	71,5	73	-2 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 20 min	16 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	97,5	99	-2 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	72,5	73	-1 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 20 min	16 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	109,5	99	10 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	84,5	73	14 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 20 min	16 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	152,5	151	1 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	92,5	99	-7 %
	Tempo programa CIP	3 h 10min	2 h 40min	16 %

Contrariamente ao descrito no Capítulo 4.2.1 relativamente à Tabela 4.2, nem todos os programas e parâmetros discriminados apresentam um *Saving* positivo. Nomeadamente, no programa de Soda na quantidade de água e soluções de limpeza (-3 %) e na quantidade enviada para esgoto (-2 %), no programa de Ácido na quantidade de água e soluções de limpeza (-2 %) e na quantidade enviada para o esgoto (-1 %) e no programa de Soda + Ácido na quantidade enviada para esgoto (-7 %). Contudo, nenhum destes valores ultrapassa os 10 %, o que é compensado pelo facto de o tempo de ocorrência do CIP em todos os programas apresentar um *Saving* positivo de 16 %.

Assim, pode concluir-se que apesar da existência de alguns valores negativos, estas alterações contribuíram para um ganho de eficiência e para o alcance de um dos principais objetivos por parte da empresa, a redução da durabilidade de cada programa CIP.

Porém, tal como na linha TR, ao longo do período de estágio, também a instalação das linhas TP sofreu uma substituição do permutador de calor para reduzir o consumo de vapor e água glicolada, mas também para aumentar a sua capacidade proporcionando um maior caudal e possibilitar a realização de CIP às duas enchedoras (das linhas Ace e Sebastião)

simultaneamente. Esta troca implicou tal como na linha TR a um aumento do volume do sistema, passando a ser 23 hL. Esta mudança provocou uma alteração tanto na quantidade utilizada em cada passo como no tempo de cada programa CIP, estando os novos resultados apresentados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Resultados das primeiras alterações efetuadas em cada programa CIP das linhas TP (com novo permutador).

Programa		Sem alterações	Com alterações (novo permutador)	Saving
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	164,5	163	1 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	89,5	84	6 %
	Tempo programa CIP	3 h 10 min	2 h 20 min	26 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	96,5	107	-11 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	71,5	79	-10 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 15 min	21 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	97,5	107	-10 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	72,5	79	-9 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 15 min	21 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	109,5	107	2 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	84,5	79	7 %
	Tempo programa CIP	1 h 35 min	1 h 15 min	21 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	152,5	163	-7 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	92,5	107	-16 %
	Tempo programa CIP	3 h 10 min	2 h 20 min	26 %

Como seria espectável, os resultados de *Saving* negativos são ainda negativos com a mudança do permutador de calor. Isto é, no programa de Soda na quantidade de água e soluções de limpeza (-11 %) e na quantidade enviada para esgoto (-10 %), no programa de Ácido na quantidade de água e soluções de limpeza (-10 %) e na quantidade enviada para esgoto (-9 %) e no programa de Soda + Ácido na quantidade de água e soluções de limpeza (-7 %) e na quantidade enviada para esgoto (-16 %). É de salientar que o pior resultado dos valores de *Saving* mencionados pode estar relacionado com o facto de se estar a comparar valores referentes a dois permutadores diferentes o que justifica a pioria nos resultados, devido à diferença de quantidade e equipamentos utilizados. Apesar destes valores, o tempo

de ocorrência do CIP em todos os programas apresenta um *Saving* superior ao obtido com o permutador de calor anterior, sendo de 26 % nos programas de Soda + Esterilização e Soda + Ácido e de 21 % nos restantes três programas.

No Apêndice V é apresentada, para todos os programas CIP, a alteração dos parâmetros implementados com o novo permutador de calor da linha TR.

Ao contrário da linha TR, no caso das linhas TP, não foi possível desenhar um novo programa de CIP para melhoria dos valores obtidos dentro do período de estágio. No entanto, poderia ser algo a ser considerado em trabalhos futuros.

4.4 CIP Linha Vini

A instalação em que é executado o programa CIP da linha Vini é distinta em certos equipamentos das linhas TR e TP. Tal deve-se ao facto do produto que circula na mesma não ser cerveja, mas sim vinho e sangria, sendo deste modo o processo de produção distinto. Consequentemente, a instalação é constituída por um pasteurizador, um tanque tampão destinado à produção de sangria, um tanque tampão para a produção de vinho, um tanque tampão ligado ao pasteurizador, um carbonatador e três módulos de enchimento.

A linha Vini encontra-se representada no Anexo A, assim como o esquema do sistema CIP.

4.4.1 Propostas de alteração - Linha Vini

O processo de otimização aplicado para a linha TR (Cap. 4.2.1) e linhas TP (Cap. 4.3.1) foi o mesmo para a linha Vini. Sendo assim, na determinação da cubicagem, foram contabilizados 18 hL no Passo 7 - Entrada de Soda e 4 hL no Passo 9 - Retorno de Soda, resultando em 22 hL de volume total. Relativamente à recuperação de água e soluções de limpeza e à eliminação de passos esta linha segue a mesma lógica descrita para a linha TR no Capítulo 4.2.1. Relativamente ao ajuste do volume utilizado nos diferentes passos, apenas se alterou a quantidade no Passo 25 - Entrada de água quente para a quantidade adaptada ao volume total da linha, uma vez que caso se aplicasse o mesmo raciocínio que se utilizou para as outras linhas, a quantidade de água e soluções de limpeza seria muito superior não sendo favorável o aumento de quantidade de soluções.

Procedeu-se também ao ajuste da temperatura, em 5 °C no Passo 10 - Circulação de soda e no Passo 28 - Esterilização e recirculação, uma vez que em ambos os passos não se atingia a temperatura requerida dentro do tempo estabelecido, fazendo com que o programa entrasse em pausa (atingia o tempo de *Time Out* configurado para cada programa CIP), requerendo que o operador reiniciasse o programa. A diminuição da temperatura pode levar a um aumento de contaminações. De forma a haver um controlo microbiológico, é necessário

fazer a recolha de amostras da superfície dos módulos através da utilização de zaragatoas. A coleta das amostras foi realizada utilizando o teste ATP de superfície *3M Clean-Trace*. Este teste descartável possui uma ponta específica para a recolha de amostras de superfícies, que vem pré-umedecida com um agente catiónico. Este agente auxilia na coleta de solo e na liberação de ATP (adenosina trifosfato) de células intactas. Ao ativar o teste, o reagente no tubo do dispositivo reage com o ATP coletado na ponta, produzindo luz. A intensidade dessa luz é proporcional à quantidade de ATP presente, indicando o grau de contaminação. Os resultados são apresentados em unidades relativas de luz (RLU - *Relative Light Units*). A amostra encontra-se contaminada quando apresenta um valor superior a 300 RLU, contaminação duvidosa entre 150 e 300 RLU e não contaminada quando apresenta um valor inferior a 150 RLU. Na Tabela 4.8 está representado um exemplo da recolha de amostras nos três módulos de enchimento.

Tabela 4.8 - Resultados RLU.

Módulos	Amostra 1 (RLU)	Amostra 2 (RLU)	Resultado
1	36	30	Não contaminado
2	18	37	Não contaminado
3	27	16	Não contaminado

Consecutivamente e pela mesma razão referida anteriormente relativa à diminuição de 5 °C para a temperatura, também o valor do caudal no Passo 10 - Circulação de soda foi diminuído de 50 hL/h para 45 hL/h, dado que o mesmo oscilava entre esses valores não contabilizando o tempo do passo, caso não estivesse nos 50 hL/h. Assim, como forma exemplificativa, apresenta-se a Tabela 4.9 onde são apresentados os parâmetros com as alterações acima indicadas relativas ao programa de Soda + Esterilização. Os restantes programas e respetivas alterações da linha Vini apresentam-se no Apêndice VI.

