



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

**Implementação de Plano de Controlo Químico, Biológico  
e Sensorial no Processo de Produção de Cerveja**

Maria Francisca Soares Lemos

**Implementação de Plano de Controlo  
Químico, Biológico e Sensorial no  
Processo de Produção de Cerveja**

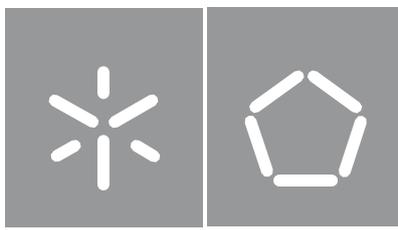
Maria Lemos

UMinho | 2022

outubro de 2022

outubro 2022





**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Maria Francisca Soares Lemos

**Implementação de Plano de Controlo  
Químico, Biológico e Sensorial no Processo  
de Produção de Cerveja**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Engenharia Química e Biológica

Trabalho efetuado sob a orientação da  
**Professora Doutora Lucília Domingues**

## Direitos de autor e condições de utilização do trabalho por terceiros

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### ***Licença concedida aos utilizadores deste trabalho***



**Atribuição**

**CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Agradecimentos

Ao longo deste percurso, várias pessoas contribuíram para o meu desenvolvimento a nível pessoal e profissional. A essas pessoas, deixo aqui o meu sincero agradecimento.

À Professora Doutora Lucília Domingues, minha orientadora, agradeço a disponibilidade e toda ajuda na realização deste trabalho.

Aos Engenheiros Francisco Pereira e Filipe Macieira, obrigada pela oportunidade de realizar este projeto na FermentUM, pela confiança depositada e por todo o apoio e disponibilidade ao longo destes seis meses.

A toda a equipa da FermentUM que me acompanhou todos os dias, o meu sincero obrigada pelo ótimo ambiente de trabalho, toda ajuda e por me fazerem sentir parte da família. Facilitaram muito este trabalho.

Em especial, ao Joaquim, Marco e Hélder, pela enorme disponibilidade para partilharem o seu conhecimento comigo. Não só sobre cerveja. O vosso apoio, orientação e amizade foram fulcrais.

A todos os meus amigos do curso que me acompanharam e ajudaram ao longo destes 5 anos e aos amigos mais antigos que me acompanham desde sempre.

Em especial, à Beatriz, por me ter acompanhado todos os dias ao longo deste percurso académico, nos altos e baixos da vida. Obrigada por todo o apoio, motivação, amizade e fidelidade.

Um agradecimento especial ao João, por me ter acompanhado durante mais uma etapa da minha vida. Por todo o suporte, conselhos e paciência nos momentos mais difíceis. Por todo o amor, amizade e carinho ao longo destes anos. Eternamente grata por tudo.

Por fim, o agradecimento mais importante, aos meus pais e avó. Só graças a vocês é que foi possível este trajeto. Obrigada por todo amor e apoio ao longo da minha vida toda.

## Declaração de integridade

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## Sumário

A produção de cerveja artesanal tem aumentado significativamente nos últimos anos e, conseqüentemente, acarreta um crescimento da concorrência e uma maior exigência dos consumidores. Assim, as empresas tem priorizado o controlo da qualidade e da segurança alimentar dos seus produtos finais para satisfazer e proteger os seus clientes.

Este projeto teve como objetivo implementar um plano de controlo de qualidade na empresa FermentUM, dividido numa parte de análises químicas, sensoriais e microbiológicas e outra parte no acompanhamento da implementação do plano de HACCP do processo de fabrico. A nível químico, definiu-se como regra de qualidade a medição do valor do pH e da densidade de todas as cervejas em fermentação e o registo das temperaturas das cubas diariamente. Implementou-se a análise do teor alcoólico mensalmente por parte de outra entidade e concluiu-se que era necessário fazer ajustes à receita da Letra G. A nível microbiológico, concluiu-se que em ambiente fabril os meios de cultura adquiridos externamente e já prontos para utilização *Total Count* e *Compact Dry for Coliforms* não são os mais adequados porque só detetam contaminações por bactérias mesófilas e coliformes. No fim, implementou-se a utilização de equipamento com método de deteção por PCR para este controlo ao 10º dia de fermentação e depois do enchimento. Implementou-se a realização de provas sensoriais mensais de todas as cervejas produzidas nos primeiros 2 meses após engarrafamento, entre os 4-7 meses e aos 8-12 meses. Através dessas provas foi possível identificar problemas como refermentação e discutir as causas e soluções. Através de uma análise e acompanhamento dedicado ao método de reutilização das leveduras, concluiu-se que a reutilização da levedura não influenciava a qualidade da cerveja e durante o estágio resultou numa poupança de 4149 €.

Relativamente ao plano HACCP, realizou-se uma auditoria de diagnóstico de forma a avaliar os programas de pré-requisitos implementados na empresa e verificou-se algumas não conformidades. Assim, implementou-se vários registos e fez-se um inquérito de avaliação aos principais fornecedores de matéria-prima da FermentUM e concluiu-se que a Castle Malting, Molina, AgroNet e Yakima eram fornecedores aceitáveis. Por fim, procedeu-se à digitalização de todos os registos de controlo de qualidade e do sistema HACCP em folhas de Excel, uma prática ambicionada pela empresa de acordo com a sua responsabilidade ambiental e de forma a tornar toda a informação de fácil acesso a todos os funcionários.

**Palavras-Chave:** Cerveja artesanal, controlo de qualidade, HACCP, segurança alimentar.

## Abstract

Craft beer production has increased significantly in recent years and, consequently, leads to increased competition and greater consumer demand. Thus, companies have prioritized quality control and food safety of their final products to satisfy and protect their customers.

This project aimed to implement a quality control plan in the company FermentUM, divided into a part of chemical, sensory and microbiological analysis, and another part to monitor the implementation of the HACCP plan of the manufacturing process. At the chemical level, the daily measurement of the pH value and specific gravity (SG) of all beers in fermentation and the recording of temperatures were defined as a quality rule. An analysis of the alcohol content was implemented monthly by another entity, and it was concluded that it was necessary to adjust the recipe of Letra G. At a microbiological level, it was concluded that in a factory environment, culture media acquired externally and ready to use Total Count and Compact Dry are not the most suitable because they only detect contamination by mesophilic bacteria and coliforms. In the end, the use of equipment with PCR detection method was implemented for this control on the 10th day of fermentation and after filling.

Monthly sensory tests were implemented for all beers produced in the first 2 months after bottling, between 4-7 months and at 8-12 months of shelf life. Through these tests, it was possible to identify problems such as refermentation and to discuss the causes and solutions.

Through an analysis and monitoring dedicated to the method of reuse of yeasts, it was concluded that the reuse of yeast did not influence the quality of the beer and during the stage resulted in a savings of €4149.

Regarding the HACCP plan, a diagnostic audit began to assess the prerequisite programs implemented in the company and some non-conformities were found. Thus, several records were implemented, and an evaluation survey was carried out with FermentUM's main raw material suppliers, and it was concluded that Castle Malting, Molina, AgroNet and Yakima were acceptable suppliers. Finally, all quality control records, and the HACCP system were scanned into Excel sheets, a practice coveted by the company in accordance with its environmental responsibility and to make all the information easily accessible to all employees.

**Keywords:** Craft beer, food safety, HACCP, quality control

# Índice

Sumário.....	vii
Abstract.....	viii
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tabelas .....	xiv
Lista de Abreviaturas .....	xv
<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
1.1 A Cerveja.....	1
1.1.1 Malte.....	1
1.1.2 Lúpulo .....	2
1.1.3 Água.....	4
1.1.4 Levedura .....	4
1.1.5 Adjuvantes.....	4
1.2 Processo de produção da Cerveja .....	5
1.2.1 Preparação do Mosto .....	5
1.2.2 Fermentação .....	8
1.2.3 Operações de acabamento .....	8
1.4 Qualidade da Cerveja.....	11
1.4.1 Controlo de Qualidade Físico/Químico .....	12
1.4.2 Controlo de Qualidade Microbiológico.....	12
1.4.3 Controlo de Qualidade Sensorial .....	13
1.5 Sistema HACCP.....	13
1.5.1 Perigos.....	14
1.5.2 Programas de Pré-Requisitos .....	14
1.5.3 Etapas e Princípios do Sistema HACCP .....	15
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>18</b>

2.1	Objetivos Específicos .....	18
<b>3.</b>	<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>19</b>
3.1	Implementação do Plano de Controlo de Qualidade .....	19
3.1.1	Controlo Químico.....	19
3.1.2	Controlo Microbiológico.....	20
3.1.3	Controlo Sensorial .....	23
3.1.4	Reutilização Levedura .....	24
3.2	Implementação do Sistema HACCP .....	26
3.2.1	Auditoria Diagnóstico à FermentUM .....	26
3.2.2	Implementação do Plano HACCP .....	26
3.3	Digitalização dos Registos de Controlo de Qualidade e do Sistema HACCP .....	27
<b>4.</b>	<b>Apresentação e Discussão de Resultados .....</b>	<b>28</b>
4.1	Implementação do Plano de Controlo de Qualidade .....	28
4.1.1	Controlo Químico.....	28
4.1.2	Controlo Microbiológico .....	37
4.1.3	Controlo Sensorial .....	40
4.1.4	Reutilização de Levedura .....	46
4.1.5	Resumo Plano de Controlo de Qualidade .....	48
4.2	Implementação do Sistema HACCP .....	49
4.2.1	Pré-Requisitos .....	49
4.2.2	Plano HACCP .....	53
4.3	Digitalização dos Registos de Controlo de Qualidade e do Sistema HACCP .....	56
<b>5.</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>58</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografia .....</b>	<b>60</b>
<b>Anexos</b>	<b>.....</b>	<b>63</b>
	Anexo A- Auditoria de Diagnóstico .....	64

Anexo B- Registo de Verificação das Temperaturas dos Equipamentos de Frio .....	68
Anexo C- Registo de Verificação de Manutenção e Calibração dos Equipamentos .....	69
Anexo D- Ficha Individual do Equipamento .....	70
Anexo E- Inquérito a Fornecedores .....	71
Anexo F- Registo de Receção de Matérias-Primas .....	74
Anexo G- Registo de Higienização das Instalações .....	75
Anexo H- Plano de Higienização .....	77
Anexo I- Ficha Técnica Letra G .....	84
Anexo J- Registo de Calendarização de Resultado Das Análises em Excel .....	86
Anexo K- Registo dos Resultados Obtidos das Análises em Excel.....	88

## Índice de Figuras

Figura 1- a) Malte Pilsen; b) Malte torrado. Fonte: Castlemalting.com .....	2
Figura 2- Planta de Lúpulo. Fonte: gurneys.com .....	3
Figura 3- Esquema de classificação do Sabor, Aroma e Amargor. ....	3
Figura 4- Esquema do processo de produção de cerveja na FermentUM.....	6
Figura 5- Esquema do Whirlpool. Fonte: lothbrok.de .....	7
Figura 6- Logótipo da FermentUM.....	9
Figura 7- Cervejas Letra.....	9
Figura 8- Cervejas LETRA Craft Trials e LETRA Collabs. ....	10
Figura 9- Árvore de decisão do Codex Alimentarius.....	17
Figura 10- a) Medidor pH; b) EasyDens.....	19
Figura 11- Placa de Meio de Cultura Total Count. Fonte: R-Biopharm.....	21
Figura 12- Placa do Meio de Cultura Compact Dry for Coliforms. Fonte: R-Biopharm.....	22
Figura 13- Meio de cultura BrettAlert Agar. Fonte: Ambifood. ....	22
Figura 14- Esquema Avaliação Sensorial. ....	24
Figura 15- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra A.....	31
Figura 16- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra B.....	32
Figura 17- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra C.....	33
Figura 18- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra D.....	34
Figura 19- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico e o valor teórico para a Letra E. ....	35
Figura 20- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra F. ....	35
Figura 21- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra G.....	36
Figura 22- Registo de Reutilização de Levedura. ....	47
Figura 23- Fluxograma de Produção de Cerveja na FermentUM e identificação dos pontos críticos de controlo a laranja.....	54
Figura 24- Exemplo de Mapa de Fabrico com registos de levedura, SG, pH, temperatura, Dry-hopping e carbonatação. ....	56
Figura 25- Calendarização Análises Teor Alcoólico.....	86
Figura 26- Calendarização Análises Microbiológicas. ....	86
Figura 27- Calendarização Análises Sensoriais. ....	87
Figura 28- Registo dos Resultados do Teor Alcoólico.....	88
Figura 29- Registo dos Resultados das Análises Microbiológicas. ....	89

Figura 30- Registo em Excel dos Valores de Densidade e pH por Lote para cada tipo de cerveja.

..... 90

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Estilos de cerveja Ale e Lager e as suas origens .....	5
Tabela 2. Intervalo de valores de densidade final pretendido para cada tipo de cerveja .....	28
Tabela 3. N° de Lotes com densidade final fora do limite definido e a diferença para cada tipo de cerveja .....	29
Tabela 4. Comparação dos resultados de teor alcoólico obtidos pela Adega e por outra entidade .....	37
Tabela 5. Resultados da análise microbiológica dos lotes mais antigos .....	38
Tabela 6. Resultados da análise microbiológica antes e depois do enchimento .....	39
Tabela 7. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra A.....	40
Tabela 8. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra B.....	41
Tabela 9. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra C.....	42
Tabela 10. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra D.....	43
Tabela 11. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra E.....	44
Tabela 12. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra F.....	45
Tabela 13. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra G.....	45
Tabela 14. Resumo da poupança ao reutilizar levedura durante o estágio.....	48
Tabela 15. Resultados Inquérito de Fornecedores .....	51
Tabela 16. Auditoria de Diagnóstico .....	64
Tabela 17. Registo de Verificação das Temperaturas dos Equipamentos de Frio .....	68
Tabela 18. Registo de Verificação de Manutenção e Calibração dos Equipamentos .....	69
Tabela 19. Ficha Individual do Equipamento .....	70
Tabela 20. Inquérito de Fornecedores.....	71
Tabela 21. Registo de Receção de Matérias-Primas.....	74
Tabela 22. Registo Higienização das Instalações .....	75
Tabela 23. Plano de Higienização .....	77
Tabela 24. Exemplo de ficha técnica.....	84

## Lista de Abreviaturas

BJCP- *Beer Judge Certification Program*

CO<sub>2</sub>- Dióxido de carbono

HACCP- *Hazard Analysis Critical Control Point*

SG- *Specific gravity*

TC- *Total Count*

TQM- *Total Quality Manage*

# 1. Introdução

## 1.1 A Cerveja

A produção e o consumo de cerveja tem aumentado nos últimos anos, tornando-se a terceira bebida mais consumida do mundo, depois da água e do chá (Villacreces et al., 2022). De acordo com a legislação portuguesa, “Cerveja é uma bebida obtida por fermentação alcoólica, utilizando leveduras selecionadas do género *Saccharomyces*, de um mosto preparado a partir de malte de cereais, principalmente cevada, e outras matérias-primas amiláceas ou açucaradas, ao qual foram adicionadas flores de lúpulo e/ou seus derivados e água potável” (Portaria 1/96, 1996).

Na última década, o interesse pela cerveja artesanal surgiu em vários países e o seu consumo aumentou, principalmente, graças aos consumidores mais jovens. Esta cerveja é caracterizada por não ocorrer a etapa de filtração ou pasteurização e, normalmente, a sua produção é um processo lento e em menor escala (Breda et al., 2022). Ao contrário da cerveja comercial, a cerveja artesanal caracteriza-se por utilizar ingredientes de alta qualidade e não recorrer à adição de aditivos químicos (Villacreces et al., 2022).

A cerveja tem quatro principais ingredientes: água, malte, lúpulo e levedura. No caso da cerveja artesanal, esta normalmente é produzida com cevada maltada, mas também pode incluir outros cereais maltados ou não maltados, como trigo, arroz ou milho.

### 1.1.1 Malte

A cerveja é feita a partir de grãos de cereais que sofrem um processo de maltagem, obtendo-se assim o malte para a sua produção. O principal objetivo do malte é fornecer açúcares para o crescimento da levedura e contribuir para o corpo final da cerveja (Anderson et al., 2019; Michael EBlinger, 2009).

O cereal mais utilizado é a cevada e esta fornece o amido que é convertido em maltose e outros açúcares, e posteriormente, em álcool e dióxido de carbono. O seu teor de hidratos de carbono é responsável pela coloração e sabor desta bebida dependendo do método de torrefação (Michael EBlinger, 2009; Singh et al., 2018). A cevada, além de fornecer hidratos de carbonos, proteínas e vitaminas na cerveja, também contém polifenóis que contribuem para a atividade antioxidante. Outros grãos como milho e arroz também podem ser utilizados para auxiliar na textura e sabor final do produto (Anderson et al., 2019).

Este ingrediente pode ser classificado como malte de base (Pilsen (**Figura 1a**), Pale Ale, Vienna, trigo claro e trigo escuro) ou malte de especialidade (malte torrado (**Figura 1b**), malte de caramelo e malte de chocolate). O primeiro grupo tem uma grande influência na conversão dos amidos em açúcares fermentáveis e fornecem o maior potencial de extração. Por outro lado, a função dos maltes de especialidade é contribuir para uma cerveja com características únicas em relação a cor, sabor e espuma. Este grupo tem pouca contribuição na conversão dos amidos e são utilizados em menores quantidades (Goldammer, 2008).



Figura 1- a) Malte Pilsen; b) Malte torrado. Fonte: Castlemalting.com

### 1.1.2 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma planta trepadeira da família *Cannabaceae* (**Figura 2**) e é a matéria-prima mais complexa e cara usada na produção de cerveja (Rettberg et al., 2018). Esta planta tem uma grande influência no sabor da cerveja, na estabilidade e na aparência, apesar de ser um ingrediente presente em poucas quantidade (Machado et al., 2019; Villacreces et al., 2022).

Os compostos hidrofóbicos dos cones do lúpulo apresentam características amargas, devido aos ácidos  $\alpha$  e ácidos  $\beta$ , e o aroma característico é fornecido pelos óleos essenciais que são concentrados em lupulina. Esta planta também contém compostos fenólicos biologicamente ativos, que contribuem para a estabilização das características desta bebida (Machado et al., 2019).

Durante o processo de produção de cerveja são criados diferentes estilos de cerveja, dependendo da concentração, variedade e tempo de adição desta matéria-prima (Hopfer et al., 2021). Os diferentes tempos de adição do lúpulo vão influenciar o aroma, amargor e o sabor da cerveja, independentemente do lúpulo utilizado.



Figura 2- Planta de Lúpulo. Fonte: gurneys.com

Ou seja, a mesma variedade de lúpulo pode ser usada para amargor, sabor e aroma. Estes parâmetros podem ser avaliados e classificados segundo o esquema da **Figura 3**.



Figura 3- Esquema de classificação do Sabor, Aroma e Amargor.

Para conferir amargor à cerveja, o lúpulo pode ser adicionado no início da ebulição para permitir que os ácidos  $\alpha$  sejam convertidos (Goldman, 2020). Com o objetivo de fornecer sabor à cerveja, o lúpulo é adicionado 20 a 30 minutos antes do fim da ebulição, uma vez que neste período é extraído pouca quantidade de amargor do lúpulo, mas o aroma será transmitido. Por fim, os óleos do lúpulo que são responsáveis por fornecer o aroma são muito voláteis e por isso, deverão ser

adicionados no fim da ebulição (Goldman, 2020).

Além destes métodos de adição de lúpulo, um dos mais utilizados é o *Dry Hopping* em que a adição desta matéria-prima ocorre após a fermentação e antes do enchimento e tem como objetivo fornecer mais aroma e sabor à cerveja. Normalmente, este método é utilizado em estilos de cerveja *Pale Ales* (Goldman, 2020; Midwest Supplies, 2019).

### 1.1.3 Água

Em termos de quantidade, a água é a matéria-prima mais importante da cerveja. Assim, é preciso ter em atenção ao cumprimento dos critérios de qualidade da água, uma vez que os iões da água podem influenciar o valor do pH do mosto e da cerveja e influenciar a sua acidez (Michael EBlinger, 2009).

### 1.1.4 Levedura

As leveduras são fungos que são principalmente unicelulares e que se reproduzem vegetativamente por gemulação (Michael EBlinger, 2009).

Na fermentação da cerveja, estão envolvidos dois tipos de levedura *Saccharomyces*: leveduras de alta fermentação (*Ale*) e leveduras de baixa fermentação (*Lager*). No primeiro caso, espécie *S. cerevisiae* e no segundo, *S. carlsbergensis* ou *S. pastorianus* (Michael EBlinger, 2009). As principais diferenças entre estes dois tipos de levedura são a capacidade fermentativa, taxa de consumo de açúcar, tolerância à temperatura, características de floculação e perfil de compostos voláteis (Michael EBlinger, 2009).

A alta fermentação produz cervejas mais frutadas e mais esterificadas, a temperaturas entre 18 e 25 ° C, enquanto a baixa fermentação confere um aroma mais puro a 7 e 15 ° C (Michael EBlinger, 2009).

Assim, as cervejas podem ser divididas em dois grupos com base no tipo de levedura utilizado: *Ale* e *Lager*. A cada grupo estão associados vários estilos de cervejas de diferentes países, como é possível verificar pela **Tabela 1**.

### 1.1.5 Adjuvantes

Além dos quatro principais ingredientes, também são adicionados adjuvantes durante o processo de produção de cerveja. Estes são matérias-primas que contribuem para o sabor final pretendido da cerveja e normalmente não são maltados.

Neste grupo estão incluídos o açúcar, mel, aveia, centeio, trigo, milho, arroz, frutas ou especiarias.

