Escola Superior Agrária
Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Ricardo André Henriques Tavares

Processo produtivo de cerveja artesanal e desenvolvimento de cerveja com medronho

Orientadora: Doutora Goreti Botelho

Coimbra, 2021

Escola Superior Agrária
Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Ricardo André Henriques Tavares

Processo produtivo de cerveja artesanal e desenvolvimento de cerveja com medronho

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em ENGENHARIA ALIMENTAR

Orientador: Doutora Goreti Botelho

Coimbra, 2021

Financiamento

O trabalho foi parcialmente realizado, no âmbito da Bolsa de Investigação (duração de 3 meses), com a referência FCT-IPC-i2A-CERNAS/Escola de Verão/BI-01-08, inserida no Apoio Especial "Verão com Ciência", financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), atribuído à “Escola de Verão Investigação para a Sustentabilidade e o Desenvolvimento” do i2A – CERNAS, do Instituto Politécnico de Coimbra.

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “RG-PCMG - Conservação e Melhoramento Genético Vegetal para o medronheiro (*Arbutus unedo* L.)”, com o código de operação PDR2020-784-042742 - RG-PCMG, do Instituto Politécnico de Coimbra, cofinanciado pelo FEADER – Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural, através do Acordo de Parceria Portugal 2020, Programa PDR2020, Operação 7.8.4 – Recursos Genéticos - Conservação e melhoramento de recursos genéticos vegetais.

O trabalho foi desenvolvido no IPC – ESAC, no Centro de Estudos em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS).

"A melhor maneira de nos prepararmos para o futuro é concentrar toda a imaginação e entusiasmo na execução perfeita do trabalho de hoje" – Dale Carnegie

Agradecimentos

Dedico este espaço a todas as pessoas que de uma maneira ou de outra sempre me apoiaram e ajudaram na realização deste relatório de estágio e que sem elas nada disto seria possível. Às mesmas, devo um sincero obrigado.

Quero agradecer, primeiramente, à Praxis – Cervejas de Coimbra, Lda pela oportunidade de estágio que me proporcionou e por me ter dado a possibilidade de terminar os estudos académicos da melhor forma, com um estágio neste fantástico mundo da cerveja artesanal.

Tenho a agradecer ao Mestre Cervejeiro Márcio Ferreira e ao meu orientador externo, Engenheiro Victor Costa, por todo o conhecimento que me concederam, pelas inúmeras ideias e sugestões e pelo apoio prestado durante todo o percurso deste estágio. Agradeço também a toda a equipa Praxis pela amizade, simpatia e acolhimento demonstrados ao longo destes meses.

Presto também agradecimento à minha orientadora, professora Goreti Botelho, pela disponibilidade, ajuda e orientação prestada em todo o decurso do estágio bem como no auxílio da realização deste relatório, desejo um enorme obrigado.

Aos restantes professores da Escola Superior Agrária de Coimbra pela formação ao longo destes maravilhosos cinco anos e um profundo obrigado à professora Sara Escudeiro pelo esclarecimento de algumas dúvidas relativas ao estágio.

Não posso deixar de salientar também o forte apoio dado pelos meus pais, irmãs, colegas e amigos que sempre me acompanharam nesta etapa da minha vida e um obrigado em especial à minha namorada pela paciência, compreensão e sobretudo por ter caminhado a meu lado durante esta fase da minha vida.

A todos, um obrigado!

Resumo

Este trabalho é referente ao estágio curricular no âmbito do mestrado em Engenharia Alimentar, da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), que decorreu na empresa Praxis - Cervejas de Coimbra, Lda. Este relatório apresenta todo o acompanhamento do processo produtivo de cerveja artesanal Praxis e o desenvolvimento de cerveja com medronho. O principal objetivo passou por acompanhar o processo produtivo de cerveja artesanal desde a seleção da matéria-prima até à sua expedição, passando por diversas etapas, imprescindíveis ao fabrico de cerveja. Para o desenvolvimento de cerveja com adição de medronho foram realizados quatro ensaios (A, B, C e D), que se diferenciaram no processo de tratamento dos medronhos (medronhos fermentados e medronhos não fermentados) antes da sua adição à cerveja, em diferentes fases do processo de fabrico. Das cervejas desenvolvidas nos quatro ensaios, três delas apresentaram contaminações microbiológicas que inviabilizaram a obtenção de um produto final aceitável. O ensaio D (mistura de 8 L de cerveja na fase final da maturação e 2 kg de medronhos esterilizados) foi realizado com sucesso, tendo-se obtido uma cerveja distinta, de cor levemente dourada e com um ligeiro sabor e aroma a medronhos.