Tabela 4.9 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha Vini.

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)	T (°C)	Nova T (°C)	Q (hL/h)	Novo Q (hL/h)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-				
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-				
3	Entrada de água fria	10	-				
4	Esvaziamento	-	-				
5	Enxaguamento com água fria	10	-			50	-
6	Soda - Verifica condições	-	-				
7	Entrada de soda	18	-				
8	Esvaziamento	-	-				
9	Retorno de soda	5	-				
10	Circulação de soda	-	-	75	70	50	45
11	Entrada de água fria	18	-				
12	Esvaziamento	-	-				
13	Arrasto da soda	5	-				
14	Enxaguamento com água fria	2	0			50	-
24	Esterilização - Verifica condições	-	-				
25	Entrada de água quente	25	22				
26	Esvaziamento	-	-				
27	Retorno de água quente	5	-	60			
28	Esterilização e recirculação	-	-	77	72	50	-
29	Entrada de água fria	18	-				
30	Esvaziamento	-	-				
31	Arrasto da água quente	5	-	40			
32	Enxaguamento com água fria	1	0			50	-
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-				
34	Enxaguamento com água fria	12	-			50	-
35	Esvaziamento final	-	-				
36	Fim programa	-	-				

Assim, através da Tabela 4.9, é possível observar as mudanças de quantidade implementadas em cada passo, os passos que foram eliminados (P14 e P32) e os valores de temperatura e caudal que foram alterados. A Tabela 4.10 apresenta os resultados provenientes das alterações efetuadas.

Tabela 4.10 - Resultados das alterações efetuadas em cada programa CIP da linha Vini.

Programa		Sem alterações	Com alterações	Saving
Soda + Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	134	128	4 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	61	60	2 %
	Tempo programa CIP	6h	4 h 30 min	25 %
Soda	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	78	78	-
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	55	55	-
	Tempo programa CIP	3h	2 h 7 min	29 %
Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	79	78	1 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	56	55	2 %
	Tempo programa CIP	2h	1 h 50 min	8 %
Esterilização	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	86	82	5 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	51	47	8 %
	Tempo programa CIP	3h	2 h 7 min	29 %
Soda + Ácido	Quantidade de água e soluções de limpeza (hL)	127	124	2 %
	Quantidade enviada para esgoto (hL)	79	78	1 %
	Tempo programa CIP	5h	3 h 36 min	28 %

Pode observar-se a redução da quantidade de água e soluções de limpeza e da quantidade enviada para esgoto e a diminuição do tempo de cada programa CIP, o que se traduz num *Saving* positivo relativamente a todos os parâmetros. No entanto, é de destacar que os programas de Ácido e Soda + Ácido são aqueles que apresentam um *Saving* inferior (1 %) no que toca à quantidade de água e soluções de limpeza e à quantidade enviada para esgoto, respetivamente. Por outro lado, os programas de Soda e Esterilização relativamente à diminuição do tempo de programa CIP são os que exibem um *Saving* superior (29 %). Para além disso, no programa de Soda tanto em relação à quantidade de água e soluções de limpeza como à quantidade enviada para esgoto não existiram quaisquer alterações, apresentando por isso um *Saving* nulo.

Assim como nas linhas TP, na linha Vini também não foi possível desenvolver um novo programa de CIP para melhorar os valores obtidos durante o período de estágio. No entanto, isso poderia ser considerado em trabalhos futuros.

4.5 Propostas de alteração das quatro linhas de barril

Todas as alterações propostas para as quatro linhas de barril descritas nos subcapítulos anteriores são apresentadas no link [CIP Programas Barril.xlsx](#). O documento é composto por cinco folhas: as três primeiras são dedicadas a cada uma das linhas, a quarta ao novo desenho do programa de CIP da linha TR e a quinta apresenta os *Savings* obtidos.

4.6 Consumos de água

Analisando a Figura 4.3, onde é apresentada a percentagem de água consumida no ano de 2023 e 2024 entre fevereiro e maio, é evidente a redução no consumo de água de 2023 para 2024. Em termos percentuais, houve um decréscimo em todos os meses, sendo de 35 % em fevereiro e março, 17 % em abril e 29 % em maio.

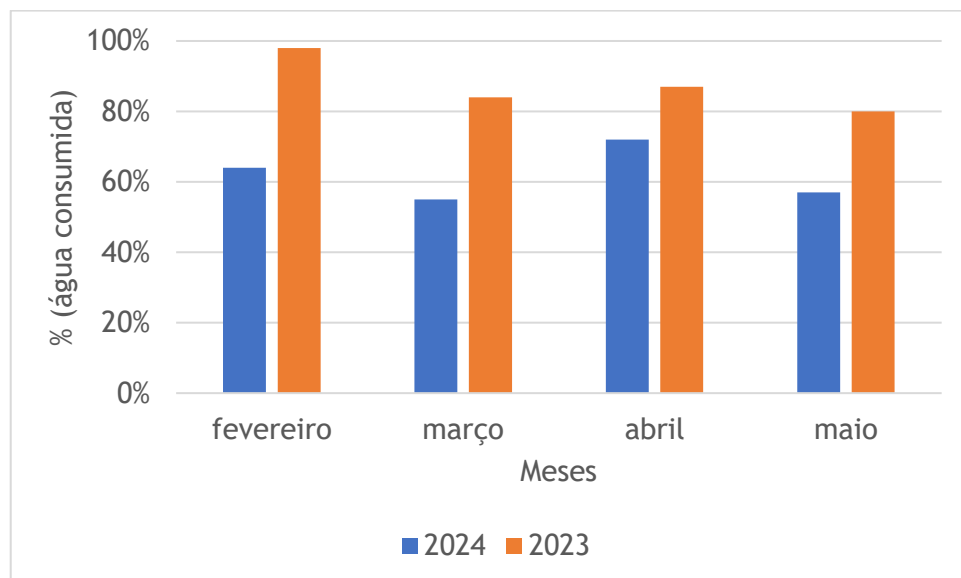


Figura 4.3 - Água consumida em 2023 vs 2024.

5. Conclusões

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de otimizar o sistema CIP das linhas de enchimento de barril do SBG: linha TR, linha Ace, linha Sebastião e linha Vini. Este processo de otimização visou principalmente na diminuição da duração dos programas de CIP e na redução do uso de água e soluções de limpeza necessárias para a sua execução.

Relativamente à linha TR foram sugeridas três propostas de alteração. Na primeira alteração todos os programas e parâmetros listados apresentam um *Saving* positivo, ou seja, os principais objetivos foram alcançados: a quantidade de soluções utilizadas foi reduzida e o tempo de execução de cada programa CIP diminuiu. Com a implementação do permutador de calor de maior volume, com exceção das quantidades de água e soluções de limpeza e da quantidade enviada para esgoto do programa de Ácido, é de notar que todos os outros programas e todos os parâmetros discriminados apresentam um *Saving* positivo. Já a proposta relativa ao desenho do novo programa CIP da linha TR é a que apresenta os *Saving* mais elevados, superiores a 30 %. Estes últimos resultados proporcionam um maior ganho de eficiência quando comparado com as primeiras alterações, resultando numa otimização significativa do sistema CIP da linha TR e numa maior economia de água e produtos de limpeza.

