

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TRIÂNGULO MINEIRO – *CAMPUS* UBERABA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ARYSON MOISÉS ANDRADE DE SOUZA

**DIAGNÓSTICO DOS PADRÕES DE HIGIENE E MICROBIOLÓGICOS
ADOTADOS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DAS CERVEJAS DE INDÚSTRIAS
NACIONAIS**

Uberaba- MG

2025

ARYSON MOISÉS ANDRADE DE SOUZA

**DIAGNÓSTICO DOS PADRÕES DE HIGIENE E MICROBIOLÓGICOS
ADOTADOS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DAS CERVEJAS DE INDÚSTRIAS
NACIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa: Segurança Alimentar

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Barbosa
Borges Jardim

Uberaba-MG

2025

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Referência do IFTM –
Campus Uberaba-MG

S89d

Souza, Aryson Moisés Andrade de
Diagnóstico dos padrões de higiene e microbiológicos adotados nos
processos produtivos das cervejas de indústrias nacionais / Aryson
Moisés Andrade de Souza – 2025.
82 f.: il.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Barbosa Borges Jardim.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia
de Alimentos) - Instituto Federal do Triângulo Mineiro- *Campus*
Uberaba- MG, 2025.

1. Qualidade. 2. Microbiologia. 3. CIP. I. Jardim, Fernanda Barbosa
Borges. II. Título.

CDD 363.19264

ARYSON MOISÉS ANDRADE DE SOUZA

**DIAGNÓSTICO DOS PADRÕES DE HIGIENE E MICROBIOLÓGICOS
ADOTADOS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS DAS CERVEJAS DE INDÚSTRIAS
NACIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa: Segurança Alimentar

.+

Uberaba, 28 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^a Fernanda Barbosa Borges Jardim
(IFTM – Orientadora)

Prof^ª Dr^a Fernanda Raghianti
(IFTM – Membro Interno)

Prof. Dr. José Humberto de Oliveira Filho
(IFTM- Membro Interno)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO

ARYSON MOISÉS ANDRADE DE SOUZA

“Diagnóstico dos padrões de higiene e microbiológicos adotados nos processos produtivos das cervejas de indústrias nacionais”

FOLHA DE APROVAÇÃO – DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 28/03/2025

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

**Presidente e
Orientador(a):**

Profª. Drª. Fernanda Barbosa Borges Jardim

IFTM - Campus Uberaba

Membro Titular

Profª. Drª. Fernanda Raghianti

IFTM - Campus Uberlândia

Membro Titular

Prof. Dr. José Humberto de Oliveira Filho

IFTM - Campus Uberaba

Local: Google Meet: <https://meet.google.com/fjk-iykz-hco>

FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 28/03/2025, às 10:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

FERNANDA RAGHIANTE
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por FERNANDA RAGHIANTE, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 28/03/2025, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

JOSÉ HUMBERTO DE OLIVEIRA FILHO
PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO



Documento assinado eletronicamente por JOSÉ HUMBERTO DE OLIVEIRA FILHO, PROFESSOR DO ENSINO BÁSICO, TÉCNICO E TECNOLÓGICO, em 01/04/2025, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 4º, § 3º, do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://iftm.edu.br/autenticacao/> informando o código verificador **BC8475D** e o código CRC **7501568A**.

Referência: NUP: 23200.004905/2025-64

DOCS nº 0000701315

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e por ter tido esta oportunidade que foi ímpar na minha evolução profissional.

À minha esposa, filhos e demais familiares por auxiliarem na construção da minha educação, ética e caráter e pela dedicação em tudo que fizeram e fazem por mim.

A Diversey Solenis, empresa que eu trabalho e que proporcionou a oportunidade do trabalho e estímulo para realização do curso.

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) e todo corpo docente, por fazerem parte da construção da minha formação acadêmica e pela disponibilidade do acesso a cursos de qualidade e excelência.

À professora orientadora Dra. Fernanda Barbosa Borges Jardim, aos membros da banca de qualificação e defesa de dissertação Professora Dra. Fernanda Raghianti, e o Professor Dr. José Humberto de Oliveira Filho pela orientação, sugestões e considerações no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de curso pelos momentos de troca de experiência vivenciadas durante a participação e disciplinas, trabalhos e artigos realizados.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos e à execução das atividades desenvolvidas neste estudo.

Por fim, a todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuem para a realização desta pesquisa.

A todos vocês, o meu muito obrigado!

RESUMO

A cerveja é uma bebida mundialmente conhecida e que faz parte dos hábitos alimentares de muitas sociedades e que precisa de uma qualidade final padronizada. O objetivo geral deste trabalho consistiu na realização de um diagnóstico dos padrões de higiene e microbiológicos atuais adotados nos processos produtivos das cervejas nas principais indústrias nacionais, por meio da aplicação de um questionário aos responsáveis técnicos e/ou de qualidade destas indústrias afim de conhecer com mais detalhes o que se é realizado atualmente e a partir dos resultados deste diagnóstico, foi produzido um manual técnico com recomendações práticas de aperfeiçoamento dos procedimentos de higienização. O questionário foi aplicado a um público que representava quatro grandes grupos de cervejarias nacionais, totalizando 50 respondentes, que são profissionais que estão diretamente ligados a qualidade na produção de cervejas. No questionário, buscou-se identificar os padrões de higiene aplicados nos setores produtivos, como procedimentos e frequências de limpeza em cada área do processo produtivo, e no controle de qualidade, que tem qualitativas como análises microbiológicas, sensoriais e físico-químicas, que garantam a qualidade. A partir dos resultados das questões de múltipla escolha (uma resposta), verificou-se que os padrões de higiene utilizados, atualmente, nas áreas do processo de produção da cerveja são muito tradicionais e seguidos por muitos anos sem mudanças, o que pode representar um risco em contaminações microbiológicas. Na área de cerveja envasada em tanques de pressão, esta evidência foi maior visto que todos os respondentes, mesmo sendo de diferentes empresas de cervejas adotam o mesmo procedimento operacional, enquanto que nas áreas do envase, um percentual de 36% das respostas já utilizam padrões de higiene diferentes dos tradicionais. Quanto as questões de múltipla escolha, que mediram o grau de relevância, dentre as análises realizadas, a de microbiologia foram consideradas mais relevantes que as análises sensoriais para problemas de contaminação microbiológica. As análises de água utilizadas para os enxágues finais nos procedimentos de higiene foram consideradas as mais relevantes para garantir a qualidade de um procedimento de higienização. Na relação dos equipamentos, as condições de engenharia de CIP (*Clean in Place*) bem como os controles dos fatores relacionados ao ciclo de Sinner (tempo, temperatura, ação mecânica e ação química), foram os mais relevantes quando se pretendem garantir uma boa qualidade de limpeza tipo CIP. A partir das respostas obtidas, houve a proposição e redação de um manual técnico com foco nos procedimentos de higiene tradicionais e as oportunidades de inovações que são utilizadas em algumas cervejarias, para fins de compartilhamento para todas as empresas e profissionais. Conclui-se que é fundamental que os padrões de higiene e microbiológicos adotados na produção de cerveja possam avançar em inovações de processos, garantam a qualidade das cervejas e sejam favoráveis quanto aos impactos econômicos e ambientais neste setor.

Palavras-chave: qualidade, microbiologia; CIP.

ABSTRACT

Beer is a world-renowned beverage that is part of the eating habits of many societies and that requires a standardized final quality. The general objective of this study was to perform a diagnosis of the current hygiene and microbiological standards adopted in the beer production processes of the main national industries, by applying a questionnaire to the technical and/or quality managers of these industries in order to learn in more detail what is currently being done. Based on the results of this diagnosis, a technical manual was produced with practical recommendations for improving hygiene procedures. The questionnaire was administered to an audience that represented four large groups of national breweries, totaling 50 respondents, who are professionals who are directly linked to quality in beer production. The questionnaire sought to identify the hygiene standards applied in the production sectors, such as cleaning procedures and frequencies in each area of the production process, and in quality control, which has qualitative aspects such as microbiological, sensory and physical-chemical analyses, which guarantee quality. Based on the results of the multiple-choice questions (one answer), it was found that the hygiene standards currently used in the beer production process areas are very traditional and have been followed for many years without changes, which can represent a risk of microbiological contamination. In the area of beer bottled in pressure tanks, this evidence was greater since all respondents, even from different beer companies, adopt the same operational procedure, while in the bottling areas, 36% of the responses already use hygiene standards that differ from the traditional ones. Regarding the multiple-choice questions, which measured the degree of relevance, among the analyses performed, microbiology was considered more relevant than sensory analyses for problems of microbiological contamination. The analyses of water used for final rinses in hygiene procedures were considered the most relevant to guarantee the quality of a sanitation procedure. Regarding the equipment, the CIP (Clean in Place) engineering conditions, as well as the controls of the factors related to the Sinner cycle (time, temperature, mechanical action and chemical action), were the most relevant when it comes to ensuring good quality CIP cleaning. Based on the responses obtained, a technical manual was proposed and written focusing on traditional hygiene procedures and opportunities for innovations that are used in some breweries, for sharing with all companies and professionals. It is concluded that it is essential that the hygiene and microbiological standards adopted in beer production can advance in process innovations, guarantee the quality of the beers and are favorable in terms of economic and environmental impacts in this sector.

Keywords: quality, microbiology; CIP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Processo esquemático de fabricação da cerveja	16
Figura 2- Principais pontos de contaminação por microrganismos.....	21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Resultados do questionário sobre tempo de experiência das pessoas que trabalham no setor de qualidade/assepsia das empresas cervejeiras (n=50)	31
Gráfico 2- Resultados do questionário sobre as principais funções e cargos dos respondentes do questionário sobre a qualidade na produção de cervejas (n=50)	32
Gráfico 3- Resultados do questionário referentes aos padrões de higienização na área da Brassagem de empresas cervejeiras (n=50).....	33
Gráfico 4- Respostas dos padrões operacionais de higiene utilizados nas áreas da fermentação, maturação e tinas de leveduras de empresas cervejeiras (n=50)	35
Gráfico 5- Resultados referentes aos padrões operacionais de higiene utilizados nas linhas de transferências de cervejas (maturadas e filtradas) e linhas de leveduras de empresas cervejeiras (n=50)	36
Gráfico 6- Resultados referente aos padrões de higiene utilizadas nas áreas de cerveja filtrada e blindada de empresas cervejeiras (n=50).....	37
Gráfico 7- Resposta aos padrões de higiene utilizadas nas áreas de envase de cervejas de empresas cervejeiras (n=50)	38
Gráfico 8- Resultados dos padrões de higiene utilizadas nas áreas interligadas a todas as linhas de gases (CO ₂ /ar comprimido), que são áreas auxiliares ao processo produtivo de empresas cervejeiras (n=50)	39
Gráfico 9- Respostas da frequência em que são realizados treinamentos relativos aos padrões de higiene operacional nas empresas cervejeiras (n=50)	40
Gráfico 10- Respostas referente à frequência com que é realizada a revisão dos padrões de higiene operacional nas empresas cervejeiras (n=50)	41
Gráfico 11- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação da qualidade final da cerveja nas empresas cervejeiras (n=50)	42
Gráfico 12- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação da eficácia da higiene nos procedimentos de higiene nas empresas cervejeiras (n=50)	43
Gráfico 13- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação dos controles relacionados à higienização nas empresas cervejeiras (n=50)	44
Gráfico 14- Resultados no impacto na qualidade da cerveja em caso de falhas nos procedimentos de higienização nas empresas cervejeiras (n=50)	45
Gráfico 15- Resultados referentes a possíveis contaminações microbiológicas nos produtos acabados e quais as possíveis ações a serem tomadas nas empresas cervejeiras (n=50)	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Exemplo da utilização de peróxido de hidrogênio em CIP de cozinhadores de mosto e as oportunidades geradas	33
Quadro 2 - Oportunidades na utilização de receitas de CIP em tanques fermentadores sem retirada de CO ₂	34
Quadro 3- Exemplo de um programa de CIP (fase única) em enchedoras de cerveja	37
Quadro 4- Receita de CIP fase única em enchedoras de cerveja.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CIP	Clean in Place
EPDM	Ethylene Propylene Diene Methylene
PIB	Produto Interno Bruto
POPs	Procedimentos Operacionais Padronizados
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Produção de cervejas	16
2.1.1 <i>Brassagem</i>	17
2.1.2 <i>Fermentação</i>	17
2.1.3 <i>Maturação</i>	18
2.1.4 <i>Filtração</i>	18
2.1.5 <i>Envase e pasteurização</i>	18
2.2 Contaminações microbiológicas na produção de cervejas	19
2.4 Higienização na indústria cervejeira.....	23
2.4.1 <i>Programas de Cleaning in Place (CIP)</i>	26
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Análises dos resultados.....	30
3.2 Manual técnico de higienização em indústrias cervejeiras.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	49
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA DE APROVAÇÃO DA PESQUISA	55
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE HIGIENE.....	57
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE QUALIDADE.....	60
APÊNDICE C –MANUAL TÉCNICO DE HIGIENIZAÇÃO EM INDÚSTRIAS CERVEJEIRAS	62

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o mercado cervejeiro é responsável por 1,6 % do PIB nacional, com mais de 50 grandes complexos industriais e 690 empresas cervejeiras que geram 2,7 milhões de empregos e faturam cerca de R\$ 107 bilhões (2017), além de ter sido destinado para sua cadeia produtiva um investimento de R\$ 12 bilhões entre 2014 e 2017 (Cervbrasil, 2023).

Segundo a IWSR *Drinks Market Analysis*, uma empresa que analisa os dados do setor de bebidas alcoólicas mundialmente, após a pandemia da Covid-19, houve uma mudança nos hábitos dos consumidores de bebidas alcoólicas e eles elencaram oito fatores que mudaram este padrão consumo a partir de 2023. Um dos fatores é o fato de haver um cenário favorável para o mercado da cerveja na América Latina, África e Índia, com expectativa que a taxa composta anual de crescimento suba em 1% entre 2021 e 2026. No mercado brasileiro, o crescimento é impulsionado, principalmente, pelo mercado *On Trade* (consumo em bares, restaurantes, hotéis, por exemplo) e no comércio eletrônico (Organismo, 2023).

A cerveja, que é a bebida mais popular no mundo, pode ser definida como uma bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto da cevada malteada ou extrato do malte, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo (Brasil, 2019).

A legislação brasileira, publicada na forma de Instrução Normativa n° 65, de 10 de dezembro de 2019, define cerveja como sendo a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo de malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (Brasil, 2019). A atividade microbiana está envolvida em cada etapa do processo. A fermentação dos extratos dos cereais, promovida pela levedura *Saccharomyces*, consiste na principal atividade microbiana no processo de produção de cerveja. Neste contexto, torna-se possível desenvolver um produto totalmente distinto devido ao fato destes compostos estarem relacionados com as principais características sensoriais do produto, as quais contribuem com a complexidade e qualidade bebida (Bamforth, 2006; Boulton; Quain, 2006)

Com a grande expansão do setor cervejeiro e o aumento do número de consumidores especializados que demandam produtos com maior qualidade, ocorre o aumento da demanda por produtos inovadores e de qualidade superiores. Portanto, torna-se necessário o estudo de

todas as etapas de produção de cerveja, a fim de se compreender e identificar as oportunidades de modificação, aperfeiçoamento e inovação (Ribeiro *et al.*, 2021).

A qualidade da cerveja depende de um sistema de gestão que possibilite a segurança e satisfação do consumidor. As análises microbiológicas são uma importante ferramenta de auxílio para as tomadas de decisões relacionadas à gestão da qualidade dos alimentos, especialmente para determinar a segurança dos alimentos produzidos, controlar boas práticas de higiene, determinar se um alimento ou ingrediente está adequado para determinada função, bem como prever a estabilidade do produto (ICMSF, 2015).

No contexto atual das grandes empresas produtoras de cerveja no Brasil, há lacunas nos procedimentos de higienização, pois os métodos utilizados ainda são muito tradicionais e já estão em uso há muitos anos, podendo até ter boa eficiência com relação a limpeza dos equipamentos, mas com muitas oportunidades de manter ou ter uma eficiência de limpeza superior e ainda assim gerando oportunidades de redução de químicos, água, energia elétrica e tratamento de efluentes. Adotam-se os mesmos procedimentos e produtos químicos para cada tipo de higienização, visto que não existe uma legislação brasileira para os procedimentos de higienização que devem ser aplicados nas cervejeiras, definida pelos órgãos fiscalizadores oficiais, como Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O capítulo VI da Instrução Normativa nº 65 de 10 de dezembro de 2019, que trata dos processos produtivos, cita apenas no artigo 25 que as práticas de higiene para elaboração dos produtos de cervejaria devem estar de acordo com o estabelecido nos regulamentos técnicos específicos (Brasil, 2019).

Em vista deste desafio das empresas nacionais de aperfeiçoamento dos processos de higienização na produção de cervejas, o objetivo geral deste trabalho consistiu na realização de um diagnóstico dos padrões de higiene e microbiológicos atuais adotados nos processos produtivos das cervejas nas principais indústrias nacionais, por meio da aplicação de um questionário aos responsáveis técnicos e/ou de qualidade destas indústrias. A partir dos resultados deste diagnóstico, foi produzido um manual técnico com recomendações práticas de aperfeiçoamento dos procedimentos de higienização, que contribuam com a garantia da qualidade microbiológica e sensorial das cervejas, bem como minimizem os impactos ambientais e econômicos dos processos produtivos no setor cervejeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de cervejas

A cerveja é uma bebida elaborada com malte de cevada, água, lúpulo e fermento (levedura) de acordo com Keukelerie (2000), com exceção da Alemanha e de outros países em que são permitidos e, às vezes, até obrigatório o uso de substitutos da parte do malte de cevada como, por exemplo, o arroz, trigo e maltose (*high maltose* obtida do milho). Segundo Dragone, Mussatto e Silva (2005), estes adjuntos podem ser definidos por carboidratos não maltados que têm propriedades que beneficiam, complementam ou suplementam o malte de cevada.

A seguir, pode ser visualizado o fluxograma resumido do processo de fabricação da cerveja (Figura 1). A descrição mais detalhada de cada uma das principais etapas do processo é apresentada em seguida.

Figura 1- - Processo esquemático de fabricação da cerveja



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.1.1 Brassagem

A primeira fase do processo produtivo da cerveja ocorre na sala de fabricação, onde as matérias-primas (malte e adjuntos) são misturadas à água e dissolvidas, visando à obtenção de uma mistura líquida açucarada, chamada mosto, que é a base para a futura cerveja. A produção do mosto baseia-se nos seguintes processos (Silva; Faria, 2008):

- a) moagem do malte e dos ingredientes adjuntos em moinhos;
- b) adição de água;
- c) aquecimento para realizar a dissolução (mosturação);
- d) transformação do amido em monossacarídeos pelas enzimas do malte, nesta etapa também a caramelização e reações envolvendo açúcares e aminoácidos, fatores que influenciam no sabor e cor do produto; e evaporação de compostos que responsáveis por aromas indesejáveis. A adição de lúpulo ocorre em duas partes, a primeira tem como objetivo atribuir o sabor amargo, e a segunda visa atribuir os aromas característicos do lúpulo (Morado, 2009);
- e) filtração, para separação das cascas do malte e outros adjuntos, a partir desta etapa a mostura tem a denominação de “mosto”;
- f) adição do lúpulo;
- g) fervura do mosto, com objetivo da dissolução do lúpulo e consequente solubilização dos óleos essenciais que conferem sabor e amargor a cerveja;
- h) resfriamento do mosto.