Tabela 1. Estilos de cerveja Ale e Lager e as suas origens

<b>Ale</b>		<b>Lager</b>	
<b>Estilo</b>	<b>Origem</b>	<b>Estilo</b>	<b>Origem</b>
<i>Pale Ale</i>	Estados Unidos da América	<i>Pilsner</i>	República Checa
<i>India Pale Ale</i>	Inglaterra	<i>Vienna</i>	Áustria
<i>Red Ale</i>	Irlanda	<i>Bock</i>	Alemanha
<i>Brown Ale</i>	Inglaterra	<i>Dunkel</i>	Alemanha
<i>Old Ale</i>	Inglaterra	<i>Schwarzbier</i>	Alemanha
<i>Barley Wine</i>	Inglaterra		
<i>Porter</i>	Inglaterra		
<i>Oatmeal Stout</i>	Inglaterra		
<i>Gose</i>	Alemanha		
<i>Weiss</i>	Alemanha		
<i>Lambic</i>	Bélgica		
<i>Saison</i>	Bélgica		

## 1.2 Processo de produção da Cerveja

O processo de produção de cerveja consiste em quatro etapas principais: maltagem, preparação do mosto (moagem, brassagem, filtração, ebulição, arrefecimento e arejamento), fermentação e as operações de acabamento. Como já foi referido anteriormente, na produção de cerveja artesanal, normalmente, não ocorre a etapa de filtração ou pasteurização e, geralmente, o cereal comprado já é maltado (Linko et al., 1998). Na **Figura 4** está representado o esquema do processo de produção de cerveja artesanal utilizado pela empresa FermentUM.

### 1.2.1 Preparação do Mosto

**Moagem:** A preparação do mosto começa pela etapa de moagem, em que os grãos de malte são esmagados em partículas mais pequenas, o que ajuda na extração mais rápida dos componentes solúveis do malte durante a conversão enzimática. O produto final da moagem é chamado de *gritz* (Eaton, 2017; EBlinger & Narziß, 2009).

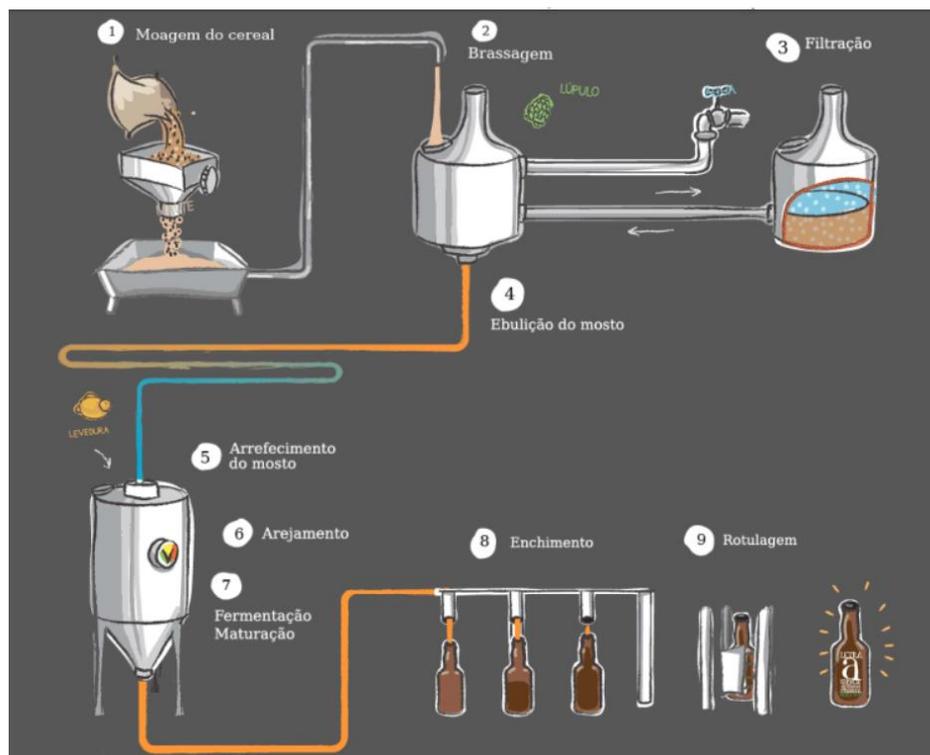


Figura 4- Esquema do processo de produção de cerveja na FermentUM. Fonte: [cervejaleta.pt](http://cervejaleta.pt)

**Brassagem:** Segue-se a etapa da brassagem que é um processo de mistura do malte esmagado com água quente e que permite a degradação enzimática das proteínas e do amido para produzir o extrato solúvel de malte, que é chamado de mosto (Eaton, 2017).

Durante a brassagem ocorre a solubilização dos componentes do malte por processos enzimáticos, físicos e químicos e o amido, as proteínas e substâncias da parede celular são dissolvidas por hidrólise (Michael EBlinger, 2009). Além disso, o fosfato orgânico é transformado em fosfatos primários por fosfatases e pode influenciar a queda do pH durante a fermentação. Os lípidos são decompostos por auto-oxidação em vários produtos e os polifenóis sofrem processos de oxidação e polimerização, resultando na diminuição de antioxidantes valiosos (Michael EBlinger, 2009).

A intensidade do processo de brassagem é determinada pela temperatura a que esta ocorre. Temperatura entre os 35 e 40 °C facilitam a dissolução do substrato e das enzimas, e por volta dos 50 °C, a quebra de proteínas aumenta. A temperaturas entre 60 e 65 °C, o amido é hidrolisado em maltose pela  $\beta$ -amilase e entre os 70 e 75 °C o amido é hidrolisado em dextrinas pela  $\alpha$ -amilase. Esta etapa termina a uma temperatura próxima de 75 °C, que é a temperatura a que corre a inativação das enzimas (Barbosa, 2014; EBlinger & Narziß, 2009).

Em relação ao valor de pH, este é um dos parâmetros mais importantes a controlar durante a brassagem e que irá influenciar a qualidade do mosto e da cerveja. A diminuição do pH otimiza a

atividade de algumas enzimas e leva a uma redução dos compostos do amido em açúcares fermentáveis mais eficiente (Holbrook, 2020). Além disso, a diminuição deste valor pode aumentar a eficiência da atividade enzimática das proteases aumentando a estabilidade da cerveja. Assim, o intervalo de pH ideal para a brassagem é de 5,2 a 5,6 (Holbrook, 2020).

**Filtração do mosto:** Nesta etapa ocorre a separação dos compostos do malte dissolvidos durante a brassagem da parte insolúvel (dreche), à mesma temperatura do mosto (75-85 °C), durante 2 a 3 horas (Michael EBlinger, 2009).

**Ebulição do mosto:** Posteriormente à filtração, o mosto é fervido numa caldeira por um período de 1 a 2 horas. Esta etapa permite que ocorra a esterilização, concentração, precipitação de complexos proteína-polifenóis, aumento da coloração, acidificação, formação de substâncias redutoras, eliminação de substâncias voláteis indesejadas e extração e transformação de compostos do lúpulo.

Durante esta etapa, ocorre a adição de lúpulo, e os ácidos  $\alpha$  são convertidos em iso-  $\alpha$ - ácidos e os ácidos  $\beta$  são eliminados (Barbosa, 2014; Schwarz & Li, 2010).

**Whirlpool:** Após a ebulição, é necessária a separação do precipitado proteico mais os componentes do lúpulo não solubilizados do mosto quente através do *Whirlpool* (**Figura 5**). Nesta etapa, o mosto entra tangencialmente à parede lateral, sendo usada a força centrífuga, depois os sólidos depositam-se no fundo e o mosto clarificado fica na periferia.

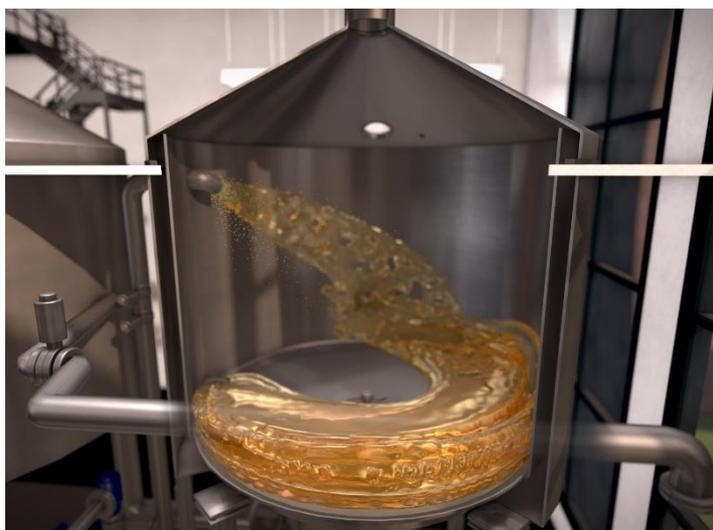


Figura 5- Esquema do *Whirlpool*. Fonte: lothbrok.de

**Arrefecimento do mosto:** O mosto é arrefecido do ponto de ebulição até à temperatura de fermentação, através de um permutador de calor, usando água fria e glicol. Normalmente, a

temperatura do mosto para a fermentação é entre 8 e os 15 °C para as cervejas *Lager*, e entre 18 e 22 °C para as *A/e* (Eaton, 2017).

**Arejamento:** Depois do mosto estar arrefecido, é adicionado ar ou oxigénio para ser utilizado como nutriente pela levedura (Eaton, 2017), até se atingir a saturação do meio com oxigénio, geralmente para valores entre 8 a 10 mg O<sub>2</sub>/L (Michael EBlinger, 2009).

### 1.2.2 Fermentação

Inicialmente, a levedura é inoculada e adicionada ao mosto, num fermentador. A levedura consome os açúcares e nitrogénio provenientes do mosto para produzir álcool, dióxido de carbono e novas células de levedura. No início da fermentação, ocorre a fase de latência, em que a levedura se reajusta ao novo ambiente e esta utiliza ácidos gordos e esteróis, a partir da sua reserva de glicogénio, para produzir novas células (Eaton, 2017).

À medida que o oxigénio é consumido, a fermentação entra na fase exponencial e a população celular aumenta até que os esteróis se tornem limitantes. A fermentação inicia e a levedura, em condições anaeróbias, metaboliza a glucose em duas moléculas de piruvato e depois o piruvato é descarboxilado em acetaldeído, libertando CO<sub>2</sub>. Por fim, as enzimas álcool desidrogenase convertem o acetaldeído em etanol (Eaton, 2017; Schwarz & Li, 2010).

Perto do fim da fermentação, entra a fase estacionária e à medida que os açúcares se esgotam, a levedura começa a flocular (Eaton, 2017).

Durante a fermentação são produzidos vários subprodutos que têm influência no sabor e aroma da cerveja, como aldeídos, álcoois superiores, ésteres e compostos de enxofre (Schwarz & Li, 2010). O pH diminui ao longo deste processo porque são formados ácidos orgânicos voláteis (ácido acético e fórmico) e não voláteis (pirúvico, málico, cítrico).

A cerveja sofre o processo de maturação, a 0 °C, durante várias semanas, para eliminar componentes indesejados e produzir um produto estável antes de ser embalado (Eaton, 2017; EBlinger & Narziß, 2009). O diacetil é formado pela levedura como subproduto da síntese de aminoácidos e contribui para o sabor amanteigado, o que é indesejável. Assim, durante a maturação, a levedura vai reabsorver o diacetil e reduzir o butanodiol (Schwarz & Li, 2010).

### 1.2.3 Operações de acabamento

**Estabilização:** Nesta etapa, a cerveja é colocada a temperaturas entre os 0 °C e os 2 °C, de forma a permitir que esta se equilibre coloidalmente.

**Enchimento:** Antes do enchimento é necessário ajustar o teor de dióxido de carbono da cerveja. Normalmente, a carbonatação é feita por injeção em linha ou carbonatação em tanque usando

CO<sub>2</sub> recuperado dos fermentadores. Por fim, a cerveja é embalada em barris, latas ou garrafas que tenham características para evitar entrada de luz, propriedades de barreira para evitar a fuga do dióxido de carbono ou a entrada de oxigénio (Eaton, 2017; Michael EBlinger, 2009).

Antes do enchimento, realiza-se a evacuação de maneira a reduzir a quantidade de ar e oxigénio na garrafa antes de encher. Posteriormente, injeta-se CO<sub>2</sub> para manter a pressão na garrafa, faz-se a pressurização e por fim, o enchimento (Michael EBlinger, 2009).

### 1.3 A Empresa

A FermentUM – Engenharia das Fermentações, Lda. é uma *spin-off* criada no contexto académico na Universidade do Minho em 2011 pelos engenheiros Filipe Maceira e Francisco Pereira. Na **Figura 6** é identificado o logótipo da empresa.



Figura 6- Logótipo da FermentUM.

A sua sede, atualmente, é em Vila Verde (Braga) e esta empresa produz e comercializa a marca de cerveja artesanal “Letra-Cerveja Artesanal Minhota” (**Figura 7**) desde 2013.

Atualmente, a FermentUM é um dos maiores produtores de cerveja artesanal em Portugal.



Figura 7- Cervejas Letra.

Esta cerveja é produzida com ingredientes 100 % naturais, não contém corantes ou conservantes e não sofre filtração nem pasteurização.

Até ao momento, existem 7 cervejas no mercado da LETRA:

- Letra A (*Blonde Ale*), feita a partir de malte de cevada e de trigo. Caracterizada pela sua cor dourada e limpa, é uma cerveja simples, leve e fresca, tornando-a muito fácil de beber.
- Letra B (*Pilsner*), cerveja *Lager* obtida a partir de malte de cevada.
- Letra C (*Oatmeal Stout*), cerveja preta caracterizada pelo seu aroma e sabor a café, caramelo e chocolate preto.
- Letra D (*Red Ale*), ruiva com sabor e aroma caramelizado. Caracterizada pelo equilíbrio entre a doçura do malte com o amargor e aroma que resulta da adição de lúpulo americano nas várias fases de produção.
- Letra E (*Belgian Dark Strong Ale*), com cor rubi escuro e com espuma cremosa devido aos maltes utilizados.
- Letra F (*American India Pale Ale*), que combina a doçura do malte com o amargor dos lúpulos americanos, resultando em sabores e aromas tropicais e cítricos.
- Letra G (*Imperial Stout*), muito intensa, apresenta espuma cremosa, aroma e sabor a maltes torrados com notas de chocolate preto e café.

Além destas 7 cervejas base da LETRA, existem também as LETRA *Craft Trials* (**Figura 8**) que são experiências em menor escala, como por exemplo, a *Higher Wire* (uma *Double NEIPA*) e *Brew&Beyond* (uma *Hazy DIPA*). E também existe as LETRA *Collabs* que são parecerias feitas com outras marcas, como a *Lumber Jane* (uma *OAK Double IPA*) ou a *Grape Ale Alvarinho* (uma *Portuguese Grape Ale*).



Figura 8- Cervejas LETRA *Craft Trials* e LETRA *Collabs*.

## 1.4 Qualidade da Cerveja

O conceito de Qualidade é relativo, sendo que cada consumidor pode ter uma ideia diferente da qualidade. Mas vários autores acreditam que este conceito está relacionado com a redução dos custos e melhoria da satisfação do cliente (Reed et al., 2000). Estudos afirmam que qualidade pode ser definida como “a totalidade das características e atributos de um produto ou serviço, que por si, têm as capacidades necessárias para satisfazer necessidades explícitas ou implícitas” (Pires et al., 2012).

Devido ao crescimento da concorrência e à exigência dos consumidores, as empresas são obrigadas a empregar estratégias competitivas que garantem a qualidade do seu produto, como por exemplo, o *Total Quality Management* (TQM) (Pires et al., 2012). O sistema TQM é definido como qualquer sistema de gestão de qualidade que inclui as áreas todas de uma organização, destaca a satisfação do cliente e utiliza métodos de melhoria contínua (Tague, 2005).

As normas ISO 9000 ajudam na implementação de sistemas de qualidade. Estas normas apontam 8 princípios da qualidade (Pires et al., 2012):

- Foco no cliente;
- Liderança;
- Envolvimento de todas as pessoas;
- Abordagem por processo;
- Abordagem da gestão como um sistema;
- Melhoria Contínua;
- Tomada de decisão baseada em fatos;
- Relações mutuamente benéficas com fornecedores.

No caso da cerveja, para ser possível atingir a qualidade esta tem de ser produzida responsabilmente, utilizando ingredientes de qualidade, técnicas consistentes e boas práticas de fabrico que demonstrem as características que estão alinhadas com as expectativas do cervejeiro e do consumidor. Além disso, a cerveja deve estar livre de defeitos e deve corresponder aos valores da marca da empresa (Farber & Barth, 2019).

O controlo da qualidade da cerveja pode ser realizado através do controlo de parâmetros químico/físicos ao longo das várias etapas de produção e, também, por procedimentos microbiológicos e sensoriais. Depois de estarem definidos os procedimentos, é importante definir em que etapas do processo de produção de cerveja se irá aplicá-los e com que frequência. Este controlo é necessário devido à legislação, para a segurança do consumidor, para avaliar e melhorar

a qualidade do produto e para controlar produtos indesejados.

#### 1.4.1 Controlo de Qualidade Físico/Químico

Um controlo da fermentação consistente é fundamental para a reprodutibilidade de uma receita e para a marca garantir que cada lote produzido esteja o mais próximo possível dos outros lotes da mesma receita.

Para garantir a qualidade e as características desejadas da cerveja, é necessário retirar amostras periodicamente durante a fermentação e analisar alguns parâmetros físico-químicos como o valor de pH, a densidade e temperatura de modo a fazer a monitorização da fermentação.

A medição do pH no mosto e durante a fermentação é bastante importante, uma vez que este valor influencia a eficiência das enzimas e é um indicador excelente de vários problemas como a dificuldade de fermentação ou deterioração microbiológica do produto (Michael EBlinger, 2009).

A densidade é a massa volúmica de uma amostra dividida pela massa volúmica de água e a medição do seu valor no mosto é importante para estimar o valor de álcool por volume do produto final. Ao longo da fermentação, o valor da densidade irá diminuir devido ao consumo dos hidratos de carbono pela levedura e, por tanto, este parâmetro deve ser controlado e registado diariamente para monitorizar o progresso da fermentação e para ser possível inferir quando esta etapa está a terminar (Farber & Barth, 2019; Guerreiro, 2018).

Por fim, é importante realizar análises ao teor alcoólico da cerveja já depois da etapa de enchimento, uma vez que este parâmetro afeta diretamente a qualidade do produto final e para garantir que cumpre o valor do rótulo e a legislação em vigor.

#### 1.4.2 Controlo de Qualidade Microbiológico

A cerveja é um meio pouco suscetível ao desenvolvimento de microrganismos contaminantes, uma vez que apresenta valores de pH baixos, uma concentração de etanol elevada e pouca disponibilidade de nutrientes.

Mas como a cerveja artesanal não sofre o processo de pasteurização, é importante realizar controlo microbiológico para detetar possíveis contaminações microbiológicas cedo e assim, poder atuar sobre o problema e garantir a qualidade do produto final.

Na cerveja os microrganismos contaminantes podem ser divididos em dois grupos: bactérias e leveduras.

As principais bactérias contaminantes Gram-positivas na cerveja são as bactérias ácido lácticas dos géneros *Lactobacillus* e *Pediococcus*, sendo que cerca de 70% das contaminações na cerveja são provocados por estas bactérias. As bactérias ácido lácticas podem provocar turbidez, acidez e

conferir um sabor e odor amanteigado à cerveja devido à produção de ácido láctico e acetil (Badrudin, 2019; Dragone et al., 2007). Dentro das principais bactérias contaminantes Gram-negativas, encontram-se as bactérias dos géneros *Pectinatus*, *Megasphaera* e *Zymomonas* que podem provocar turbidez e aroma a ovo podre devido à produção de ácidos gordos e sulfeto de hidrogénio (Badrudin, 2019; Dragone et al., 2007).

Na cerveja também pode ocorrer contaminação por ação de leveduras selvagens *Saccharomyces* e não-*Saccharomyces*. As primeiras podem provocar super-atenuação da cerveja e odores fenólicos enquanto as segundas causam turbidez e odores de ésteres. As leveduras selvagens dos géneros *Dekkera* e *Brettanomyces* resultam de contaminações cruzadas e estas competem com a levedura cervejeira e fornecem um sabor de ácido acético (Badrudin, 2019; Dragone et al., 2007).

#### 1.4.3 Controlo de Qualidade Sensorial

Uma avaliação sensorial elaborada contribui diretamente para a qualidade do produto, e o conseqüente sucesso da marca e fidelidade do consumidor. Esta avaliação engloba a avaliação da aparência, aroma, sabor e o *after-taste* e implica que todos os sentidos estejam envolvidos, não apenas o paladar (Michael EBlinger, 2009; Parker, 2012).

Estas avaliações são bastante importantes pois fornecem *feedback* ao produtor sobre o quão bem uma receita está a cumprir com o estilo de cerveja pretendido e ir, assim, ajustando esta receita para melhorar a cerveja. Além disso, é importante para detetar problemas caso esta apresente sabor ou aroma estranho.

Segundo a BJCP (*Beer Judge Certification Program*), as avaliações sensoriais devem ser feitas a temperaturas entre os 8 e os 12 °C e o ambiente deve ser bem iluminado, livre de odores e de distrações. As toalhas de mesa e as paredes não devem apresentar padrões que possam obscurecer a inspeção visual da cerveja e devem ter cores claras.

### 1.5 Sistema HACCP

A Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo (HACCP) é uma ferramenta de gestão de segurança e pode ser incluída nos programas de TQM para melhorar a eficiência das operações e garantir a qualidade dos produtos e assegura a segurança alimentar (Vanne et al., 1996).

O sistema HACCP foi criado em 1960 e identifica perigos específicos e medidas para o controlo de perigos significativos ao longo da cadeia alimentar, de forma a garantir a segurança dos alimentos. A implementação com sucesso do plano HACCP exige o empenho e envolvimento da direção e dos trabalhadores, e o conhecimento e/ou formação na sua aplicação (Codex

Alimentarius, 2011). Na Europa, o Regulamento (CE) nº 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia tornou obrigatório a implementação do sistema HACCP para todos os produtores alimentares, incluindo as cervejarias.