No que se refere às linhas TP (Ace e Sebastião) ao contrário do que descrito para a linha TR, nem todos os programas e parâmetros discriminados apresentam um *Saving* positivo. Contudo, nenhum desses valores ultrapassa os 10 %. No entanto, o tempo de ocorrência do CIP em todos os programas apresentar um *Saving* positivo de 16 %. Assim, pode concluir-se que na globalidade estas alterações contribuíram para um ganho de eficiência e para o alcance de um dos principais objetivos por parte da empresa, a redução da durabilidade de cada programa CIP. Já quando implementado o permutador de calor de maior volume, apesar dos valores de *Saving* negativos serem ainda mais inferiores, o tempo de ocorrência do CIP em todos os programas é inferior. Isto leva a que esta alteração resulte num *Saving* superior do que ao obtido com as propostas anteriores, contribuindo mais uma vez para o alcance dos objetivos da empresa.

Em relação à linha Vini, apenas foi apresentada uma proposta de alteração. Esta proposta levou à redução da quantidade de água e soluções de limpeza utilizadas e à diminuição do tempo de cada programa CIP, resultando num *Saving* positivo em todos os parâmetros.

Por fim, houve uma evidente redução no consumo de água de 2023 para 2024, com decréscimos mensais de 35 % em fevereiro e março, 17 % em abril e 29 % em maio.

6. Avaliação do trabalho realizado

6.1 Objetivos realizados

O principal objetivo deste trabalho foi o estudo e otimização da instalação CIP das quatro linhas de enchimento de barril: linha TR, linhas TP (Ace e Sebastião) e linha Vini.

O foco deste processo de otimização concentrou-se na redução do tempo dos programas de CIP e na minimização dos consumos de água e soluções de limpeza para executar os programas de CIP.

Do acompanhamento dos programas CIP às quatro linhas de enchimento de barril existentes no SBG, conclui-se que em todas elas foi possível diminuir o tempo de duração dos programas. Contudo, em relação à minimização do consumo de água e soluções de limpeza, os resultados da linha TR no programa de Ácido com a implementação do novo permutador de calor e os das linhas TP nos programas de Ácido, Soda e Soda + Ácido antes e após a implementação do novo permutador de calor apresentaram valores de *Saving* negativos. Assim, pode-se inferir que as alterações efetuadas resultaram num aumento de eficiência e no cumprimento de um dos principais objetivos da empresa, a diminuição da duração de cada programa CIP. É de destacar que para a linha TR foi proposto o desenho de um novo programa CIP que, apesar de não ter sido implementado durante o período desta dissertação, apresentou valores de *Saving* positivos e superiores a 30 %.

6.2 Contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável foram adotados por todos os Estados-Membros das Nações Unidas em 2015 como a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que define as prioridades e aspirações do desenvolvimento sustentável global e pretende reforçar esforços globais à volta de um conjunto de objetivos e metas comuns. Citando o secretário-geral das Nações Unidas, António Guterres:

“Nós devemos subir mais alto para salvarmos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - e permanecermos verdadeiros para com a nossa promessa de um mundo de paz, dignidade e prosperidade num planeta saudável.”

Os 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) representam um apelo à ação urgente para uma parceria global por parte de todos os países, tanto desenvolvidos como em desenvolvimento através da definição de metas de sustentabilidade, na qual se cria uma linguagem comum para todos os *stakeholders*, com foco em áreas importantes para a

humanidade e estruturado em torno de cinco princípios: Planeta, Pessoas, Prosperidade, Paz e Parceria.

Para a presente dissertação foi escolhido o ODS 6 (“Água potável e saneamento”) como forma de contribuir para a Agenda 2030. Dentro do ODS escolhido, a meta específica identificada foi a 6.3 presente no site oficial dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O objetivo 6 (Fig. 6.1) tem como principal propósito “garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos”, obtendo o acesso universal à água potável segura e alcançável para todos, o acesso ao saneamento e higiene apropriados para todos e à melhoria da qualidade da água diminuindo a poluição e eliminando o despejo de produtos químicos e materiais perigosos.[24]



Figura 6.1 - ODS 6.[24]

Na Tabela 6.1 apresentam-se os ODS que se destacam na presente dissertação.

Tabela 6.1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.[24]

ODS	Meta	Contribuição	Indicadores de desempenho e métricas
6	6.3 - Melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a libertação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo para metade a proporção de águas residuais não-tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e a reutilização, a nível global.	Contribuiu para diminuir a quantidade de água e soluções de limpeza utilizadas de 7 a 27 % na linha TR, de 1 a 2 % nas linhas TP e de 1 a 5 % na linha Vini e para diminuir a quantidade de soluções enviada para esgoto de 3 a 33 % na linha TR, de 6 a 7 % nas linhas TP e de 1 a 8 % na linha Vini.	6.3.1 - Proporção do fluxo de águas residuais domésticas e industriais tratada com segurança. 6.3.2 - Proporção de massas de água com boa qualidade ambiental.

6.3 Outros Trabalhos Realizados

Em paralelo aos objetivos propostos nesta dissertação, foram elaborados quatro documentos intitulados de POS (Procedimento Operacional Standard). Este documento tem como principal função detalhar as tarefas que o operador tem de realizar para cada procedimento. Tendo como objetivo formalizar, uniformizar e otimizar a forma de realizar cada procedimento. Inclui imagens reais de modo a torná-lo mais intuitivo e fácil de acompanhar. Como resultado, as equipas de enchimento, especialmente a mão de obra externa, estão numa posição que lhes permite serem mais eficientes pois têm fácil acesso à melhor forma de efetuar cada tarefa.

Assim, foram produzidos os seguintes POS para auxiliar cada uma das seguintes tarefas:

- Execução do programa CIP aos tanques que constituem o sistema CIP da linha de barril;
- Execução do procedimento relativo ao arranque do programa CIP da linha Vini;
- Verificação, utilizando um barril teste, do processo de lavagem do seu interior nas oito secções de cada módulo;
- Execução do procedimento relativo ao arranque da fase de enchimento da linha Vini.

No Apêndice VII encontra-se como exemplo o POS relativo à execução do programa CIP aos tanques que constituem o sistema CIP da linha de barril.

6.4 Apreciação Final

A elaboração desta dissertação foi uma experiência bastante enriquecedora tanto nível pessoal como profissional. O facto da mesma ter sido realizada em contexto industrial proporcionou um contacto direto com o mundo do trabalho, permitindo uma melhor compreensão da aplicação da engenharia química na indústria. Já a nível mais pessoal contribui para o desenvolvimento na área da comunicação, independência e autodisciplina.

Em relação ao trabalho desenvolvido, as alterações inicialmente propostas para cada uma das linhas de enchimento de barril foram implementadas, refletindo numa apreciação positiva. Contudo, o projeto não produziu resultados totalmente satisfatórios em todos os programas CIP apresentados, levando a que haja uma oportunidade de continuação do seu desenvolvimento e um ponto de partida para outros trabalhos sobre otimização de sistemas CIP.