2.1.2 Fermentação

Após o resfriamento, o mosto recebe o fermento (levedura) e é acondicionado em grandes tanques, chamados fermentadores. As leveduras consomem os carboidratos fermentáveis, produzindo etanol e CO₂, como produtos principais, e ésteres, ácidos e álcoois superiores, como produtos secundários. A fermentação é a fase mais importante para definir o paladar da cerveja. Nesta etapa, os tanques, que são revestidos com soluções de fluidos refrigerantes, mantêm um controle rigoroso de temperatura e tempo, parâmetros que garantem que a levedura produza uma cerveja com atributos sensoriais desejáveis (Araújo; Silva; Minin, 2003).

2.1.3 Maturação

Uma vez concluída a fermentação, a cerveja passa para o processo de maturação que se dá em baixas temperaturas, entre 0 e 3°C. A maior parte da levedura é separada por decantação (sedimentação) e tem início a maturação. O carboidrato residual é consumido pelas leveduras remanescentes. Essas leveduras também metabolizam substâncias indesejáveis oriundas da fermentação, como acetaldeído em ácido acético, dicetonas vicinais, como a 2,3-pentanodiona em 2,3-butanodiol, e compostos sulfurados como o sulfeto de dietila, $(C_2H_5)_2S$, em sulfatos inorgânicos e etanol. A maturação leva de 6 a 30 dias, variando de uma cervejaria para outra. Na etapa da maturação fica estabelecido o sabor da cerveja, tem-se a redução da turbidez, dando início a clarificação da bebida (Oetterer; Alcarde, 2006).

2.1.4 Filtração

Depois de maturada, a cerveja passa por processo chamado filtração. Normalmente os métodos mais tradicionais utilizam material adsorvente como a terra diatomácea, que tem a função de remover partículas em suspensão, principalmente leveduras, que deixam o líquido livre da turbidez e substâncias de cor desagradável para a cerveja (como pectina e proteínas da resina dura do lúpulo), para a obtenção de uma bebida transparente e brilhante (aspecto cristalino). A filtração não altera a composição e o sabor da cerveja (Gava; Silva; Frias, 2008).

2.1.5 Envase e pasteurização

Normalmente, as cervejas são envasadas em latas, garrafas ou barris. As latas metálicas são embalagens que conservam as características sensoriais da bebida, são barreiras à passagem de luz ultravioleta e são recicláveis (Mestrecervejeiro, 2017). As garrafas de vidro costumam apresentar coloração âmbar que conferem proteção à luz, devido à presença de compostos fotossensíveis presentes na cerveja que, se expostos à luz, deixam a bebida com desagradável sabor (skunky). Entretanto, algumas cervejas são acondicionadas em embalagens verdes, que deixam parte da luz passar sem que prejudique totalmente a bebida (Veronese, 2017). Na sequência, as cervejas envasadas seguem para tratamento térmico em equipamentos chamados de pasteurizadores.

A pasteurização é um processo térmico no qual a cerveja é submetida a um aquecimento a 60-70°C (em câmaras com jatos d'água em temperaturas escalonadas) e posterior resfriamento. O controle desse processo é feito a partir da determinação e acompanhamento de parâmetros de processo, como temperatura e tempo (Araújo; Silva; Minin, 2003; Ferreira *et al.*, 2011).

Modelos cinéticos são usuais para que o processo de pasteurização seja quantificado, nesse contexto o valor D é o tempo necessário para a redução de 90% da população de um microrganismo conhecido em uma determinada temperatura. Este valor depende da temperatura, da espécie e do estado (se vegetativo ou esporulado) do microrganismo e de parâmetros físico-químicos que impactam no crescimento microbiológico. D é expresso em escala de tempo que pode ser em minutos ou segundos (Wray, 2015).

A cerveja enviada para envase em barris não sofre tratamento térmico e é denominada de “chope” ou “chopp”. (Brasil, 2019).

2.2 Contaminações microbiológicas na produção de cervejas

As características da cerveja, como seu pH ácido, teor alcoólico e lúpulo, têm funções bacteriostáticas e contribuem para que a cerveja seja segura para o consumo humano. Apesar destas características, alguns contaminantes das cervejas, como microrganismos deteriorantes (bactérias ou leveduras selvagens), têm capacidade de alterar o sabor, o aroma e o aspecto visual da cerveja (Lima; Afonso, 2009).

A presença destes microrganismos deteriorantes também provoca o aumento da turbidez da cerveja (Sakamoto; Konings, 2003; Suzuki *et al.*, 2006a). Os problemas causados pela contaminação da cerveja provocam, não somente grandes prejuízos econômicos, com a retirada dos produtos do mercado, mas também perda de confiança do consumidor e redução do *market share*. Por esse motivo, a contaminação da cerveja é uma das principais preocupações das indústrias cervejeiras no mundo inteiro (Iijima *et al.*, 2007).

As contaminações microbiológicas no processo de produção de cervejas podem começar a partir das matérias-primas, como o malte, água e lúpulo na etapa de adição dos ingredientes (Back, 1994). Dentro da área da brassagem, tem-se a etapa da fervura do mosto, que deve ocorrer em altas temperaturas (ebulição), culminando na esterilização do mosto e, portanto, na inativação de microrganismos indesejados.

Após a fervura, o mosto deve ser resfriado rapidamente a uma temperatura de 20°C. Após essa etapa, ocorre a oxigenação do mosto que deve ser transferido para os tanques de fermentação (Guerreiro, 2007).

As bactérias encontradas no processo de elaboração da cerveja podem ser classificadas de acordo com sua forma, presença ou não de flagelos, aspectos estruturais e características bioquímicas, ou ainda através de técnicas de coloração (Hough *et al.*, 1982; Briggs *et al.*, 2004). Dentre estas técnicas, uma das mais importantes e mais amplamente utilizadas em microbiologia é o método de Gram, em que as bactérias são coradas e então classificadas em dois grupos: Gram-positivas e Gram-negativas (Pelczar; Chan; Krieg, 1980; Boulton; Quain, 2006).

As bactérias Gram-positivas têm a parede celular espessa, composta por uma grande camada de peptidoglicano (mureína), não possuem membrana externa, na coloração de Gram são de cor roxo ou violeta.

As bactérias Gram-negativas possuem parede celular fina, com uma camada delgada de peptidoglicano, têm uma membrana externa adicional, rica em lipopolissacarídeos (LPS), que atua como barreira protetora, na coloração de Gram são de cor rosa ou vermelho.

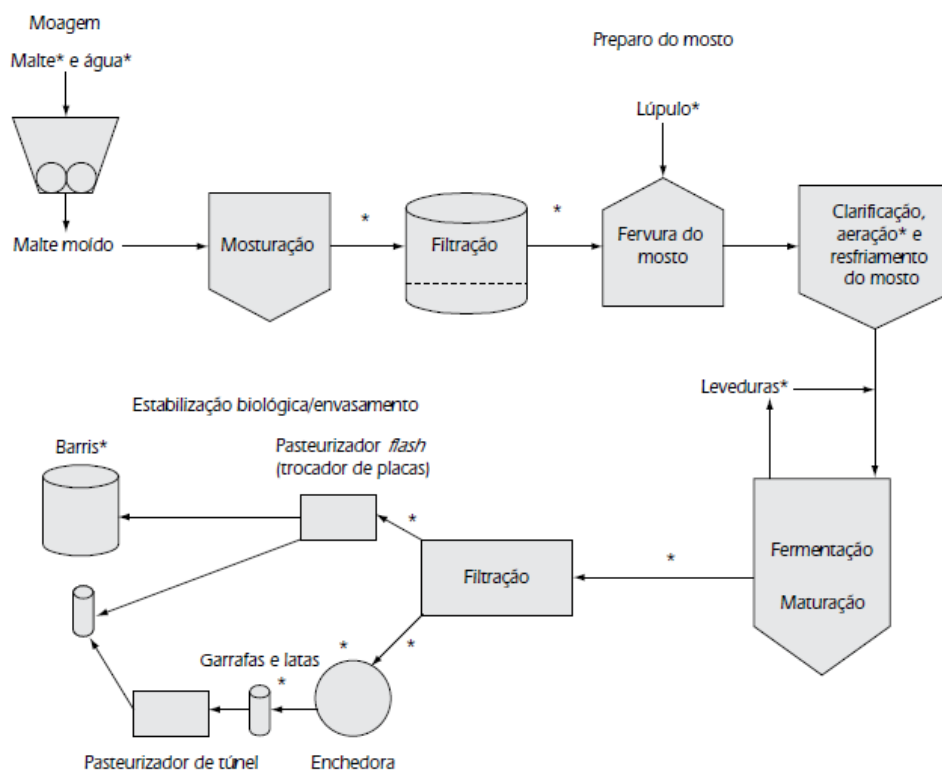
Dentre as bactérias gram-positivas que causam deterioração na cerveja destacam-se as bactérias ácido lácticas pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Pediococcus* (Venturini Filho; Cereda, 2001; Gil *et al.*, 2004), algumas espécies podem ser favorecidas com dióxido de carbono (CO₂), que é um dos subprodutos gerados na etapa de fermentação da cerveja (Hough *et al.*, 1982; Priest, 2006).

No processo produtivo de cervejas, os principais pontos de risco de contaminação microbiológica (Figura 2) se localizam a partir da etapa do resfriamento de mosto até o enchimento das cervejas em garrafas ou latas, porque são etapas que adotam temperaturas ótimas para o crescimento microbiológico, recebem a dosagem de leveduras de cultivo e de substratos. Na etapa de fermentação, as leveduras são responsáveis pela transformação dos carboidratos em álcool e CO₂ como produtos principais.

Dentro os equipamentos que podem iniciar um crescimento microbiológico podemos citar os traçadores de calor, que são equipamentos normalmente com placas com uso de vedações de materiais como EPDM, mas que tem risco de acúmulo de sujidades, durante a transferência de mosto e/ou cerveja em suas etapas as tubulações e suas válvulas representam um risco de contaminações microbiológicas se não forem corretamente higienizadas ou se tiverem pontos “mortos” aonde os fluidos de limpeza não alcançam as sujidades, e todos os tanques utilizados na produção, seja para fermentar, maturar ou enviar para envase tanque tem

os riscos de contaminações devido ao tamanho e as especificações próprias, e não menos importante as enchedoras e seus subconjuntos como arrolhadores/recravadores e linhas que fazem partes do sistema também são alto risco pelas características dos equipamentos. Já nos equipamentos adjacentes como pasteurizadores e lavadores de garrafas (em caso de serem retornáveis do mercado) também representam risco de contaminações microbiológicas se não forem corretamente higienizadas.

Figura 2- Principais pontos de contaminação por microrganismos



Fonte: Adaptado de Vaughan; O'Sullivan; Van Sinderen, 2005.

Nota: *referem-se os possíveis pontos de contaminação microbiológica) no processo de elaboração da cerveja

As contaminações microbiológicas na produção de cervejas são causadas, em geral, por bactérias ácido lácticas, que correspondem a 70 % do total de microrganismos contaminantes (Suzuki *et al.*, 2006a; Suzuki *et al.*, 2006b; Ijima *et al.*, 2007).

Em termos do efeito deteriorante causado nas cervejas, sabe-se que as bactérias ácido lácticas causam turbidez, acidez e odores desagradáveis devido à formação de vários produtos metabólicos. O odor desagradável mais importante associado às bactérias ácido lácticas é a característica doce, manteigosa ou de mel, fornecida pelo diacetil (2,3-butanodiona) e/ou pela dicetona vicinal relacionada (2,3-pentanodiona). Algumas cepas são capazes ainda de

produzir um composto glutinoso, formado por um heteropolímero complexo contendo unidades de glicose, manose e ácidos nucleicos, que tornam a cerveja “viscosa” (Hough *et al.*, 1982; Briggs *et al.*, 2004).

Os microrganismos Gram-negativos deteriorantes da cerveja abrangem diversas espécies de bactérias pertencentes a vários gêneros, os mais importantes incluem as bactérias dos gêneros *Pectinatus*, *Megasphaera*, *Zymomonas* e membros da família *Enterobacteriaceae* como *E.coli* e *Salmonella*. Os incidentes de contaminação microbiana com esses tipos de bactérias são frequentes, visto que são bactérias anaeróbias e o avanço da tecnologia de envase da bebida proporciona um baixo a quase zero percentual de oxigênio, o que favorece o crescimento destes microrganismos (Sakamoto; Konings, 2003).

As espécies do gênero *Pectinatus*, *P. cerevisiiphilus* e *P. frisingensis* estão entre as principais bactérias deteriorantes da cerveja, sendo responsáveis por 20 a 30% dos incidentes por contaminação bacteriana, principalmente em cervejas não pasteurizadas (Back, 1994; Vaughan; O’Sullivan; Van Sinderen, 2005). Durante a multiplicação destas bactérias, são produzidas quantidades consideráveis dos ácidos propiônico, acético, láctico e succínico e de acetoína (Haikara *et al.*, 1981). No entanto, o principal efeito de deterioração causado pelas espécies de *Pectinatus* é uma forte turbidez e um repulsivo cheiro de “ovo podre” resultante da combinação de diferentes ácidos graxos, sulfeto de hidrogênio e metil mercaptano (Lee *et al.*, 1980).

A partir da cerveja pronta para o envase, alguns gêneros de contaminações, como no caso de *Pectinatus*, que são estritamente anaeróbicos, podem permanecer até a etapa de pasteurização. Também podem ser encontrados microrganismos presentes no ar, que podem contaminar a cerveja nas áreas envasamento durante o transporte das garrafas/latas vazias, desde a lavadora de garrafas até a enchedora, e a partir da enchedora até o local onde a garrafa/lata é tampada (Vaughan; O’Sullivan; Van Sinderen, 2005).

A Instrução Normativa (IN) nº 161, de 1º de julho de 2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, estabelece, da Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 724, de 1º de julho de 2022, as listas dos padrões microbiológicos de alimentos, e para a produção de cervejas não determina nenhum parâmetro microbiológico. O Art.4º, que prevê o padrão microbiológico para *Listeria monocytogenes* em alimentos prontos para o consumo cita a exclusão de pesquisas para microrganismo bebidas águas envasadas, águas carbonatadas, refrigerantes, cervejas, cidras, vinhos e produtos similares (Brasil, 2022).

2.4 Higienização na indústria cervejeira

A higienização é o processo que se divide em limpeza e desinfecção. A limpeza é a operação de remoção de terra, resíduos de alimentos, sujidades e ou outras substâncias indesejadas e a desinfecção é a operação de redução, por método físico ou químico, do número de microrganismos a um nível que não comprometa a segurança dos alimentos (Brasil, 2019).

Como referência de legislação relativa à higienização em indústrias, consta a RDC N° 275 de 21 de outubro de 2002 da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos (Brasil, 2002).

A RDC N° 275 estabelece os procedimentos operacionais padronizados (POPs) que contribuam para a garantia das condições higiênico sanitárias necessárias ao processamento/industrialização de alimentos, complementando as boas práticas de fabricação. Os POPs são procedimentos escritos de forma objetiva que estabelece instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos. Dentro dos requisitos gerais para elaboração dos POPs, a resolução faz referência aos procedimentos de higienização das instalações, equipamentos, móveis e utensílios. Dentro dos requisitos específicos para elaboração dos POPs, a resolução cita a natureza da superfície a ser higienizada, método de higienização, princípio ativo selecionado e sua concentração, tempo de contato dos agentes químicos e ou físicos utilizados na operação de higienização, temperatura e outras informações que se fizerem necessárias. Quando aplicável o desmonte dos equipamentos, os POPs devem contemplar esta operação (Brasil, 2022).

Para que a etapa de limpeza seja eficiente, é essencial ter conhecimento da natureza da sujidade a ser removida, sabendo-se escolher a maneira mais adequada para sua remoção, bem como o método mais indicado para a avaliação de sua eficácia, observando-se o custo-benefício (Telles, 2011). A limpeza proporciona a redução da carga orgânica, inorgânica e de outras sujidades nas superfícies onde há contato direto com o produto, e nas áreas de produção. Após o processo de limpeza, o equipamento deverá estar em condições de ser sanitizado. As sujidades aderem às superfícies de modos variados, podendo se encontrar em poros, fendas, inclusões e irregularidades na superfície do equipamento (EHEDG, 2018).

Existem vários fatores que influenciam no processo de adesão e formação de biofilme bacteriano, que é uma comunidade de bactérias (e às vezes outros microrganismos) que se aderem a superfícies e ficam envoltas por uma matriz protetora que elas mesmas produzem. Essa matriz é feita principalmente de polissacarídeos, proteínas e DNA extracelular, formando uma espécie de “gel pegajoso” que protege e mantém as bactérias unidas. Fatores como carga da superfície, hidrofobicidade, temperatura, presença de substratos e características do micro-organismo como fimbrias e flagelo são muito importantes. É essencial ressaltar que as diferenças entre as superfícies utilizadas e a configuração dos equipamentos em relação a facilidade ou não de limpeza e sanitização é um dos aspectos importantes a se considerar. Os aços inoxidáveis polidos, por exemplo, são utilizados preferencialmente por conta de sua dureza, da resistência mecânica, resistência à corrosão; e baixa taxa de rugosidade, fatores que minimizam o número de pontos de ancoragem para o biofilme (EHEDG, 2018).

As sujidades podem se aderir por forças eletrostáticas, tanto entre a sujidade e a superfície, como, entre proteínas e sais minerais. A soma de tais forças de ligação podem ser expressa como “energia de adesão”. Grande parte das superfícies utilizadas em indústrias de alimentos podem gerar ambientes propícios a adesão bacteriana e formação de biofilme, caso não sejam devidamente limpas e sanitizadas. O processo de adesão ocorre quando a contagem microbiana na superfície é de 10^4 UFC/cm² (Unidades Formadoras de Colônias por centímetro quadrado) à 10^5 UFC/cm², sendo que contagens acima de 10^5 UFC/cm² caracterizam a formação de um biofilme microbiano (Andrade; Macedo, 2014).

A energia combinada dos produtos químicos utilizados, somada à energia mecânica e àquela da temperatura aplicada, compõem a energia total necessária para a remoção de determinada sujidade aderida a uma superfície. Na indústria de alimentos e bebidas, uma correta higienização pressupõe que a limpeza e desinfecção de um equipamento aconteceu de forma adequada, de tal forma que este esteja apto para uso em produção, sem vestígios do produto anterior e, conseqüentemente, sem cruzamento de contaminações e características entre produtos e lotes. O entendimento de como a sujeira encontra-se aderida à superfície de um equipamento é outro passo importante para se estruturar um eficiente processo de higienização. A sujeira pode estar aderida à superfície de quatro maneiras distintas: mecanicamente aprisionada em espaços vazios existentes; através da ação de forças de coesão; unida por ação química ou pela presença de forças adsorptivas (Kunigk, 1998). Sua deposição sobre uma superfície é um processo espontâneo, resultando em uma aparente queda de energia livre do sistema (energia livre de Gibbs). Então para realizar a limpeza da

superfície, ou seja, reverter a situação, é necessário fornecer energia mecânica ou físico-química ao sistema (Passos, 1992).