Palavras-chave: Cerveja artesanal, fermentação alcoólica, medronhos, análise sensorial.

Abstract

This report presents the work developed during the internship at the company “Praxis - Cervejas de Coimbra”, within the framework of the Master's course in Food Engineering at the Escola Superior Agrária de (ESAC), Polytechnic Institute of Coimbra. This work presents the entire monitoring of the production process of Praxis craft beer and the development of arbutus beer. The main objective is to monitor the production process of craft beer from the selection of the raw material to its dispatch, going through several stages, essential to the manufacture of beer. For the development of beer with the addition of arbutus fruits, four essays were carried out (A, B, C and D), which differ in the process of treatment of arbutus fruits (fermented arbutus fruits and unfermented arbutus fruits) before its addition to beer, in different stages of the manufacturing process. Of the beers developed in the four trials, three of them showed microbiological contamination that made it impossible to obtain an acceptable final product. Essay D (8 L of beer mixture in the maturation’s final stage and 2 kg of sterilized arbutus fruits) was carried out successfully, resulting in a distinct beer, slightly golden in colour with a slight flavour and aroma of arbutus fruits.

Keywords: Craft beer, alcoholic fermentation, arbutus fruits, sensory analysis.

Índice

Financiamento ..... *I*

Agradecimentos ..... *II*

Resumo ..... *IV*

Abstract ..... *V*

1. Introdução *1*

2. Caracterização do local de estágio *2*

3. Enquadramento teórico *6*

3.1. A história da cerveja *6*

3.2. Definição e classificação *8*

3.3. Cerveja artesanal portuguesa *9*

3.4. Tipos de cervejas *11*

3.5. Matérias-primas *12*

3.5.1. Água *13*

3.5.2. Malte *14*

3.5.2.1. Tipos de malte *15*

3.5.2.2. Cor dos maltes *15*

3.5.3. Lúpulo *16*

3.5.4. Levedura *19*

3.5.5. Adjuntos *20*

3.6. Cervejas com adição de frutos *21*

*3.7. Medronheiro (*Arbutus unedo *L.*) *22*

3.7.1. O fruto - Medronho *23*

3.7.2. *Banco Clonal de medronheiro instalado na ESAC* 24

3.7.3. *Produtos inovadores desenvolvidos na ESAC à base do medronho* *24*

4. Enquadramento prático *26*

4.1. O fabrico de cerveja artesanal Praxis *26*

4.1.1. Etapas de produção de cerveja artesanal Praxis *27*

4.1.2. Descrição das etapas de produção *28*

4.1.2.1. Seleção *28*

4.1.2.2. Pesagem do malte *28*

4.1.2.3. Moagem *29*

4.1.2.4. Brassagem 29
4.1.2.5. Filtração e lavagem 31
4.1.2.6. Ebulição do mosto 32
4.1.2.7. Clarificação e filtração do mosto 33
4.1.2.8. Arrefecimento 33
4.1.2.9. Fermentação alcoólica 34
4.1.2.10. Trasfega 35
4.1.2.11. Maturação 35
4.1.2.12. Enchimento 36
4.1.2.13. Capsulagem 36
4.1.2.14. Rotulagem 36
4.1.2.15. Embalamento 37
4.1.2.16. Armazenamento 37
4.1.2.17. Expedição 37
5. Ensaios de produção de cerveja com medronho 38
5.1. Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios A e B) 39
5.1.1. Descrição das etapas 40
5.2. Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios C e D) 42
5.2.1. Descrição das etapas 43
5.3. Análises realizadas aos ensaios de cerveja com medronho 45
5.4. Resultados e discussão 48
5.5. Análise sensorial 52
6. Conclusão 57
Referências 58
Anexos…… 62
Anexo I – Questionário de análise sensorial 63
Anexo II – Tabela de valores críticos 65