7. Referências

- [1] S. B. Group, “Quem Somos,” Super Bock Group, 2024. [Online]. Available: <https://superbockgroup.com/grupo/quem-somos/>. [Acedido em 12 fevereiro 2024].
- [2] S. B. Group, “Marcas,” Super Bock Group, 2024. [Online]. Available: <https://superbockgroup.com/marcas-sbg/marcas-super-bock-group/>. [Acedido em 12 fevereiro 2024].
- [3] S. B. Group, “Cultura de Sustentabilidade,” Super Bock Group, 2024. [Online]. Available: <https://superbockgroup.com/planeta/cultura-de-sustentabilidade/>. [Acedido em 12 fevereiro 2024].
- [4] S. Bock, “Lúpulo: o rei do amargor,” Super Bock Group, 2021. [Online]. Available: <https://store.superbock.pt/pt/pt/lupulo-o-rei-do-amargor>. [Acedido em 1 abril 2024].
- [5] A. Press, “História e processo de fabrico da cerveja,” Tecno Alimentar, 28 dezembro 2020. [Online]. Available: <http://www.tecnoalimentar.pt/noticias/historia-e-processo-de-fabrico-da-cerveja/>. [Acedido em 19 fevereiro 2024].
- [6] S. Bock, “Levedura: o quarto (e misterioso) mosqueteiro da cerveja,” Super Bock Group, [Online]. Available: <https://www.superbockcasadacerveja.pt/detalhe-de-artigo/levedura-o-quarto-e-misterioso-mosqueteiro-da-cerveja/>. [Acedido em 1 abril 2024].
- [7] U. Brewing, “4 Main Types of Yeasts in Brewing,” 23 agosto 2023. [Online]. Available: 4 Main Types of Yeasts in Brewing (unknownbrewing.com). [Acedido em 1 abril 2024].
- [8] S. B. Group, “Produção,” Super Bock Casa da Cerveja, [Online]. Available: <https://www.superbockcasadacerveja.pt/producao/>. [Acedido em 14 fevereiro 2024].
- [9] B. a. Berg, “Brewing simply explained,” Bräu am Berg, 2022. [Online]. Available: <https://braeuamberg.at/en/brewing-process>. [Acedido em 14 fevereiro 2024].
- [10] E. Group, “Cleaning validation in the food industry - General Principles,” em *EHEDG Guidelines*, Frankfurt, EHEDG Secretariat, 2016, p. 14.
- [11] E. D. Association, “Food loss and waste prevention in the dairy chain,” EDA, Brussels, 2021.
- [12] S. Mil-Homens, “HACCP,” Autoridade de Segurança Alimentar e Económica, fevereiro 2007. [Online]. Available: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>. [Acedido em 12 fevereiro 2024].

- [13] EUR-Lex, “Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the council on the hygiene of foodstuffs,” 29 abril 2004. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/852/oj>. [Acedido em 18 fevereiro 2024].
- [14] ESAC, “Manual de Higienização Indústria Alimentar,” Coimbra, 2020.
- [15] S. Rotzler, “IZM’s In, Dirt’s Out: How To Wash Your E-Textiles,” Fraunhofer IZM, 2020.
- [16] R. Zonta, “CIP Explained - Part 1 Sinner’s Circle,” GEA Group, 2023.
- [17] O. Group, “Role of Sinner’s Circle in Cleaning Performance,” 2024.
- [18] T. J. A. Barbosa, “Optimização de sistemas CIP,” FEUP, Porto, 2010.
- [19] G. Bylund, Dairy HandBook, Sweden: Teknotext, 1995.
- [20] A. Tamime, “Cleaning-in-Place - Dairy, Food and Beverage Operations,” Blackwell Publishing Ltd, Ayr, UK, 2008.
- [21] Z. Berk, Food Process Engineering and Technology, Israel: Elsevier Inc., 2009.
- [22] L. Palmowski, K. Baskaran, H. Wilson e B. Watson, “Clean in Place - A Review of Current Technology and its Use in the Food and Beverage Industry,” School of Engineering and Technology Deakin University, Geelong, VIC, 2005.
- [23] B. Jude e E. Lemaire, “How to Optimize Clean-in-Place (CIP) Processes in Food and Beverage Operations,” Schneider Electric, Andover, 2019.
- [24] B. Portugal, “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável,” 2022. [Online]. Available: <https://ods.pt/ods/>. [Acedido em 19 abril 2024].

Anexo A

Na Figura A.1 está representado o PID da instalação do sistema CIP.

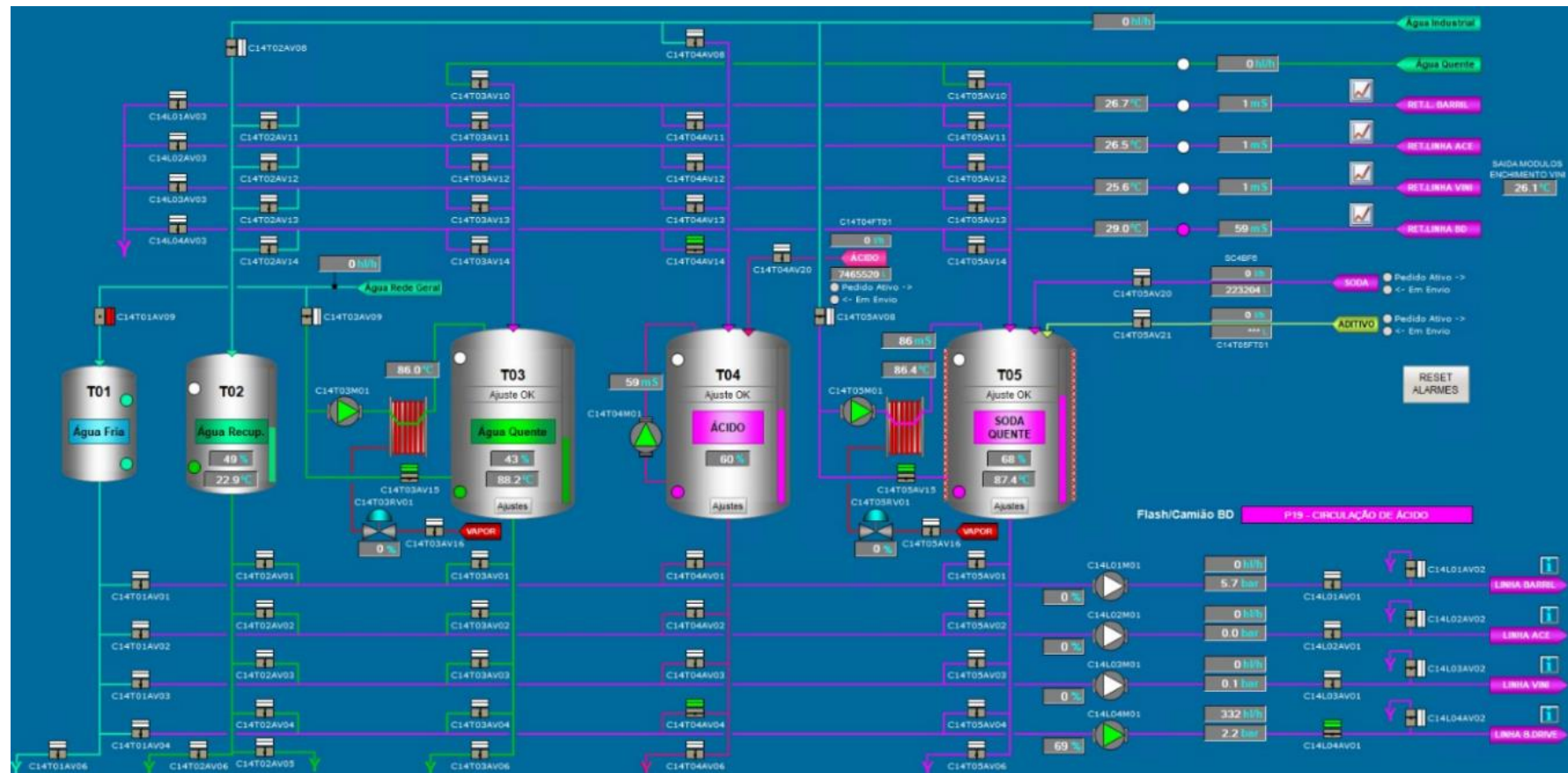


Figura A.1 - Esquema Sistema CIP

Na Figura A.2 está representado o digrama funcional da linha TR (cima) e das linhas TP (baixo).