### 1.5.1 Perigos

O *Codex Alimentarius* define perigo como um agente biológico, físico ou químico, presente num alimento, que possa causar danos à saúde do ser humano. Os perigos podem ser divididos em três grupos de acordo com a sua natureza: Perigos biológicos, perigos químicos e perigos físicos. Os perigos biológicos são os que apresentam um maior risco na contaminação dos alimentos e na saúde do consumidor (Baptista & Venâncio, 2003). Este grupo abrange as bactérias, vírus, fungos, parasitas e toxinas microbianas e podem ser encontrados no ambiente onde os alimentos são produzidos ou então podem ser introduzidos no processo através da manipulação do produto feita pelos operadores e através do estado da matéria-prima utilizada. É possível destruir alguns destes perigos por tratamentos térmicos (Baptista & Venâncio, 2003).

Dentro do grupo dos perigos químicos estão os aditivos alimentares, pesticidas químicos, medicamentos, metais pesados, toxinas, alergénios e químicos derivados de produtos de limpeza e desinfecção (Baptista & Venâncio, 2003).

Por fim, na categoria dos perigos físicos estão incluídos os objetos que podem estar presentes, tanto na matéria-prima, como os que são introduzidos no alimento durante o processo. Estes objetos incluem vidros, madeiras, pedras, metais, ossos e podem resultar dos equipamentos e materiais utilizados (Baptista & Venâncio, 2003).

### 1.5.2 Programas de Pré-Requisitos

Os Programas de Pré-Requisitos (PPR) são a base para a implementação com sucesso dos princípios HACCP e devem ser definidos antes. Estes devem ser bem estabelecidos e totalmente verificados de modo que a implementação do HACCP seja bem-sucedida. Se não houver a implementação prévia de programa de pré-requisitos, a aplicação do HACCP não será efetiva (Codex Alimentarius, 2011).

Devem ser considerados os seguintes pré-requisitos (ASAE, 2007):

- Controlo de Estruturas e Equipamentos;
- Plano de Higienização;
- Controlo de pragas;
- Controlo do abastecimento de água;
- Recolha de resíduos;

- Materiais em contacto com alimentos;
- Higiene pessoal;
- Formação.

### 1.5.3 Etapas e Princípios do Sistema HACCP

De acordo com o *Codex Alimentarius*, este sistema consiste em sete princípios e doze etapas.

#### 1ª Etapa: Definição da equipa de HACCP e identificar o âmbito

A primeira etapa deste sistema é a definição da equipa, que consiste em indivíduos que têm conhecimento específico e apropriado do produto e do processo. A equipa deve ser multidisciplinar, responsáveis por diferentes atividades. Esta equipa é responsável por desenvolver o plano HACCP e deve identificar o âmbito do sistema HACCP e os programas de pré-requisitos aplicáveis (Codex Alimentarius, 2011).

#### 2ª Etapa: Descrição do produto

De seguida, é necessário desenvolver uma descrição completa e detalhada do produto, incluindo informações sobre a sua composição, características físico/químicas, os métodos de produção, durabilidade, condições de armazenamento e distribuição (Codex Alimentarius, 2011).

#### 3ª Etapa: Identificação do uso e utilizadores finais

Depois de definida a equipa e descrito o produto, é identificado o uso esperado do produto e os consumidores pretendidos, que podem ser o público em geral ou um segmento específico da população. É importante ter em atenção a grupos vulneráveis (Codex Alimentarius, 2011; FDA, 1997).

#### 4ª Etapa: Construção do fluxograma

Posteriormente, é desenvolvido um fluxograma que envolve todas as etapas da produção do produto. Este fluxograma deve ser claro, preciso e detalhado para ser feita a análise de perigos (Codex Alimentarius, 2011).

#### 5ª Etapa: Confirmação no local do fluxograma

Depois de construir o fluxograma, as atividades do processo apresentadas nele devem ser confirmadas durante todas as horas de operação e deve ser feito por pessoas com conhecimento suficiente da operação (Codex Alimentarius, 2011).

#### 6ª Etapa e 1º Princípio: Identificação e análise dos possíveis perigos

O primeiro princípio do HACCP é dividido em duas etapas. Primeiro, é feita a identificação dos possíveis perigos. Para isso, a equipa HACCP revê os ingredientes utilizados nos produtos, as atividades realizadas em cada etapa, equipamentos utilizados e o seu método de armazenamento

e distribuição.

Com base nesta pesquisa, a equipa desenvolve a lista dos potenciais perigos biológicos, químicos e físicos que podem ser introduzidos, aumentados ou controlados em cada etapa do processo (Codex Alimentarius, 2011; FDA, 1997). Depois da identificação dos perigos, faz-se a sua avaliação para determinar se são significativos ou não.

Nesta etapa, cada perigo é avaliado com base na probabilidade de ocorrência e a sua severidade, em que  $Risco (R) = Probabilidade (P) \times Severidade (S)$ . A severidade é a seriedade das consequências da exposição ao suposto perigo e a probabilidade é definida com base na experiência, dados epidemiológicos e informações na literatura.

Se o risco for maior ou igual a 3, é considerado significativo, se for menor que 3, é considerado não significativo e são controlados pelo programa de pré-requisitos (Codex Alimentarius, 2011; Comissão Europeia, 2016; FDA, 1997).

Após a conclusão da análise dos perigos, deve-se listar os perigos associados a cada etapa da produção juntamente com as medidas que sejam utilizadas para os controlar.

#### 7ª Etapa e 2º Princípio: Identificação de pontos críticos para controlo para cada perigo identificado

Os pontos críticos de controlo (PCC) devem ser determinados apenas para os perigos identificados como significativos na etapa anterior. É utilizada a árvore de decisão do *Codex Alimentarius* representada na **Figura 9**.

#### 8ª Etapa e 3º Princípio: Definição dos limites críticos para cada perigo em cada PCC

Depois de identificar os pontos críticos, é necessário definir os seus limites críticos.

Os limites críticos são os valores extremos aceitáveis para o produto ser seguro. Estes parâmetros podem ser temperatura, tempo, pH e devem ser fixados para demonstrar se o PCC está sob controlo. Os limites críticos devem ser validados cientificamente para se garantir que são capazes de controlar os perigos a um nível aceitável (Codex Alimentarius, 2011).

#### 9ª Etapa e 4º Princípio: Definição do procedimento de monitorização dos PCC

A monitorização é a medição ou observação de um PCC em relação aos seus limites críticos e permite ajustes sempre que se observar desvios (Codex Alimentarius, 2011).

#### 10ª Etapa e 5º Princípio: Estabelecimento de medidas corretivas

Para cada ponto crítico devem ser estabelecidas medidas de correção com a finalidade de poderem ser aplicadas logo que haja um desvio em relação ao limite crítico (Codex Alimentarius, 2011).

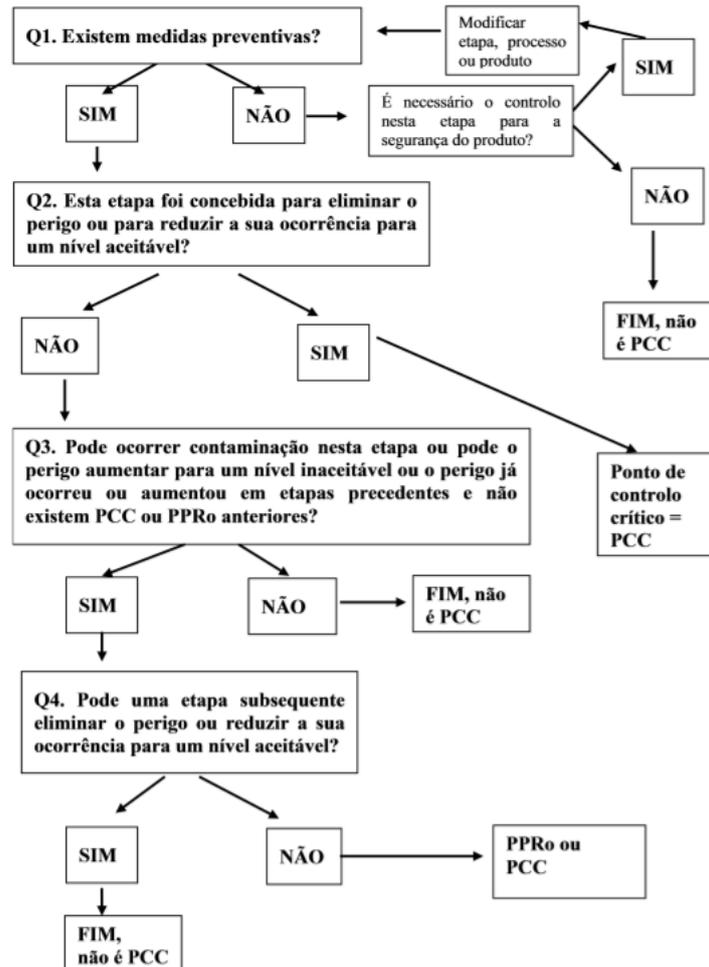


Figura 9- Árvore de decisão do *Codex Alimentarius*.

### 11ª Etapa e 6º Princípio: Validação e verificação do plano HACCP

Para o plano HACCP ser implementado é necessária a sua validação garantindo que as etapas anteriores garantem o controlo dos perigos significativos. Esta etapa abrange revisões da literatura, a utilização de modelos matemáticos e a realização de estudos de validação desenvolvidas por fontes autorizada. Depois do sistema ser implementado, deve-se definir procedimentos para verificar se o HACCP está a funcionar com sucesso, verificando se o plano está a ser seguido de forma contínua e verificar se as medidas de controlo estão a ser eficazes a controlar os perigos como o pretendido (Codex Alimentarius, 2011; Comissão Europeia, 2016).

### 12ª Etapa e 7º Princípio: Documentação e conservação de registos

Os procedimentos do plano HACCP devem ser documentados e guardados consoante a natureza e dimensão da operação (Codex Alimentarius, 2011).

## 2. Objetivos

O principal objetivo deste projeto foi a implementação de um plano de controlo da qualidade da cerveja produzida na FermentUM e a implementação de um plano HACCP atualizado na empresa de forma a garantir a qualidade e segurança do produto final.

### 2.1 Objetivos Específicos

Para a implementação do controlo da qualidade da cerveja realizou-se as seguintes tarefas:

- Retirar amostras das cubas de fermentação diariamente para medir o valor de pH e a densidade e analisar a coerência dos valores segundo a receita da cerveja;
- Registo de temperaturas das cubas de fermentação diariamente;
- Recolher e organizar as cervejas na área destinada ao controlo de qualidade onde depois se irá retirá-las para análise;
- Registar e analisar os resultados das análises do teor alcoólico realizado externamente;
- Implementar um protocolo com os métodos e tempos de recolha das análises microbiológicas da cerveja;
- Realização de análises microbiológicas;
- Implementar a realização de análises sensoriais com os responsáveis da empresa, mensalmente;
- Retirar levedura e medir a sua concentração e viabilidade. E a análise desses resultados para inferir sobre a possibilidade de re-utilização da levedura entre produções.

Para a implementação do plano HACCP na empresa, foi necessário:

- Realizar uma auditoria de diagnóstico à empresa;
- Elaborar fichas técnicas, planos de higienização, instruções de trabalho, avaliação de fornecedores para o programa de pré-requisitos;
- Implementar o controlo da receção de matérias-primas, o controlo de registos de higienização e plano de manutenção dos equipamentos;
- Realizar o controlo da receção de matérias-primas e o controlo de registos de higienização semanalmente.

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Implementação do Plano de Controlo de Qualidade

Para a realização das análises de controlo ao teor alcoólico, microbiológicas e sensoriais, foram armazenadas seis garrafas de cerveja de cada lote produzido depois da etapa de rotulagem. Estas garrafas são destinadas apenas para o controlo de qualidade e são armazenadas em caixas num local dedicado ao seu objetivo.

Todos os resultados obtidos nas análises para controlo de qualidade foram registados em Excel para posterior análise e comparação de resultados entre lotes do mesmo tipo de cerveja (**Anexo K, Figura 28 e Figura 29**). A calendarização de todas as análises também foi registada em Excel ao longo do estágio por uma questão de organização e controlo do que foi analisado e o que falta analisar (**Anexo J, Figura 25, Figura 26 e Figura 27**).

#### 3.1.1 Controlo Químico

No controlo químico para monitorização das fermentações foram realizadas medições dos valores de pH e da densidade da cerveja (SG) desde o primeiro dia da sua produção até ao fim da fermentação. Para estas análises, foram retiradas amostras das cubas de fermentação diariamente, posteriormente o pH foi medido através do medidor do pH (**Figura 10a**) e a densidade foi medida através do *EasyDens* da *Anton Paar* (**Figura 10b**).

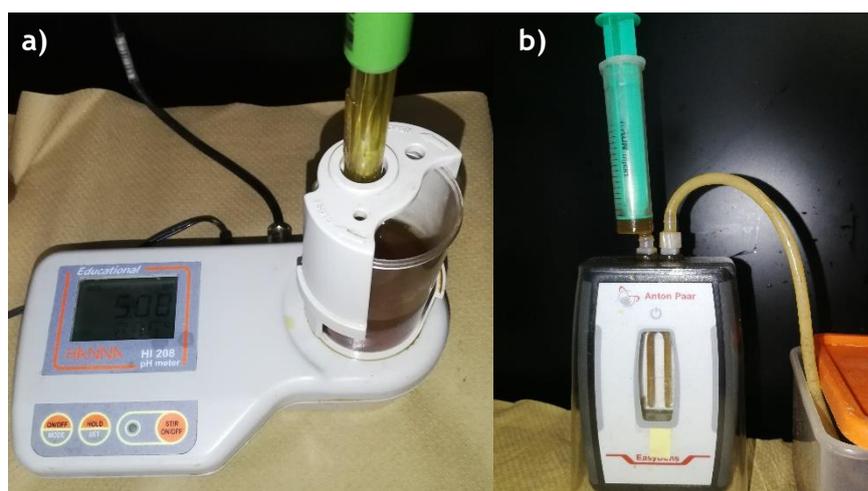


Figura 10- a) Medidor pH; b) EasyDens.

Os valores foram registados após cada análise na folha de registo de produção do lote de cerveja e analisados garantindo que estão de acordo com o esperado durante todo o processo de fermentação. Também foi criada uma folha de Excel para registar os valores obtidos da densidade

e do pH para cada lote de cerveja produzido durante 2022 (**Figura 30 do Anexo L**). Com estes dados foi possível analisar a progressão destes parâmetros ao longo da fermentação e comparar com lotes diferentes do mesmo tipo de cerveja. Além disso, nesta folha foi possível calcular o valor teórico de atenuação através da equação 1 e o valor de álcool por volume (ABV) provável segundo as equações 2. Para a Letra E e G o ABV é calculado através da equação 3, uma vez que correspondem a cervejas com maior teor alcoólico.

$$\text{Atenuação (\%)} = \frac{\text{Densidade Inicial} - \text{Densidade Final}}{\text{Densidade Inicial} - 1} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

$$\text{ABV Provável (\%)} = (\text{Densidade Inicial} - \text{Densidade Final}) \times 131,5 \quad \text{Equação 2}$$

$$\text{ABV Provável E e G (\%)} = \left( \frac{76,08 \times (\text{SG inicial} - \text{SG final})}{1,775 \times \text{SG inicial}} \right) \times \left( \frac{\text{SG Final}}{0,794} \right) \quad \text{Equação 3}$$

O valor de atenuação traduz a percentagem dos açúcares fermentáveis presentes no mosto que foram fermentados. É importante o cálculo deste valor para garantir o estado da levedura e para garantir que é atingido o valor de atenuação desejado e que corresponde ao estilo de cerveja pretendido.

O objetivo de calcular o valor de álcool por volume provável foi garantir que este valor corresponda ao teor alcoólico definido para cada cerveja.

O controlo do teor alcoólico não foi feito na empresa, mas sim na Adega Cooperativa de Ponte da Barca. Assim, foi apenas necessário recolher garrafas que estavam armazenadas na zona de controlo de qualidade e enviar para a Adega. Os resultados foram enviados à empresa e, posteriormente, foram registados e analisados numa folha de Excel criada para os resultados destas análises (**Figura 28 do Anexo K**).

### 3.1.2 Controlo Microbiológico

Para o controlo microbiológico, foram retiradas amostras de cerveja em duas fases distintas de produção: antes do enchimento e depois do enchimento. Assim, além de ser possível detetar uma contaminação mais cedo, também é possível comparar os resultados entre as duas fases. Se uma amostra não tiver contaminação antes do enchimento, mas apresentar contaminação após esta etapa, é possível detetar a causa e a etapa onde esta ocorreu. Para a análise da cerveja antes do

enchimento foi necessário inicialmente pulverizar a válvula da cuba com álcool 70 % e passar um maçarico na válvula até o álcool pegar fogo. Depois de se apagar a chama, manteve-se o maçarico perto e abriu-se a válvula para retirar a amostra de cerveja para um copo de amostra estéril.

Para a análise da cerveja após o enchimento, bastou recolher uma garrafa do lote a analisar da zona do controlo de qualidade.

Na inoculação, inicialmente foram utilizadas placas de meios de cultura já preparados da marca *R-Biopharm* que foram adquiridos pela empresa. Os meios de cultura escolhidos pela empresa foram o *Total Count* e *Compact Dry for Coliforms*.

*Total Count*: Tem como objetivo determinar e quantificar a contagem de bactérias mesófilas aeróbias incluindo as bactérias ácido lácticas. As colónias apresentarão cor vermelha devido ao sal de tetrazólio presente no meio (**Figura 11**).



Figura 11- Placa de Meio de Cultura *Total Count*. Fonte: *R-Biopharm*.

*Compact Dry for Coliforms*: Tem como objetivo a determinação e quantificação de bactérias coliformes fornecendo assim informação sobre o estado de higiene das matérias-primas e da produção. Este meio contém o substrato de enzima cromogénica X-Gal e as bactérias coliformes irão apresentar uma coloração azul (**Figura 12**).

O crescimento de outras bactérias é inibido, mas é possível o aparecimento de *Pseudomonas spp.* de forma incolor.

Depois de obter as garrafas de cerveja e os copos com amostras tiradas diretamente da cuba, fez-se a inoculação nas placas dos dois meios de cultura.



Figura 12- Placa do Meio de Cultura *Compact Dry for Coliforms*. Fonte: R-Biopharm

Para tal, foi necessário:

1. Começar por garantir que a bancada onde se irá trabalhar está desinfetada e ligar a chama para criar um ambiente asséptico.
2. Proceder à identificação de todas as placas com o tipo de cerveja e respetivo lote que se irá analisar.
3. Tanto na amostra retirada depois do enchimento como na retirada antes, é necessário agitar antes de abrir para homogeneizar e manter a garrafa/copo sempre perto da chama.
4. Depois com uma micropipeta, com pontas previamente desinfetadas, retirar um 1 mL de cerveja da garrafa ou copo.
5. Abrir parcialmente a placa do meio de cultura e despejar 1 mL através da micropipeta. Sempre com a placa e micropipeta perto da chama.
6. Fechar a placa e repetir o processo para o segundo meio de cultura.
7. Incubar as placas a 35 °C durante 24 h para o meio de cultura *Compact Dry for Coliforms* e 48 h para o *Total Count*.

Além destes dois meios, a empresa adquiriu os meios prontos *BrettAlert Agar* da Ambifood (**Figura 13**). Estes meios têm como objetivo a deteção de leveduras do género *Brettanomyces* e foram utilizados apenas quando houvesse alguma suspeita de contaminação.

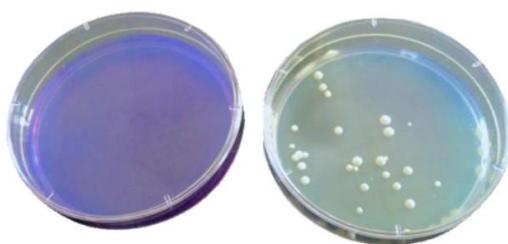


Figura 13- Meio de cultura BrettAlert Agar. Fonte: Ambifood.

Nestes casos foi necessário seguir as seguintes etapas de inoculação:

1. Desinfetar a bancada e ligar a chama para criar um ambiente asséptico.
2. Proceder à identificação de todas as placas com o tipo de cerveja e respetivo lote que se irá analisar.
3. Agitar a garrafa antes de abrir para homogeneizar e manter a garrafa/copo sempre perto da chama.
4. Inocular 0,2 mL de amostra na placa.
5. Espalhar o líquido uniformemente pela placa.
6. Deixar secar o líquido na placa fechada.
7. Incubar a 25 °C durante 5 dias.

Todos os resultados foram registados numa folha Excel criada e que se encontra exemplificada na **Figura 29 do Anexo K**.

### 3.1.3 Controlo Sensorial

Para controlo sensorial foram realizadas várias provas para avaliar o estado da cerveja ao longo do tempo. O painel das provas sensoriais era constituído pelos três membros da equipa de produção e pelos dois membros da direção da empresa e tinham como objetivo verificar se as características da cerveja iam de encontro ao esperado para cada tipo. Em cada prova eram avaliados dois lotes de cada tipo de cerveja, com idades diferentes para assim avaliar a partir de que idade há diminuição da qualidade do produto.

Para a realização da prova, no dia anterior recolheu-se duas garrafas de cada lote escolhido para análise e armazenou-se na câmara fria a 4 °C. No dia da prova, recolheu-se as garrafas da câmara fria 30 minutos antes da prova começar e preparou-se o local da prova. Este local deve estar livre de odores, de barulho e bem iluminada de forma natural. A apresentação das garrafas deve ser da cerveja menos intensa à mais intensa.

Durante a prova, utiliza-se o esquema de avaliação criada pela empresa e apresentada na **Figura 14**. Esta tabela avalia vários parâmetros como a cor, turbidez, espuma, aroma e sabor e tem uma escala de -5 a +5 sendo que o valor esperado é 0, -5 corresponde a uma avaliação muito negativa e +5 muito positiva relativamente ao esperado. Os júris dão a avaliação a todos os parâmetros para cada lote de cerveja e é apontado na tabela.

Os resultados foram discutidos e foi definido um plano para resolver os problemas encontrados, se fosse esse o caso.