Quanto aos principais tipos de método de limpeza em um equipamento na indústria de alimentos, tem-se: a *open plan cleaning* (OPC), limpeza manual por imersão do equipamento, *cleaning in place* (CIP), limpeza automática num circuito fechado e *cleaning out of place* (COP), limpeza automática em circuito aberto (Tamime, 2008).

O programa de higienização mais utilizado na indústria cervejeira é o CIP. Esta designação do CIP (Cleaning in place) é devido ao fato da limpeza e desinfecção serem efetuados numa instalação específica em circuito fechado, sem necessidade de se proceder à desmontagem dos equipamentos. Para tanto é recomendado que os equipamentos utilizados na produção de cervejas sejam adequados a se realizar programas de higienização em CIP (Andrade; Macedo, 2014).

A limpeza tipo OPC, do inglês “*Open plan cleaning*”, é destinada à limpeza externa aos equipamentos, como áreas de dosagem de aditivos, enchedoras de latas/garrafas, recravadoras/arrolhadores e pasteurizadores. O processo consiste na aplicação de solução detergente com formação de espuma, em geral detergentes de baixa e média alcalinidade (Germano; Germano, 2001), limpeza que se faz necessária devido aos vazamentos de cerveja e acúmulo de sujidades que propiciem crescimento microbiológico.

Enquanto medida promotora de segurança dos alimentos, a higienização constitui um fator de suma importância. Há, contudo, outros fatores não relacionados com este procedimento e que exercem forte influência em todo o processo de produção, como as características dos equipamentos e peças e o mapeamento da área de produção, estes fatores são essenciais para se ter uma boa qualidade da higienização (EHEDG, 2018).

O processo de higienização, para ser rentável e efetivo, deve satisfazer um conjunto de princípios, estes estão relacionados com as características do produto e o seu estágio no equipamento ao qual se realiza CIP. Existem quatro variáveis que influenciam no procedimento de limpeza, conhecidas como Ciclo de Sinner são: ação mecânica, ação química, temperatura e tempo de contato. O ciclo de Sinner é considerado uma fórmula de como qualquer limpeza deve seguir, em que se faz a combinação personalizada desses parâmetros conforme o tipo de rejeito, superfície ou método a ser utilizado na limpeza (Tamime, 2008).

2.4.1 Programas de Cleaning in Place (CIP)

O sistema de limpeza Clean in Place (CIP) é um método de limpeza automatizado desenvolvido para a remoção de resíduos de equipamentos e tubulações sem que seja necessário desmontar ou abrir esses itens. Essa limpeza é realizada por meio da circulação de fluidos nas superfícies, o que resulta no arraste das sujidades. O principal objetivo dessa técnica é realizar a limpeza de forma rápida, consistente, com repetitividade e de alta qualidade (Moerman; Rizoulières; Majoor, 2014).

Um sistema básico de CIP deve ser composto dos seguintes equipamentos: tanques de armazenamento para as soluções utilizadas na higienização, tubulações de envio e retorno das soluções, bombas para transporte dos fluidos, válvulas e trocador de calor. A quantidade de cada um desses equipamentos irá depender do volume e da área superficial dos tanques e tubulações os quais desejasse higienizar, para que esse processo se torne automatizado, deve-se utilizar alguns instrumentos de medição e controle, tais como: medidores de vazão, de nível e de temperatura, condutivímetros, temporizadores, controladores automáticos, blocos de funções lógicas e válvulas remotamente operadas com a finalidade de controle regulatório e de bloqueio/desbloqueio das linhas. (Forni, 2007).

Os passos de um programa de CIP podem ter tempos variados, conforme cada tipo de equipamento a ser higienizado, de tal forma que a água, no final do percurso, possua uma aparência semelhante à do seu estado inicial, a água utilizada pode ser proveniente da rede ou de água utilizada em programas CIP anteriores, nos enxágues intermediários e/ou finais. No último caso, considera-se que a estação de CIP esteja munida com um tanque de água recuperada. Um percentual de 10% de sujidades corresponde, geralmente, a sujidade incrustada e de mais difícil remoção, pelo que é necessário recorrer a agentes de limpeza adicionais para os remover. Os processos de higienização, em geral, são compostos dos passos de enxágue inicial ou pré-enxágue, limpeza, enxágue intermediário, desinfecção e enxágue final (Moerman; Rizoulières; Majoor, 2014).

O primeiro passo de um detergente químico visa a passagem contínua do agente alcalino, designando-se recirculação alcalina. Nesta etapa, a solução sai da estação CIP, passa pelo equipamento e retorna à estação, de onde volta a ser enviada, fechando o circuito. Para que o efeito seja efetivo, devem ser mantidas as condições da solução, como a concentração, a temperatura e a vazão da solução por um tempo definido para cada objeto. O intuito dessa etapa é remover a sujidade que estava mais aderida nas paredes das tubulações e equipamentos. Para isso, é aplicada uma solução detergente que poderá ser com água

aquecida em temperaturas entre 55 e 90°C que irá remover os compostos orgânicos do sistema, nesta etapa a solução alcalina mais comumente utilizada é o hidróxido de sódio (NaOH) em concentrações que podem variar de 1 a 3% p/v e com tempos entre 30 e 60 minutos; (Moerman; Moerma Rizoulières; Majoor, 2014).

Após a passagem de agentes químicos, é de primordial importância removê-los, de tal forma que o processo de limpeza não constitua, inclusive ele, uma ameaça à qualidade do produto por uma contaminação química. Assim, após a recirculação de qualquer agente químico, é feito um enxague com água proveniente da rede e que pode, no final, ser recuperada para o tanque de água recuperada. Esta passagem pode ser monitorizada de diversas formas, sendo a mais comum a monitorização da condutividade, que é próxima de zero quando já não há vestígios dos agentes químicos, adicionalmente a etapa de água de enxague podem ser adicionadas pequenas concentrações de detergentes ácidos, etapa opcional utilizada para solubilizar sujidades restantes, remover depósitos minerais e neutralizar possíveis resíduos de detergentes alcalinos que possam ter ficado no processo (Moerman; Moerma Rizoulières; Majoor, 2014).

Em cervejarias é muito comum realizar CIPs em atmosfera de dióxido de carbono (CO₂), o enxágue inicial com água recuperada ajuda na remoção destes gases junto as sujidades iniciais, além disto constitui também um mecanismo de proteção da solução de hidróxido de sódio (NaOH) face ao dióxido de carbono (CO₂) que possa existir no tanque, dado que é inativada a soda existente na água do enxague, prolongando a vida útil da solução de hidróxido de sódio. A reação entre o dióxido de carbono e o hidróxido de sódio podem gerar reações indesejáveis nas soluções alcalinas, pois a formação de carbonatos e bicarbonatos desta reação impactam diretamente na eficiência do processo de higienização. Esse carbonato pode ser proveniente da fabricação do hidróxido de sódio, da reutilização da solução caustica e/ou da absorção de CO₂ do ar ou sistema onde a solução está sendo aplicada (Andrade; Macedo, 2014).

A água tem impacto direto na elaboração de soluções de limpeza e sanitização, além de atuar como agente de limpeza (promove ação mecânica), e deve atender ao Decreto-Lei nº 152, de 7 de dezembro de 2017, tanto em nível químico, como microbiológico. Propriedades como dureza e pH da água, tem impacto direto na diluição e correta formulação das soluções e, em consequência, impactam na eficiência da higienização (Brasil, 2017).

Uma vez que os equipamentos e tubulações estão limpos, é importante eliminar a carga microbiológica, nociva à qualidade do produto. Com efeito, no final da limpeza, é importante proceder à desinfecção de todos os objetos. Este passo pode ser feito de diferentes

formas em função das características do equipamento e do tipo de contaminação que esteja querendo remover. Assim, esta etapa pode ser feita à base de água quente ou de agentes químicos. No primeiro, recorre-se a água de elevada qualidade e aquecida a mais de 75 °C, podendo chegar aos 90°C. Para que a desinfecção química seja eficaz, é crucial que as superfícies estejam desprovidas de sujidade, já que esta pode comprometer a atuação dos desinfetantes e deve-se estar atento ao tempo de exposição ao desinfetante, concentrações de uso e pH (Moerman; Rizoulières; Majoor, 2014).

O programa finaliza com o enxágue final, que pode não ocorrer, dependendo do método de assepsia feito anteriormente. Tal como nos passos anteriores, quando se faz uma recirculação de compostos químicos, é de suma importância enxaguá-los, deve-se garantir-se que este enxague seja feito com água de elevada qualidade, o uso deve ser controlado pela condutividade, ou pH, e a água resultante da fase do enxague final poderá ser recuperada para o tanque de água recuperada na estação de CIP ou enviada diretamente para tratamento de efluentes, sendo importante garantir que tanto a água, como o detergente que está sendo enxaguado encontram-se livres de matérias orgânicas (Yang *et al.*, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo realizado foi de natureza quali-quantitativa e exploratória. Houve coleta de dados por meio de um questionário (Apêndices A e B), cujo objetivo foi diagnosticar como as principais cervejarias do Brasil (fábricas que tenham no mínimo uma produção anual de 1.500.000 de hectolitros de cerveja) gerenciam a qualidade da produção de cerveja em relação aos processos de higienização e o impacto que é gerado pela falta ou descumprimento destes processos no produto.

O presente questionário foi aplicado nos principais grupos de cervejarias presentes no território brasileiro, que corresponderam a quatro grandes complexos cervejeiros industriais (Cervbrasil, 2023) com 50 respondentes. Os respondentes do questionário foram pessoas ligadas ao setor de qualidade e assepsia da indústria, como gerentes, coordenadores, supervisores e/ou assepsistas.

O questionário foi submetido, previamente, à aprovação do Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (CEP-UFTM), por meio da Plataforma Brasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>). Os participantes foram esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa e deverão, voluntariamente, aceitarem o Termo de Consentimento de Livre Esclarecimento (TCLE). A pesquisa foi aprovada, conforme Parecer nº 6.760.134 (Anexo A).

O questionário levou em consideração os pilares de higiene e microbiologia como informações principais e como informação secundária, o impacto em análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais nos processos produtivos da cerveja. A aplicação do questionário foi em formato *on line*, com auxílio da ferramenta do Google Forms, e de forma presencial, pois houve algumas visitas do pesquisador às cervejarias.

O questionário (Apêndices A e B) foi dividido em duas etapas, higiene e qualidade. Na primeira etapa, constavam 10 questões de múltipla escolha (resposta única) relativas ao entendimento do nível de conhecimento de cada respondente, bem como os padrões de higiene adotados atualmente nas indústrias. Na segunda etapa, houve a aplicação de 6 questões para que o respondente pudesse ordenar o nível de relevância de algumas análises e procedimentos produtivos relacionados à qualidade de cervejas, baseado na escala de Likert, além de uma única questão dissertativa, para apontamento de alguma consideração final sobre o tema de higienização na indústria de cerveja.

3.1 Análises dos resultados

Posterior à aplicação do questionário, as respostas foram discutidas por meio de estatística descritiva e os resultados foram apresentados em forma de gráficos. Foram estabelecidas correlações e interpretações críticas dos resultados das variáveis analisadas.

3.2 Manual técnico de higienização em indústrias cervejeiras

A partir dos resultados obtidos e de suas discussões, foi elaborado um Manual Técnico orientativo de higienização na produção cervejeira (Apêndice C), para promoção de mais conhecimentos técnicos, bem como a proposição de novas inovações que algumas indústrias já adotam com relação aos procedimentos de higiene. O Manual abordou os tópicos procedimentos gerais de limpeza e os procedimentos específicos para cada área do processo de cerveja, baseado na realidade atual e nas oportunidades de melhorias. Este manual será disponibilizado a todos os participantes da pesquisa e será cadastrado em repositório da biblioteca do IFTM *campus* Uberaba, para ampla divulgação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve a coleta de respostas que representaram 50 questionários respondidos. O público-alvo foram responsáveis técnicos e/ou de qualidade de quatro grandes grupos de cervejarias no Brasil, que têm fábricas com capacidade mínima de 1.500.000 hectolitros de cerveja/ano e estão distribuídos em todas as regiões do Brasil. Não foram considerados respondentes, representantes de cervejarias pequenas ou de porte artesanal, cuja produtividade é inferior em comparação com grandes grupos de cervejarias nacionais.

Com relação a questão do tempo de empresa dos respondentes, mais da metade dos respondentes têm 10 anos de atuação na empresa, o que caracteriza um público com sólidos conhecimentos sobre o tema da pesquisa e, conseqüentemente, as respostas contribuíram para um diagnóstico representativo dos padrões de higiene e microbiológicos adotados nas indústrias cervejeiras nacionais (Gráfico 1).

Gráfico 1- Resultados do questionário sobre tempo de experiência das pessoas que trabalham no setor de qualidade/aspepsia das empresas cervejeiras (n=50)



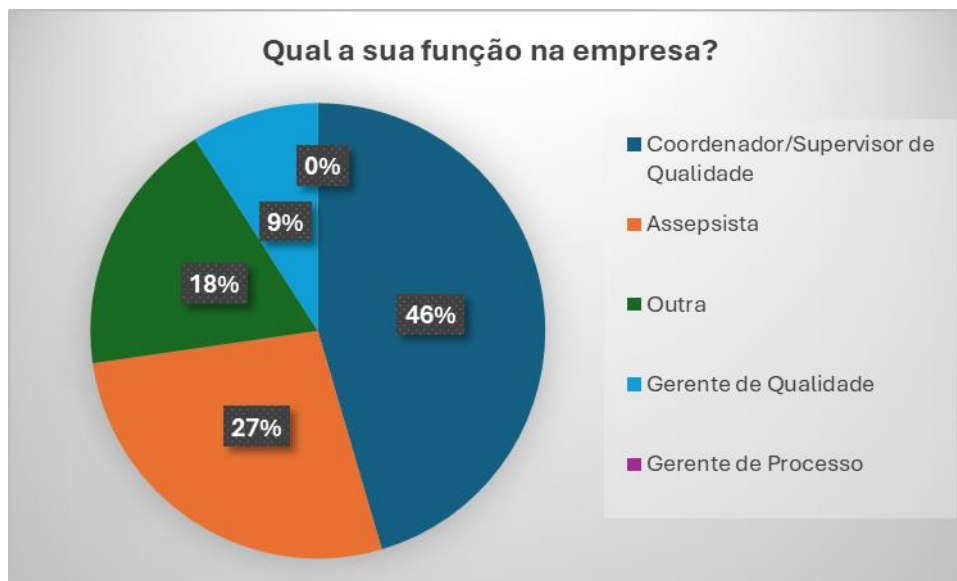
Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Os resultados explicitam que os respondentes são profissionais experientes e que conhecem os processos produtivos e, provavelmente, vários aspectos ligados à higiene e qualidade de cervejas, conforme a pesquisa buscou elucidar.

Na questão sobre o perfil e função de cada profissional que respondeu o questionário, 82 % dos profissionais estão representados por Coordenadores de Qualidade, Assepsistas e

Gerentes de Qualidades, ou seja, pessoas designadas em atribuições que garantem o cumprimento dos padrões de higiene e qualidade e que, normalmente, têm um grande conhecimento sobre o impacto na qualidade de produção de cervejas e sobre os riscos resultantes que a falta do cumprimento destes padrões pode gerar (Gráfico 2).

Gráfico 2- Resultados do questionário sobre as principais funções e cargos dos respondentes do questionário sobre a qualidade na produção de cervejas (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nas questões técnicas do questionários, pertinentes aos padrões de higiene na área da Brassagem (Gráfico 3), verificou-se que os padrões tradicionais, utilizados há muitos anos na indústria cervejeira, ainda predominam nesta área, com uso de detergentes alcalinos com água quente sem aditivos. O processo produtivo da área de brassagem é realizado a temperaturas elevadas (acima de 70 °C), condição que é benéfica em termos de padrões microbiológicos. Entretanto, estão disponíveis novas tecnologias no mercado, como o uso de aditivos à base de peróxido de hidrogênio para soluções alcalinas, que são dosados *in line* de forma automatizadas. Estes aditivos são excelentes opções de melhorias na performance de limpeza, bem como reduzem impactos ambientais, com redução de uso da água, químicos e produtos tratados nas estações de efluentes industriais (Jones, 1999), conforme quadro 1:

Quadro 1- Exemplo da utilização de peróxido de hidrogênio em CIP de cozinhadores de mosto e as oportunidades geradas

Utilização Peróxido de Hidrogênio no CIP Cozinhadores de Mosto Exemplo de Savigns Gerados		
Redução CIP		6
Economia tempo (horas)		5
Economia gerada em Cerveja(litros)		321.100
Economia de Água (litros)		120.400
Economia Efluentes gerado (litros)		120.000
Economia Soda Caustica (Kg)		1.708
Economia Soda Caustica (R\$)	R\$	7.000
Custos Peróxido Hidrogênio (R\$)	-R\$	4.000

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nota: Valores estimados por mês.