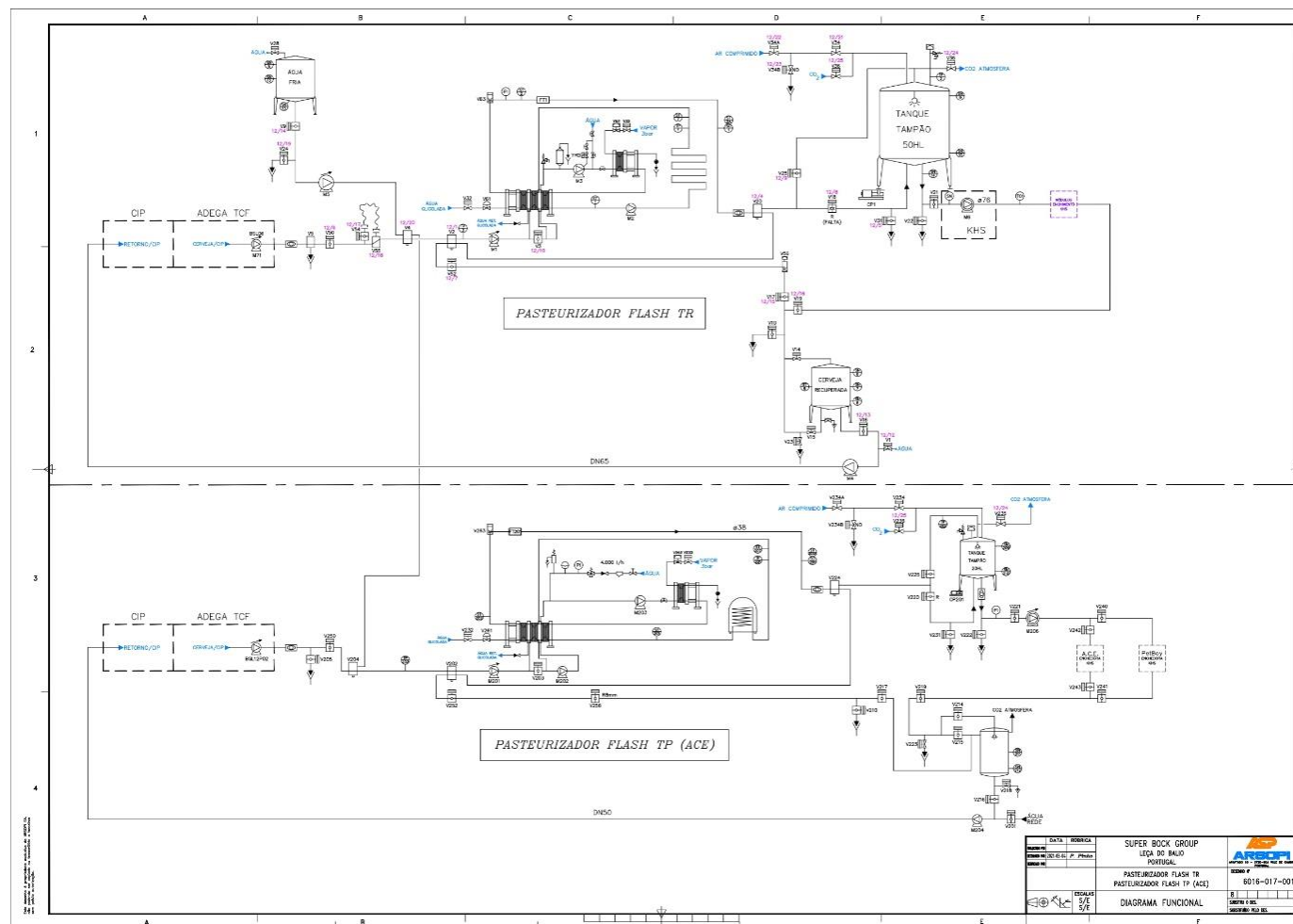


Figura A.2 - Diagrama funcional da linha TR (cima) e das linhas TP (baixo)

Nas Figuras A.3 e A.4 está representado o digrama funcional da linha Vini.

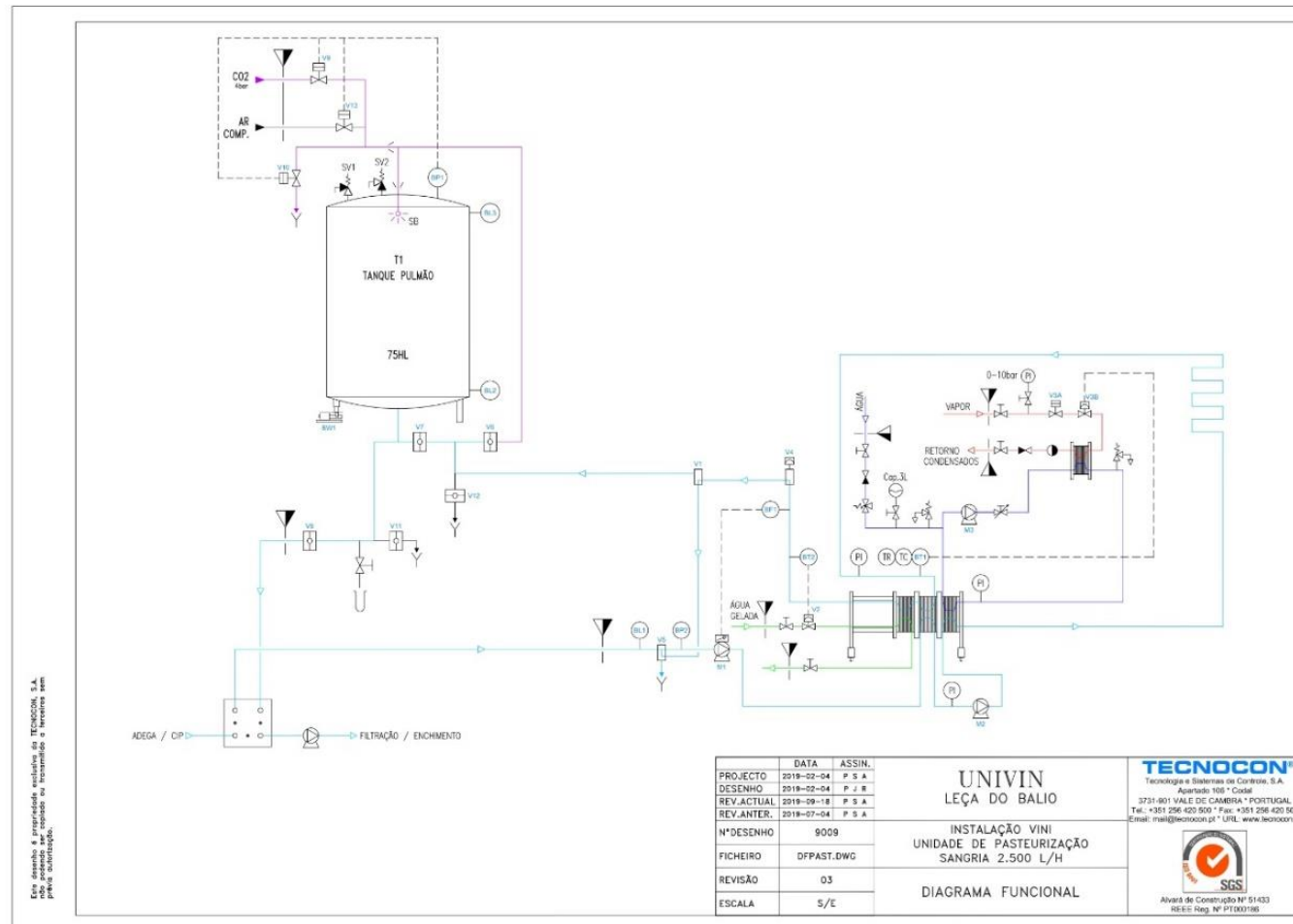


Figura A.3 - Diagrama funcional da linha Vini (1)