Data	
Lote	
Cerveja	
Data de Produção	
Data de Enchimento	
Idade	

Escala	-											+
	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	
Cor												
Turbidez												
Espuma												
<b>Aroma</b>												
Álcool												
Enxofre												
Floral												
Levedura												
Lúpulo												
Malte												
<b>Sabor</b>												
Ácido												
Amargo												
Doce												
Frutado												
Lúpulo												
Malte												
Carbonatação												
Gushing												
Oxidação												
Refermentação												

Figura 14- Esquema Avaliação Sensorial.

### 3.1.4 Reutilização Levedura

A empresa efetua a reutilização de levedura para novas produções. Assim, para garantir a eficácia de uma nova fermentação foi necessário controlar o processo inerente a esta reutilização. Para isso, procedeu-se à recolha de levedura da cuba logo após a fermentação, mediu-se a sua viabilidade e concentração.

A empresa já tinha um protocolo de recolha e de análise de viabilidade e concentração.

Portanto, o objetivo foi realizar essa análise e criar um registo das reutilizações simples, apenas com os parâmetros mais importantes e de fácil acesso.

Depois de decidido de que cuba se irá retirar a levedura, é necessário proceder-se à recolha pelas seguintes etapas:

1. Utilizar um barril de Inox previamente desinfetado previamente com Oxónia 1 % vol. e água filtrada;
2. Desinfetar a mangueira com água quente e álcool 70 %;
3. Desinfetar a entrada da válvula com álcool 70%;
4. Ligar a mangueira à válvula inferior da cuba e abrir devagar até sair levedura;
5. Quando deixar de sair levedura morta e sair apenas levedura fresca, fechar a válvula;
6. Voltar a abrir a válvula inferior da cuba e recolher levedura para um frasco estéril;
7. Analisar a viabilidade e concentração da amostra. Se os resultados forem superiores ao valor estipulado, proceder à recolha da levedura para o barril de inox.
8. Desinfetar com álcool as extremidades da mangueira e a entrada do barril e volta-se a ligar a mangueira à válvula inferior da cuba e a outra extremidade fica dentro do barril.
9. Depois abrir ligeiramente a válvula e encher o barril com levedura.
10. Cobrir a entrada do barril com uma toalhita com álcool para evitar contaminações do ar.
11. Durante o processo de recolher, é preciso ter especial atenção à pressão da cuba. Se for necessário, ligar um tubo à válvula de entrada de ar da cuba e passar azoto.
12. Quando o barril estiver cheio, retira-se a mangueira, pulveriza-se com álcool e fecha-se o barril.
13. Agitar o barril para homogeneizar e retirar uma amostra do barril para um copo estéril através da entrada do ar.
14. Se a levedura for utilizada apenas no dia seguinte, é necessário utilizar um *airlock* em que um tubo é ligado à entrada de ar do barril e a outra extremidade é mergulhada em água, para libertar o gás produzido pela levedura.

A medição da concentração e da viabilidade das amostras de levedura retiradas foram realizadas através do kit da *Oculyze*. Este kit compreende um microscópio, uma câmara e o violeta de cristal. Para preparar as amostras, primeiro foi preciso fazer uma diluição da amostra de levedura de 1:10 e depois outra de 1:100. Para isso, foi necessário tirar 1 mL da amostra de levedura e adicionar 9 mL de água. Dessa solução, depois retirou-se 1 mL e adicionou-se 9 mL de água. Para a contagem das células mortas ser possível e a posterior análise de viabilidade, adicionou-se duas

gotas de violeta de cristal. Depois da solução estar pronta, colocou-se na câmara e analisou-se através do microscópio. Os valores da concentração de células e da viabilidade foram obtidos diretamente através da aplicação *Oculyze BB 2.0*. Através do valor da concentração, o *Oculyze* calculava o volume de levedura necessário a adicionar e se este volume necessário fosse possível e se a viabilidade fosse maior que 90 %, adicionava-se essa levedura numa nova produção.

Depois de obter os resultados, registou-se os valores nas folhas de registo elaboradas para a reutilização de levedura.

## 3.2 Implementação do Sistema HACCP

A implementação do sistema HACCP na empresa dividiu-se em duas fases:

- Auditoria de diagnóstico;
- Implementação do sistema.

### 3.2.1 Auditoria Diagnóstico à FermentUM

Inicialmente, fez-se uma auditoria de diagnóstico à FermentUM para avaliar os programas de pré-requisitos definidos na empresa e o grau de implementação do HACCP no início do estágio. Para auditoria criou-se uma lista de verificação (**Anexo A**) tendo em conta os seguintes documentos:

- Princípios gerais de higiene alimentar do *Codex Alimentarius*;
- Regulamento comunitário (CE) n°852/2004 sobre a implementação do sistema HACCP;
- Jornal Oficial da União Europeia C 278/1.

Depois da auditoria, realizou-se uma reunião com os responsáveis para analisar as medidas que eram necessárias tomar.

### 3.2.2 Implementação do Plano HACCP

A FermentUM já tinha elaborado um plano HACCP, mas este não estava a ser cumprido. Portanto, depois de ser feita a auditoria de diagnóstico e se concluir em que pré-requisitos era necessário tomar medidas corretivas, definiu-se que etapas do plano HACCP faltavam ser implementadas na empresa para ter um plano atualizado.

Começou-se por confirmar se a equipa HACCP e o seu âmbito se encontravam definidos, depois fez-se a descrição dos produtos através da elaboração de fichas técnicas e definiu-se o seu uso final. Por fim, complementou-se o fluxograma detalhado da produção de cerveja e realizou-se a sua verificação *in-loco* várias vezes.

Os princípios n° 1, 2, 3,4 e 5 do sistema HACCP já estavam definidos e estabelecidos na empresa.

Assim, além da elaboração e implementação das etapas preliminares, foi apenas necessário implementar a validação e verificação do plano HACCP e a documentação e conservação de registos.

### 3.3 Digitalização dos Registos de Controlo de Qualidade e do Sistema HACCP

A empresa tinha o objetivo de digitalizar as receitas, todos os registos de controlo de qualidade e os registos do sistema HACCP para ser possível diminuir o consumo de papel, reduzir os custos associados e facilitar o acesso à informação.

Para tal, recorreu-se ao Excel para digitalizar estes registos.

## 4. Apresentação e Discussão de Resultados

### 4.1 Implementação do Plano de Controlo de Qualidade

#### 4.1.1 Controlo Químico

##### **Monitorização da Fermentação**

Antes da implementação do plano de controlo de qualidade na empresa, os valores de pH, da densidade e da temperatura durante a fermentação não eram registados diariamente. Assim, implementou-se a medição destes parâmetros, diariamente ao início da manhã, para cada cerveja produzida.

Além disso, começou-se a fazer o registo destes valores durante a produção (brassagem, filtração e ebulição) e durante a fermentação, juntamente com o valor da temperatura, no Mapa de Fabrico da cerveja produzida que é partilhado de maneira a ser visível para toda a equipa de produção e ser de fácil acesso.

Com a medição e o registo destes parâmetros, a equipa de produção consegue monitorizar o progresso da fermentação e detetar pontos de origem para problemas que a cerveja apresente mais tarde, e, uma vez atingido o valor da densidade final esperada, é possível passar para a etapa de maturação.

As receitas elaboradas pela empresa incluem o intervalo de densidade final pretendido para cada estilo de cerveja (**Tabela 2**) que são valores históricos das produções.

Tabela 2. Intervalo de valores de densidade final pretendido para cada tipo de cerveja

<b>Cerveja</b>	<b>Densidade Final</b>
<b>A</b>	1,012-1,010
<b>B</b>	1,014-1,012
<b>C</b>	1,022-1,020
<b>D</b>	1,018-1,016
<b>E</b>	1,023-1,021
<b>F</b>	1,016-1,014
<b>G</b>	1,038-1,036

Se ao 5º dia de fermentação, o valor da densidade obtido estiver acima dos limites do valor da densidade final, realiza-se a ressuspensão da levedura, provocando uma agitação no meio que poderá proporcionar à levedura contacto com algum açúcar fermentável que ainda esteja disponível.

De forma a analisar os valores de densidade final das cervejas produzidas ao longo do estágio e comparar com os intervalos acima descritos construiu-se a **Tabela 3**. Nesta tabela é possível analisar o nº de lotes de cada cerveja que obteve uma densidade final fora do limite definidos e a diferença entre estes dois valores.

Tabela 3. Nº de Lotes com densidade final fora do limite definido e a diferença para cada tipo de cerveja

<b>Cerveja</b>	<b>Nº de Lotes Produzidos</b>	<b>Nº de Lotes que ultrapassou o intervalo de densidade</b>	<b>Diferença entre o valor obtido e o valor máximo definido</b>
<b>A</b>	4	0	-
<b>B</b>	5	1	+ 0,001
<b>C</b>	5	2	+ 0,003
<b>D</b>	4	1	+ 0,001
<b>E</b>	6	2	+ 0,001 e +0,002
<b>F</b>	4	2	+ 0,001
<b>G</b>	1	1	+ 0,002
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	

Ao analisar a **Tabela 3**, foi possível concluir que todos os lotes de Letra A obtiveram uma densidade final dentro do limite estabelecido, as Letras B, D e G obtiveram 1 e Letras C e F apresentaram 2. A maior diferença entre o valor de densidade final obtido e o valor máximo do limite estabelecido ocorreu para a Letra C, em que dois lotes obtiveram uma diferença de 0,003. No total, foi possível concluir que apenas 9 lotes em 29 ultrapassaram os limites e na maior parte, a diferença foi mínima (0,001).

Estas diferenças entre o valor de densidade obtido e o intervalo estabelecido e entre lotes podem

ser provocadas por diferentes valores temperaturas ou pH de brassagem durante a produção da cerveja. Portanto, o controlo destes parâmetros durante a brassagem é muito importante para manter a consistência das receitas.

Uma solução para determinar a densidade final possível de alcançar de uma cerveja seria realizar testes de atenuação (*Forced Fermentation Test*). Este teste, além de ser prático e possível de aplicar em ambiente fabril, fornece o valor de densidade final mais baixo possível de alcançar para cada lote produzido.

Para este teste, seria necessário recolher uma amostra de mosto para um *Erlenmeyer*, adicionar levedura, incubar o frasco a temperatura entre 20 e 30 °C e agitar durante 48 h- 72 h para incorporar oxigénio e depois medir a densidade.

Se a densidade final da fermentação no fermentador não atingir o mesmo valor deste teste, pode-se concluir que existiu um problema na fermentação desse lote que deverá ser corrigido ou minimizado (temperatura, oxigenação, inoculação). Se o valor de densidade final, tanto no fermentador como no teste, não forem como desejados, o problema deve-se aos parâmetros de brassagem (temperatura, tempo, pH) ou seleção de ingredientes (Badrudin, 2019; Bruner et al., 2020).

Em relação ao pH, durante a fermentação este valor deverá diminuir devido à formação de metabolitos secundários produzidos pela levedura (ácidos orgânicos) e seu valor final deverá variar entre 3,8 e 4,5. Ao analisar os valores de pH de todas as cervejas produzidas ao longo do estágio, verificou-se que todas cumpriram este intervalo.

### **Teor Alcoólico**

Para garantir a qualidade do produto final e que a legislação em vigor é cumprida, implementou-se a realização de análises ao teor alcoólico de todas as cervejas produzidas.

Esta análise foi realizada uma vez por mês pela Adega Ponte da Barca. Para tal, foi necessário recolher uma garrafa de cada lote produzido depois da etapa de rotulagem e enviar à Adega quando houver pelo menos 10 lotes prontos a analisar.

Os resultados são enviados por e-mail e registados na folha de registo criada para o efeito, e, posteriormente, analisados pela equipa de produção.

Segundo o Decreto de Lei nº 560/99 de 18 de dezembro, cervejas com um valor de teor alcoólico não superior a 5,5 % vol. têm uma tolerância de 0,5 % em volume e cervejas com teor alcoólico maior que 5,5 % em volume têm uma tolerância de 1 % em volume.

Assim, ao analisar os resultados das análises ao teor alcoólico, é necessário garantir que os valores estejam dentro desta tolerância definida pela legislação. Se o valor do teor alcoólico de algum lote ultrapassar estes limites de tolerância, a equipa de produção deve analisar as possíveis causas e, se for preciso, reajustar a receita da cerveja.

Durante os seis meses de estágio, procedeu-se a várias análises ao teor alcoólico e ao seu registo comparando com os valores calculados pela **Equação 2 e 3** (valor estimado) e o valor presente no rótulo.

Na **Figura 15** é possível observar os resultados obtidos para vários lotes da cerveja Letra A.

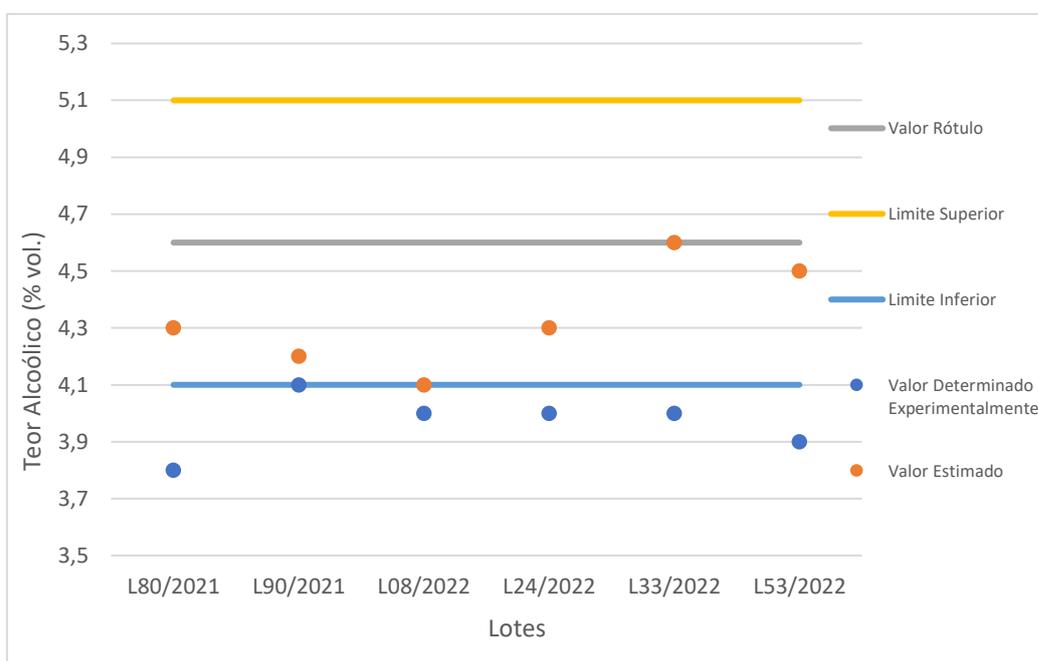


Figura 15- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra A.

Pela análise da **Figura 15** foi possível concluir que apenas o teor alcoólico determinado experimentalmente do lote L90/2021 estava dentro do limite estabelecido pela legislação para esta cerveja (0,5 % vol.). Ou seja, o valor do teor alcoólico de 83 % dos lotes analisados de Letra A ultrapassou a tolerância estabelecida.

No entanto, o valor estimado para cada lote estava dentro dos limites para todas as amostras analisadas.

No caso dos lotes L33/2022 e L53/2022, o valor estimado está bastante próximo ao valor do rótulo, mas o valor determinado experimentalmente encontra-se fora do limite permitido pela lei, o que sugeriu que os resultados dos valores experimentais poderiam não estar totalmente corretos.

O valor estimado que mais se afastou ao valor do rótulo foi o do lote L08/2022, sendo menor 0,5 % vol. comparado com este. Este lote foi o que obteve menor atenuação, e, portanto, menor percentagem de açúcares fermentados, o que se traduziu num menor teor alcoólico.

Na **Figura 16** estão representados os resultados obtidos para vários lotes da cerveja Letra B.

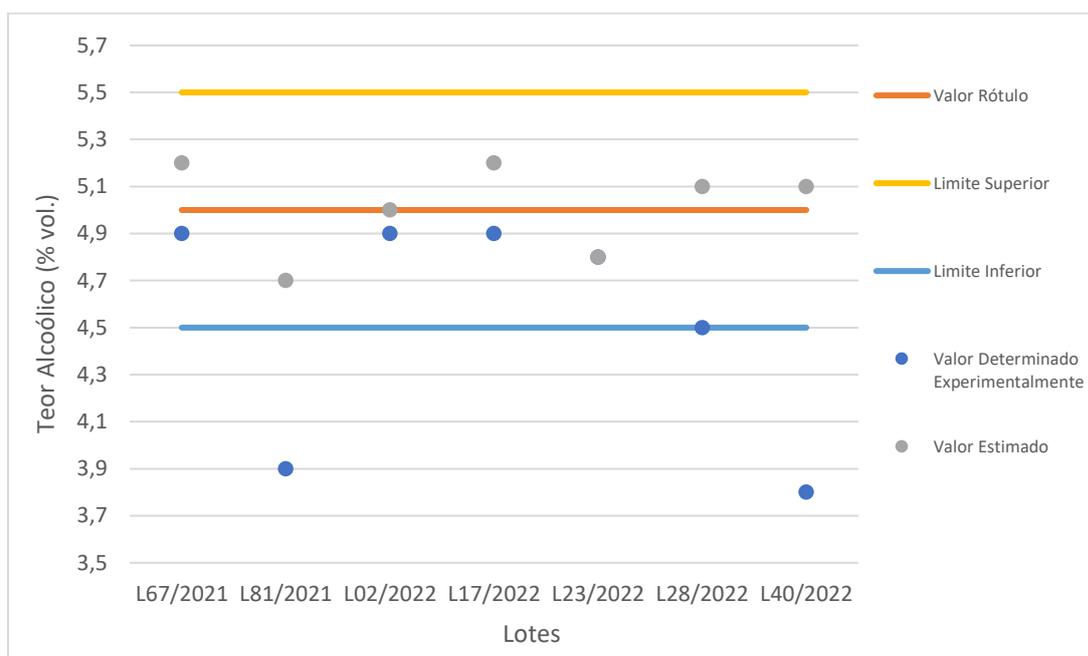


Figura 16- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra B.

Ao analisar a **Figura 16**, observou-se que o teor alcoólico obtido experimentalmente de 5 lotes da Letra B se encontravam dentro da tolerância estabelecida (0,5 % vol.), o que corresponde a cerca de 71 % dos lotes analisados.

Apenas dois lotes ultrapassaram essa tolerância apesar de o seu valor estimado diferir bastante e estar dentro dos limites. No lote L40/2022 existe uma diferença de 1,3 % vol. e, portanto, sugere que possa ter ocorrido erros na medição do teor alcoólico.

No lote L23/2022, o valor determinado experimentalmente e o valor estimado são exatamente iguais (4,8 % vol.) e bastante próximos do valor do rótulo (5 % vol.), sendo assim um lote a ter como exemplo no futuro para os valores de densidade inicial e final.

Os resultados da análise ao teor alcoólico dos lotes da cerveja Letra C encontram-se representados na **Figura 17**.

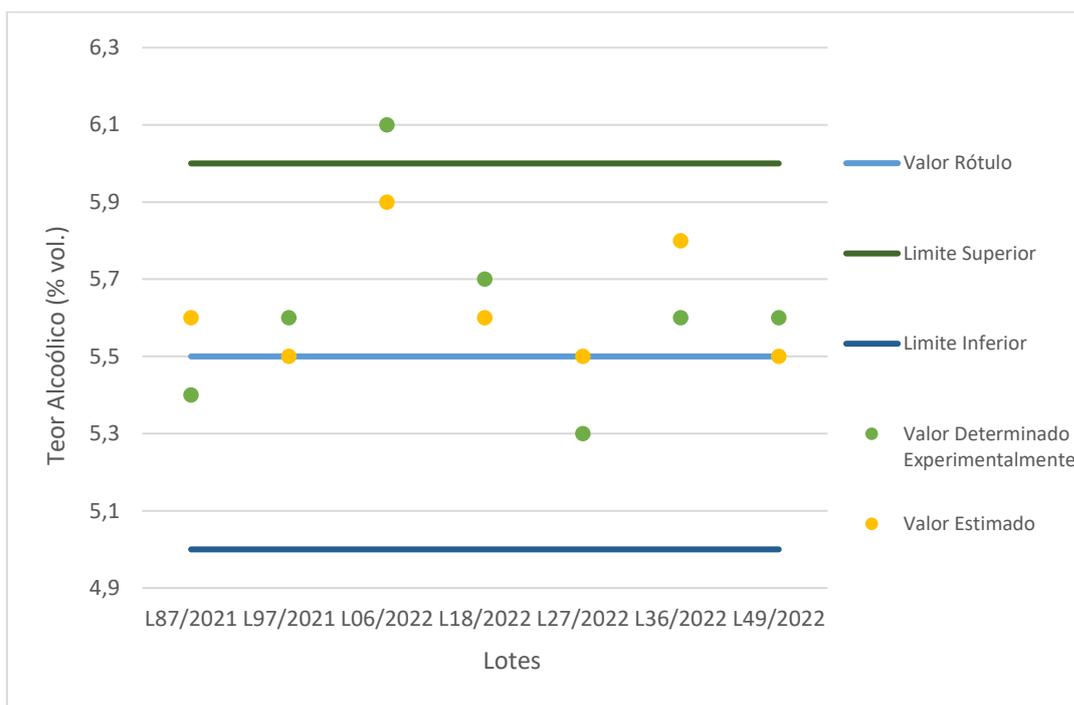


Figura 17- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra C.

Em relação à Letra C, observou-se que apenas 1 lote tinha o seu valor de teor alcoólico determinado experimentalmente fora do limite estabelecido (0,5 % vol.), o que implica que 87,5 % dos lotes se encontravam dentro desse limite.

O lote L06/2022 ultrapassou a tolerância apenas por 0,1 % vol., mas o valor estimado para esse lote encontrava-se dentro dos limites, indicando que, em princípio, o teor alcoólico deste lote estaria como esperado.

Apesar disso, este foi o lote que obteve um valor estimado de teor alcoólico maior e mais afastado do valor do rótulo. Este facto ocorreu porque se obteve uma maior percentagem de atenuação neste lote, o que se traduziu numa maior percentagem dos açúcares fermentáveis presentes no mosto que foram fermentados.