Gráfico 3- Resultados do questionário referentes aos padrões de higienização na área da Brassagem de empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na questão sobre os padrões operacionais de higiene nas áreas frias do processo produtivo (Gráfico 4), com tanques fermentadores, maturadores e leveduras, observou-se que 82% das respostas apontaram os métodos mais tradicionais e conhecidos na área de produção cervejas. As respostas mais conservadoras podem ser explicadas por se tratarem de áreas mais críticas com relação à contaminação microbiológica. A fermentação ocorre em condições de temperaturas entre 8 a 14°C em cervejas tipo *Lagers*, que utilizam leveduras da espécie

Saccharomyces pastorianus. Há um risco de contaminação bacteriana durante a produção da cerveja que pode ocasionar danos ao produto final. As bactérias Gram-positivas são os microrganismos contaminantes que predominam e que prejudicam o rendimento do processo fermentativo (Nobre; Horii; Alcarde, 2007). Como oportunidade nestas áreas, já há novas tecnologias desenvolvidas, validadas e utilizadas no mercado cervejeiro, com realização de receitas de CIPs ácidas em ambientes de CO₂, que trazem inúmeros benefícios econômicos e ambientais, pois garantem baixos níveis de contaminações microbiológicas, conforme quadro 2:

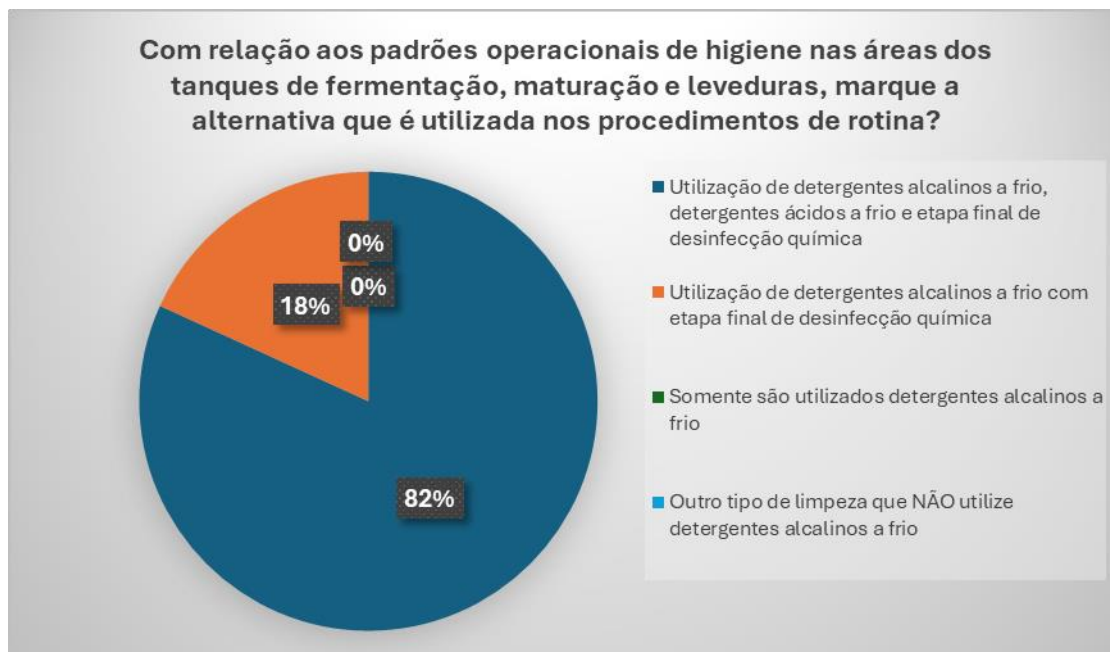
Quadro 2 - Oportunidades na utilização de receitas de CIP em tanques fermentadores sem retirada de CO₂

Utilização Receita de CIP de Fermentadores sem retirada de CO₂	
Economia n° horas de CIP	47
Aumento de produção de Cerveja (litros)	132.500
Economia de soda caústica (Kg)	11.975
Economia de soda Caústica (R\$)	R\$ 46.701
Economia de consumo de água (litros)	1.456.000
Economia no tratamento efluentes (litros)	130.000
Economia de electricidade (Kwh)	2.348
Custos aditivos químicos (R\$)	-R\$ 11.752
Economia total gerada (R\$)	R\$ 344.213

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nota: Valores estimados por mês

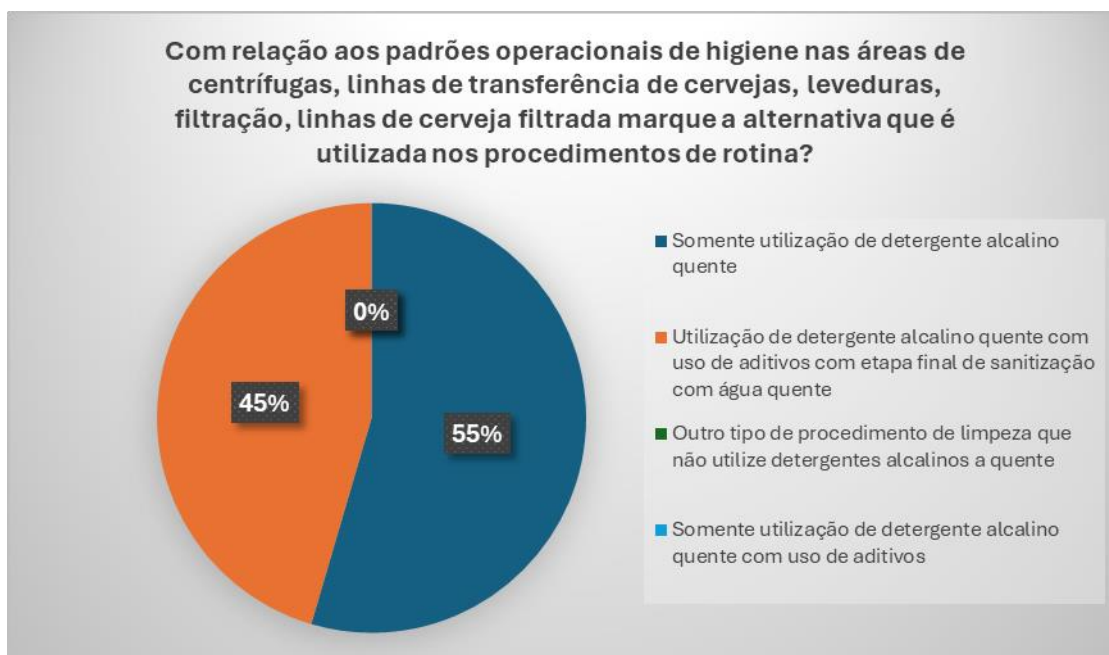
Gráfico 4- Respostas dos padrões operacionais de higiene utilizados nas áreas da fermentação, maturação e tinas de leveduras de empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Relacionado aos padrões de linhas de transferências de cervejas, maturadas, filtradas, linhas de leveduras, que são tradicionalmente procedimentos de CIP à quente (Gráfico 5), nestas áreas do processo de produção de cervejas foram assinaladas apenas duas opções, das quatro elencadas, o que demonstra que os procedimentos de higiene tradicionais ainda predominam, sejam por receio de uso de novas tecnologias nos equipamentos ou confiança de que os métodos tradicionais são os mais eficientes. Entretanto, existem oportunidades de melhoria, especialmente no desenvolvimento de receitas em fase única com detergentes alcalinos com uso de aditivos e sem etapa de sanitização com água quente, fator que pode trazer benefícios ambientais e econômico.

Gráfico 5- Resultados referentes aos padrões operacionais de higiene utilizados nas linhas de transferências de cervejas (maturadas e filtradas) e linhas de leveduras de empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na área de cerveja pronta, conhecidas como cervejas filtradas e blendadas e enviadas para adegas de pressão, houve unanimidade, pois todos responderam que utilizam padrões de higiene com uso de detergentes ácidos a frio com etapa final de desinfecção química (Gráfico 6). Uma possível explicação para este fato é de ser uma área de cerveja pronta e diluída que representa uma menor carga de sujidades. Entretanto, vale ressaltar que no mercado atual, algumas indústrias trabalham com receitas de CIP em fase única, denominadas “single stage”, que são utilizadas ácidos formulados que têm a capacidade de realizar a limpeza e desinfecção em uma única etapa, o que promove vários benefícios como a redução de tempo produtivo, consumo de químicos, redução de água, energia elétrica e resíduos para tratamento de efluentes industriais.

Gráfico 6- Resultados referente aos padrões de higiene utilizadas nas áreas de cerveja filtrada e blindada de empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na área de envase, é finalizada a produção de cerveja antes de ir para o mercado e para o consumidor final. Nesta área, que possui as mesmas características da cerveja filtrada e blindada, houve respostas diferentes quanto aos padrões operacionais de higiene adotados (Gráfico 7), o que se pode supor que devido a ser uma área de alta produtividade e impacto para o entrega do volume de produção, as cervejarias já estão mais propensas a implementar novos padrões de higiene. Um pouco mais de um terço das respostas indicaram outro tipo de procedimento de limpeza que não utiliza detergentes alcalinos a quente, que provavelmente possuem característica mas inovadora e atrelada a benefícios ambientais e econômicos, conforme os quadros 3 e 4:

Quadro 3- Exemplo de um programa de CIP (fase única) em enchedoras de cerveja

Linhas de Envases/Enchedoras	FASE ÚNICA	
	1) Enxague inicial: 5 min (temp. ambiente) 2) Detergente ácido sanitizante Conc. 2,0 - 2,5 % p/v 3) Enxague final: 10 min (temp. ambiente)	A cada 7 dias

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Quadro 4- Receita de CIP fase única em enchedoras de cerveja

Utilização Receita Fase Única (temp ambiente)	
Aumento de produção de Cerveja (litros)	216.563
Economia de soda cáustica (Kg)	1.276
Economia de soda caustica (R\$)	R\$ 4.977,35
Economia Vapor (m3)	515
Economia de consumo de água (litros)	110.000
Economia no tratamento efluentes (litros)	148.573
Economia de eletricidade (Kwh)	44
Custos em detergentes formulados (R\$)	R\$ 7.776,23
Economia total gerada (R\$)	R\$ 271.052,87

Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nota: Valores estimados por mês.

Gráfico 7- Resposta aos padrões de higiene utilizadas nas áreas de envase de cervejas de empresas cervejeiras (n=50)

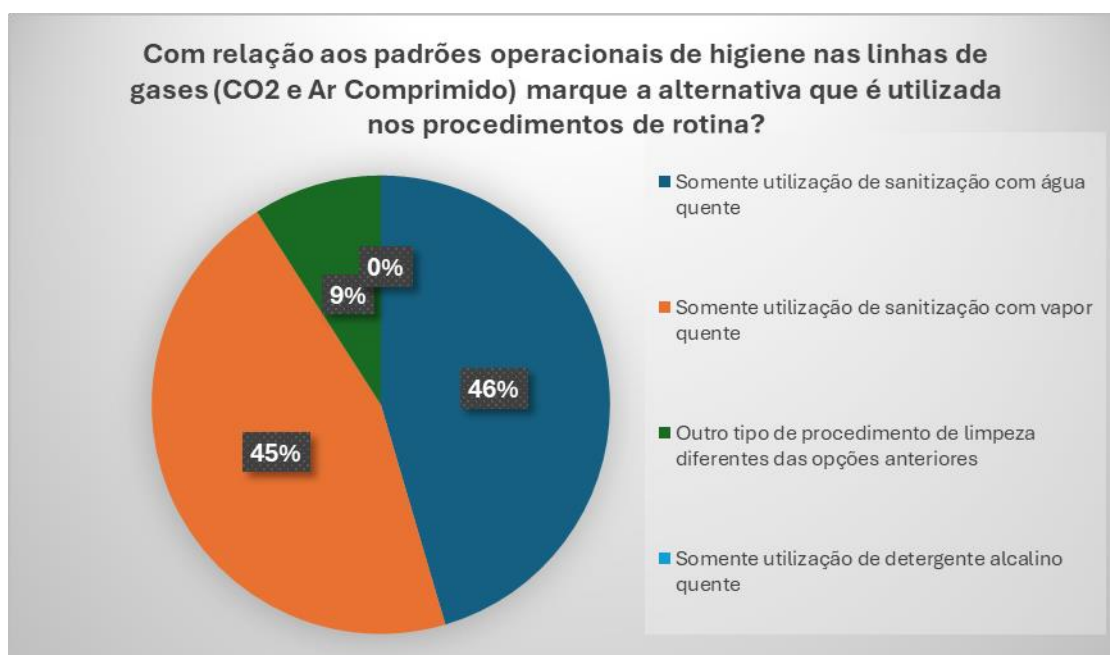


Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na área conhecidas como auxiliares, que são as linhas de gases (CO_2 e ar comprimido), mas que estão diretamente ligadas aos processos produtivos, observou-se (Gráfico 8) que 91% realizam procedimentos de sanitização (uso de água quente ou vapor), um conceito tradicional, visto que estas linhas também apresentam riscos de contaminações por cerveja e, conseqüentemente, são sujeitas a contaminações microbiológicas. Existe, portanto, alternativas de adequar, fisicamente, estas linhas de gases e os sistemas de

automação, para ser possível realizar os procedimentos de limpeza CIP com receitas que utilizam detergentes e sanitizantes químicos.

Gráfico 8- Resultados dos padrões de higiene utilizadas nas áreas interligadas a todas as linhas de gases (CO₂/ar comprimido), que são áreas auxiliares ao processo produtivo de empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Nas questões sobre a frequência de realização de treinamentos relativos aos padrões de higiene, as respostas predominantes indicaram uma periodicidade anual, mas ainda existem lacunas na definição da frequência dos treinamentos referentes aos padrões de higiene operacional (Gráfico 9), o que pode ser um risco à qualidade da cerveja, visto que mesmo sendo operações de limpeza com uso de equipamentos e automação para controle, deve-se ter uma periodicidade definida de treinamento dos POPs de higiene e desinfecção para cada área e anexadas aos programas de Análise e Perigos Críticos de Controle (APPCC) adotados em cada planta.

Gráfico 9- Respostas da frequência em que são realizados treinamentos relativos aos padrões de higiene operacional nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Ainda com relação aos padrões operacionais, foi feito o questionamento sobre a revisão dos padrões de higiene operacional (Gráfico 10). Apesar de existirem revisões dos padrões de higiene, não há uma diretriz definida de quem deve revisar e baseado em quais condições. Recomenda-se que exista uma revisão dos padrões operacionais e que constem algumas regras importantes, como periodicidade com que os padrões sejam revisados. Importante que quaisquer alterações realizadas, impliquem em um novo treinamento com todos os operadores responsáveis pela execução.

Gráfico 10- Respostas referente à frequência com que é realizada a revisão dos padrões de higiene operacional nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

As questões seguintes foram direcionadas para respostas de acordo com relevância, chamado de escala de Likert, em que os participantes responderam sobre as questões relacionadas à controle de qualidade nos processos de produção de cervejas.

Na primeira questão (Gráfico 11), os resultados obtidos foram referentes à metodologia de avaliação da qualidade final da cerveja. As análises microbiológicas e físico-químicas foram avaliadas pela maioria como muito relevantes, provavelmente, por serem análises de processo intermediária e que ações corretivas podem ser aplicadas para melhorias no resultado final. Supõe-se que as análises sensoriais devem ter sido consideradas com relevância intermediária, pois quando são analisadas durante o processo, dificilmente são indicadores para identificar contaminações microbiológicas.

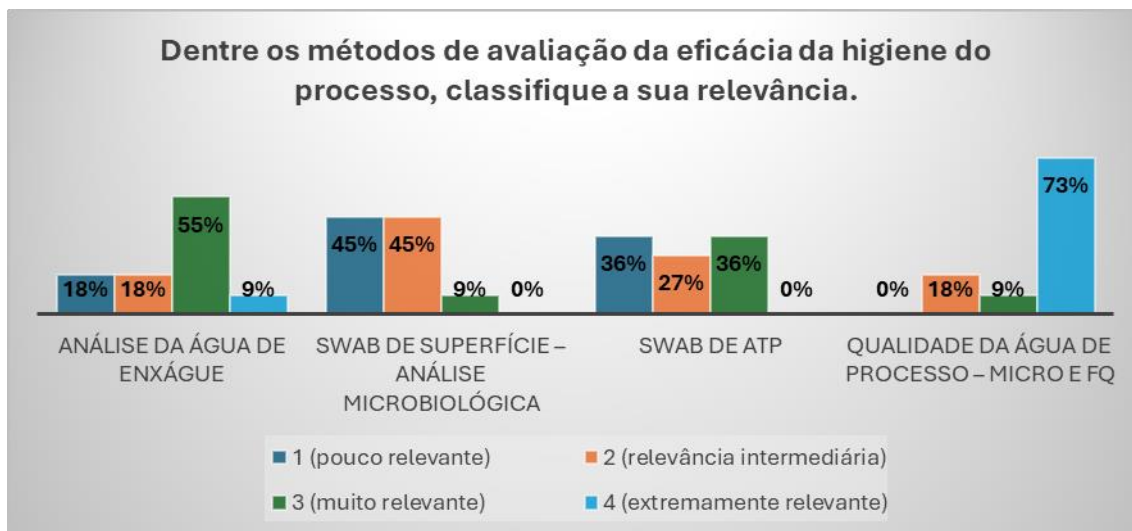
Gráfico 11- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação da qualidade final da cerveja nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na próxima questão (Gráfico 12), as respostas foram sobre os métodos de avaliação de eficácia dos procedimentos de higiene utilizados na indústria. As respostas estiveram relacionadas, principalmente, com a qualidade da água de processo, pois 82% consideraram muito relevante a extremamente relevante a qualidade da água de processo e 64% consideraram a análise da água de enxágue muito relevante a extremamente relevante. Estes resultados validam o entendimento de que o tratamento e qualidade microbiológica da água utilizada em cervejarias devem ser um dos principais itens de controle e monitoramento, pois a água, além de ser umas das principais matérias-primas para produção da cerveja, está diretamente relacionada ao controle microbiológico, pois as soluções de limpeza são constituídas de água e a finalização dos procedimentos de higienização são realizados por água tratada.

Gráfico 12- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação da eficácia da higiene nos procedimentos de higiene nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

No gráfico 13, os avaliadores responderam sobre a relevância dos processos relacionados a higiene. Os itens relacionados a estações de CIP, engenharia de CIP correta, equipamentos que envolvem os CIPs e condições higienicossanitárias foram avaliados como muito relevantes, o que tem uma possível justificativa, porque são as primeiras áreas avaliadas quando o tema são resultados microbiológicos que definidas padrões pelas próprias cervejarias que atuam neste setor. Se houver quaisquer parâmetros de CIP não sendo atendidos, como por exemplo uma bomba de CIP com problemas de vazão e pressão, esta situação representará uma falha de higienização do equipamento da estação de CIP.

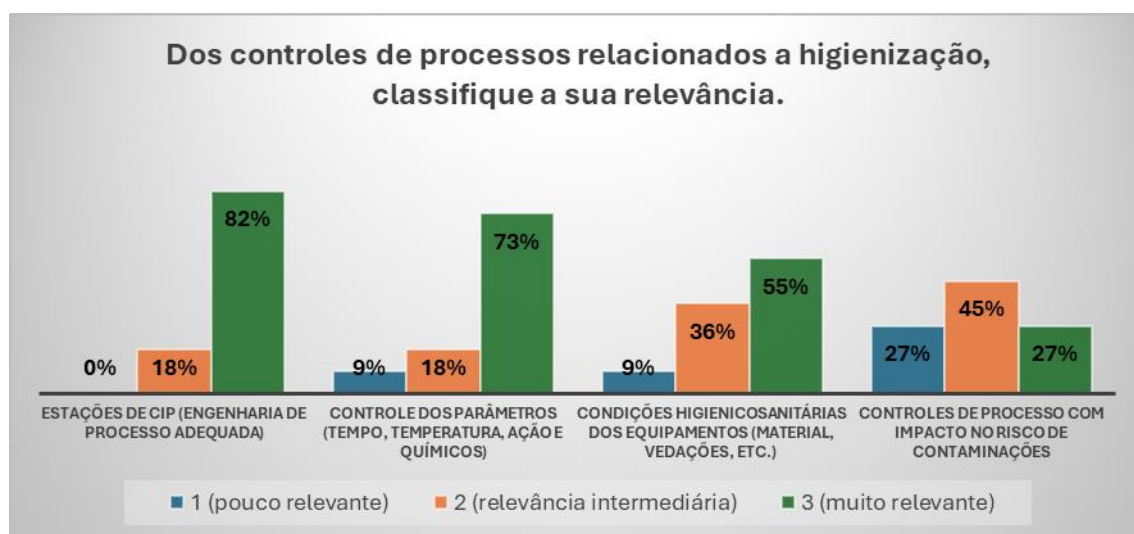
Outro exemplo representativo é a possibilidade de descalibração do equipamento que verifica a condutividade da solução química da limpeza, parâmetro que está relacionado com concentração química da solução definida no padrão operacional. Uma falha como esta gera impactos nos padrões de higienização, bem como em todo o sistema de automação das estações de CIP, que possuem programas de computadores que garantem que todos os parâmetros padrões definidos sejam cumpridos integralmente e que todos os seus desvios sejam corrigidos.