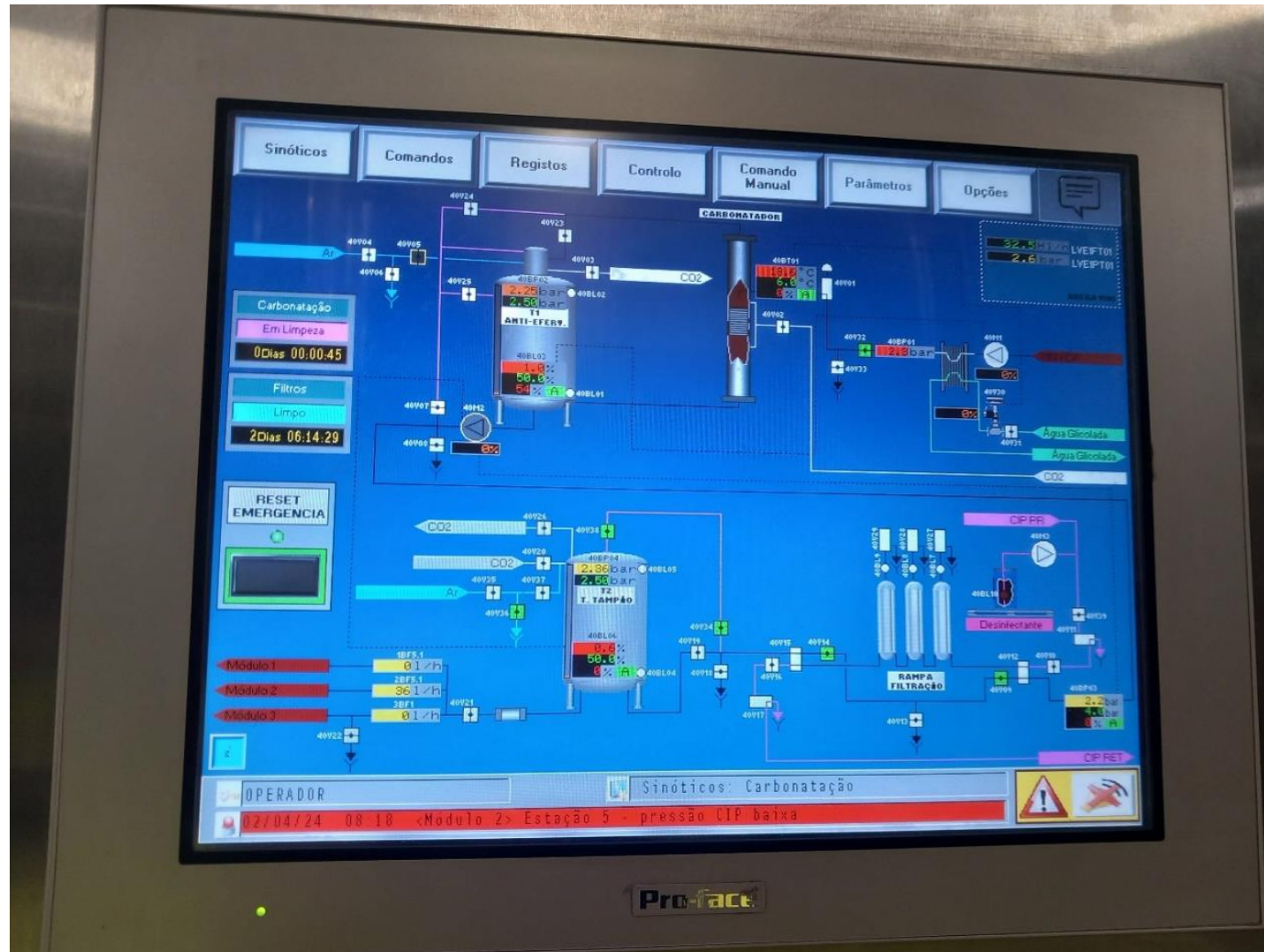


Figura A.4 - Diagrama funcional da linha Vini (2)

Apêndice I

Nas Tabelas I.1, I.2, I.3 e I.4 são apresentadas, para os programas de Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respetivamente, as alterações dos parâmetros implementados correspondentes à linha TR.

Tabela I.1 - Novos parâmetros do programa Soda da linha TR

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	32
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	32
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	8
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	32
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	11
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	32
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela I.2 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha TR

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	32
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	26	32
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	15	18
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	26	32
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	20	24
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	32
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela I.3 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha TR

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	32
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	35	32
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	30	7
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	30	32
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	30	20
32	Enxaguamento com água fria	32	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	32
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela I.4 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha TR

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	32
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	32
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	8
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	32
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	11
14	Enxaguamento intermédio	30	0
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	26	32
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	15	18
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	26	32
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	20	24
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	32
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Apêndice II

Nas Tabelas II.1, II.2, II.3, II.4 e II.5 são apresentados, para os programas de Soda + Esterilização, Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respetivamente, as alterações dos parâmetros implementados com o novo permutador da linha TR.

Tabela II.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização da linha TR (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	42
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	42
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	42
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	8
14	Enxaguamento com água fria	30	0
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	35	42
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	30	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	30	42
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	30	5
32	Enxaguamento com água fria	30	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	42
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela II.2 - Novos parâmetros do programa Soda da linha TR (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	42
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	42
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	42
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	8
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	42
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela II.3 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha TR (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	42
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	26	42
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	15	8
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	26	42
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	20	12
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	42
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela II.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha TR (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	42
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	35	42
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	30	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	30	42
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	30	5
32	Enxaguamento com água fria	32	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	42
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela II.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha TR (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	19	42
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	30	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	26	42
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	30	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	21	42
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	30	8
14	Enxaguamento intermédio	30	0
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	26	42
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	15	8
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	26	42
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	20	12
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	45	42
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Apêndice III

Nas Tabelas III.1, III.2, III.3, III.4 e III.5 são apresentados, para os programas de Soda + Esterilização, Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respectivamente, as alterações dos parâmetros com o desenho do novo programa CIP da linha TR.