Na **Figura 18** é possível observar a comparação entre os resultados obtidos para vários lotes da cerveja Letra D.

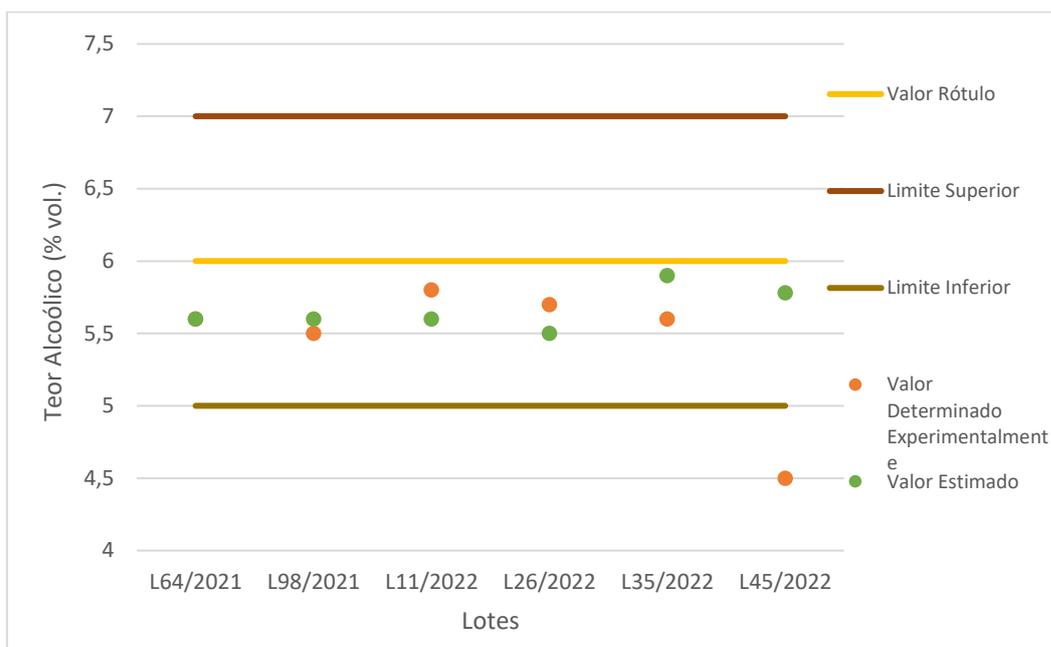


Figura 18- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra D.

Ao analisar a **Figura 18**, foi possível observar que apenas o lote L45/2022 obteve um teor alcoólico determinado experimentalmente fora da tolerância estabelecida para esta cerveja (1 % vol.), tendo um desvio de 1,3 % vol. ao valor estimado. Analisou-se os valores de densidade inicial e final deste lote, assim como a sua atenuação, estando tudo normal. Assim, após este desvio entre teor alcoólico determinado experimentalmente e o estimado neste lote, no L40/2022 da Letra B e no L53/2022 da Letra A decidiu-se voltar a medir o teor alcoólico para confirmar se tinha ocorrido algum erro na sua medição e se os testes realizados pela Adega estariam 100 % corretos.

De seguida, no gráfico da **Figura 19** estão representados os resultados obtidos para as cervejas Letra E analisadas.

Em relação aos lotes da Letra E analisados, é possível concluir que todos os valores determinados experimentalmente estavam dentro da tolerância estabelecida pela legislação para esta cerveja (1 % vol.).

O lote L30/2022 apresentou um maior desvio ao valor do rótulo (1 % em volume) enquanto os restantes apresentaram uma pequena variação. Este lote foi também analisado pela ASAE devido a uma exportação e o resultado obtido foi de 9,5 %, obtendo assim apenas um desvio de 0,5 % vol ao valor do rótulo e ao valor real obtido pela Adega.

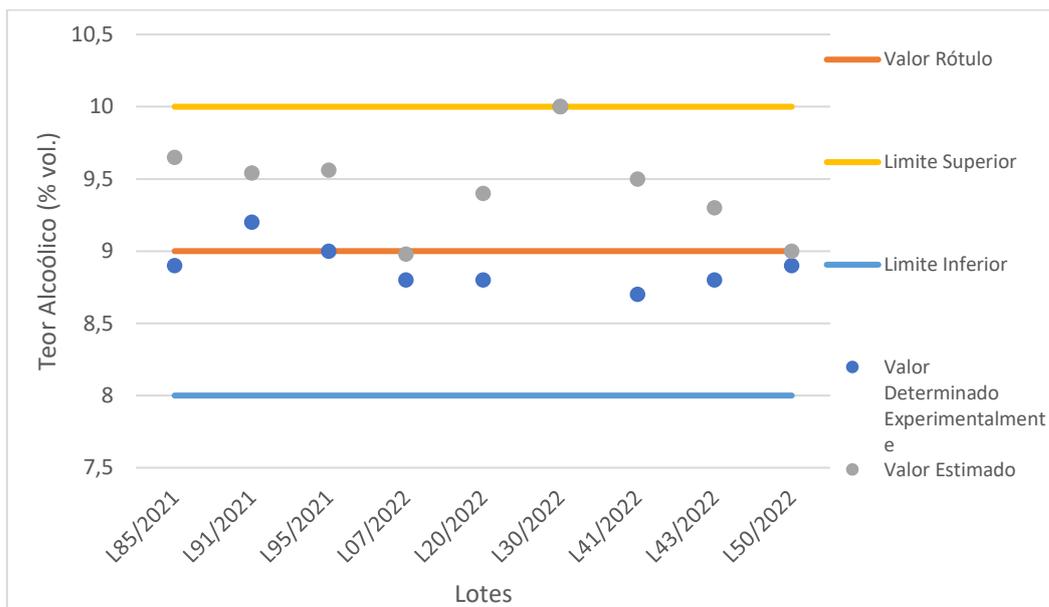


Figura 19- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico e o valor teórico para a Letra E.

O L50/2022 obteve um valor estimando exatamente igual ao rótulo (9 % vol.) e um valor real bastante próximo (8,9 % vol.), sendo assim um bom exemplo a seguir nas próximas produções.

Os resultados da análise ao teor alcoólico dos lotes da cerveja Letra F encontram-se representados na **Figura 20**.

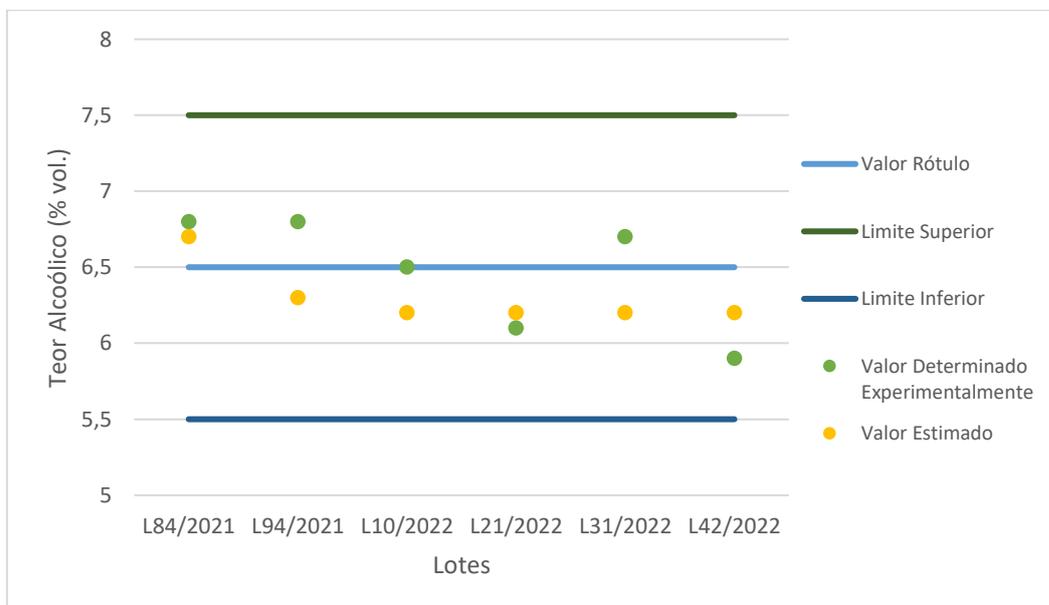


Figura 20- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra F.

Analisando o gráfico da **Figura 20**, foi possível observar que os valores do teor alcoólico de todos os lotes analisados da Letra F estão dentro da tolerância estabelecida para esta cerveja (1 % vol.).

Além disso, o lote L10/2022 obteve um teor alcoólico exatamente igual ao valor apresentado no rótulo e, por isso, deverá ter-se este lote como exemplo a seguir, replicando as mesmas condições de produção para diminuir assim a variabilidade entre lotes e o desvio para o valor do rótulo.

Por fim, construiu-se o gráfico com os resultados obtidos e do valor teórico da Letra G representado na **Figura 21**.

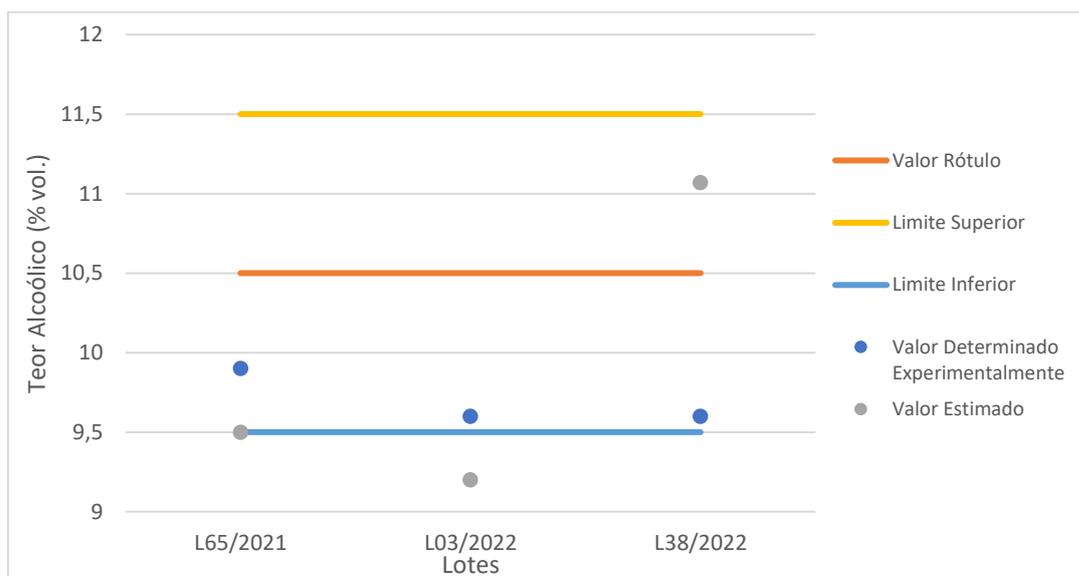


Figura 21- Resultados obtidos da análise do teor alcoólico Letra G.

Depois de uma análise à **Figura 21**, foi possível concluir que todos os lotes de Letra G obtiveram um valor de teor alcoólico dentro do limite estabelecido (1 % vol.).

Apesar deste facto, existe um desvio significativo entre o valor estimado e valor do rótulo: 0,97 % vol. para o L65/2021, 1,32 % vol. para o L03/2022 e 0,57 % vol. para o L38/2022. Concluindo assim, que esta receita precisa ainda de ser refinada uma vez que a Letra G é uma cerveja recente e houve poucas produções ainda.

No Lote L38/2022 também apresentou uma diferença considerável entre o valor estimado e o valor determinado experimentalmente (1,47 % vol.).

Após a análise dos resultados obtidos de teor alcoólico para cada cerveja, concluiu-se que a Letra G era a que requeria uma especial atenção e ajustes na receita, uma vez que o teor alcoólico estimado através dos valores da densidade e determinado experimentalmente ainda estão longe do valor do rótulo.

Além disso, considerou-se que possivelmente os resultados da última análise realizada pela Adega poderiam não estar 100 % corretos, uma vez que os lotes L45/2022 Letra D, L40/2022 da Letra

B e L53/2022 da Letra A obtiveram valores bastante distantes dos valores estimados. Por tanto, decidiu-se que o melhor seria voltar a analisar estes lotes recorrendo a outra entidade para assim comparar e concluir à cerca destes resultados. Estes resultados encontram-se representados na

**Tabela 4.**

Tabela 4. Comparação dos resultados de teor alcoólico obtidos pela Adega e por outra entidade

<b>Cerveja e Lote</b>	<b>Valor Estimado (% vol.)</b>	<b>Valor Determinado Experimentalmente Adega (% vol.)</b>	<b>Valor Determinado Experimentalmente Outra Entidade (% vol.)</b>
<b>Letra A L53/2022</b>	4,5	3,9	4,3
<b>Letra B L40/2022</b>	5,1	3,8	4,9
<b>Letra D L45/2022</b>	5,8	4,5	5,4

Através da análise da **Tabela 4**, verificou-se um grande desvio entre os valores determinados experimentalmente pelas duas empresas sendo que os valores determinados por outra entidade estão mais próximos aos valores estimados. Estes dados reforçaram a ideia que ocorreu um erro experimental na última análise de teor alcoólico pela parte da Adega.

Concluiu-se que para normalizar os resultados do teor alcoólico estimados entre lotes da mesma receita, e aproximá-los ao valor do rótulo, é necessário controlar a fermentação medindo diariamente a densidade e temperatura para obter o valor de densidade final desejado e diminuir a variabilidade entre lotes da mesma receita.

Por fim, a implementação do plano de controlo de análise ao teor alcoólico, mostrou-se ser bastante útil para concluir se é necessário realizar ajustes na receita e garantir o cumprimento da legislação, a reprodutibilidade e consistência de todos os lotes de cada tipo de cerveja.

#### 4.1.2 Controlo Microbiológico

Inicialmente, começou-se por analisar os lotes de 2021 que ainda estavam em stock e os primeiros lotes de 2022 para detetar possíveis contaminações. Como eram lotes mais antigos, apenas se analisou depois do engarrafamento e também serviu para testar os novos meios de cultura que nunca tinham sido utilizados na empresa. Os resultados estão apresentados na **Tabela 5**, estando identificado o tipo de cerveja e o lote correspondente.

Tabela 5. Resultados da análise microbiológica dos lotes mais antigos

Cerveja e Lote	Amostra	Meio de Cultura	
		CF	TC
<b>B L67/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>A L80/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>B L81/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>A L90/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>F L94/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>E L95/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>C L97/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>D L98/2021</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>B L02/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>G L03/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>E L07/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>A L08/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>F L10/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>D L11/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo

Em nenhum dos lotes foram detetadas colónias vermelhas no meio de cultura *Total Count* ao fim de 48 h, nem colónias azuis no CF passado 24 h. Por tanto, é possível concluir que não foi possível detetar nenhuma contaminação bacteriana em nenhum dos lotes.

Nas próximas análises realizadas, já se testou cada lote antes e depois do enchimento de modo a ser possível verificar se era provocada alguma contaminação durante esta etapa. Estes resultados são apresentados na **Tabela 6**.

Pela análise da **Tabela 6**, foi possível concluir que não foi possível detetar nenhuma contaminação bacteriana.

Apesar destes meios de cultura, adquiridos pela empresa inicialmente, serem fáceis de utilizar, não são meios seletivos e detetam apenas contaminações por bactérias mesófilas aeróbias e coliformes que são menos prováveis de acontecer. Além disso, não servem para detetar contaminações por leveduras como a *Brettanomyces* que são mais prováveis de estarem

presentes no meio fabril da FermentUM devido a outras produções. E concluiu-se também que não são ideais para cervejas mais escuras como a Letra C e Letra E, pois, dificulta a observação e análise.

Tabela 6. Resultados da análise microbiológica antes e depois do enchimento

Cerveja e Lote	Amostra	Meios de Cultura	
		CF	TC
<b>D L26/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
	Cuba	Negativo	Negativo
<b>C L27/2022</b>	Garrafa	Negativo	Negativo
	Cuba	Negativo	Negativo
<b>Yakima L29/2022</b>	Cuba	Negativo	Negativo
	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>E L30/2022</b>	Cuba	Negativo	Negativo
	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>F L31/2022</b>	Cuba	Negativo	Negativo
	Garrafa	Negativo	Negativo
<b>Badin L32/2022</b>	Cuba	Negativo	Negativo
	Garrafa	Negativo	Negativo

Após pesquisa, concluiu-se que os meios mais apropriados eram os meios seletivos *Lin 's Cupric Sulfate Medium* (LCSM) e *Wallerstein Differential* (WLD). O primeiro deteta apenas presença de leveduras selvagens não- *Saccharomyces* e o segundo deteta apenas bactérias como, por exemplo, *Lactobacillus* e *Pediococcus*, que correspondem a 70 % das contaminações bacterianas na cerveja. Assim, para um maior controlo decidiu-se que se teria de adquirir estes meios de cultura já prontos ou, em alternativa, a introdução de um novo método através de uma tecnologia que utiliza o método de amplificação de PCR (*Polymerase Chain Reaction*) com deteção baseada no fluxo vertical dentro de uma cassette (género de um teste de gravidez) para a deteção qualitativa de bactérias *Lactobacillus* e *Pediococcus* e leveduras.

Concluindo, implementou-se a análise microbiológica das cervejas antes do enchimento, retirando amostras da cuba ao 10º dia de fermentação e depois do enchimento para todos os lotes

produzidos. Definiu-se o 10º dia de fermentação pois a levedura já está depositada e é antes do *dry-hopping* da Letra D e Letra F, assim as amostras não contêm excesso de levedura nem de lúpulo. Esta medida irá contribuir não só para a rastreabilidade da contaminação, mas também para validar o método de higienização da máquina de enchimento.

#### 4.1.3 Controlo Sensorial

As análises de controlo sensorial foram realizadas mensalmente e os seus principais objetivos foram controlar a qualidade da cerveja durante diferentes idades para analisar a partir de que idade há a diminuição da qualidade e comparar com lotes diferentes para garantir que são fiéis à receita definida e não há variação significativa entre lotes da mesma receita.

Os resultados das provas sensoriais realizadas da cerveja Letra A estão apresentados na **Tabela 7**.

Tabela 7. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra A

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>A</b>	L59/2021			0		0			0		0		
	L90/2021		0				-1						
	L08/2022	+1				0							
	L24/2022		0										

Como foi dito anteriormente, a Letra A é uma *Blonde Ale* e este estilo caracteriza-se por ser simples, fácil de beber e com pouco malte e lúpulo. Assim, é esperado que o seu envelhecimento provoque uma pequena perda do amargor e aroma conferidos pelo lúpulo.

Para a cerveja Letra A concluiu-se que no primeiro mês é possível estar melhor do que o esperado, uma vez que é mais recente e todas as notas gustativas e aromáticas estão presentes ainda. Ao longo do tempo até aos 8 meses após engarrafamento, esta cerveja não perdeu a qualidade e continua com as características organoléticas esperadas.

O lote L90/2021 aos 6 meses apresentou um resultado negativo para o aroma e para o sabor. Ao abrir este lote, houve um excesso de espuma que escorreu imediatamente pela garrafa (*Gushing*)

indicando que possivelmente ocorreu uma refermentação afetando as características da cerveja. A seguir, na **Tabela 8** estão os resultados obtidos nas provas sensoriais da Letra B em diferentes meses após engarrafamento.

Tabela 8. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra B

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>B</b>	L42/2021										-1		
	L67/2021			0		0					-1		
	L81/2021	0			0	0			-1				
	L02/2022		0				0						
	L17/2022		0										
	L23/2022		-1										
	L28/2022	0	0		0								
	L40/2022	0											

A Letra B é caracterizada por ser uma cerveja fresca e pela adição do lúpulo da região de Boémia e, portanto, é esperado que ao longo do tempo as características organolépticas conferidas pelo lúpulo se vão degradando e se torne menos fresca.

Após análise da **Tabela 8**, concluiu-se que, no geral, esta cerveja manteve as características esperadas ao longo do tempo até aos 10 meses após engarrafamento.

O lote L42/2021 e L67/2021 apresentaram resultado negativo no aroma e no sabor aos 10 meses de idade e o L81/2021 aos 8, o que é esperado uma vez que a cerveja vai perdendo as notas de amargor ao longo do tempo.

Em relação ao lote L23/2022, as suas características organolépticas não estavam como esperado aos 2 meses de prateleira, uma vez que se notou um sabor incharacterístico e suspeitou-se de uma possível contaminação por *Brettanomyces*. Para confirmar realizaram-se análises microbiológicas com os meios de cultura BrettAlert Agar e decidiu-se ir provando ao longo das semanas seguintes para verificar se havia desenvolvimento deste microrganismo.

No final concluiu-se que não havia contaminação de *Brettanomyces* apesar de o sabor e aroma não estarem de acordo com o estilo da cerveja desejado.

Os resultados das provas sensoriais da Letra C estão apresentados na **Tabela 9**.

Tabela 9. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra C

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>C</b>	L23/2021	0		0							0		
	L49/2021					0						0	
	L58/2021				0		0			0			
	L87/2021				0				0				
	L97/2021		-1	-1									
	L06/2022		+1				0						
	L18/2022		0										
	L27/2022	0											
	L36/2022		0										

A Letra C é uma *Oatmeal Stout* caracterizada por ter bastante corpo graças à elevada quantidade de malte utilizada. Esta quantidade elevada de malte e a pouca adição de lúpulo traduz-se numa maior estabilidade das características organoléticas ao longo do seu envelhecimento.

Através da análise dos resultados apresentados na **Tabela 9**, foi possível verificar que a Letra C é uma cerveja que manteve as suas características organoléticas e o seu comportamento como esperado ao longo do tempo de prateleira e não perdeu a qualidade até aos 11 meses após engarrafamento como esperado.

O lote L97/2021 foi o único lote que apresentou um comportamento pior do que o esperado aos 2 e 3 meses devido a uma carbonatação menor que o desejado para ser fiel ao seu estilo.

Na **Tabela 10** são apresentados os resultados das provas sensoriais da Letra D durante diferentes tempos de prateleira.