As condições do processo produtivo tiveram uma relevância intermediária, mas foi um indicativo de que este fator vem ganhando mais espaço devido aos riscos inerentes ao processo. Existem operações que podem ser consideradas de risco para uma contaminação microbiológica, como as dosagens e recolha das leveduras utilizadas na fermentação da cerveja, retirada de trub após a fermentação da cerveja do tanque. Este procedimento serve

para melhorar a qualidade do cerveja que está em processo, mas podem representar riscos pela exposição ao ambiente e falhas de temperatura durante o processo de fermentação. Uma das consequências desta falha é a possibilidade de ocasionar um fator chamado espumamento dos tanques, que faz com que a espuma tranborde o tanque pela área superior, indo para a parte externa do tanque ou para linhas de gás carbônico (CO₂).

Um fator de processo que pode ser crítico é a etapa de correção de oxigênio dissolvido nos tanques de cerveja prontos (adega de pressão), fato que podem gerar envio de cerveja para os anéis de gás carbônico (CO₂) e, conseqüentemente, oferece um alto risco de contaminação microbiológica cruzadas com as próximas bateladas de produção. Um outro exemplo é a etapa de dosagem de aditivos, que se não for realizada por meio de equipamentos devidamente higienizados, podem representar riscos de contaminações para toda a cerveja que esta em produção.

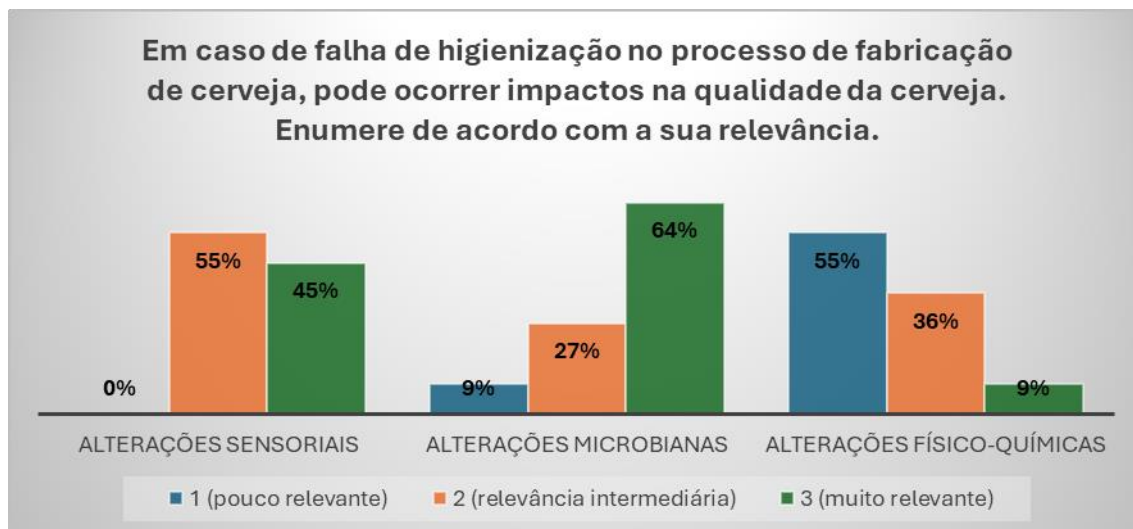
Gráfico 13- Resultados das análises de acordo com a relevância para avaliação dos controles relacionados à higienização nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

Na questão que tratou de avaliar o impacto na qualidade da cerveja em caso de falhas nos procedimentos de higienização (Gráfico 14), as alterações microbianas e sensoriais foram as que tiveram um maior percentual de apontamentos de muito relevantes e o menor percentual foi obtido pelas alterações físico-químicas como alteração do pH, o que faz sentido porque falhas de higienização trazem impacto diretos de contaminações microbiológicas e os microrganismos característicos destas contaminações são do tipo deteriorantes, que podem causar alterações de odor e sabor.

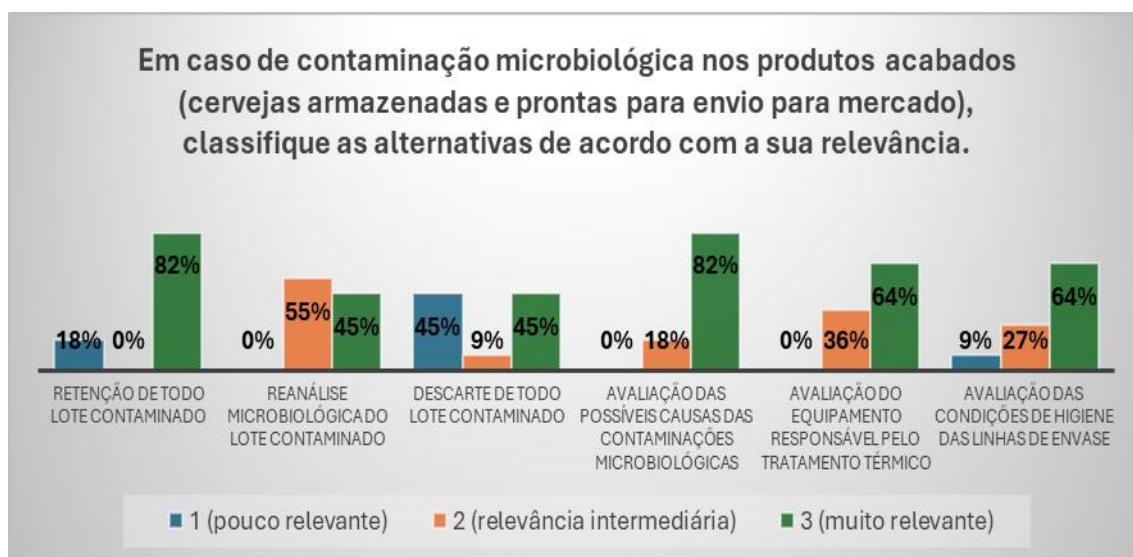
Gráfico 14- Resultados no impacto na qualidade da cerveja em caso de falhas nos procedimentos de higienização nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A última pergunta do questionário (gráfico 15) foi a pergunta que, em caso positivo de contaminação microbiológica no produto, qual seria a relevância de cada item proposto.

Gráfico 15- Resultados referentes a possíveis contaminações microbiológicas nos produtos acabados e quais as possíveis ações a serem tomadas nas empresas cervejeiras (n=50)



Fonte: Dados da pesquisa, 2025.

A hipótese de um produto identificado com contaminação microbiológica já na embalagem final, antes do envio para o mercado, é de alta criticidade, pois mesmo que as

cervejas não apresentem contaminações por microrganismos patogênicos e somente microrganismos deteriorantes, estes podem ser associados a falhas de higiene que causam alterações sensoriais indesejáveis e que são extremamente prejudiciais as marcas produzidas.

As respostas ao questionário que indicaram avaliar as principais causas das contaminações e de retenção dos lotes contaminados tiveram os maiores de indicadores de relevância. O compromisso das empresas em tratar os problemas antes de enviar para o mercado é uma tendência observada pelas respostas. Já os indicadores de higiene e o equipamento responsável pelo tratamento térmico final, que são barreiras para evitar que possíveis contaminações microbiológicas, foram os itens que tiveram avaliações de pouca relevância a relevância intermediária, demonstrando que os problemas de contaminações de microbiológicas devem ser tratadas ao longo da produção e não ser responsabilidade exclusiva da etapa de pasteurização, que tem este objetivo principal, mas sua eficiência depende de todas as etapas pré e pós-pasteurização.

Em relação à condição da higiene das linhas de envase e os respectivos equipamentos utilizados, uma sugestão seria utilizar os manuais da EHEDG (2018) como referência. O manual nº 45 traz informações sobre validação, monitoramento e verificação da limpeza.

De uma forma geral, as questões respondidas foram bastantes tradicionais, o que pode ser justificado pela escassa literatura nacional e internacional atualizadas sobre o tema de higienização em indústrias de cervejas. Este fato contraria a tendência em outras indústrias, porque novas tecnologias de processo de limpeza continuamente estão sendo desenvolvidas pelas indústrias fabricantes de produtos químicos para limpeza e desinfecção, além de oferta de aditivos, equipamentos e novas tecnologias de limpeza. A adesão destas tecnologias mais recentes é pequena pelas indústrias cervejeiras que participaram deste estudo.

Uma possível razão de persistência de métodos tradicionais de higienização pode ser o fator custo, pois as grandes indústrias de cerveja ainda consideram como custo elevado o valor dos produtos químicos não tradicionais, mas não há estudos suficientes em cervejarias que verificam as vantagens destas mudanças em reduções de contaminações microbiológicas dos produtos. Como consequência, há uma perda de *market share* devido a impactos negativos de imagens das marcas cervejeiras. Outro fator que não é considerado no fator decisório de mudanças são os impactos ambientais e sociais envolvidos nos processos produtivos.

Referente a única questão dissertativa não houve respostas para esta questão.

Para fins de contribuição e difusão do conhecimento, houve a elaboração de um manual técnico com um compilado dos procedimentos de higiene tradicionais e inclusão de

novas tecnologias e produtos, como oportunidades de inovações em procedimentos, já que estes últimos já são utilizados em algumas cervejarias no Brasil com bastante sucesso em indicadores, tais como: performance de limpeza; incremento de produtividade; redução de custos com químicos, água, tratamento de efluentes e consumo de utilidades (vapor). Outro benefício adicional de novas tecnologias é a redução de impactos ambientais das indústrias cervejeiras, como a redução de químicos a base de fósforo, que são agressivos ao meio ambiente e controlados pelo Ministério da Agricultura.

Este manual tem como público-alvo os profissionais experientes que atuam há anos nas indústrias cervejeiras, bem como novos profissionais que estão ingressando neste mercado e poderão ser os precursores e motivadores de novas tecnologias disponíveis no mercado.

5 CONCLUSÃO

Foi identificado que existem muitas oportunidades de aprimoramento dos procedimentos de higiene de cada áreas e seus respectivos equipamentos, pois os procedimentos investigados ainda são tradicionais e realizados da mesma forma há muitos anos, e isto pode ocasionar uma baixa performance de limpeza, acúmulo de sujidades e riscos de crescimento microbiológico que podem comprometer a qualidade sensorial, físico-química e microbiológica da bebida produzida.

Foi possível identificar nas respostas do público responsável pela qualidade de cerveja, a necessidade de se ter engenharia de CIP adequada para cada tipo de equipamento, com as condições funcionamento automatizadas e com os parâmetros de limpeza definidos e seguidos. Com relação aos procedimentos de higiene estarem padronizados e operadores treinados nos procedimentos foi identificado que existem oportunidades de melhoria.

Com o diagnóstico, ressalta-se a importância do Manual Técnico produzido, que apresenta recomendações práticas de aperfeiçoamento e inovações dos procedimentos de higienização, que contribuam com a garantia da qualidade das cervejas nas indústrias.

Sugere-se que novas pesquisas experimentais sobre métodos inovadores de higienização aplicados na cadeia produtiva de cervejas sejam desenvolvidas, como oportunidades de melhorias de indicadores de qualidade, custo e meio ambiente no ambiente do setor.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J. de; MACEDO, J. A. B. de. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 2014.

ARAÚJO, F. B., SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n. 2, p.121-128, maio/ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000200004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/XqM3w86kgDy7MmbsfqHgfWy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 ago. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA. **Dados do setor**. São Paulo: CERVBRASIL 2023. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/. Acesso em: 21 ago. 2023.

BACK, W. **Farbatlas und handbuch der getränkebiologie**: teil 1. Nürnberg: Verlag Hans Carl, 1994.

BAMFORTH, C. W. **Scientific principles of malting and brewing**. St. Paul: American Society of Brewing Chemists, 2006. 246 p.

BOULTON, C.; QUAIN, D. Microbiology. In: BOULTON, C.; QUAIN, D. **Brewing yeast & fermentation**. London: Blackwell Science, 2006. chap. 8, p. 510-585.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 206, p. 126, 23 out. 2002.

BRASIL. Decreto-Lei nº 152, de 7 de dezembro de 2017. Altera o regime da qualidade da água para consumo humano, transpondo as Diretivas n.os 2013/51/EURATOM e 2015/1787. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 235. p. 6555 – 6576, 11 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 239, p. 31, 11 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa- IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 126, p. 235, 06 jul. 2022.

BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. (ed.). Microbiology. In: BRIGGS, D. E.; BOULTON, C. A.; BROOKES, P. A.; STEVENS, R. (ed.). **Brewing: science and practice**. Boca Raton: CRC Press, 2004. chap. 17, p. 606-649. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9781855734906/brewing>. Acesso em: 22 ago. 2023.

JONES, C. W.; CLARK, J. H. Activation of hydrogen peroxide using inorganic and organic species. In: JONES, C. W. **Applications of hydrogen peroxide and derivatives**. London: The Royal Society of Chemistry 1999. chap 2, p 37-78. *E-book*. DOI: <https://doi.org/10.1039/9781847550132>. Disponível em: <https://books.rsc.org/books/monograph/341/Applications-of-Hydrogen-Peroxide-and-Derivatives>. Acesso em: 21 ago. 2023.

DRAGONE, G.; MUSSATTO, S. I.; SILVA, J. B. de A. e. Inovações na produção de cervejas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n.35, p.48-51, jul. /dez. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261709732_Inovacoes_na_producao_de_cervejas. Acesso em: 09 fev. 2025.

EUROPEAN HYGIENIC ENGINEERING & DESIGN GROUP. Hygienic design principles In: **EHEDG Guidlines**. 3rd ed, Amsterdã: EHEDG, 2018. Disponível em: <https://www.ehedg.org/guidelines-working-groups/guidelines/guidelines/detail/hygienic-design-principles>. Acesso em: 22 ago. 2023.

FERREIRA, R. H.; VASCONCELOS, M. C. R. L.; JUDICE, V. M. M.; NEVES, J. T. de R. Inovação na fabricação de cervejas especiais na região de Belo Horizonte. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 16, n. 4, p. 171-191, out./ dez. 2011. DOI: [//doi.org/10.1590/S1413-99362011000400011](https://doi.org/10.1590/S1413-99362011000400011). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/zQnXvzF4hJ335zJXQQjNBwC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 ago. 2023.

FORNI, R. **Projeto mecânico de um sistema de higienização CIP (Cleaning in Place)**. 2007. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/00e7afc2-61c2-40a3-bdaa-6a828c308af9/RENATO%20FORNI%20PME07.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. da; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. São Paulo: Varela, 2001.

GIL, G.; DEL MÓNACO, S.; CERRUTTI, P.; GALVAGNO, M. Selective antimicrobial activity of chitosan on beer spoilage bacteria and brewing yeast. **Biotechnology Letters**, Dordrecht, v. 26, n. 7, p. 569-574, Apr. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:BILE.0000021957.37426.9b>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:BILE.0000021957.37426.9b>. Acesso em: 28 ago. 2023.

GUERREIRO, L. Dossiê técnico- Produção de cerveja. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**, Rio de Janeiro, mar. 2007. Disponível em: <https://www.respostatecnica.org.br/busca/producao-de-cerveja/57/dossie>. Acesso em: 26 ago. 2023.

HAIKARA, A.; PENTTILÄ, L.; ENARI, T. M.; LOUNATMAA, K. Microbiological, biochemical, and electron microscopic characterization of a *Pectinatus* strain. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 41, n. 2, p. 511-517, Feb. 1981. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.41.2.511-517.1981>. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC243724/>. Acesso em: 26 ago. 2023.

HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R.; YOUNG, T. W. Hops. In: HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R.; YOUNG, T. W. **Malting and brewing science: volume II** hopped wort and beer. 2 nd ed. London: Chapman e Hall, 1982. chap. 12, p. 389-914. *E-book*. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-1799-3>. Acesso em: 26 ago. 2023.

IJIMA, K.; SUZUKI, K.; ASANO, S.; KURIYAMA, H.; KITAGAWA, Y. Isolation and identification of potential beer-spoilage *Pediococcus inopinatus* and beer-spoilage *Lactobacillus backi* strains carrying the horA and horC gene clusters. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 113, n. 1, p. 96-101, Jan. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2007.tb00262.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/j.2050-0416.2007.tb00262.x>. Acesso em: 26 ago. 2023.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microrganismos em alimentos**: utilização de dados para avaliação do controle de processo e aceitação de produto. Tradução Bernadette Gombossy de Melo Franco, Marta Hiromi Taniwaki, Mariza Landgraf, Maria Tereza Destro. São Paulo: Blucher, 2015. v. 8. *E-book*. Minha Biblioteca. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521208587/pageid/3>. Acesso em: 26 ago. 2023.

KEUKELERIE, D. de. Fundamentals of beer and hop chemistry. **Química Nova**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 108-112, fev. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/WVXzmHWpjQ5MfN6r35H6GwF>. Acesso em: 21 ago. 2023.

KUNIGK L. **Ação do ácido peracético sobre microrganismos contaminantes do processo cervejeiro**. 1998. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998,

LEE, S. Y.; MABEE, M. S.; JANGAARD, N. O.; HORIUCHI, E. K. *Pectinatus*, a new genus of bacteria capable of growth in hopped beer. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 86, p. 28-30, Jan./ Feb. 1980. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/j.2050-0416.1980.tb03951.x>. Acesso em: 26 ago. 2023.

LIMA, A. C. da S.; AFONSO, J. C. A química do refrigerante. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 210-216, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/10-PEQ-0608.pdf. Acesso em: 30 ago. 2023.

MESTRECERVEJEIRO. **A revolução das latas de cerveja**. 2017. Disponível em: <https://mestre-cervejeiro.com/a-revolucao-das-latas-cerveja/>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MOERMAN, F.; RIZOULIERES, P.; MAJOOR, F. A. Cleaning in Place (CIP) in food processing. *In: LELIEVELD, H. L. M.; HOLAH, J. T.; NAPPER, D. (ed.). Hygiene in food processing: principles and practice*. 2nd ed. London: Woodhead Publishing, 2014. p. 305–383. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780857094292/hygiene-in-food-processing#book-info>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MORADO, R. **Larousse da cerveja**. São Paulo: Editora Lafonte, 2009. 360 p.

NOBRE, T. de P.; HORII, J.; ALCARDE, A. R. Viabilidade celular de *Saccharomyces cerevisiae* cultivada em associação com bactérias contaminantes da fermentação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 20-25, jan./mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100004>. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/cta/a/BHKHRzhDS5TfcDyXgSwJXRc/>. Acesso: 09 fev. 2025.

OETTERER, M.; ALCARDE, A. R. Tecnologia da fabricação de cerveja. *In: OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOLO, M. H. F. (coord.). Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. Barueri: Editora Manole, 2006. P. 51- 94.

ORGANISMO. **Qual o cenário do venture capital em 2023 no Brasil?** São Paulo, abr. 2023. Disponível em: <https://organismobrasil.com.br/qual-o-cenario-do-venture-capital-em-2023-no-brasil/>. Acesso em 28 ago. 2023

PASSOS, M. H. C. R. **Estudo da dispersão de depósitos incrustantes obtidos em pasteurizadores de leite por detergentes ácidos e alcalinos: influência do pH, tempo e temperatura de reação**. 1992. 155 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/48876>. Acesso em: 30 ago. 2023.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1980. 566 p.

PRIEST, F. G. Microbiology and microbiological control in the brewery. *In: PRIEST, F. G.; STEWART, G. G. (ed.). Handbook of brewing*. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 607-627.