Tabela III.1 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda + Esterilização

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
5	Soda - Verifica condições	-
6	Entrada de soda 1	15
7	Esvaziamento	-
8	Entrada de soda 2	15
9	Esvaziamento	-
10	Circulação de soda	
12	Esvaziamento	-
21	Esterilização - Verifica condições	-
22	Entrada de água quente 1	15
23	Esvaziamento	-
24	Entrada de água quente 2	15
25	Esvaziamento	-
26	Esterilização e recirculação	-
27	Entrada de água fria	30
28	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Tabela III.2 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
5	Soda - Verifica condições	-
6	Entrada de soda 1	15
7	Esvaziamento	-
8	Entrada de soda 2	15
9	Esvaziamento	-
10	Circulação de soda	
11	Entrada de água fria	30
12	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Tabela III.3 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Ácido

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
13	Ácido - Verifica condições	-
14	Entrada de ácido 1	15
15	Esvaziamento	-
16	Entrada de ácido 2	15
17	Esvaziamento	-
18	Circulação de ácido	-
19	Entrada de água fria	30
20	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Tabela III.4 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Esterilização

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
21	Esterilização - Verifica condições	-
22	Entrada de água quente 1	15
23	Esvaziamento	-
24	Entrada de água quente 2	15
25	Esvaziamento	-
26	Esterilização e recirculação	-
27	Entrada de água fria	30
28	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Tabela III.5 - Proposta de alteração dos parâmetros da linha TR com o desenho do novo programa CIP do programa de Soda + Ácido

Passo		Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-
3	Entrada de água fria	30
4	Esvaziamento	-
5	Soda - Verifica condições	-
6	Entrada de soda 1	15
7	Esvaziamento	-
8	Entrada de soda 2	15
9	Esvaziamento	-
10	Circulação de soda	
12	Esvaziamento	-
13	Ácido - Verifica condições	-
14	Entrada de ácido 1	15
15	Esvaziamento	-
16	Entrada de ácido 2	15
17	Esvaziamento	-
18	Circulação de ácido	-
19	Entrada de água fria	30
20	Esvaziamento	-
29	Enxaguamento final - Verifica condições	-
30	Enxaguamento com água fria	30
31	Retirar amostra das últimas águas	-
32	Esvaziamento final	-
33	Fim programa	-

Apêndice IV

Nas Tabelas IV.1, IV.2, IV.3, IV.4 e IV.5 são apresentados, para os programas de Soda + Esterilização, Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respetivamente, as alterações dos parâmetros correspondentes à linha TP.

Tabela IV.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização das linhas TP

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	21
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	21
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	21
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
14	Enxaguamento com água fria	10	0
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	15	21
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	17	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	15	21
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	10	5
32	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	21
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela IV.2 - Novos parâmetros do programa Soda das linhas TP

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	21
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	21
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	21
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	21
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela IV.3 - Novos parâmetros do programa Ácido das linhas TP

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	21
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	13	21
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	7	5
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	13	21
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	12	5
23	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	21
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela IV.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização das linhas TP

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	21
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	15	21
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	17	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	15	21
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	10	5
32	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	21
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela IV.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido das linhas TP

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	21
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	21
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	21
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
14	Enxaguamento intermédio	10	0
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	13	21
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	7	5
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	13	21
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	12	5
23	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	21
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Apêndice V

Nas Tabelas V.1, V.2, V.3, V.4 e V.5 são apresentadas, para os programas de Soda + Esterilização, Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respetivamente, as alterações dos parâmetros implementados com o novo permutador correspondentes à linha TP.

Tabela V.1 - Novos parâmetros do programa Soda + Esterilização das linhas TP (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	23
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	23
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	23
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
14	Enxaguamento com água fria	10	0
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	15	23
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	17	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	15	23
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	10	5
32	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	23
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela V.2 - Novos parâmetros do programa Soda das linhas TP (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	23
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	23
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	23
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	23
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela V.3 - Novos parâmetros do programa Ácido das linhas TP (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	23
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	13	23
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	7	5
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	13	23
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	12	5
23	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	23
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela V.4 - Novos parâmetros do programa Esterilização das linhas TP (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	23
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
24	Esterilização - Verifica condições	-	-
25	Entrada de água quente	15	23
26	Esvaziamento	-	-
27	Retorno de água quente	17	5
28	Esterilização e recirculação	-	-
29	Entrada de água fria	15	23
30	Esvaziamento	-	-
31	Arrasto da água quente	10	5
32	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	23
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Tabela V.5 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido das linhas TP (com novo permutador)

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL) (novo permutador)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-
3	Entrada de água fria	7,5	23
4	Esvaziamento	-	-
5	Enxaguamento com água fria	14	5
6	Soda - Verifica condições	-	-
7	Entrada de soda	13	23
8	Esvaziamento	-	-
9	Retorno de soda	7	5
10	Circulação de soda	-	-
11	Entrada de água fria	13	23
12	Esvaziamento	-	-
13	Arrasto da soda	12	5
14	Enxaguamento intermédio	10	0
15	Ácido - Verifica condições	-	-
16	Entrada de ácido	13	23
17	Esvaziamento	-	-
18	Retorno de ácido	7	5
19	Circulação de ácido	-	-
20	Entrada de água fria	13	23
21	Esvaziamento	-	-
22	Arrasto do ácido	12	5
23	Enxaguamento com água fria	1	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-
34	Enxaguamento com água fria	30	23
35	Esvaziamento final	-	-
36	Fim programa	-	-

Apêndice VI

Nas Tabelas VI.1, VI.2, VI.3 e VI.4 são apresentadas, para os programas de Soda, Ácido, Esterilização e Soda + Ácido, respetivamente, as alterações dos parâmetros implementados correspondentes à linha Vini.

Tabela VI.1 - Novos parâmetros do programa Soda da linha Vini

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)	T (°C)	Nova T (°C)	Q (hL/h)	Novo Q (hL/h)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-				
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-				
3	Entrada de água fria	10	-				
4	Esvaziamento	-	-				
5	Enxaguamento com água fria	10	-			50	-
6	Soda - Verifica condições	-	-				
7	Entrada de soda	18	-				
8	Esvaziamento	-	-				
9	Retorno de soda	5	-				
10	Circulação de soda	-	-	75	70	50	45
11	Entrada de água fria	18	-				
12	Esvaziamento	-	-				
13	Arrasto da soda	5	-				
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-				
34	Enxaguamento com água fria	12	-			50	-
35	Esvaziamento final	-	-				
36	Fim programa	-	-				

Tabela VI.2 - Novos parâmetros do programa Ácido da linha Vini

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)	T (°C)	Nova T (°C)	Q (hL/h)	Novo Q (hL/h)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-				
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-				
3	Entrada de água fria	10	-				
4	Esvaziamento	-	-				
5	Enxaguamento com água fria	10	-			50	-
15	Ácido - Verifica condições	-	-				
16	Entrada de ácido	18	-				
17	Esvaziamento	-	-				
18	Retorno de ácido	5	-				
19	Circulação de ácido	-	-			40	-
20	Entrada de água fria	18	-				
21	Esvaziamento	-	-				
22	Arrasto do ácido	5	-				
23	Enxaguamento com água fria	1	0			50	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-				
34	Enxaguamento com água fria	12	-			50	-
35	Esvaziamento final	-	-				
36	Fim programa	-	-				

Tabela VI.3 - Novos parâmetros do programa Esterilização da linha Vini

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)	T (°C)	Nova T (°C)	Q (hL/h)	Novo Q (hL/h)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-				
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-				
3	Entrada de água fria	10	-				
4	Esvaziamento	-	-				
5	Enxaguamento com água fria	10	-			50	-
24	Esterilização - Verifica condições	-	-				
25	Entrada de água quente	5	-				
26	Esvaziamento	-	-				
27	Retorno de água quente	5	-	60	-		
28	Esterilização e recirculação	-	-	77	72	50	-
29	Entrada de água fria	18	-				
30	Esvaziamento	-	-				
31	Arrasto da água quente	5	-	40	-		
32	Enxaguamento com água fria	1	0			50	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-				
34	Enxaguamento com água fria	12	-			50	-
35	Esvaziamento final	-	-				
36	Fim programa	-	-				