Tabela 10. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra D

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>D</b>	L36/2021	0					0					0	
	L52/2021				0			0			-1		
	L64/2021		0		0				0				
	L98/2021		0	0	0								
	L11/2022	+1				0							
	L26/2022		0										

A Letra D é uma *Red Ale* caracterizado pelo seu sabor e aroma caramelizado devido aos maltes utilizados, em equilíbrio com uma frescura frutada do lúpulo. Este último ingrediente é volátil e, portanto, é esperado que as características de frescuras do lúpulo se degradem ao longo do tempo e a cerveja se vá tornando mais adocicada devido à oxidação dos compostos do lúpulo.

Pela **Tabela 10**, foi possível verificar que a qualidade das características organolépticas desta cerveja se manteve ao longo do tempo até aos 11 meses.

O lote L52/2021 já apresentou degradação das suas características 10 meses após engarrafamento devido à diminuição da intensidade da frescura do lúpulo e apresentou um sabor mais adocicado o que é expectável para este tipo de cerveja.

Foram analisados vários lotes da Letra E ao longo do estágio e os resultados estão apresentados na seguinte tabela (**Tabela 11**).

A Letra E é uma cerveja com um teor alcoólico elevado e com pouco lúpulo, o que a torna mais estável ao longo do tempo e menos suscetível a contaminações e oxidação. Assim, esta cerveja tem uma validade maior e é esperado que esta cerveja não perca a qualidade durante o seu tempo de prateleira.

Tabela 11. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra E

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>E</b>	L13/2021		0	0	0									+1
	L50/2021							0				0		
	L91/2021			0				0						
	L95/2021			-1	-1									
	L07/2022		0	0										
	L20/2022		0											
	L30/2022		+1											
	L41/2022		0											

Em geral, foi possível verificar através da **Tabela 11** que a Letra E manteve a qualidade do aroma, sabor e aparência ao longo dos meses até ao 13º mês após engarrafamento como era de esperar para este estilo de cerveja.

O único lote que apresentou um comportamento pior do que o esperado foi o L95/2021 pois apresentou uma menor carbonatação do que o suposto.

Na **Tabela 12** estão apresentados os resultados das análises sensoriais feitas à Letra F.

A Letra F é uma *American Indian Pale Ale* caracterizada pelo amargor dos vários lúpulos adicionados na ebulição e no *dry-hopping* resultando em sabores e aromas frescos tropicais e cítricos. Devido à elevada quantidade de lúpulo adicionado, é esperado que esta cerveja perca a qualidade das suas características organoléticas mais cedo e é provável que ocorra oxidação.

Tabela 12. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra F

	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>F</b>	L79/2021	0						-1					
	L48/2021							-1				-1	
	L60/2021						0		-1		-1		
	L84/2021	0					0				-1		
	L94/2021		0	+1									
	L10/2022		0			0							
	L21/2022		0										
	L31/2022			0									

Através da análise da tabela acima apresentada (**Tabela 12**) foi possível concluir que esta cerveja manteve as características organoléticas esperadas durante 6 meses após engarrafamento e apresentou uma degradação de qualidade após este tempo. Os lotes L79/2021 e L48/2021 apresentaram ainda sinais de refermentação aos 7 meses.

Por fim, para a Letra G construiu-se a **Tabela 13** onde são apresentados os resultados das suas provas sensoriais.

Tabela 13. Resultados das provas sensoriais feitas da Letra G

Cerveja	Lote	Idade em que foram analisadas (meses)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>G</b>	L65/2021						0			0			
	L03/2022		0										
	L38/2022	0				0							

Como a Letra E, esta cerveja é caracterizada pelo seu elevado teor alcoólico e pouco lúpulo. Assim, é esperado que esta cerveja mantenha as suas características ao longo do tempo e não ocorra

oxidação nem refermentação.

Ao analisar os resultados apresentados na **Tabela 13** verificou-se que esta cerveja manteve a qualidade das suas características organoléticas ao longo do tempo como esperado. Todos os lotes produzidos estavam como esperado e eram fiéis à receita elaborada para este estilo de cerveja.

Concluiu-se assim que a prova sensorial, realizada ao longo do estágio, mostrou ser uma ferramenta indispensável para o controlo da qualidade da cerveja e graças a esta prova, foi possível detetar problemas e fazer ajustes às receitas de modo que as cervejas sejam fiéis ao seu estilo. No geral, todos os estilos de cerveja LETRA analisados se comportaram como esperado apesar da Letra F ter apresentado uma degradação de qualidade já aos 6 meses, mas é de notar que as garrafas analisadas se encontravam na zona de controlo de qualidade, que neste verão atingiu temperaturas mais altas podendo acelerar o processo de envelhecimento destas.

Para evitar futuras refermentações, como apresentadas na Letra A e Letra F, é importante a realização de testes de atenuação forçada para se atingir o valor de densidade final mais baixo possível e, assim, reduzir a quantidade final de açúcares fermentáveis na cerveja.

Decidiu-se que, no futuro, cada lote deveria ser avaliado nos primeiros 2 meses, depois entre os 4-7 meses e, por fim, nos seus 8-12 meses. Para a Letra E e Letra G, estas devem também ser analisadas aos 18 meses.

Além disso, implementou-se que de dois em dois meses, seria recolhido uma garrafa de cada lote do mercado de forma a analisar se as condições de transporte e armazenamento que estavam a ser praticadas influenciavam a qualidade da cerveja.

#### 4.1.4 Reutilização de Levedura

Inicialmente, criou-se um registo de reutilização de levedura (**Figura 22**) de fácil acesso de forma a controlar em que produção se reutilizou levedura, o tipo de levedura e os valores de concentração e viabilidade desta.

Assim, através da implementação deste registo é possível a rastreabilidade da levedura utilizada nas produções e identificar se a reutilização da levedura tem influência na qualidade final do produto caso se detete algum problema.

Para a reutilização da levedura definiu-se que a levedura deveria ser recolhida logo após a fermentação terminar e ser utilizada de imediato.

### Mapa de Levedura

Nome e Lote da Levedura: \_\_\_\_\_

Quantidade de Levedura: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

1ª Utilização (Lote e Cerveja): \_\_\_\_\_

### Reutilização de Levedura

Lote e tipo de cerveja	Data	Quantidade (L)	Viabilidade (%)	Concentração Celular (milhões de células/mL)

Figura 22- Registo de Reutilização de Levedura.

Após a determinação da concentração celular de levedura, o *Oculyze* calculava o volume de pasta de levedura necessário a adicionar para a quantidade de mosto a inocular. Se este volume necessário fosse possível e se a viabilidade fosse maior que 90 %, a levedura era apta para reutilização.

Ao longo do estágio registou-se 14 reutilizações da levedura SafAle US-05, 2 da SafLager W34/70, 3 da WLP 500, 3 da Verdant e 1 da WLP 066.

Na **Tabela 14** estão representadas as quantidades de levedura nova que se poupou nestas 14 reutilizações e o montante poupado no final durante este estágio.

O preço do programa *Oculyze* para analisar a concentração e viabilidade da levedura tem um custo de 68.10 € por mês à empresa, portanto, durante os 6 meses de estágio, a reutilização de levedura implicou uma despesa de 409 €.

Tabela 14. Resumo da poupança ao reutilizar levedura durante o estágio

<b>Levedura</b>	<b>Quantidade de Levedura nova que se poupou (Kg)</b>	<b>Preço da Levedura (€/ Kg)</b>	<b>Montante Poupado (€)</b>
<b>SafAle US-05</b>	25	76	1889
<b>SafLager W34/70</b>	6	125	751
<b>WLP 500</b>	5	272	1360
<b>Verdant</b>	2	208	416
<b>WLP 066</b>	1,5	95	142
<b>TOTAL</b>			<b>4558</b>

Pela análise da **Tabela 14**, concluiu-se que esta reutilização resultou numa poupança de 4558 €, aos quais se subtraiu a despesa do programa, obtendo uma poupança total final de 4149 € durante o estágio.

Através da observação dos resultados das análises ao teor alcoólico e sensoriais, concluiu-se que a reutilização da levedura não influenciava a qualidade da cerveja e, portanto, era vantajoso a sua prática uma vez que se traduz numa diminuição dos custos.

#### 4.1.5 Resumo Plano de Controlo de Qualidade

Resumindo, os métodos de controlo químico de medição do pH e da densidade já se encontravam definidos, mas implementou-se a sua medição diariamente assim como o registo das temperaturas todos os dias durante a fermentação. Assim, no fim deste projeto, a FermentUM realiza a medição e registo destes três parâmetros durante a produção (brassagem, filtração e ebulição) e todos os dias durante a fermentação. Verificou-se que existia alguma variabilidade nos valores de densidade final obtidos em relação ao limite desejado, por tanto, o próximo passo será realizar testes de atenuação na empresa de forma a analisar o valor de densidade final possível de obter e assim atingir uma maior aproximação dos valores. Ao normalizar estes valores, também será possível aproximar os valores de teor alcoólico obtidos ao valor do rótulo. No final deste controlo, é possível aumentar a reprodutibilidade e consistência entre lotes para cada tipo de cerveja.

A análise ao teor alcoólico deverá ser realizada mensalmente para todos os lotes produzidos, incluindo Letra *Craft Trials* e Letra *Collabs*, por parte de outra entidade.

Implementou-se que as análises microbiológicas seriam realizadas na empresa, através dos meios de cultura LCSM e WLD já prontos ou equipamento com PCR, antes e depois do engarrafamento da cerveja.

O método da análise sensorial já estava definido na empresa, implementou-se apenas a sua realização mensal de todos os lotes produzidos e a recolha de cerveja do mercado para análise de dois em dois meses. Este controlo foi essencial para detetar problemas e fazer ajustes às receitas de modo que as cervejas sejam fiéis ao seu estilo.

O método de medição de concentração e medição da levedura também já se encontrava definido, implementou-se o seu registo num Mapa de Levedura criado e de fácil acesso a toda a equipa de produção. A reutilização de levedura demonstrou não afetar a qualidade da cerveja e provocou uma poupança total final de 4149 € durante o estágio.

Por fim, implementou-se o registo dos resultados de todos os métodos de controlo digitalmente.

## 4.2 Implementação do Sistema HACCP

### 4.2.1 Pré-Requisitos

Através da auditoria de diagnóstico foi possível avaliar os programas de pré-requisitos implementados na empresa.

#### **a) Edifício e Instalações**

As instalações da empresa apresentavam divisão entre a zona de receção de matéria-prima, a zona de produção, a zona de enchimento e a zona de armazenamento dos produtos e em todas elas eram aplicadas as boas práticas de higiene. A sua construção e disposição permitiam a limpeza, desinfeção, manutenção e evitava a acumulação de sujidade.

O pavimento da empresa era mantido em boas condições, construído com material impermeável e de fácil limpeza.

No caso das paredes, estas também apresentavam boas condições e eram de fácil limpeza. Por fim, os tetos foram construídos de maneira a evitar a acumulação de sujidade.

No caso das janelas, estas apresentavam proteção contra insetos que facilmente eram removíveis para limpeza e as portas eram superfícies lisas sendo de fácil limpeza e desinfeção.

Todas as instalações apresentavam ventilação e luz natural/artificial suficiente, estando o sistema iluminação protegido para evitar a contaminação caso as lâmpadas se partam.

Existiam instalações sanitárias suficientes com autoclismo conectadas a um sistema de esgoto

eficaz e estas não tinham ligação direta à zona de produção. Os lavatórios tinham água corrente fria e quente e secagem higiénica, e possuíam sabão ou desinfetante em todos. Mas não utilizavam torneiras automáticas. Assim, aconselhou-se a utilização de folhas de papel descartáveis para fechar a torneira para evitar o contacto direto.

O layout da empresa era adequado uma vez que evitava os cruzamentos de circuitos das matérias-primas e do produto.

### **b) Equipamentos**

Os equipamentos eram de material adequado, mantidos em boas condições e sempre limpos e desinfetados quando necessário. Estes eram instalados de forma a permitir uma limpeza adequada. Os equipamentos de frio tinham indicador de temperatura e começou-se a realizar o seu registo diariamente no IMP. 11 (**Anexo B**).

Por fim, foi apontado como não conformidade a não realização de calibração dos equipamentos. Segundo o Decreto de Lei nº291/90, os termómetros e balanças devem ser calibrados todos os anos, e as camaras de refrigeração trimestralmente. Assim, foi necessário a implementação do registo de manutenção dos equipamentos no IMP.09 (**Anexo C**) e também na Ficha Individual do Equipamento (IMP.07 no **Anexo D**).

### **c) Matérias-primas**

De modo a complementar uma seleção rigorosa dos fornecedores que a empresa realizava, foi elaborado um questionário para estes responderem e serem avaliados como fornecedor aceitável ou não aceitável, de forma a garantir a qualidade das matérias-primas (IMP.03 apresentado no **Anexo E**).

A pontuação da avaliação foi calculada segundo a fórmula da Equação 4 do **Anexo E** e se este valor fosse maior que 49, então o fornecedor seria considerado aceitável. Os resultados encontram-se apresentados na **Tabela 15** para os cinco principais fornecedores de matéria-prima da FermentUM.

Tabela 15. Resultados Inquérito de Fornecedores

<b>Empresa</b>	<b>Matéria-Prima</b>	<b>Pontuação da Avaliação</b>	<b>Resultado</b>
<b>Castle Malting</b>	Cereal	94,74	Aceitável
<b>Molina</b>	Cereal	100	Aceitável
	Lúpulo		
	Levedura		
<b>AgroNET</b>	Cereal	56,76	Aceitável
	Levedura		
	Adjuvantes		
<b>Yakima</b>	Levedura	100	Aceitável
<b>White Labs</b>	Levedura	Não respondeu	

Analisando a **Tabela 15**, concluiu-se que a Castle Malting, Molina, AgroNet e Yakima eram fornecedores aceitáveis pois a sua pontuação foi maior que 49.

Na auditoria foi apontado como não conformidade os registos de receção de matéria-prima. Assim, para resolver este problema foi implementado o registo de receção de matéria-prima no IMP.01 (**Anexo F**) em que se avalia as condições higiénicas de descarga, o estado do produto, da embalagem e a documentação.

#### **d) Higienização**

A empresa cumpria o plano de higienização de modo a limpar e desinfetar adequadamente as instalações e os equipamentos. Assim, toda a sujidade visível era removida, utilizava-se sempre o máximo de água quente possível e utilizava-se detergentes e desinfetantes adequados que vinham acompanhados com fichas técnicas. Os equipamentos de limpeza eram armazenados num local apropriado.

O plano de higienização (**Anexo H**) inclui a frequência, os utensílios a utilizar, o método e o responsável de cada zona. Este plano foi atualizado e afixado nas instalações.

Foi também necessário implementar o Registo de Higienização das Instalações (IMP.10 apresentado no **Anexo G**) e fazer o controlo desse registo semanalmente.

Por fim, para verificar o estado de limpeza recorria-se ao controlo visual diariamente e a eficácia da higienização era garantida através de análises microbiológicas/químicas realizadas pelo plano de controlo de qualidade.

#### **e) Controlo de Pragas**

Para a realização do controlo de pragas, a empresa contratou uma empresa especializada neste controlo.

Assim, existem armadilhas instaladas para roedores e pragas rastejantes e voadoras, em número adequado e situados estrategicamente. As paredes exteriores não têm fissuras, existem insetocaptadores e as zonas de drenagem são devidamente tapadas.

Apesar disso, a porta da zona de produção e da zona de armazenamento encontram-se várias vezes abertas mesmo sem haver carga ou descarga. O portão da zona de produção encontra-se várias vezes aberto devido à descarga de dreche após produção e o portão da zona do armazenamento também devido ao transporte de materiais para outro armazém exterior.

Para este problema ser resolvido, alertou-se os trabalhadores para fechar as portas assim que possível e para os perigos envolvidos.

#### **f) Gestão de Resíduos**

A empresa tem um sistema de esgotos adequados e os resíduos são retirados da área de produção o mais rápido possível. No caso do dreche, este é removido logo da área de produção e depois recolhido por uma empresa para fazer o seu reaproveitamento.

Os resíduos de plástico e de cartão são colocados em recipientes próprios na zona de expedição e despejados apenas no final da semana. O vidro é despejado num contentor fechado fora da fábrica.

#### **g) Abastecimento de Água**

A água é fornecida através da rede pública e, portanto, é feito o seu controlo de qualidade regularmente.

#### **h) Higiene Pessoal e Formação**

Para evitar contaminações durante todo o processo, os trabalhadores mantêm um grau elevado de higiene pessoal e lavam/desinfetam as mãos regularmente seguindo as instruções de trabalho. Além disso, não utilizam jóias, nem unhas ou pestanas falsas na zona de produção e nem fumam,

comem e cospem nessa mesma zona.

Verificou-se que na empresa os trabalhadores não utilizam vestuário completo, faltando a proteção da barba e touca. Assim, sugeriu-se a implementação da sua utilização.

No caso da formação, os trabalhadores estão com formação adequado para o desempenho das suas funções e estão sensibilizados para os perigos identificados durante todo o processo.

#### 4.2.2 Plano HACCP

Para auxiliar a implementação do plano HACCP na empresa começou-se pelas etapas preliminares.

##### **1. Definição da Equipa HACCP**

A equipa deve ser multidisciplinar e incluir responsáveis por diferentes atividades. Na FermentUM a equipa já se encontrava definida e correspondia a estes requisitos.

##### **2. Descrição do Produto**

A descrição completa e detalhada do produto, incluindo informações sobre a sua composição, características físico/químicas e durabilidade encontra-se nas Fichas Técnicas que foram elaboradas para cada tipo de cerveja. No **Anexo I** está um exemplo de uma ficha técnica elaborada, neste caso para a Letra G.

##### **3. Identificação do uso**

As cervejas produzidas pela FermentUM podem ser consumidas pela população em geral, exceto menores de 18 anos e não é recomendado a grávidas e lactantes.

##### **4. Construção e Verificação do Fluxograma**

O fluxograma da produção da FermentUM (**Figura 23**) foi construído pela equipa HACCP e engloba todas as etapas de produção, entradas de matérias-primas e resíduos. Foi necessário fazer a descrição de todas as etapas e depois, o fluxograma foi verificado várias vezes na empresa enquanto se acompanhava o processo.

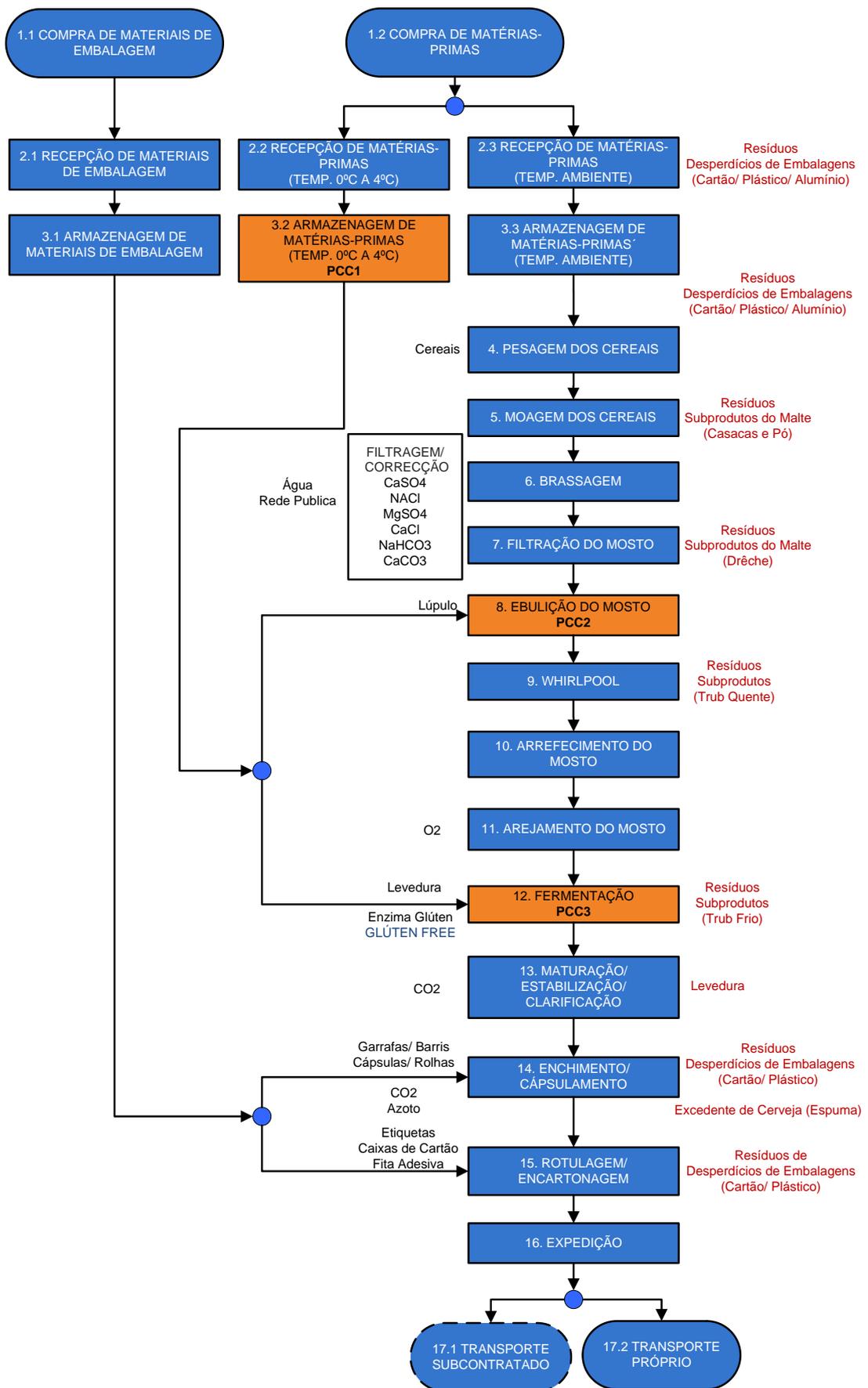


Figura 23- Fluxograma de Produção de Cerveja na FermentUM e identificação dos pontos críticos de controlo a laranja.