RIBEIRO, E. S.; FARIAS, B. S. de; MENEGAZZI, G. da S.; PINTO, I. A. de A.; DIAZ, P. S. Produção de cerveja e análise sensorial: um referencial teórico. *In: CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M. da; BARRETO, N. S. E. (org.) Ciência e Tecnologia de alimentos: pesquisas e práticas contemporâneas*, 2021. v. 2, cap. 47, p. 656-670. E-book. DOI: <https://doi.org/10.37885/210805711>. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/210805711>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SAKAMOTO K.; KONINGS, W. N. Beer spoilage bacteria and hop resistance. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdã, v. 89, p. 105– 124, Dec. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(03\)00153-3](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(03)00153-3). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14623377/>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SILVA, P. H. A da.; FARIA, F. C. de. Avaliação da intensidade de amargor e do seu princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais. **Ciência e**

Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p. 902-906, out./ dez. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400021>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/kTZSVSRvmzWYKcdVMcS8KnB/?lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SUZUKI, K.; IIJIMA, K.; ASANO, S.; KURIYAMA, H.; KITAGAWA, Y. Induction of viable but nonculturable state in beer spoilage lactic acid bacteria. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 112, n. 4, p. 295-301, 2006b. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00734.x>. Disponível em: <https://colab.ws/articles/10.1002%2Fj.2050-0416.2006.tb00734.x>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SUZUKI, K.; IIJIMA, K.; SAKAMOTO, K.; SAMI, M.; YAMASHITA, H. A review of hop resistance in beer spoilage lactic acid bacteria. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 112, n. 2, p. 173-191, 2006a. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00247.x>. Disponível em: <https://colab.ws/articles/10.1002%2Fj.2050-0416.2006.tb00247.x>. Acesso em: 30 ago. 2023.

TAMIME, A. Y. **Cleaning-in-place**: dairy, food and beverage operations. 3. rd ed. Oxford: Blackell Publishing, 2008.

TELLES, E. M. **A higienização na prevenção e no controle do biofilme**: uma revisão. 2011. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene de Alimentos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/49297>. Acesso em: 30 ago. 2023.

VAUGHAN, A.; O’SULLIVAN, T.; VAN SINDEREN, D. Enhancing the microbiological stability of malt and beer – a review. **Journal of the Institute of Brewing**, London, v. 111, n. 4, p. 355-371, Jan. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00221.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00221.x>. Acesso em: 30 ago. 2023.

VENTURINI FILHO, W. G.; CEREDA, M. P. Cerveja. In: AQUARONE, E. *et al.* (org.). **Biotechnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgar Blücher, 2001. p. 91-144. v. 4.

VERONESE, R. **Descubra como a garrafa pode mudar o sabor da sua cerveja**: a cor ideal. 2017. Disponível em: <http://blog.cervejarialeopoldina.com.br/descubra-como-a-garrafa-pode-mudar-o-sabor-da-sua-cerveja/>. Acesso em: 26 ago. 2023.

WRAY, E. Reducing microbial spoilage of beer using pasteurisation. In: HILL, A. E. (ed.) **Brewing microbiology**: managing microbes, ensuring quality and valorising waste. Sawston: Woodhead Publishing, 2015. chap. 12, p. 253- 269. *E-book*. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-331-7.00012-5>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781782423317000125?via%3Dihub>. 30 ago.2023.

YANG, J.; JENSEN, Bo B. B.; NORDKVIST, M.; RASMUSSEN, P.; GEMAEY, K. V.; KRUHNE, U. CFD modelling of axial mixing in the intermediate and final rinses of cleaning-in-place procedures of straight pipes. **Journal of Food Engineering**, Amsterdã, v. 221, p. 95–

105, Mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877417304077>. Acesso em: 30 ago. 2023.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA DE APROVAÇÃO DA PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impactos dos Processos de Higienização na Qualidade de Produção de Cervejas

Pesquisador: FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 77158924.0.0000.5154

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6,760,134

Apresentação do Projeto:

O projeto está sendo reapresentado com o objetivo de atender pendências apontadas no parecer nº 6.691.838.

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO, de 08/03/24) e do Projeto Detalhado (Projeto_detalhado_brochura.docx, de 08/03/24).

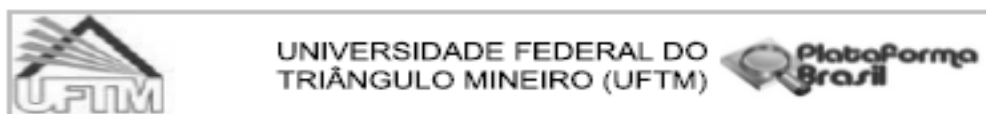
Segundo os pesquisadores:

"INTRODUÇÃO

A cerveja, que é a bebida mais popular no mundo, pode ser definida como uma bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto da cevada malteada ou extrato do malte, submetido previamente a um processo de coação, adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo (BRASIL, 2019).

A legislação brasileira, publicada na forma de Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019, define cerveja como sendo a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo de malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo (BRASIL, 2019). A atividade microbiana está envolvida em cada etapa do processo. A

Endereço: Av. Getúlio Guarã, nº 159, Casa das Comissões
Bairro: Abadia **CEP:** 38.025-440
UF: MG **Município:** UBERABA
Telefone: (34)3700-6803 **E-mail:** cep@uftm.edu.br



Continuação do Parecer: 6.760.134

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 e Norma Operacional 001/2013, o Colegiado do CEP-UFTM manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto, situação definida em reunião do dia 05/04/24.

O CEP-UFTM informa que de acordo com as orientações da CONEP, o pesquisador deve notificar na página da Plataforma Brasil, o início do projeto. A partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (semestrais), assim como também é obrigatória, a apresentação do relatório final, quando do término do estudo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado em reunião de Colegiado do CEP-UFTM realizada em 05/04/2024.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2274107.pdf	08/03/2024 13:55:50		Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo de Consentimento Livre Esclarecimento.docx	08/03/2024 13:55:21	FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_brochura.docx	08/03/2024 13:55:11	FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	08/03/2024 13:52:49	FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM	Aceito
Outros	Formulario.pdf	14/01/2024 17:46:17	FERNANDA BARBOSA BORGES JARDIM	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Av. Getúlio Guarã, nº 158, Casa das Comissões
 Bairro: Abadia CEP: 38.025-440
 UF: MG Município: UBERABA
 Telefone: (34)3700-6803 E-mail: cep@uftm.edu.br

Página 05 de 27



Continuação do Parecer: 6.760.134

Não

UBERABA, 12 de Abril de 2024

Assinado por:
 Vitoria Helena Maciel Coelho
 (Coordenador(a))

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE HIGIENE

1. Qual o seu tempo de empresa:
☐ () menos de 1 ano
☐ () de 1 a 5 anos
☐ () de 6 a 10 anos
☐ () mais de 10 anos
2. Qual a sua função na empresa
☐ () Gerente de Qualidade
☐ () Coordenador/Supervisor de Qualidade
☐ () Gerente de Processo/Mestre Cervejeiro
☐ () Assepsista
☐ () Outra. Citar _____
3. Com relação aos padrões operacionais de higiene na área da **Brassagem**, marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
☐ () Somente utilização de detergente alcalino quente
☐ () Somente utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos
☐ () Utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos com etapa final de sanitização com água quente
☐ () Outro tipo de procedimento de limpeza que não utilize detergentes alcalinos a quente
4. Com relação aos padrões operacionais de higiene nas áreas **dos tanques de fermentação, maturação e leveduras**, marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
☐ () Somente são utilizados detergentes alcalinos a frio
☐ () Utilização de detergentes alcalinos a frio com etapa final de desinfecção química
☐ () Utilização de detergentes alcalinos a frio, detergentes ácidos a frio e etapa final de desinfecção química
☐ () Outro tipo de limpeza que **NÃO** utilize detergentes alcalinos a frio
5. Com relação aos padrões operacionais de higiene nas áreas de **centrífugas, linhas de transferência de cervejas, leveduras, filtração, linhas de cerveja filtrada** marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
☐ () Somente utilização de detergente alcalino quente
☐ () Somente utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos

- ☐ Utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos com etapa final de sanitização com água quente
- ☐ Outro tipo de procedimento de limpeza que não utilize detergentes alcalinos a quente
6. Com relação aos padrões operacionais de higiene nos **tanques de cerveja filtrada e blendada** marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
- ☐ Somente são utilizados detergentes ácidos a frio
- ☐ Utilização de detergentes ácidos a frio com etapa final de desinfecção química
- ☐ Outro tipo de limpeza que não utilize detergentes ácidos a frio
7. Com relação aos padrões operacionais de higiene **nas linhas de envase de cerveja (garrafas, latas e barris)** marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
- ☐ Somente utilização de detergente alcalino quente
- ☐ Somente utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos
- ☐ Utilização de detergente alcalino quente com uso de aditivos com etapa final de sanitização com água quente
- ☐ Outro tipo de procedimento de limpeza que não utilize detergentes alcalinos a quente
8. Com relação aos padrões operacionais de higiene **nas linhas de gases (CO₂ e Ar Comprimido)** marque a alternativa que é utilizada nos procedimentos de rotina:
- ☐ Somente utilização de detergente alcalino quente
- ☐ Somente utilização de sanitização com água quente
- ☐ Somente utilização de sanitização com vapor quente
- ☐ Outro tipo de procedimento de limpeza diferentes das opções anteriores
9. Com relação aos treinamentos aos padrões operacionais sobre higienização de todas as áreas, marque a alternativa que é realizada:
- ☐ Realizado anualmente com todos os colaboradores envolvidos
- ☐ Realizado semestralmente com todos os colaboradores envolvidos
- ☐ Não tem frequência definida
- ☐ Realizada com outra frequência, diferente as anteriores. Citar qual é_____

10. Com relação a revisão dos padrões de higienização da empresa, assinale a alternativa que é realizada:

- ☐ Realizado anualmente pela própria unidade que utiliza
- ☐ Realizado pela área corporativa, aplicando para todas as plantas produtoras
- ☐ Não realizado revisão dos padrões de higienização
- ☐ Realizado a revisão em outra frequência. Qual? _____
- ☐ Realizado de acordo com outra diretriz. Qual? _____

11. Com relação as opções a seguir quais as tecnologias que você entende que trariam uma melhor higienização com menores impactos (econômicos e ambientais), classifique as alternativas em ordem de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária) e 3 (mais relevante):

- ☐ Otimização dos CIPs de equipamentos da sala de brassagem
- ☐ Realização de CIPs de rotinas em tanques fermentadores sem a retirada do CO₂.
- ☐ Realização de CIPs de tanques de cerveja pronta em fase única (detergência e sanitização em uma única etapa)
- ☐ Realização de CIPs de enchedoras de cerveja a frio e em fase única (detergência e sanitização em uma única etapa)
- ☐ Outra opção? Se existir favor descrever e classificar conforme a relevância sugerida: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SOBRE QUALIDADE

Enumere por ordem de prioridade os itens de cada uma das questões:

12. Das metodologias de avaliação da qualidade final da cerveja, classifique as análises em ordem crescente de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária) e 3 (mais relevante):

- () análises microbiológicas
- () análises sensoriais
- () análises físico-químicas

13. Dentre os métodos de avaliação da eficácia da higiene do processo, classifique em ordem crescente de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária), 3 (mais relevante) e 4 (bem mais relevante):

- () análise da água de enxágue – análise microbiológica
- () Swab de superfície – análise microbiológica
- () Swab de ATP
- () Qualidade da água de processo – microbiológica e físico-química

14. Dos controles de processos relacionados a higienização, classifique em ordem crescente de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária) e 3 (mais relevante):

- () Estações de CIP com capacidade adequada – engenharia de processo
- () Condições higienicosanitárias dos equipamentos (material, vedações, instrumentos, acabamento sanitário, etc)
- () Controle dos parâmetros do ciclo de Sinner (Tempo, Temperatura, Ação Química e Ação Mecânica)
- () Controles de processo que tenham impacto no risco de contaminações microbiológicas

15. Em caso de falha de higienização no processo de fabricação de cerveja, pode ocorrer impactos na qualidade da cerveja. Enumere em ordem de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária) e 3 (mais relevante):

- () alterações sensoriais

- () alterações microbianas
- () alterações físico-químicas

16. Em caso de contaminação microbiológica nos produtos acabados (cervejas armazenadas e prontas para envio para mercado), classifique as alternativas em ordem de relevância. Considere 1 (menos relevante), 2 (relevância intermediária) e 3 (mais relevante):

- () Retenção de todo lote contaminado
- () Reanálise microbiológica do lote contaminado
- () Descarte de todo lote contaminado
- () Avaliação das possíveis causas das contaminações microbiológicas
- () Avaliação do equipamento responsável pelo tratamento térmico
- () Avaliação das condições de higiene das linhas de envase

17. Caso queira fazer alguma consideração final sobre o tema de higienização na indústria de cerveja, utilize o espaço a seguir:

APÊNDICE C –MANUAL TÉCNICO DE HIGIENIZAÇÃO EM INDÚSTRIAS CERVEJEIRAS

SUMÁRIO

1.Aspectos Gerais dos procedimentos de limpeza	03
1.1. Ação dos Produtos Químicos e auxiliares de limpeza.....	06
1.2. Aspectos mecânicos dos procedimentos de limpeza.....	07
1.3. Ação da temperatura nos procedimentos de limpeza.....	09
1.4. Fator tempo nos procedimentos de limpeza.....	10
1.5. Sanitização.....	10
2. Aspectos Específicos dos procedimentos de limpeza para cada área.....	12
2.1. Brassagem.....	12
2.1.1. Particularidades.....	12
2.1.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	13
2.1.3. Oportunidades.....	13
2.2. Resfriamento de Mosto.....	14
2.2.1. Particularidades.....	14
2.2.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	14
2.2.3. Oportunidades.....	14
2.3. Adegas de fermento (leveduras).....	15
2.3.1. Particularidades.....	15
2.3.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	15
2.3.3. Oportunidades.....	16
2.4. Tanques Fermentadores/Maturadores.....	16
2.4.1. Particularidades.....	16
2.4.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	17
2.4.3. Oportunidades.....	18
2.5. Filtração.....	18
2.5.1. Particularidades.....	18
2.5.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	19
2.5.3. Oportunidades.....	19
2.6. Tanques de pressão.....	20
2.6.1. Particularidades.....	20
2.6.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	20
2.6.3. Oportunidades.....	21
2.7. Linhas de Gases (CO2 e ar comprimido)	21
2.7.1. Particularidades.....	21
2.7.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	22
2.7.3. Oportunidades.....	22
2.8. Envase de Cerveja.....	22
2.8.1. Particularidades.....	23
2.8.2. Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento.....	23
2.8.3. Oportunidades.....	23
Referências.....	24

1.Aspectos gerais dos procedimentos de limpeza

A limpeza propriamente dita trata da redução da carga orgânica, inorgânica e de outras sujidades nas superfícies onde há contato direto com o produto, e nas áreas de produção. Após o processo de limpeza, o equipamento deverá estar em condições de ser sanitizado.

As sujidades aderem às superfícies de modos variados. Podem se encontrar presas em poros, fendas, inclusões e irregularidades na superfície do equipamento.

Assim, um dos aspectos importantes a se considerar é o material a ser utilizado no equipamento e em seus componentes. Os aços inoxidáveis polidos, por exemplo, são utilizados preferencialmente por conta de sua dureza, da resistência mecânica e da resistência à corrosão; fatores que minimizam o número de pontos de ancoragem para os biofilmes.

A energia combinada dos produtos químicos utilizados somada à energia mecânica e àquela da temperatura aplicada compõem a energia total necessária para a remoção de determinada sujidade aderida a uma superfície.

Segundo Andrade; Macedo, 1996 e Friis; Jensen, 2005 a circulação de soluções de limpeza através da energia cinética se traduz em uma força de cisalhamento nas tubulações onde se está acontecendo o processo de higienização e sendo responsável pela remoção das sujidades aderidas.

O processo de remoção da sujidade pode ser dividido em quatro passos principais:

Quadro 1- Referente aos passos essenciais para os procedimentos de uma boa limpeza

Passo 1	Transporte da solução de limpeza e exposição da sujidade à ação do produto.
Passo 2	Reações químicas e processos físicos durante a limpeza, tais como reações da solução de limpeza com os sais da água e com as sujidades, forças de convecção e de difusão.
Passo 3	Remoção da sujidade da superfície e transferência para a solução de limpeza por dispersão ou emulsificação.
Passo 4	Prevenção de nova deposição da sujidade, através da estabilização da solução de limpeza e do transporte da sujidade para longe da superfície do equipamento.

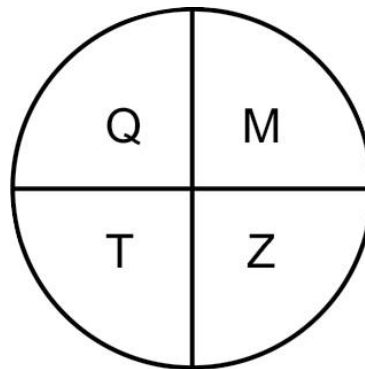
Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

O resultado da limpeza é determinado por quatro fatores:

- a ação química do produto de limpeza (Q);
- a energia mecânica empregada na remoção da sujidade (M);
- a energia térmica, resultado da temperatura utilizada (T);
- o tempo de limpeza (Z).

Estes quatro fatores, dentro de certos limites, podem ser regulados entre si, de modo a otimizar o processo de limpeza, conforme figura 2.

Figura 1- Círculo de Sinner representado pelos fatores Q (química), M (mecânica), Z (tempo) e T (temperatura) **combinados igualmente**

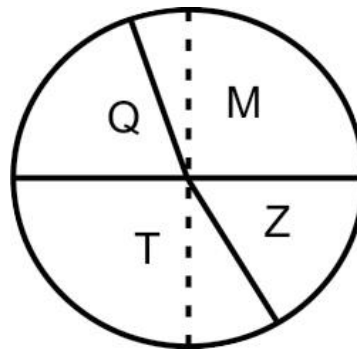


Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Os quatro fatores descritos e mostrados na Figura 1 não são independentes entre si e uma combinação eficiente destes é fundamental para a eficácia da limpeza do equipamento. O Círculo de Sinner pode ser utilizado para explicar estes fatores e sua dependência (Tetra Pak, 2016; Werne; Granstrand, 2016).

Por exemplo, o aumento da ação mecânica e da temperatura pode permitir a redução da concentração dos produtos químicos utilizados e do tempo necessário para uma limpeza com a mesma eficiência:

Figura 2- Círculo de Sinner representado pelos fatores Q (química), M (mecânica), Z (tempo) e T (temperatura) **se estarem combinados de forma igual**



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Da Figura 2, percebe-se que os fatores estão desigualmente distribuídos. Destaca-se que o círculo de Sinner é apenas uma representação da correlação entre os parâmetros. Além disso, fatores estruturais e de implantação da planta podem afetar a higienização desta (LI *et al.*, 2019).

Podemos agrupar os parâmetros envolvidos na limpeza do equipamento em três tipos:

- parâmetros do equipamento;
- parâmetros do sistema;
- parâmetros da operação.