Tabela VI.4 - Novos parâmetros do programa Soda + Ácido da linha Vini

Passo		Qtd. (hL)	Nova Qtd. (hL)	T (°C)	Nova T (°C)	Q (hL/h)	Novo Q (hL/h)
1	Aguarda as condições iniciais	-	-				
2	Enxaguamento inicial - Verifica condições iniciais	-	-				
3	Entrada de água fria	10	-				
4	Esvaziamento	-	-				
5	Enxaguamento com água fria	10	-			50	-
6	Soda - Verifica condições	-	-				
7	Entrada de soda	18	-				
8	Esvaziamento	-	-				
9	Retorno de soda	5	-				
10	Circulação de soda	-	-	75	70	50	45
11	Entrada de água fria	18	-				
12	Esvaziamento	-	-				
13	Arrasto da soda	5	-				
14	Enxaguamento intermédio	2	0			50	0
15	Ácido - Verifica condições	-	-				
16	Entrada de ácido	18	-				
17	Esvaziamento	-	-				
18	Retorno de ácido	5	-				
19	Circulação de ácido	-	-			40	-
20	Entrada de água fria	18	-				
21	Esvaziamento	-	-				
22	Arrasto do ácido	5	-				
23	Enxaguamento com água fria	1	0			50	0
33	Enxaguamento final - Verifica condições	-	-				
34	Enxaguamento com água fria	12	-			50	-
35	Esvaziamento final	-	-				
36	Fim programa	-	-				

Apêndice VII

Nas Figuras VII.1, VII.2 e VII.3 está representado o POS elaborado correspondente ao procedimento de CIP ao CIP das linhas de enchimento de barril.

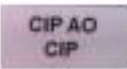
Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: SUPER BOCK GROUP																																																		
Departamento: Enchimento	Área: CIP Barril	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Não aplicável																																																		
Procedimento de CIP ao CIP Barril			Pág. 1 de 4:	Data emissão: 09/11/2023																																																	
Descrição do CIP ao CIP - Este procedimento de CIP ao CIP pode ser realizado a todos os tanques ou apenas a parte dos tanques. De forma a minimizar as perdas deverá ser realizado pela seguinte sequência: 1. Ácido e Soda ao tanque de água quente; 2. Ácido ao tanque de soda; 3. Soda ao tanque de ácido; IMPORTANTE: no final deverá ser realizado um enxaguamento com água a todos os tanques higienizados e validado o pH com uma fita. Nota 1: A tipologia de CIP deve sempre ser verificado na MTLB01401. Nota 2: Abaixo está exemplificado o procedimento correspondente à lavagem do tanque de água quente com ácido. 1. Desligar o ajuste dos tanques da instalação CIP - Para realizar este passo é apenas necessário selecionar a opção de "Ajustes" (assinalado a Vermelho na imagem 1) em cada um dos tanques e desativar o ajuste. Para verificar que o ajuste está desativado é só consultar a indicação a amarelo; - Este procedimento deve ser realizado para os tanques de água quente, ácido e soda quente. - No caso do tanque de água quente e Soda quente, deve também ser fechada a válvula de vapor do circuito do permutador do tanque; Exemplo T. Soda quente (C14T05AV16).  Imagem 1 – Tanques da instalação CIP 2. Abrir a válvula manual do tanque que vamos higienizar - Todos os tanques têm uma ligação ao esgoto do CIP e apenas é necessário realizar a abertura da válvula manual e aguardar que o tanque fique vazio.  Imagem 2 – Posição válvula manual para esgoto <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Documentos relacionados:</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td>Nº documento</td> <td rowspan="3">Formação sobre o POS</td> <td>Data:</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">POSLBEN195</td> <td>por:</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>para:</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>					Documentos relacionados:												Nº documento	Formação sobre o POS	Data:											POSLBEN195	por:											para:											
Documentos relacionados:																																																					
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:																																																			
POSLBEN195		por:																																																			
		para:																																																			

Figura VII.1 - POS CIP ao CIP (1/3)

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: SUPER BOCK GROUP	
Departamento: Enchimento	Área: CIP Barril	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Não aplicável	
Procedimento de CIP ao CIP Barril			Pág. 1 de 4:	Data emissão: 09/11/2023

3. Transferir o Ácido do tanque de ácido para o tanque água quente

- Para realizar este passo, é necessário desativar o encravamento da abertura de válvulas;



CIP AO CIP

Imagem 3 – Botão para desativar o encravamento da abertura de válvulas

- Depois, através do WinCC, devemos abrir as válvulas para a tubagem que conectam o tanque de ácido e água quente. Exemplo abaixo com válvulas assinaladas para este caso;
- Encher ≈ 25% do tanque de água quente com ácido. Pode ser consultado na supervisão como indicado na imagem 4 a azul.

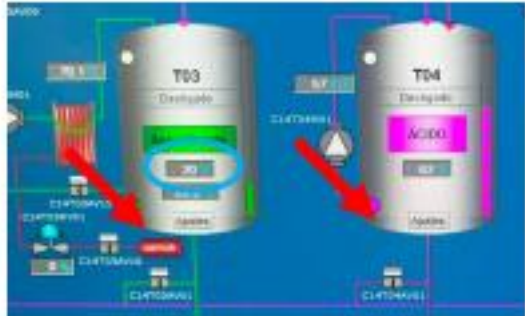


Imagem 4 – Síndico WinCC

4. Ativar re-circulação pela pinha

- Para realizar este passo é necessário abrir a válvula manual para recirculação pela pinha e fechar a do circuito de entrada sem ser pela pinha. Exemplificado na imagem 5;

Vermelho – Fechar

Verde – Abrir

- No WinCC abrir válvula C14T03AV15 e ligar bomba C14T03M01. Caso a válvula de vapor C14T03AV16 abra é necessário fechá-la;
- Deixar re-circular o tempo indicado no manual técnico (MTLB01401).



Imagem 5 – Válvulas

Documentos relacionados:												
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:										
POSLBEN195		por:										
		para:										

Figura VII.2 - POS CIP ao CIP (2/3)

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: SUPER BOCK GROUP	
Departamento: Enchimento	Área: CIP Barril	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento: Não aplicável	
Procedimento de CIP ao CIP Barril			Pág. 1 de 4:	Data emissão: 09/11/2023
5. Enxaguamento • Para realizar este passo, é necessário <u>ativar o encravamento da abertura de válvulas (botão imagem 3)</u>; • Fechar válvula C14T03AV15 e desligar bomba C14T03M01; • Abrir válvula de esgoto (C14T03AV06) para a bacia de retenção; • Verificar se existe calcário na bacia de retenção; • Após verificação do calcário fechar válvula de esgoto (C14T03AV06); • Abrir válvula C14T03AV15 e válvula de água de rede geral (C14T03AV09); • Encher o tanque com ≈ 20% de água; • Ligar bomba C14T03M01; • Abrir válvula esgoto (C14T03AV06) para a bacia de retenção; • Verificar se existe calcário na bacia de retenção; • Se não existir calcário medir pH; • Se existir calcário ou pH NÃO OK voltar a repetir enxaguamento com água de rede geral; • Se pH OK é apenas necessário selecionar a opção de "Ajustes" (assinalado a vermelho na imagem 1) em cada um dos tanques e ativar o ajuste. Para verificar que o ajuste está ativado é só consultar a indicação a amarelo na imagem 1.				
Documentos relacionados:				
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:		
POSLBEN195		por:		
		para:		

Figura VII.3 - POS CIP ao CIP (3/3)