Os primeiros cinco princípios do sistema HACCP já estavam definidos e estabelecidos na empresa. Assim foi apenas necessário implementar a verificação do plano HACCP e ajudar na finalização da documentação e conservação de registos.

### **Verificação do Plano HACCP**

É necessário definir procedimentos para verificar se o HACCP está a funcionar com sucesso, verificar se o plano está a ser seguido de forma contínua e se as medidas de controlos estão a ser eficazes a controlar os perigos como pretendido.

Assim, ao longo do estágio foi realizado o acompanhamento de todo o processo para verificar se o plano HACCP estava a ser cumprido, desde o cumprimento dos pré-requisitos, ao registo de todos os impressos de registo implementados.

Para verificar o sistema e se este é eficaz no controlo de perigos, foram realizadas análises químicas, microbiológicas e sensoriais ao produto final que foram implementadas durante o estágio e estão definidas no capítulo 3.1 deste projeto.

### **Documentação e Conservação de Registos**

Todos os documentos associados ao plano HACCP estão no Manual de Segurança Alimentar elaborado pela equipa HACCP.

Este Manual não estava completo aquando do início do estágio, assim implementou-se os seguintes documentos:

- Auditoria de diagnóstico;
- Plano de manutenção e calibração dos equipamentos;
- Registo de manutenção dos equipamentos;
- Registo de temperatura dos equipamentos de frio;
- Registo de receção de matéria-prima;
- Plano de higienização;
- Registo de higienização;
- Fichas técnicas;
- Instruções de trabalho de enchimento e produção.



apresentados nos **Anexos F, G, B e C**, respetivamente, mas em formato Excel.

A calendarização das análises de controlo e os seus resultados também são registados em formato Excel (**Anexo J e Anexo K**).

Para ser possível este registo e a identificação do seu responsável, sugeriu-se a criação de códigos para cada colaborador e estes ficheiros são partilhados. Além disso, de modo a facilitar estes registos, foi colocado um computador na zona do armazenamento.

## 5. Conclusões

O principal desejo da empresa é garantir a qualidade de todas as cervejas produzidas garantindo que esta não tenha defeito, seja fiel ao seu estilo e que seja consistente, de modo a ir de encontro às expectativas do cliente.

O objetivo deste projeto foi definir um plano de controlo de qualidade sólido e assim, ser possível diminuir a variabilidade e discrepância entre lotes da mesma receita e atingir a qualidade em todas as cervejas produzidas. Para estabelecer um plano de controlo, foi necessário definir os parâmetros químicos/físicos, microbiológicos e sensoriais a controlar, os procedimentos e as etapas do processo de produção de cerveja em que se irá aplicar.

Assim, implementou-se a medição diária e o registo dos valores de pH e densidade desde o primeiro dia de fermentação até ao final desta. Com este controlo é possível monitorizar a fermentação e detetar problemas como contaminações e/ou problemas relacionados com atenuação da levedura.

O teor alcoólico também foi um parâmetro de controlo do plano, uma vez que afeta diretamente a qualidade do produto final e é necessário para garantir que cumpre a legislação em vigor. Através dos desvios observados na última análise do teor alcoólico realizado pelo laboratório interno da Adega, decidiu-se incluir no plano de controlo a análise mensal deste parâmetro para todos os lotes produzidos por outra entidade.

Para garantir que a cerveja não apresenta contaminações, implementou-se análises microbiológicas, antes e depois do enchimento da cerveja. Após as recomendações feitas, a empresa começou a testar o equipamento com o método de amplificação de PCR para a deteção qualitativa e quantitativa de bactérias *Lactobacillus* e *Pediococcus* e leveduras para a realização deste controlo.

Por fim, o plano de controlo inclui provas sensoriais mensais de todos os lotes produzidos em diferentes idades de modo a avaliar o seu envelhecimento e detetar possíveis contaminações. Além disso, será recolhido amostras do mercado para analisar de dois em dois meses. Durante o estágio, este controlo foi essencial para detetar problemas e fazer ajustes às receitas.

Para diminuir a variabilidade nos valores de densidade final obtidos em relação ao limite desejado e evitar as refermentações em garrafa aconselha-se a realização de testes de atenuação forçada na empresa no futuro.

Implementou-se e realizou-se o registo de todos os resultados das análises do plano de controlo de forma a analisar e comparar com vários lotes.

O HACCP é uma ferramenta preventiva fundamental para atingir a segurança alimentar e garantir também a qualidade do produto final. Mas primeiro, é necessário garantir que os Programas de Pré-Requisitos (PPR) estão bem definidos e a ser cumpridos. Para tal, realizou-se uma auditoria de diagnóstico para avaliar os PPR implementados na FermentUm e através desta, verificou-se algumas não conformidades. De modo a corrigir implementou-se o registo de manutenção dos equipamentos, registo do plano de higienização, registo de receção de matérias-primas e alertou-se para manter as portas sempre fechadas e para a utilização de proteção de barba e touca. Foi ainda, elaborado um questionário aos fornecedores para serem avaliados, concluindo que a Castle Malting, Molina, AgroNet e Yakima eram fornecedores aceitáveis.

Auxiliou-se na conclusão das etapas preliminares do plano HACCP e confirmou-se se a equipa HACCP se encontrava definida, desenvolveu-se fichas técnicas das cervejas e concluiu-se a descrição das etapas no fluxograma e a sua confirmação ao longo do estágio.

No final, realizou-se a verificação do plano e foi possível completar a documentação e a conservação dos registos.

Assim, com um plano de controlo de qualidade definido e com o plano HACCP a ser cumprido, a FermentUM consegue garantir a qualidade e segurança dos seus produtos de modo a satisfazer os clientes e garantir os valores da marca da empresa. Além disso, consegue atingir a diminuição de variabilidade e aumentar a consistência de todos os lotes.

## 6. Bibliografia

- Anderson, H. E., Santos, I. C., Hildenbrand, Z. L., & Schug, K. A. (2019). A review of the analytical methods used for beer ingredient and finished product analysis and quality control. *Analytica Chimica Acta*, 1085, 1–20. <https://doi.org/10.1016/J.ACA.2019.07.061>
- ASAE. (2007). *HACCP*. <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>
- Badrudin, M. (2019). *Microbiology applied to a microbrewery: from yeast management to quality control* [Instituto Técnico de Lisboa]. <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/microbio/dissertacao/283828618790495>
- Baptista, P., & Venâncio, A. (2003). *Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos* (L. Forvisão: Consultoria em Formação Integrada (ed.); 1st ed.). Forvisão: Consultoria em Formação Integrada, Lda. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/33398>
- Barbosa, M. da C. (2014). *Estudo da utilização de farinha de castanha no processo de produção de cerveja* [Universidade do Minho]. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/35556>
- Breda, C., Barros, A. I., & Gouvinhas, I. (2022). Characterization of bioactive compounds and antioxidant capacity of Portuguese craft beers. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100473. <https://doi.org/10.1016/J.IJGFS.2022.100473>
- Bruner, J., Williams, J., & Fox, G. P. (2020). Further Exploration of Hop Creep Variability with *Humulus lupulus* Cultivars and Proposed Method for Determination of Secondary Fermentation. *Technical Quarterly*, 57(3), 169–176. <https://doi.org/10.1094/TQ-57-3-1002-01>
- Codex Alimentarius. (2011). General Principles of Food Hygiene. *International Food Standards*.
- Comissão Europeia. (2016). Comunicações das Instituições, Órgãos e Organismos da União Europeia. *Jornal Oficial Da União Europeia*. [http://ec.europa.eu/food/fvo/overview\\_reports/details.cfm?rep\\_id=78](http://ec.europa.eu/food/fvo/overview_reports/details.cfm?rep_id=78)
- Dragone, G., Mussatto, S., Nogueira, A. D., & Silva, J. B. A. (2007). Produção de cerveja: microrganismos deteriorantes e métodos de detecção. *Brazilian Journal of Food Technology*, 10, 240–251. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/16769>
- Eaton, B. (2017). An Overview of Brewing. *Handbook of Brewing*, 53–66. <https://doi.org/10.1201/9781351228336-3>

- Eblinger, H. M., & Narziß, L. (2009). Beer. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*.  
[https://doi.org/10.1002/14356007.A03\\_421.PUB2](https://doi.org/10.1002/14356007.A03_421.PUB2)
- Farber, M., & Barth, R. (2019). *Mastering Brewing Science: Quality and Production* (1st ed.). Wiley.  
[https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=rEmgDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=Barth,+R.+\(2013\).+The+Chemistry+of+Beer.+1st+ed.+John+Wiley+%26+Sons,+Inc.&ots=I9cqDSd1fp&sig=QDc5fkX0PB-P-ZvEJiFqQ\\_778xs&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=rEmgDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=Barth,+R.+(2013).+The+Chemistry+of+Beer.+1st+ed.+John+Wiley+%26+Sons,+Inc.&ots=I9cqDSd1fp&sig=QDc5fkX0PB-P-ZvEJiFqQ_778xs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- FDA. (1997, August). *HACCP Principles & Application Guidelines*. FDA.  
<https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines#app-a>
- Goldammer, T. (2008). Barley Malts. In *he Brewer's Handbook: A Complete Book to Brewing Beer* (2nd ed.). Apex Publishers.
- Goldman, J. (2020, January 25). *Learning Lab: Standard Hops Additions*. Beer & Brewing.  
<https://beerandbrewing.com/learning-lab-standard-hops-additions/>
- Guerreiro, M. (2018). *Craft beer: from fermentation monitoring and optimization to microbiological quality control programme* [Insitituto Superior Técnico de Lisboa].  
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/cursos/microbio/dissertacao/1409728525632029>
- Holbrook, C. J. (2020). Brewhouse operations. In *The Craft Brewing Handbook* (pp. 65–109). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102079-1.00003-5>
- Hopfer, H., McDowell, E. H., Nielsen, L. E., & Hayes, J. E. (2021). Preferred beer styles influence both perceptual maps and semantic descriptions of dry hops. *Food Quality and Preference*, *94*, 104337. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2021.104337>
- Linko, M., Haikara, A., Ritala, A., & Penttilä, M. (1998). Recent advances in the malting and brewing industry. *Journal of Biotechnology*, *65*(2–3), 85–98. [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(98\)00135-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(98)00135-7)
- Machado, J. C., Faria, M. A., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2019). Hops: New Perspectives for an Old Beer Ingredient. *Natural Beverages*, 267–301. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00010-9>
- Michael Eblinger, H. (2009). *Handbook of Brewing* (H. Michael Eblinger (ed.)). Wiley-VCH.
- Midwest Supplies. (2019, November 4). *What is Dry Hopping?*.  
<https://www.midwestsupplies.com/blogs/bottled-knowledge/dry-hopping-beer>
- Parker, D. K. (2012). Beer: production, sensory characteristics and sensory analysis. *Alcoholic*

- Beverages*, 133–158. <https://doi.org/10.1533/9780857095176.2.133>
- Pires, A. R., Saraiva, M., & Rosa, Á. (2012). Explorando a Sinergia entre a Gestão da Qualidade Total e a Inovação. *TMQ, Techniques, Methodologies and Quality- N.º3*. <http://www.apq.pt>
- Portaria 1/96. (1996). *Portaria 1/96*. Diário Da República. <https://dre.tretas.org/dre/71704/portaria-1-96-de-3-de-janeiro>
- Reed, R., Lemak, D. J., & Mero, N. P. (2000). Total quality management and sustainable competitive advantage. *Journal of Quality Management*, 5(1), 5–26. [https://doi.org/10.1016/S1084-8568\(00\)00010-9](https://doi.org/10.1016/S1084-8568(00)00010-9)
- Rettberg, N., Biendl, M., & Garbe, L. A. (2018). Hop Aroma and Hoppy Beer Flavor: Chemical Backgrounds and Analytical Tools—A Review. <https://doi.org/10.1080/03610470.2017.1402574>, 76(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/03610470.2017.1402574>
- Schwarz, P., & Li, Y. (2010). Malting and brewing uses of Barley. *Barley: Production, Improvement, and Uses*, 478–521. <https://doi.org/10.1002/9780470958636.CH15>
- Singh, K., Kumar, R., Choudhary, V., & Kumar, T. (2018). HACCP Implementation on beer production from barley. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5, 140–145.
- Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox* (2nd ed.). William A. Tony.
- Vanne, L., Karwoski, M., Karppinen, S., & Sjöberg, A. M. (1996). HACCP-based food quality control and rapid detection methods for microorganisms. *Food Control*, 7(6), 263–276. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(96\)00064-3](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(96)00064-3)
- Villacreces, S., Blanco, C. A., & Caballero, I. (2022). Developments and characteristics of craft beer production processes. *Food Bioscience*, 45, 101495. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2021.101495>

# **Anexos**

## Anexo A- Auditoria de Diagnóstico

Tabela 16. Auditoria de Diagnóstico

<b>1- Instalações</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. Devem ser limpas e apresentar boas condições.	X	
2. A sua construção, disposição e localização devem permitir:		
a) A limpeza e desinfeção sempre que necessário e a sua manutenção;	X	
b) Evitar acumular sujidade e o contacto com materiais tóxicos;	X	
c) A aplicação de boas práticas de higiene;	X	
d) Fornecer condições adequadas para manuseamento e armazenagem.	X	
3. O pavimento deve ser mantido em boas condições e de fácil limpeza. Para tal, devem utilizar material impermeável, não absorvente, lavável e não tóxico.	X	
4. O piso deve ser construído com materiais impermeáveis, antiderrapantes e laváveis e permitir um escoamento adequado;	X	
5. As paredes devem apresentar boas condições, ser de fácil limpeza e ser desinfetadas sempre que necessário. Para tal, devem utilizar material impermeável, não absorvente, lavável e não tóxico	X	
6. Os tetos devem ser construídos de maneira a evitar a acumulação de sujidade.	X	
7. As janelas devem ser construídas de maneira a evitar a acumulação de sujidade. As janelas que abrem para o exterior devem apresentar redes de proteção contra insetos, facilmente removíveis para limpeza.	X	
8. As portas devem ser facilmente limpas e desinfetadas. Para tal, usar superfícies lisas e não absorventes.	X	
9. Apresentar ventilação natural ou mecânica adequada e suficiente.	X	
10. Apresentar uma luz natural e/ou artificial adequada.	X	
11. O sistema de iluminação deve ser fácil de limpar e apresentar proteção para evitar a contaminação caso as lâmpadas se partam.	X	
12. Deve apresentar locais de armazenamento separados para as matérias-primas, para os recipientes dos alimentos e para os materiais de embalagem.	X	
13. Apresentar número adequado de lavatórios destinados à lavagem das mãos devidamente localizados. Estes lavatórios devem ter água corrente quente e frias, materiais de limpeza das mãos e secagem higiénica.	X	
14. Devem existir instalações sanitárias em número suficiente com autoclismo e conectadas a um sistema de esgoto eficaz.	X	
15. Os vestiários devem ser limpos e arrumados havendo uma separação entre o espaço dedicado à roupa normal, a roupa de trabalho limpa e a roupa de trabalho usada.	X	
16. Deve haver desinfetantes ou sabão, toalhas de utilização única e é preferível utilizar torneiras automáticas.		X
17. As instalações sanitárias devem apresentar ventilação adequada, natural ou mecânica.	X	
18. Deve haver mecanismos de descarga de água com pedal para pés ou braços, e avisos para lavar as mãos colocados estrategicamente.	X	
19. As instalações sanitárias não podem ter ligação direta à zona de produção.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>1</b>

<b>2- Equipamentos</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. Devem estar limpos e, sempre que necessário, desinfetados.	X	
2. Devem ser de materiais adequados e mantidos em boas condições de arrumação e bom estado de conservação.	X	
3. Devem ser instalados de maneira a permitir uma limpeza adequada.	X	
4. A manutenção e reparação deve ser feita com produtos não tóxicos ou venenosos.	X	
5. Equipamentos de frio com indicador de temperatura.	X	
6. Os equipamentos de registo devem estar limpos e ser adequados ao contacto com os alimentos.	X	
7. A calibração dos equipamentos deve ser realizada de forma regular. Nas balanças e termómetros deve ser realizada anualmente e câmaras de refrigeração trimestralmente.		X
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

<b>3- Matérias-primas</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. Seleção rigorosa dos fornecedores.	X	
2. Registos de receção de matérias-primas avaliando a conformidade dos produtos.		X
3. Devem ser armazenadas e conservadas em condições adequadas para evitar a deterioração e para proteger de contaminações.	X	
4. Devem ser devidamente rotuladas.	X	
5. Existir separação entre produtos alimentares e outros.	X	
6. Registo de expedição (rastreabilidade).	X	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

<b>4- Higienização</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. A sujidade visível deve ser removida segundo a ordem: limpeza, enxaguamento, desinfecção, enxaguamento.	X	
2. Utilizar o mais possível água quente na limpeza.	X	
3. Utilizar detergentes e desinfetantes adequados.	X	
4. Deve haver informações técnicas sobre os detergentes e agentes de desinfecção.	X	
5. Os materiais e métodos de limpeza dos equipamentos devem ser diferentes entre zonas muito ou pouco contaminadas.	X	
6. Os químicos de limpeza e desinfecção devem ser manuseados com cuidado e de acordo com as instruções, como por exemplo, usar diluições corretas, tempo de contacto.	X	
7. Os equipamentos de limpeza devem ser armazenados num local apropriado e de forma a evitar contaminação. Devem também ser mantidos limpos e substituídos periodicamente.	X	
8. Recorrer a controlo visual do estado de limpeza.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>0</b>

<b>5- Controlo de pragas</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. As paredes exteriores não devem ter fissura ou racha.	X	
2. Deve existir ecrãs anti-insetos nas janelas.	X	
3. As portas devem permanecer fechadas, exceto durante carga e descarga.		X
4. Se existir uma poça de água no interior, esta deve ser resolvida rapidamente.	X	
5. Deve existir um programa de controlo de pragas: instalação de armadilhas para roedores e pragas rastejantes e voadoras, em número adequado e situados estrategicamente.	X	
6. Contrato com uma empresa especializada.	X	
7. As pragas e insetos mortos devem ser eliminados frequentemente.	X	
8. Buracos e zonas de drenagem devem ser tapados.	X	
9. A entrada de animais é proibida.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>1</b>

<b>6- Gestão de Resíduos</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. Sistema de esgotos adequados, sem risco de contaminação.	X	
2. Os resíduos alimentares e subprodutos não alimentares são retirados da área de produção o mais rápido possível.	X	
3. Estes resíduos devem ser depositados em contentores que se possam fechar e devem ser mantidos em boas condições.	X	
4. A recolha e eliminação dos resíduos deve ocorrer de forma adequada e em zonas livres de animais e parasitas.	X	
5. As águas residuais devem ser eliminadas higienicamente e respeitando o meio-ambiente.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

<b>7- Abastecimento de água</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. O abastecimento de água potável deve ser adequado e deve ser utilizada sempre que necessário.	X	
2. Controlo da qualidade da água.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

<b>8- Higiene Pessoal e Formação</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>
1. Os trabalhadores devem manter um grau de higiene pessoal elevado.	X	
2. Devem utilizar vestuário adequado, limpo e que confira proteção.		X
3. Se algum trabalhador tiver feridas infetadas, infeções cutâneas, inflamações ou diarreia é proibida a manipulação de géneros alimentícios.	X	
4. Devem lavar e desinfetar as mãos regularmente.	X	
5. As salas destinadas a comer, beber e fumar devem ser separadas e limpas.	X	
6. O kit primeiro-socorros deve ser de fácil acesso e disponível para uso imediato.	x	
7. Os trabalhadores não podem fumar, cuspir, mastigar, comer e beber na zona de produção.	X	
8. Não deve ser utilizado joias, unhas e pestanas falsas na zona de produção.	X	
9. Os trabalhadores devem ter formação adequada para o desempenho das suas funções.	X	
10. Os trabalhadores devem demonstrar competências suficientes e estarem sensibilizados para os perigos identificados durante os processos de produção, armazenagem e transporte.	X	
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

**C- Conforme; NC- Não conforme;**

## Anexo B- Registo de Verificação das Temperaturas dos Equipamentos de Frio

Tabela 17. Registo de Verificação das Temperaturas dos Equipamentos de Frio

MÊS: _____ ANO: _____	EQUIPAMENTO DE FRIO N.º _____					Observações	
	Início do Dia Temperatura (°C)		Responsável (Rubrica)	Fim do Dia Temperatura (°C)			Responsável (Rubrica)
	C	NC		C	NC		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

**C** – Conforme    **NC** – Não Conforme





## Anexo E- Inquérito a Fornecedores

Tabela 20. Inquérito de Fornecedores

QUESTION	YES	NO	Observation
1. Is the company certified according to ISO 22000:2005 or <i>Codex Alimentarius</i> ?	80	0	Name of the Certifying Entity _____
Do/Did you send a copy of the Certificate?	20	0	
If the company is certified <b><u>STOP HERE</u></b> , if the company is not Certified <b><u>CONTINUE WITH THE QUESTIONNAIRE</u></b>			
3. Does the company have any type of certification?	5	0	Which one? _____
4. Does the company have a HACCP system implemented or is it in the implementation phase of a HACCP system (Based on Regulation (EC) No. 852/2004 and on the principles of <i>Codex Alimentarius</i> / ISO 22000)?	30	-30	Since When? _____
If <b><u>NO</u></b> , does the company intend to implement this type of system?	5	0	When? _____
5. Is the company implementing another type of management system?	5	0	Which one? _____

QUESTION	YES	NO	N/A	Observations
<b>6. REQUIREMENTS APPLICABLE TO THE FACILITIES</b>				
Are the facilities clean and in good condition?	5	0		
Do the design, construction, location and dimensions allow for adequate maintenance, cleaning and/or adequate disinfection?	5	0		
Are non-food products properly separated from food products?	5	0		
Are there adequate sanitation facilities in sufficient numbers?	5	0		
Are the changing rooms separated by sex, with showers, lockers and benches?	5	0		
Are there adequate handwashing facilities, with devices for gels and wipes, and a supply of hot and cold potable water?	5	0		
When applicable, is the proper distinction made between the area intended for washing equipment and utensils, and the area intended for washing generous food, ensuring hot and cold drinking water supply in both situations?	5	0		

Is natural/artificial ventilation adequate?	5	0		
Is natural/artificial lighting adequate, ensuring that the lamps are properly protected against possible breakages?	5	0		
<b>7. REQUIREMENTS APPLICABLE TO THE EQUIPMENT</b>				
Are all utensils, appliances and equipment suitable for the food industry and are they clean and in good condition?	5	0		
Whenever necessary, does the equipment have monitoring and control devices?	5	0		
<b>8. REQUIREMENTS APPLICABLE TO THE WATER</b>				
Is the supply of drinking water adequate, guaranteeing its quality with periodic analyses?	5	0		
<b>9. REQUIREMENTS APPLICABLE TO MAINTENANCE AND SANITATION</b>				
Are chemical products suitable for the food industry used, with the respective technical and safety data sheets?	5	0		
Are there cleaning programs that ensure proper cleaning of facilities, equipment and utensils?	5	0		

QUESTION	YES	NO	N/A	Observations
<b>10. REQUIREMENTS APPLICABLE TO SANITATION AND WASTE</b>				
Is the sewage system suitable for its intended purpose?	5	0		
Is the waste deposited in containers that can be closed, conveniently manufactured and operated without manual operation?	5	0		
Are appropriate measures taken for the collection and disposal of waste?	5	0		
Is there preventive pest control by specialized teams?	5	0		
Are the windows in the production areas protected with mosquito nets?	5	0		
<b>11. REQUIREMENTS APPLICABLE TO TRANSPORT</b>				
Are transport vehicles and containers used to transport foodstuffs kept clean and in good condition?	5	0		
Is the food adequately protected during transport, ensuring its correct storage temperature (if applicable)?	5	0		
<b>12. REQUIREMENTS APPLICABLE TO PERSONAL HYGIENE</b>				
Do food handlers maintain a high standard of personal hygiene and, where appropriate, wear protective clothing, head coverings and protective footwear?	5	0		
Is anyone who suffers or thinks he suffers from a disease that is easily transmitted through food not allowed to stay in food handling areas?	5	0		

<b>13. REQUIREMENTS APPLICABLE TO FOOD</b>			
Are the raw materials and all the ingredients stored in the company kept under appropriate conditions?	5	0	
Is the thawing of foodstuffs, if applicable, carried out in such a way as to minimize the risk of the development of pathogenic microorganisms or the formation of toxins in the food?	5	0	
Is product freezing, if applicable, done in suitable equipment?	5	0	
<b>14. REQUIREMENTS APPLICABLE TO TRAINING</b>			
Are the staff who handle the food supervised and do they have adequate instruction and/or training in terms of food hygiene for the performance of their duties?	5	0	
Are there adequate training programs?	5	0	
<b>15. GENERAL REQUIREMENTS</b>			
Affordable price?	5	0	
Responsiveness?	5	0	
Location and accessibility of facilities?	5	0	

### **Critério de Avaliação**

$$P_A = \left( \frac{P_I}{P_M} \right) \times 100$$

Equação 4

Em que:

$P_A$  – Pontuação obtida na avaliação;

$P_I$  – Pontuação obtida no inquérito;

$P_{MA}$  – Pontuação máxima aplicável.