➤ **Parâmetros de equipamentos**

Geralmente determinados no projeto e construção dos equipamentos, tais como:

Quadro 2- Características dos equipamentos utilizados para execução das limpezas tipo CIP

Materiais	Rugosidade, resistência à corrosão e aos produtos químicos de limpeza e sanitização.
Características de construção	Diâmetro, comprimento, extensão e altura.
Características das bombas de produto e de CIP	Tipo de bomba, altura manométrica, vazão, pressão requerida na sucção (NPSH).
Acessibilidade das soluções de limpeza	Desenho de <i>spray-balls</i> e aspersores, eliminação de pontos mortos ou de acesso difícil para a limpeza.

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

➤ **Parâmetros do Sistema**

São os fatores determinados pelas características do processo, como:

- composição química da sujidade: orgânica x inorgânica, pH etc.;
- quantidade de sujidade a ser removida;
- qualidade da água utilizada na limpeza (ex: dureza da água);
- presença ou não de ambiente de CO₂ no ambiente a ser limpo.

➤ **Parâmetros de Operação**

São os parâmetros operacionais relacionados à limpeza, que determinam o balanço entre os fatores Q, M, T e Z, como:

- propriedades químicas das soluções de limpeza: composição, concentração, tensão superficial, pH etc.;
- propriedades mecânicas da solução de limpeza: vazão, velocidade, tipo de escoamento (laminar x turbulento) etc.;
- a temperatura utilizada na solução de limpeza;
- o tempo de contato da solução de limpeza.

1.1 Ação dos produtos químicos e auxiliares de limpeza

Produtos químicos sem aditivos encontrados no mercado (produtos “*commodities*”) como soda cáustica, ácido nítrico, ácido fosfórico, hipoclorito de sódio etc. não podem ser considerados produtos de limpeza adequados.

Devido à larga utilização desses produtos nas mais diversas aplicações da indústria química, muitos desses produtos são encontrados em condições tais que não atendem nem mesmo os requisitos mínimos solicitados pelas empresas fabricantes de produtos de limpeza mais conceituadas.

Por exemplo, o hidróxido de sódio (NaOH) deve ter um conteúdo baixo em cloretos para evitar corrosão em potencial durante a limpeza. O ácido nítrico (HNO₃) deve conter inibidores para

evitar a formação de gases nitrosos. Muitas dessas características não estão presentes em produtos químicos de gradação comercial.

Os requisitos de desempenho para os produtos formulados de limpeza são elevados, por causa do número elevado de processos físicos e químicos que acontecem durante o processo de limpeza na cervejaria.

Os requisitos mínimos para esses produtos são:

- solubilização rápida e completa em água;
- boas propriedades de molhabilidade

Os requisitos mínimos para os produtos formulados de limpeza nas cervejarias são:

- boas propriedades de dissolução e suspensão das sujidades;
- boa propriedade de emulsificação (poder emulsificante ou surfactante) de substâncias insolúveis, como os lipídeos presentes nas sujidades
- boas propriedades sequestrantes (mantêm os íons metálicos em suspensão evitando que precipitem);
- baixa ou nenhuma formação de espuma em aplicações CIP, para não prejudicar a ação mecânica da limpeza;
- propriedades não corrosivas para o material a ser limpo;
- rápida e completa enxaguabilidade;
- características biodegradáveis (baixo impacto ao meio ambiente);
- baixa toxicidade.

Caso não haja um produto químico simples capaz de atender a todas essas exigências, é necessário combinar diferentes agentes químicos de modo a formular um produto com todas ou com a maior parte das propriedades exigidas.

Os produtos comerciais para limpeza em cervejaria são geralmente uma combinação complexa de produtos químicos. Podem ser classificados de acordo com seu pH em três categorias principais:

- detergentes ácidos;
- detergentes alcalinos;
- detergentes neutros.

Podem ser também diferenciados pelo método de aplicação:

- detergentes para uso em CIP;
- detergentes para uso em limpeza manual;
- detergentes para uso em aplicadores de espuma.

Finalmente, podem se diferenciar por duas classes de produtos: os detergentes formulados e os aditivos. Os detergentes formulados requerem apenas a diluição em água na proporção adequada para o uso. Já os aditivos, que podem ser formulações complexas, podem ser usados para complementar a ação de detergentes formulados ou, ainda, podem ser adicionados a produtos químicos simples, como por exemplo, a soda cáustica, para melhorar seu desempenho em determinadas aplicações de limpeza (Ex.: limpeza de linhas de mosto, lavagem de garrafas etc.).

Componentes importantes que devem estar presentes nos detergentes formulados:

1.2 Aspectos mecânicos dos procedimentos de limpeza

A ação mecânica é parte importante do processo de limpeza. Um bom processo de limpeza, deve ser baseado na aplicação correta de energia mecânica no processo de limpeza.

Nesse ponto, alguma energia mecânica é sempre requerida para remover fisicamente a sujeira da superfície onde se encontra e transportá-la na solução de limpeza.

A sujeira pode ser removida de várias formas, do ponto de vista mecânico:

- a pré-rinsagem remove sujeiras dispersas, que não estão aderidas à superfície dos equipamentos;
- os produtos químicos (detergentes) são transportados até as sujeiras, onde alteram quimicamente esses depósitos;
- forças mecânicas (água) removem os resíduos modificados.

Os parâmetros de ação mecânica que afetam os resultados da limpeza são:

- pressão;
- vazão;
- velocidade do fluido.

Tais fatores, ao ser combinados, determinam a energia aplicada sobre as superfícies, que é responsável pela remoção física das sujeiras. Em uma limpeza manual, a aplicação de energia é feita por escovamento, esfregação ou outros meios físicos. Entretanto, onde os sistemas CIP são utilizados, a ação mecânica é baseada unicamente na solução de limpeza e na força mecânica por ela exercida sobre a superfície a ser limpa. Pressão, vazão e velocidade do fluido são determinadas pelas características das bombas de avanço e de retorno das soluções CIP, e pelas próprias características dos equipamentos a limpar, especialmente a sua geometria e a rugosidade do seu material.

Em tanques dentro das cervejarias existem dois tipos diferentes de tecnologia empregados na limpeza e outros vasos fechados como tinas, cozinhadores, *whirlpool etc.*:

- limpeza sob alta pressão (limpeza por impacto);
- limpeza sob baixa pressão (limpeza por escoamento de filme ou química).

A limpeza em alta pressão, também conhecida como limpeza por impacto ou hidrodinâmica, baseia-se na aplicação direta do impacto da solução de limpeza para remoção das sujeiras depositadas nas superfícies. Os depósitos são “varridos” da superfície pela energia mecânica elevada proveniente de jatos de solução de limpeza em pressões elevadas, geralmente entre 3 e 12 kgf/cm². A água e a solução de limpeza é jateada por pequenos orifícios de um sistema aspersor que se move (rotações e translações sobre seus eixos) pela própria ação mecânica da água, fazendo com que a superfície interna do tanque seja varrida completamente por jatos diretos de solução em um determinado tempo, dependendo da pressão, da vazão e do projeto do aspersor.

Boa parte das cervejarias utiliza a técnica de limpeza sob baixa pressão, a qual é baseada em aspersores estáticos, comumente conhecidos como *spray-balls*.

Sob baixa pressão, a dependência da ação de produtos químicos é bem maior. Alguns critérios devem ser obedecidos para uma boa eficiência dos sistemas de baixa pressão:

- o dimensionamento dos *spray-balls* deve ser adequado para as dimensões do tanque (diâmetro, altura e volume de enchimento);
- os *spray-balls* devem ser autolimpantes, principalmente onde há risco de se encontrarem imersos no produto;
- a solução deve ser distribuída o mais uniformemente possível ao longo da superfície do tanque (e instrumentos no interior do tanque);
- a vazão deve ser tal que haja escoamento o mais turbulento possível no filme de líquido junto às paredes do tanque.

Para tubulações e outros equipamentos como trocadores de calor e enchedoras, a ação mecânica requer diferentes parâmetros. Em geral, a limpeza é feita pelo enchimento completo do sistema com solução detergente, seguida por circulação dessa solução. Uma vez que os depósitos tenham sido

solubilizados ou emulsificados pelos agentes de limpeza, as partículas necessitam ser removidas das superfícies a serem limpas, pelo movimento da solução de limpeza. Para isso, é necessário que o fluxo da solução seja turbulento.

O fluxo turbulento é um regime de fluxo que ocorre a partir de uma velocidade crítica, caracterizado pelo movimento quase-randômico das partículas e mudanças de propriedades localizadas do fluido, o que se traduz pela formação de vórtices, correntes de convecção e redemoinhos, com mudanças de pressão e velocidade aleatórias. Já o fluxo não turbulento é chamado de laminar.

O número de Reynolds é usado para caracterizar o fluxo em laminar ou turbulento.

Em velocidades muito baixas, o fluxo é laminar, suave. Aumentando-se a velocidade do fluido, esse fluxo passa a ser caótico, com o aparecimento de vórtices de diversos tamanhos e durações, que interagem entre si. O arraste causado por forças secundárias dessas interações é aumentado. É esse efeito que faz com que as sujidades sejam removidas com maior facilidade no escoamento turbulento.

Sendo governado pelo número de Reynolds, a transição entre o fluxo laminar e turbulento varia de acordo com:

- o tamanho do objeto;
- a viscosidade do fluido;
- a densidade do fluido.

Para se obter um fluxo turbulento é necessário o dimensionamento correto das bombas de circulação. Um erro comum é o uso de bombas de produto, inadequadas para a limpeza de uma linha, por não possuírem vazão suficiente para imprimir escoamento turbulento.

É necessário, então, que se conheça o número de Reynolds (Re) presente no sistema. O número de Reynolds representa a razão entre as forças de inércia do fluido e as forças de atrito viscoso. Números de Reynolds mais baixos representam escoamento laminar, e número de Reynolds mais altos (a partir de um valor crítico) representam escoamento turbulento. Em uma solução aquosa tal como as soluções detergentes normalmente utilizadas, a velocidade para um escoamento turbulento deve ser de no mínimo 2 m/s. A vazão requerida é então função do diâmetro da tubulação. A vazão requerida e o diâmetro existente ou necessário para as operações na cervejaria determinam as dimensões da bomba de avanço de solução CIP. Ao se dimensionar uma bomba, deve-se considerar a perda de carga ao longo do circuito, resultantes do comprimento da tubulação, curvas, “tês” (T) e demais acessórios e equipamentos como trocadores de calor. O sistema CIP consiste no local de preparação e estocagem dos produtos de limpeza e sanitização, de onde são bombeados para o sistema a ser limpo ou sanitizado. Podemos classificá-los em dois tipos principais:

- sistemas com recuperação de solução de limpeza;
- sistemas de uso único da solução de limpeza.

Os sistemas CIP atualmente possuem uma tendência de descentralização, principalmente nas grandes cervejarias, onde sistemas menores são utilizados individualmente para cada setor, aumentando a flexibilidade e diminuindo as perdas de produto em longos trajetos. O desenho dos sistemas CIP deve ser adequado às necessidades de cada aplicação.

Ainda, tanques adicionais de água recuperada podem ser adicionados ao sistema, melhorando o desempenho do CIP, pois essa água, oriunda da interface entre a solução de limpeza e a água de enxágue, contém algum teor em produtos químicos detergentes, e pode ser bastante útil em operações de pré-enxágue subsequentes.

Algumas instalações possuem, ainda, tanques auxiliares para o preparo e dosagem de sanitizantes, os quais opcionalmente podem ser dosados diretamente na linha de avanço do CIP.

1.3 Ação da temperatura nos procedimentos de limpeza

A temperatura de trabalho para uma solução de limpeza é determinada levando-se em conta os seguintes fatores:

- o tipo de sujidade;

- a composição química da sujidade;
- a composição química do detergente;
- as condições do equipamento.

O desenvolvimento de surfactantes de alto desempenho e o uso de equipamentos de limpeza por impacto permitiram operações sob temperaturas mais baixas que as requeridas antigamente para uma boa eficiência.

Para uma pré-rinsagem, a temperatura não deve ultrapassar os 35°C, para evitar que proteína e amido, dois depósitos comumente encontrados, sejam modificados quimicamente e tornem-se mais difíceis de remover.

As faixas de temperaturas **normalmente** utilizadas para as soluções de limpeza em cervejaria são:

Quadro 3- Faixa de temperatura utilizada nos CIPs em diferentes áreas e equipamentos de uma cervejaria

Faixa de temperatura	Aplicações
Ambiente até 40°C	Tanques de fermentação/maturação, tanques de estocagem de levedura, adega de pressão, enchedoras.
70°C a 90°C	Equipamentos da sala de brassagem, trocadores de calor, linhas de mosto, tubulações.

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Ácidos são geralmente usados à temperatura ambiente. A temperatura ideal mínima para soluções cáusticas deveria ser de 40°C. Entretanto, isso apresentaria um risco muito grande para os tanques da parte fria do processo, devido aos riscos de implosão provocados por eventual enxágue com água mais fria.

Assim, deve ser estabelecida uma temperatura segura para a limpeza alcalina, que pode ser mesmo a temperatura ambiente, compensando-se este fator com um tempo mais prolongado ou com maior concentração do detergente.

1.4 Fator tempo nos procedimentos de limpeza

Os processos químicos de limpeza e sanitização demandam certo tempo para ocorrer. Mesmo os produtos químicos mais eficientes podem encurtar apenas um pouco o tempo requerido para as reações entre os produtos e as sujidades acontecerem no grau desejado.

O tempo de contato é geralmente definido pelo tempo de reação da solução de limpeza com a sujidade. O efeito dos surfactantes melhora a penetração do produto, mas é necessário algum tempo para que se atinjam as camadas mais profundas da sujidade.

1.5 Sanitização

A sanitização consiste na redução máxima possível do número de contaminantes em uma superfície, de modo a minimizar os riscos de contaminação do produto ao se utilizar o equipamento. Trata-se de uma etapa geralmente posterior ao processo de limpeza, embora, em alguns casos, a sanitização possa ocorrer paralelamente à limpeza.

Cada cervejaria, em função dos riscos de contaminação presentes nas diversas áreas, deve estabelecer frequências de limpeza e sanitização adequadas para seus equipamentos.

Podemos diferenciar dois métodos básicos de sanitização:

- sanitização térmica;
- sanitização química.

Assim, o parâmetro temperatura deve ser medido no final do sistema (retorno) ou no ponto mais frio desse. Hoje, as sanitizações térmicas por soluções de limpeza quentes, água quente ou vapor são principalmente utilizadas em tubulações e sistemas fechados, como, por exemplo, filtros e trocadores de calor. No caso da utilização de vapor, a qualidade desse determina o sucesso da sanitização. Vapor úmido ou saturado traz melhores resultados. Temperaturas entre 70 e 80°C devem ser mantidas por cerca de 15 a 20 minutos.

Em certas aplicações, como na limpeza de barris, a utilização de vapor e de sanitizantes químicos pode ser combinada para otimizar os resultados da sanitização. Isso no curto espaço de tempo destinado a esse processo nas linhas mais produtivas.

Veremos, a seguir, a sanitização química:

Ao contrário da sanitização térmica, o uso de sanitizantes químicos não requer calor para eliminar microrganismos, embora a ação de um germicida seja maior a temperaturas ambientes em relação às baixas temperaturas. Eles agem de diferentes modos sobre os microrganismos, sendo o resultado a morte das células.

A sanitização adequada depende de:

- tipo e grau de contaminação;
- eficiência do desinfetante;
- temperatura;
- material e condição da superfície.

Os sanitizantes são tipos particulares de desinfetante que reduzem o número de contaminantes bacterianos em níveis relativamente seguros. A condição primária para o sucesso da sanitização é uma limpeza eficiente. Não se pode sanitizar uma superfície suja, pois depósitos residuais e biofilmes podem proteger os microrganismos do contato com o sanitizante. Além disso, muitas sujidades podem reagir com a solução sanitizante, fazendo-a perder eficiência.

Os produtos sanitizantes devem preencher da melhor forma possível os seguintes requisitos:

- amplo espectro de eficiência contra microrganismos;
- efeito rápido mesmo sob temperaturas baixas;
- baixa toxicidade;
- fácil enxágue;
- bom grau de biodegradabilidade;
- não atacar os materiais dos equipamentos;
- residuais sem efeitos negativos sobre o produto;
- fácil manuseio e transporte (bombeamento, dosagem, automação);
- boa estabilidade do produto concentrado.

Os sanitizantes mais utilizados são aqueles à base de cloro, peróxidos, iodo e quaternários de amônia.

A maior parte dos produtos líquidos fornece cloro ativo a partir do hipoclorito de sódio (NaClO), enquanto produtos em pó geralmente usam o fosfato trisódico clorado (TSP) ou isocianurato de sódio. O cloro reage negativamente com a cerveja podendo formar turbidez de origem protéica, problemas de estabilidade de espuma ou ainda a formação de *off-flavors* (clorofenóis).

A atividade do cloro é baseada na sua forte ação oxidativa, tanto na estrutura celular como em suas proteínas e ácidos nucleicos, destruindo rapidamente os microrganismos.

O dióxido de cloro traz os mesmos benefícios antimicrobianos do cloro, sem os problemas de corrosão e formação de *off-flavors*. Assim, reduz-se ou elimina-se o problema de formação de trihalometanos, ácidos haloacéticos e outros compostos organo-clorados.

Peróxido de hidrogênio e ácido peracético são dois dos mais usados sanitizantes da atualidade. O peróxido de hidrogênio é um produto químico relativamente não corrosivo, frequentemente usado em sistemas de enchimento asséptico e em composições para sanitização por espumamento, em substituição a produtos com cloro. O radical oxigênio liberado oxida o sistema biológico ativo da célula, destruindo-a.

O ácido peracético, embora tenha sido descoberto em 1920, somente em tempos mais modernos tornou-se o “favorito” em muitas cervejarias. Ao contrário do cloro, dióxido de cloro e sanitização térmica, o seu espectro inclui vírus e esporos. O ácido peracético reage não somente com o conteúdo proteico da parede celular, mas também com as proteínas do interior da célula, matando-a.

O ácido peracético é o resultado do equilíbrio entre ácido acético e peróxido de hidrogênio e, portanto, requer uma estabilização especial. Os produtos da sua decomposição são água, ácido acético e oxigênio, tornando-o um dos poucos sanitizantes verdadeiramente “compatíveis” com a cerveja.

Os sanitizantes à base de quaternário de amônio são surfactantes catiônicos com bom espectro antimicrobiano e normalmente de pH neutro. Sua ação germicida baseia-se na desnaturação de proteínas e enzimas da célula. Os quaternários de amônia tendem a formar espumamento praticamente impossibilitando seu uso em CIP.

2 ASPECTOS ESPECÍFICOS DOS PROCEDIMENTOS DE LIMPEZA PARA CADA ÁREA

2.1 Brassagem

2.1.1 Particularidades

Sujidades pesadas com matéria orgânica e inorgânica com resíduos de:

- Açúcares caramelizados
- Proteínas desnaturadas
- Resinas de Lúpulo
- Oxalato de cálcio

2.1.2 Frequências e tipos de limpezas para cada equipamento

Quadro 4- Frequências e tipos de limpeza utilizadas nos equipamentos da área da brassagem

Equipamentos	Tipos de Limpeza	Frequência (mais utilizada)
Cozinhadores de Adjuntos	ALCALINA (NaOH) 2,0 - 3,0 % p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min	A cada 7 dias
Tina de Mostura		
Filtro de Mosto		
Tina de Filtração	NaOH + Aditivo 1,5 - 2,0% p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min.	
Tanques Intermediários		
Whirpool		

Cozinhadores de Mosto	ALCALINA (NaOH) 2,0 - 3,0 % p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min NaOH + Aditivo 1,5 - 2,0% p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min.	Nº de fabricos para cada tipo de equipamento
	MISTA (NaOH + ÁCIDO) NaOH 2,0 - 3,0% p/v Ácido 1,0 -1,5% p/v Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 2 meses

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

2.1.3 Oportunidades

Oportunidades identificadas com pesquisa são sistemas automáticos que possibilitam a dosagem de Peróxido de Hidrogênio em linha para potencializar o poder de limpeza da NaOH durante os procedimentos de limpeza, especialmente nos Cozinhadores de Mosto foi identificado uma melhora significativa com esta tecnologia, o que possibilita uma maior produtividade do equipamento, sem perda da condição de limpeza e com ganhos em redução do consumo de químicos, vapor, água, energia elétrica e redução de efluentes gerados para meio ambiente.

2.2 Resfriamento de mosto

2.2.1 Particularidades

Esta etapa do processo é de alto risco pois há uma diminuição na temperatura, o que pode favorecer o desenvolvimento de alguns microrganismos.

Características do mosto:

- 10% açúcares
- Proteínas
- Presença de nitrogênio e minerais
- pH 5,0 – 6,0
- Presença de oxigênio

2.2.2 Frequências e tipos de limpezas

Quadro 5- Frequências e tipos de limpezas utilizadas no resfriamento de mosto

Resfriamento de Mosto	ALCALINA (NaOH) 2,0 - 3,0 % p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min	A cada enchimento de fermentador
	NaOH + Aditivo 1,5 - 2,0% p/v	

	80 - 90 °C Mín. 30 min.	
	MISTA (NaOH + ÁCIDO) NaOH 2,0 - 3,0% p/v Ácido 1,0 -1,5% p/v Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 3 meses

Fonte: Arquivo pessoal (2025)

2.2.3. Oportunidades

Como o resfriamento de mosto é sistema de troca térmica através de placas uma das oportunidades nesta área é realizar CIP no sentido inverso da produção, ajudando em remoção de sujidades que podem estar aderidas as placas e vedações de cada placa, e um segunda prática é realizar CIP no lado refrigerante, neste caso como é água fria pode gerar acúmulos de sujidades provenientes das próprias águas que podem ser uma fonte de contaminação.

2.3 Adega de fermento (Leveduras)

2.3.1 Particularidades

Preferencialmente a adega de fermento tem CIP próprio

➤ Linhas de dosagem e recolha

Parâmetros que são essenciais:

- Vazão – essencial para área de alta sujidade;
- Temperatura – sanitização e maior poder surfactante;
- Instrumentos anexos não sanitários;
- By-pass para bomba de dosagem – bombas não sanitárias exigem capex.
Paliativo: troca de estator com > frequência;
- Seat-lift da 2x-sede de dosagem;
- Normalmente vazão para dosagem atende recolha;
- Abertura do resfriador pelo menos semestralmente

➤ Tinas de Leveduras

Parâmetros que são essenciais:

- Checar sempre formação de piscinamento (anel de sujeira);
- No dimensionamento, retorno é a parte mais crítica;
- Acompanhamento visual tanque a tanque;
- Check de juntas;
- Check de instrumentos e anexos não sanitários;
- Recirculação externa deve ser limpa separadamente:
Mín. 5 min por ciclo para sistemas manuais;
Min. 10 segundos a cada 2 minutos para sistemas automáticos;

- Se a vazão estiver dimensionada para esse regime, limpeza constante (CIP avanço, saída do tanque, CR etc.).

2.3.2 Frequências e tipos de limpezas

Quadro 6. Frequências e tipos de limpeza utilizados nas tinas de armazenamento de leveduras.

Tinas de Fermento (Leveduras)	ALCALINA (NaOH) 1,5 - 2,0 % p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min SANITIZAÇÃO QUÍMICA Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min.	A cada esvaziamento
	MISTA (NaOH + ÁCIDO + SANITIZAÇÃO) NaOH 1,5 - 2,0% p/v Ácido 1,0 -1,5% p/v Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 3 meses

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

2.3.3 Oportunidades

Oportunidades identificadas com a pesquisa são que em algumas tinas a etapa ALCALINA (NaOH) pode ser realizada a temperaturas entre 80 e 90°C, o que potencializa o poder de limpeza.

Para casos que a etapa alcalina são a temperatura ambiente existe aditivos, que tem o poder de ajudar a sequestrar as sujidades, melhorar a molhabilidade que são boas opções para melhorar o procedimento de limpeza

E para as etapas ácidos encontram-se no mercado detergentes formuladores ácidos que tem excelente performance com uso de ácido sulfúrico, octilsuccínico e outros ácidos orgânicos que têm poder de limpeza nas sujidades inorgânicas e orgânicas.

2.4 Tanques fermentadores/maturadores

2.4.1 Particularidades

É umas das áreas críticas com riscos de contaminações microbiológicas e que tem alto risco de alterar as características sensoriais na produção de cervejas, produzindo off flavors extremamente indesejáveis a bebida final.

Os tanques podem ser de diversos tamanhos e modelos variados, e por isso é preciso o sistema existente em todos os detalhes internos, como externos relacionados aos sistemas de recuperação de CO₂, válvulas de segurança localizadas no top plate dos tanques, válvulas de coleta de amostras e demais periféricos.

Entendimento do sistema CIP, modelo de bombas (recalque e retorno) e aspersores são fundamentais para garantir uma boa qualidade de limpeza interna, inspeções durante o CIP em visores e aferição de pressão e vazão podem ser grande valia, mas importante é garantir que todos os parâmetros de CIP relacionados a ação química, ação mecânica e tempo seja controlada por sistemas automáticos que garantam a repetibilidade e manutenção das receitas de CIP.

Os tanques fermentadores apresentam alta carga orgânica durante o processo de fermentação oriundas leveduras, proteínas, polifemóis, resinas e óleos de lúpulo, proteínas fixadas, complexos polifenólicos, complexos e polissacarídeos e de carga inorgânica oriundas oxalatos de cálcio e fosfato de cálcio que fazem que esta área seja de alto risco para contaminações microbiológicas.

Além dos riscos citados acima durante o enchimento e até o esvaziamento dos tanques fermentadores ocorrem sub-etapas que aumentam o risco de contaminações microbiológicas e que devem ser verificadas na rotina como:

- Espumamento de tanques, contaminando as linhas de gases (CO₂ e O₂) com resíduos de cervejas
- Retirada de trubbs durante o resfriamento, risco de entrada de contaminações do ambiente externo
- Recolha de fermento (leveduras) em processos que possam não ser higiênico sanitárias como mangueiras e bombas com vazamentos.
- Provadeiras de coleta de amostra microbiológica com vazamentos e sistemas de limpeza ineficientes
- CIPs ALCALINOS em ambiente com resíduos de CO₂ internamente, causando risco de baixa eficiência pela carbonatação da solução de NaOH.
- Aspersores de limpeza de interna, como spray ball e sistemas rotativos com falhas mecânicas ou com sujidades internas
-

2.4.2 Frequências e tipos de limpezas

Quadro 7- Frequências e tipos de limpezas nos tanques fermentadores e maturadores

Tanques Fermentadores e Maturadores	<p>1ª ALCALINA (NaOH) 1,0 - 1,5 % p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min</p> <p>2ª ALCALINA (NaOH) 2,0 - 2,5 % p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min</p> <p>SANITIZAÇÃO QUÍMICA Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min.</p>	A cada esvaziamento
-------------------------------------	---	---------------------

	MISTA (NaOH + ÁCIDO + SANITIZAÇÃO) 1ª NaOH 1,0 - 1,5% p/v 2ª NaOH - 2,0 - 2,5% p/v Ácido formulado 1,0 - 1,5% p/v Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temp. Ambiente 30 min./etapa	Periódica a cada 3 meses
	CLORADA NaOH 1,5 - 2,0% p/v Detergentes Clorados 2,0 - 2,5% p/v Sanitizantes Clorados 1,0 - 01,5 % p/v Temp. Ambiente 30 min./etapa	Periódica a cada 6 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Esta é umas áreas mais críticas relacionadas ao risco de contaminação microbiológica devido ser a primeira área que está em temperaturas frias ou próximas ao ambiente, que proporcionam um maior risco, além das operações que acontecem nesta área temos a questão ser os equipamentos com maior carga de sujeidade, seja orgânica quanto inorgânica, além das particularidades como ambiente de CO₂, que interferem diretamente na qualidade dos procedimentos de limpeza quando realizadas com detergentes alcalinos a base NaOH.

2.4.3 Oportunidades

Nesta etapa já existem soluções tecnológicas e químicas sendo utilizadas com sucesso nos procedimentos de limpeza de tanques que tenham alta carga de sujidades e ambientes de CO₂, como CIPs ácidos aditivados com Peróxido de Hidrogênio, que além de excelente performance de limpeza ainda geram muitas oportunidades de redução de consumo de químicos, tempo de utilização dos tanques, redução de consumos de água e energia elétrica.

2.5 Filtração

2.5.1 Particularidades

O CIP de linhas de filtração é o mais complexo nas fábricas, pois além dos próprios filtros de terra diatomácea, PVPP ou filtros de membranas ainda engloba subáreas, como dosagem de aditivos, buffers de cerveja maturada, filtrada, início e final de filtração, além dos tanques de água desaerada.

Esta área também tem como característica ser a que finaliza a cerveja e por isso tem a complexidade de não deixar cerveja para ser envasada e manter a qualidade final do produto antes de ir para as embalagens.

Importante que cada um dos equipamentos tenha um CIP em automático garantindo que todos os equipamentos consigam ser CIPADOS nas frequências definidas nos padrões operacionais e

preferencialmente que estas atividades sejam todas automatizadas e controle de parâmetros dentro dos programas instalados.

2.5.2 Frequência e tipos de limpezas

Quadro 8- Frequência e tipos de limpezas utilizadas na área da filtração (Filtros de terra diatomácea e PVPP).

Filtros de Terra Diatomácea Sistemas dosagens de aditivos Filtros de PVPP	ALCALINA (NaOH) 2,0 - 3,0 % p/v 80 - 90 °C Mín. 30 min	A cada 7 dias
	MISTA (NaOH + ÁCIDO) NaOH 2,0 - 3,0% p/v Ácido 1,0 -1,5% p/v Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 3 meses
Tanques Buffers (Maturada, Filtrada e Início/Final de Filtração, Água desaerada)	ALCALINA (NaOH) 1,5 - 2,0 % p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min SANITIZAÇÃO QUÍMICA Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min.	A cada 7 dias
	MISTA (NaOH + ÁCIDO + SANITIZAÇÃO) NaOH 1,5 - 2,0% p/v Ácido 1,0 -1,5% p/v Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 3 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.5.3 Oportunidades

Na área da filtração existe normalmente dois tipos de CIP: a quentes (filtros e dosadores de aditivos) e com temperatura ambiente nos tanques buffers, e as principais oportunidades seria um sistema de aditivos com uso de peróxido de hidrogênio adicionado a etapa alcalina nos filtros de terra diatomácea durante o CIP a quente.

E nos tanques buffers atualmente já existem CIP ácidos com uso de produtos formulados que tem a capacidade de remoção de sujidades orgânicas e inorgânicas, e sem a necessidade de remoção do CO₂ dos tanques, gerando ganhos de consumos em químicos, água, tempo e meio ambiente.

2.6 Tanques de pressão

2.6.1 Particularidades

Com fatores de risco nesta área temos os seguintes itens:

- Dimensionamento das bombas de avanço considerando a pressão interna dos tanques
- Retorno de solução, bomba autoescorvante;
- CIP das provadeiras junto com CIP do tanque;
- Contaminação de cerveja nas linhas de CO₂
- Coibir borbulhamento de tanques (reduzir volume de enchimento)
- Matriz de válvulas dupla-sede, garantir seatlifts nas válvulas
- Tubulações de fundo do tanque (down pipe) com diâmetros grandes e com baixa velocidade de CIP

2.6.2 Frequência e tipos de limpeza

Quadro 9- Frequência e tipos de limpeza nos tanques de pressão

Tanques de Pressão	<p>LIMPEZA ÁCIDA Ácido formulado 1,0 - 2,0% p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min</p> <p>SANITIZAÇÃO QUÍMICA Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temperatura Ambiente Mín. 30 min.</p>	A cada esvaziamento
	<p>MISTA (NaOH + ÁCIDO + SANITIZAÇÃO)</p> <p>Alcalina (NaOH) - 2,0 - 2,5% p/v Ácido formulado 1,0 - 2,0% p/v Ácido Peracético 0,15 - 0,25% p/v Temp. Ambiente 30 min./etapa</p>	Periódica a cada 3 meses

	<p style="text-align: center;">CLORADA</p> <p>Detergentes Clorados 2,0 -2,5% p/v Sanitizantes Clorados 1,0 - 01,5 % p/v Temp. Ambiente 30 min./etapa</p>	<p>Periódica a cada 6 meses</p>
--	---	---------------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.6.3 Oportunidades

Na área dos tanques de pressão, existem algumas oportunidade de otimização dos tipos de CIPs existentes e na frequência de execução, apesar ser uma área aonde a cerveja já esta pronta para ser enviada para o envase existe uma menor carga de sujidades comparadas as fases anteriores, principalmente pela redução de células após etapas de fermentação/maturação e filtração, além do que a cerveja normalmente é blindada com água, tudo fazendo que seja uma menor carga de proteínas, carboidratos e demais compostos que fazem que a carga de sujidade aumente.

Uma oportunidade nas receitas dos CIPs de rotina nos tanques de pressão seria a utilização de ácidos formulados, que tem na sua composição princípios ativos que são responsáveis pela remoção de sujidades e compostos que fazem a função de desinfecção, os produtos chamados “single stage”, por caracterizam uma única etapa de limpeza e desinfecção, mantendo a qualidade de limpeza proposta e ainda gerando economias de tempo de CIP, consumo de água, químicos, tratamento de efluentes e energia elétrica.

Uma segunda oportunidade nos CIPs de rotina nos tanques de pressão é realizar até 3 enchimentos do tanque com cerveja sem realizar CIP a cada esvaziamento, é uma prática realizada por grandes empresas produtoras de cervejas, obviamente se não tiver nenhuma contaminação microbiológica e seguindo a produção da mesma marca.

2.7 Linhas de gases (CO₂ e ar comprimido)

2.7.1 Particularidades

As linhas de gases estão presentes em todo o processo produtivo de cerveja, pois desde o início da fermentação já é necessário adicionar O₂ para início do processo, já nos tanques de fermentadores as linhas de CO₂ (captação) e ar comprimido, na área de filtração e tanques de pressão as linhas de CO₂ fazem parte constante do processo para poder reduzir a quantidade O₂ que é precursor de oxidação na cerveja, e por estas linhas são muito críticas pois os gases fazem parte da cerveja e como os contaminantes microbiológicos mais encontrados sem adaptam a estes ambientes se torna uma área com alto risco, e associado a isto estas linhas em cervejarias com mais de 5 anos de construção não tem uma engenharia de CIP com capacidade de realizar procedimentos de limpeza com uso de detergentes e desinfetantes químicos, na grande maioria são realizadas somente procedimento de enxague com uso de água quente (~80°C) ou vapor (~121°C).

2.7.2 Frequências e tipos de limpezas

Quadro 10- Frequências e tipos de limpezas nas linhas de gases (CO₂ e AC)

Linhas de Gases (CO ₂ e ar comprimido)	SANITIZAÇÃO TÉRMICA Água quente (80 - 90°C) ou Vapor (121°C) Mín. 30 min.	Semanalmente
	LIMPEZA ALCALINA (NaOH + SANITIZAÇÃO TÉRMICA) NaOH 1,5 - 2,0% p/v Temperatura 80 - 90°C Água quente (80 - 90°C) Temp. Ambiente 30 min.	Periódica a cada 3 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.7.3 Oportunidades

Nestas linhas a principal oportunidade é ter estações de CIP com engenharia construída para realizar os procedimentos limpeza na rotina de forma automatizada e controle por programas (PLCs) e não somente realizar a cada 3 meses e muitas vezes de forma adaptada, com falta de algum parâmetro do ciclo de Sinner, como exemplo sem ação mecânica.

2.8 Envase de cerveja

2.8.1 Particularidades

Na área onde são envasadas as cervejas existem particularidades para cada tipo de embalagem, latas, garrafas (retornáveis ou one way) e chopp são construídas conforme cada modelo de enchedora, recravadora/arrolhadores, se tem presença de tanque buffer ou não antes da enchedora, estações de CIP de diferentes conceitos e isso faz com se tenha um risco de contaminações microbiológicas por falhas estruturais ou por falhas operacionais devido a muitas particularidades envolvidas neste processo.

2.8.2 Frequências e tipos de limpezas

Quadro 11. Frequências e tipos de limpezas nas linhas de envase de cervejas

Linhas de Envases/Enchedoras	ALCALINA (NaOH+SANITIZÇÃO TÉRMICA) Alcalina (NaOH) 1,5 - 2,0 % p/v 80 - 90 °C	A cada 7 dias
------------------------------	--	---------------

	Mín. 30 min Água Quente - 80 - 90°C Mín. 30 min	
	MISTA (NaOH + ÁCIDO) NaOH 1,5 - 2,0% p/v 80 -90°C Ácido 1,0 -1,5% p/v Temp. Ambiente 30 min. Ácido Peracético 0,15 -0,25% p/v Temp. ambiente Mín. 20 min	Periódica a cada 3 meses

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

2.8.3 Oportunidades

Na área conhecida como envase das cervejas já existem uma parte das cervejarias utilizando receitas de CIP a frio, tipo “single stage” nos CIPs de rotina, tendo excelentes resultados microbiológicos validados por análises e contribuindo para melhor performance de produção devido a redução do tempo de preparo das soluções de CIP (não é necessário aquecer), tempo de execução do CIP, redução de etapas que consequentemente economizam água, químicos, vapor e energia elétrica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. J.; MACEDO, J.A.B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. 182 p.

FRIIS, A.; JENSEN, B. B. B. Improving the hygienic design of closed equipment. *In*: LELIEVELD, H. L. M.; MOSTERT, M. A.; HOLAH, J. **Handbook of hygiene control in the food industry**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. cap. 11, p. 697-720. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845690533.2.191>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781855739574500451>. Acesso em: 09 fev. 2025.

LI, G; TANG, L; ZHANG, X; DONG, J. A review of factors affecting the efficiency of cleanin-place procedures in closed processing systems. **Energy**, Ningbo, v. 178, p. 57-71, Jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.04.123>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421930756X?via%3Dihub>. Acesso em: 09 fev. 2025.

TETRA PARK. **Cleaning in place**: a guide to cleaning technology in the food processing industry. [S.l.]: Tetra Park 2016. 40 p. Disponível em: https://sdt-static.s3.amazonaws.com/media/uploads/cleaning_in_place_a_guide_to_cleaning_technology_final.pdf. Acesso em: 09 fev. 2025.

WERNE, P.; GRANSTRAND, P. **Reuse concept**: vital segments in a clean in place project. Lund: Department of Chemical Engineering, University. Lund, 2016. 131 p. Disponível em; <https://www.lunduniversity.lu.se/lup/publication/8880522>. Acesso em; 09 fev. 2025.