## Anexo G- Registo de Higienização das Instalações

Tabela 22. Registo Higienização das Instalações

MÊS: — ANO: —	(ZONA DE PRODUÇÃO/ ENCHIMENTO) PONTO HIGIENIZAÇÃO			OBSERVAÇÕES (Registrar no Verso)	VERIFICAÇÃO	
	Dias de Laboração	Semanal	Mensal		Data	Responsável (Rubrica)
	Utensílios de trabalho: - Colher de mistura - Baldes de pesagem de Mp's - Régua de medição Superfícies de trabalho/ Mesas Equipamentos de trabalho: - Balança digital de pesagem das Mp's - Capsulador/ Arrolhador - Linha de embalagem - Equipamentos em Inox (exterior) - Caldeira de vapor Lavatório e dispositivos de sabonete líquido e toalhetes de papel Contentores do lixo Pavimento/ Grelhas do escoamento Utensílios de higienização (mangueiras, esfregões, esponjas, baldes, esfregonas, panos, ...)	Prateleiras  Armário  Câmara de Conservação  Portas/ Janelas Paredes (Vidros)	Câmara de Conservação de Congelados  Tetos/ Sistema de iluminação/ Grelhas da ventilação (limpar)  Extintor (limpar) - Moinho (ar comprimido)  Equipamento insetocida (verificar tela)			
Responsável (Rubrica)						
1				/ /		
2				/ /		
3				/ /		
4				/ /		
5				/ /		
6				/ /		
7				/ /		
8				/ /		
9				/ /		
10				/ /		
11				/ /		
12				/ /		
13				/ /		
14				/ /		
15				/ /		
16				/ /		
17				/ /		
18				/ /		
19				/ /		
20				/ /		
21				/ /		
22				/ /		
23				/ /		
24				/ /		
25				/ /		

26					/ /	
27					/ /	
28					/ /	
29					/ /	
30					/ /	
31					/ /	

Anexo H- Plano de Higienização

**ZONA DE PRODUÇÃO/ ENCHIMENTO**

Tabela 23. Plano de Higienização

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Utensílios de trabalho: - Colher de mistura - Baldes de pesagem de Mp's - Régua de medição Equipamentos em inox (Exterior) Caldeira de vapor Utensílios de higienização (esfregões, esponjas, baldes, esfregonas, panos, ...)	<b>DIAS DE LABORAÇÃO</b>	Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>	N/A	Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO</b>  <b>REGISTO NO IMP.10</b>
		Toalhita Absorvente	<b>MidaSAN 311</b>		Passar toalhita absorvente com o produto, na superfície a desinfetar		
		N/A	<b>N/A</b>		Passar por água quente		
		Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>		Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente		
		Toalhita Absorvente	<b>MidaSAN 311</b>		Passar toalhita absorvente com o produto, na superfície a desinfetar		
Superfícies de trabalho/ Mesas Balança digital de pesagem das Mp's Capsulador/ Arrolhador Linha de embalagem Pavimento/ Grelhas do Escoamento Lavatório e dispositivos de sabonete líquido e toalhetes de papel Contentores do lixo	<b>DIAS DE LABORAÇÃO</b>	Rodo	<b>MidaFOAM 193</b>	Regulada pelo equipamento	Ligar o equipamento Passar a espuma com a mangueira nos locais a higienizar Deixar atuar 20 minutos Enxaguar com água	<b>USAR MASCARA NASOBICAL E ÓCULOS DE PROTECÇÃO</b>	
Pistola de Ar Comprimido		<b>N/A</b>	N/A	Limpar o interior e exterior do moinho até a remoção dos resíduos			

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Prateleiras Armário Câmara de Conservação de Congelados/ Descongelar	<b>SEMANAL</b>	Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>	N/A	Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	
		Toalhita Absorvente	<b>MidaSAN 311</b>		Passar toalhita absorvente com o produto, na superfície a desinfetar		

Paredes	<b>MENSAL</b>	Rodo	<b>MidaFOAM 193</b>	Regulada pelo equipamento	Ligar o equipamento Passar a espuma com a mangueira nos locais a higienizar Deixar atuar 20 minutos Enxaguar com água	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO  REGISTO NO IMP.10</b>
Portas/ Janelas Paredes (Vidros)		Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>	N/A	Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente		
Tetos/ Sistema de iluminação/ Grelhas da ventilação Extintor Equipamento insetocaçador (verificar tela)		Espanador, Pano Seco e Escova	<b>N/A</b>	N/A	Limpar teias de aranha ou quaisquer partículas suspensas	<b>N/A</b>	

## ARMAZÉM

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Pavimento e Paredes	<b>2 x SEMANA</b>	Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>	N/A	Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO REGISTO NO IMP.10</b>
Porta paletes/ Stacker Monta Cargas	<b>MENSAL</b>	Toalhita Absorvente	<b>MidaSAN 311</b>		Passar toalhita absorvente com o produto, na superfície a desinfetar		
Janelas (Vidros)		Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>		Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente		
Tetos/ Sistema de iluminação/ Grelhas da ventilação Janelas Estrados		Espanador, Pano Seco e Escova	<b>N/A</b>	N/A	Limpar teias de aranha ou quaisquer partículas suspensas  Verificar a integridade dos estrados em madeira	<b>N/A</b>	

### ZONA DE EXPEDIÇÃO DE PRODUTO

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Pavimento	<b>2 x SEMANA</b>	Rodo	<b>MidaFOAM 193</b>	Regulada pelo equipamento	Ligar o equipamento Passar a espuma com a mangueira nos locais a higienizar Deixar atuar 20 minutos Enxaguar com água	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO</b>  <b>REGISTO NO IMP.10</b>
Paredes Portão	<b>MENSAL</b>	Esponja Esfregão	<b>MidaFOAM 193</b>	N/A	Recolher resíduos Esfregar Enxaguar com água quente		
Tetos/ Sistema de iluminação/ Grelhas da ventilação Portão Extintor		Espanador, Pano Seco	<b>N/A</b>	N/A	Limpar teias de aranha ou quaisquer partículas suspensas	<b>N/A</b>	

### BALNEÁRIO/ VESTIÁRIO/ WC DOS FUNCIONÁRIOS

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Espelho Porta em Vidro	<b>2 x SEMANA</b>	Pulverizador e Papel Absorvente	<b>Solis Limpa Vidros Cristal</b>	Uso Direto	Pulverizar a superfície Limpar a superfície com papel absorvente	<b>N/A</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO</b>  <b>REGISTO NO IMP.10</b>
Pavimento		Balde e Esfregona	<b>Solis Biodet</b>	0,4 a 2%	Passar água quente no pavimento Recolher resíduos Passar esfregona com a solução Após 5 minutos de atuação da solução enxaguar com água quente	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	
Loiças Paredes Contentor do lixo Estrados Cacifos Suporte de líquido das mãos Suporte de toalhetes de papel		Pulverizador e Pano Seco			Pulverizar a superfície a limpar Deixar atuar 5 minutos Enxaguar com água quente Passar um pano seco		
Tetos/ Sistema de iluminação/ Grelhas da ventilação	<b>MENSAL</b>	Espanador e Pano Seco	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	Limpar teias de aranha ou quaisquer partículas suspensas	<b>N/A</b>	

## VEÍCULOS DE TRANSPORTE

ZONA	FREQUÊNCIA	UTENSÍLIO	QUÍMICO	DILUIÇÃO	MÉTODO	EQUIPAMENTO PROTECÇÃO	RESPONSÁVEL
Interior: Superfícies	<b>SEMANAL</b>	Pulverizador, Esfregão e Pano Seco	<b>Solis Biodet</b>	0,4 a 2%	Recolher resíduos Pulverizar a superfície a limpar Deixar atuar Esfregar (se necessário) Deixar atuar Enxaguar com água Limpar com pano seco	<b>USAR LUVAS E BATA</b>	<b>COLABORADOR DE SERVIÇO  REGISTO NO IMP.10</b>
Interior: Estrados		Escova	<b>N/A</b>	N/A	Escovar		
Exterior	<b>MENSAL</b>	Mangueira Escova macia	<b>Shampoo Auto 7</b>	600 ml par 5 L de água	Recolher resíduos Deixar atuar Esfregar Enxaguar com água	<b>N/A</b>	
Vidros		Pulverizador e Papel Absorvente	<b>Solis Limpa Vidros Cristal</b>	Uso Direto	Pulverizar a superfície Limpar a superfície com papel absorvente		

### REGRAS BÁSICAS:

- ✓ Antes de iniciar as operações de limpeza, proteger todos os géneros alimentícios;
- ✓ Separar os lixos de acordo com as práticas da autarquia local e efetuar a sua remoção diariamente, no final do serviço de limpeza das instalações, evitando a coincidência com o horário de receção de matéria-prima ou período de laboração. Utilizar recipientes apropriados, acionados por pedal, devidamente tapados e ensacados;
- ✓ Utilizar preferencialmente, para limpeza de bancadas e equipamentos, material descartável para evitar focos de contaminação;

- ✓ Não varrer a seco os pavimentos das áreas de manipulação de géneros alimentícios e toda a zona de armazenagem;
- ✓ A limpeza deve ser realizada sempre no sentido de cima para baixo e das áreas mais limpas, para as mais sujas:
  - Paredes e teto (se aplicável);
  - Superfícies acima do chão;
  - Equipamentos existentes nas áreas;
  - Instalações sanitárias;
  - Chão – é o último a limpar;
- ✓ Quando efetuar a limpeza, cobrir todas as partes elétricas dos equipamentos;
- ✓ Desmontar, quando possível, os equipamentos, de modo a remover todos os resíduos, lavar com água corrente, aplicar o detergente adequado e enxaguar. Quando previsto aplicar o desinfetante;
- ✓ O registo de higienização é efetuado pelo responsável pela operação no impresso associado, **IMP.10**.

#### **VERIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE HIGIENIZAÇÃO:**

Deverá ser feito regularmente um controlo para a verificação da adequação do plano de higienização e da execução do mesmo, que poderá ser:

- ✓ **Qualitativo**, através de uma verificação dos procedimentos de limpeza e desinfeção efetuados ou por inspeção visual;
- ✓ **Quantitativo**, através de controlo analítico (microbiológico/químico), **IMP.17**.

## Anexo I- Ficha Técnica Letra G

Tabela 24. Exemplo de ficha técnica

<p><b>Produto</b></p> 	<b>Denominação de Venda</b>		Cerveja Extra		
	<b>Descrição</b>		<b>LETRA G – Imperial Stout</b> – A Letra G é uma cerveja muito intensa e apresenta espuma cremosa, aroma e sabor a maltes torrados com notas de chocolate preto e café.		
	<b>Ingredientes</b>		Água, malte de <b>cevada, aveia</b> , lúpulo (Columbus) e levedura. Alergêneos: malte de cevada e malte de trigo		
	<b>Microbiológicas</b>		<b>Parâmetros Microbiológicos</b>	<b>V.M.A<sup>1</sup></b>	
			E. coli	Ausência em 100 ml	
			Coliformes	Ausência em 100 ml	
	<b>Químicas</b>		<b>Parâmetros Físico-químicos</b>	<b>V.M.A<sup>1</sup></b>	
			Teor de Acidez Total	≤ 3 g/l (expresso em ácido láctico)	
			Teor de Acidez Volátil	36 g em 100 ml (expresso em ácido acético)	
			pH	3,5 – 5	
			<b>Contaminantes</b>		<b>V.M.A<sup>1</sup></b>
			Zinco	≤ 1 mg/l	
			Ferro	≤ 0,3 mg/l	
			Cobre	≤ 0,2 mg/l	
			Chumbo	≤ 0,2 mg/l	
Arsénio			≤ 0,1 mg/l		
Cobalto	≤ 0,05 mg/l				
		<b>Álcool (% v/v): 10,5 %</b>			
		<b>Extrato Primitivo do Mosto (Grau Plato): 25°</b>			
<b>Organolépticas</b>	<b>Aspetto</b>	Líquido preto, com formação de espuma acastanhada e cremosa; Poderá conter algum depósito.			
	<b>Cor</b>	Característico, escura ( <b>EBC<sup>2</sup> 122</b> ).			
	<b>Cheiro</b>	Característico, intenso a torrado, com aromas a chocolate preto e café.			
	<b>Sabor</b>	Característico, paladar intenso, sabores a café e chocolate preto encorpado ( <b>IBU<sup>3</sup> 15</b> ).			
<b>Condições de Conservação</b>		Conservar na vertical em local seco e fresco; Proteger da luz, calor, humidade e odores fortes.			
<b>Embalagem</b>		<u>Embalagem primária:</u> Embalamento em garrafas de vidro (33 cl) com cápsula; <u>Embalagem secundária:</u> Acondicionamento em caixas de cartão (é garantida a separação interna das garrafas).			
<b>Prazo de Validade</b>		24 meses após a data de enchimento.			

<sup>1</sup> Valor Máximo Admissível

<sup>2</sup> European Brewing Convention (grau de cor, quanto maior é o grau mais escura é a cerveja)

<sup>3</sup> International Bittering Unit (representa à escala de amargor)

<p><b>Rotulagem</b></p>	<p><i>Elementos presentes na rotulagem do produto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrição/ Nome do produto;</li> <li>- Listagem dos ingredientes;</li> <li>- Logótipo/ Identificação da empresa (denominação social e morada/ site Web);</li> <li>- Quantidade líquida (em cl);</li> <li>- Álcool (% v/v);</li> <li>- Data de durabilidade mínima (mês-ano);</li> <li>- N.º de Lote (Lxx-yyy, xx – n.º sequencial de produção/ yyyy – ano de produção);</li> <li>- Condições de conservação do produto;</li> <li>- Recomendações de consumo;</li> <li>-  Sistema de Gestão de Integrado de Resíduos (SGIR), da Sociedade Ponto Verde;</li> <li>-  Ecoponto Verde;</li> <li>-  Não recomendado a Grávidas e Lactantes;</li> <li>-  Temperatura recomendada de Consumo;</li> <li>- Código de barras.</li> </ul>
<p><b>Manuseamento Expectável/ Condições de Consumo</b></p>	<p>Consumo direto sem processamento; Servir fresca (temperatura recomendada 8 °C); Abrir as embalagens no momento do consumo pelo consumidor ou na sua presença; Quando servida em copo evitar o depósito do fundo da garrafa; Beber com moderação; Se conduzir não beba; Não comercializar/ disponibilizar a menores de 18 anos; Não recomendável a grávidas e lactantes.</p>
<p><b>Manuseamento e Utilização Imprópria</b></p>	<p>Incumprimento das condições de conservação e de consumo, recomendadas; Utilização da embalagem para colocar outro tipo de produto.</p>
<p><b>Requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis ao produto</b></p>	<p>Portaria n.º 1/96 Decreto-Lei n.º 93/94, alterado pelo Decreto-Lei n.º 2/2022 Decreto-Lei n.º 50/2013, alterado pelo Decreto-Lei n.º 106/2015</p>

## Anexo J- Registo de Calendarização de Resultado Das Análises em Excel

De forma a organizar e controlar a realização das análises de controlo, criou-se uma calendarização em Excel para as análises do teor alcoólico (**Figura 25**), para análises microbiológicas (**Figura 26**) e para as provas sensoriais (**Figura 27**).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		<b>2022</b>					Feito			
3		<b>Lotes</b>	<b>Cerveja</b>	<b>Análise</b>	<b>Data de Análise</b>		A analisar			
4							Não Feito			
5										
6										
7							<b>CAIXA 1</b>			
8							<b>Nº</b>	<b>Garrafas</b>	<b>Lote</b>	<b>Cerveja</b>
9							1			
10							2			
11							3			
12							4			
13							5			
14							6			
15							7			
16							8			
17							9			
18							10			
19							11			
20							12			
21										

Figura 25- Calendarização Análises Teor Alcoólico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		<b>2022</b>							
3		<b>Lote</b>	<b>Cerveja</b>	<b>Data</b>	<b>Amostra</b>		Feito		
4					Cuba				
5					Garrafa				
6					Cuba				
7					Garrafa				
8					Cuba				
9					Garrafa				
10					Cuba				
11					Garrafa				
12					Cuba				
13					Garrafa				
14					Cuba				
15					Garrafa				

Figura 26- Calendarização Análises Microbiológicas.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Cerveja</b>	<b>Lote</b>	<b>Data de Produção</b>	<b>Data de Enchimento</b>	<b>Última Prova Sensorial</b>	<b>Próxima Prova Sensorial</b>	<b>Prova Sensorial do Mercado</b>
2							
3	<b>A</b>						
4							
5							
6	<b>B</b>						
7							
8							
9	<b>C</b>						
10							
11							
12	<b>D</b>						
13							
14							
15	<b>E</b>						
16							
17							
18	<b>F</b>						
19							
20							
21	<b>G</b>						
22							
23							

Figura 27- Calendarização Análises Sensoriais.

## Anexo K- Registo dos Resultados Obtidos das Análises em Excel

Todos os resultados obtidos nas análises foram registados em Excel e analisados. Na **Figura 28** encontra-se representado a folha Excel utilizada para registo dos resultados do teor alcoólico. Nesta folha foi possível comparar os resultados, com o valor apresentado no rótulo e o valor estimado que se calculou através dos valores de densidade. Além disso, permitiu comparar os resultados entre lotes diferentes para o mesmo tipo de cerveja.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
2	<b>A</b>								
3									
4	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
5	<b>B</b>								
6									
7	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
8	<b>C</b>								
9									
10	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
11	<b>D</b>								
12									
13	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
14	<b>E</b>								
15									
16	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
17	<b>F</b>								
18									
19	Cerveja	Lote	Data de Análise	Resultado	Valor Rótulo	Valor Estimado	SG inicial	SG final	Atenuação (%)
20	<b>G</b>								
21									

Figura 28- Registo dos Resultados do Teor Alcoólico.

O exemplo de registo de resultados das análises microbiológicas encontra-se na **Figura 29**. Neste registo são identificados o tipo de cerveja e o lote, o tipo de amostra (antes ou pós enchimento) e os resultados.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Lote	Cerveja	Amostra	Data de Análise	Resultado	Conclusão	Observações
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

Figura 29- Registo dos Resultados das Análises Microbiológicas.

## Anexo L- Registo Valores de Densidade e pH Diários

Para registar os valores obtidos da densidade e do pH para cada lote de cerveja produzido durante 2022 foi criada uma folha de Excel (**Figura 30**). Neste registo é possível comparar os valores de lotes diferentes do mesmo tipo de cerveja, calcular o valor de atenuação e o valor de álcool por volume estimado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	<b>Lote</b>					<b>Lote</b>	<b>Final Gravity</b>	<b>Atenuação real (%)</b>	<b>Valor Álcool Estimado</b>
3	<b>Data</b>	<b>Tempo (dias)</b>	<b>SG</b>	<b>pH</b>					
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11	<b>Lote</b>								
12	<b>Data</b>	<b>Tempo (dias)</b>	<b>SG</b>	<b>pH</b>					
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									

Figura 30- Registo em Excel dos Valores de Densidade e pH por Lote para cada tipo de cerveja.