Lista de figuras

Figura 1 - Praxis – Cervejas de Coimbra, Lda 2
Figura 2 - Ingredientes básicos utilizados na produção de cerveja (levedura, água, lúpulo e malte) 12
Figura 3 - Lúpulo em cones 16
Figura 4 - Lúpulo em pellets 17
Figura 5 - Leveduras secas ativas (Saccharomyces cerevisiae) 19
Figura 6 - Cervejas com adição de frutos 21
Figura 7 - Medronheiro 22
Figura 8 - Medronhos 23
Figura 9 - Doce de medronho com Stevia 25
Figura 10 - Gratô, combinado de frutas naturais e algas 25
Figura 11 - Fluxograma da produção de cerveja artesanal Praxis 27
Figura 12 - Representação esquemática dos quatro ensaios de cerveja 38
Figura 13 - Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios A e B) 39
Figura 14 - Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios C e D) 42
Figura 15 - Amostras de cerveja Pilsener com e sem adição de medronho 47
Figura 16 - Evolução do pH durante a fermentação dos medronhos 48
Figura 17 - Evolução do grau Brix durante a fermentação dos medronhos 48
Figura 18 - Evolução do pH na fase de maturação da cerveja (ensaios A, B e C) 49
Figura 19 - Evolução do grau Brix na fase de maturação da cerveja (ensaios A, B e C) . 50
Figura 20 - Distribuição dos provadores por idade (em percentagem) 52
Figura 21 - Habilitações literárias dos provadores (em percentagem) 52
Figura 22 - Preferência dos provadores pela Pilsener com e sem adição de medronho 53
Figura 23 - Atributos relativos a cada amostra de cerveja Pilsener 54
Figura 24 - Intenção de compra da cerveja Pilsener com adição de medronho 55
Figura 25 - Preço a pagar por uma garrafa (33 cL) de cerveja com adição de frutos 55
Figura 26 - Consumo de cerveja por semana 55
Figura 27 - Quantidade de cerveja consumida pelos provadores, por semana 56
Figura 28 - Consumo de cervejas artesanais 56
Figura 29 - Consumo de cerveja artesanal com adição de frutos, no futuro 56

Lista de tabelas

Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis..... 3
Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis (continuação)……4
Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis (continuação)……5
Tabela 2 - Lista dos projetos em atividade a 28 de agosto de 2019..... 10
Tabela 2 - Lista dos projetos em atividade a 28 de agosto de 2019 (continuação)……11
Tabela 3 - Análises ao pH e grau Brix nos ensaios A, B e C (M=3) 50
Tabela 4 - Características físico-químicas da cerveja com medronho e da cerveja Pilsener da Praxis (M=3) 51

Lista de abreviaturas e siglas

A – Quantidade de α-ácidos no lúpulo

a.C. – antes de Cristo

APA – American Pale Ale

COVID-19 – Corona Vírus Disease 19

EBC – European Brewery Convention

EPAL – Empresa Portuguesa das Águas Livres

ESAC – Escola Superior Agrária de Coimbra

FAO – Food and Agriculture Organization

IBU – International Bitterness Unitis

I&D – Investigação e Desenvolvimento

IPA – India Pale Ale

IPC – Instituto Politécnico de Coimbra

Lda. – Limitada

LSA – Leveduras secas ativas

nº – número

NP – Norma Portuguesa

P – Peso do lúpulo

pH – Potencial de Hidrogénio

U – Utilização de α-ácidos

V – Volume final da cerveja

Vol. – Volume

1. Introdução

O presente relatório foi elaborado no âmbito da unidade curricular "Estágio" pertencente ao mestrado em Engenharia Alimentar da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC), e decorreu no período de fevereiro a outubro de 2020.

A cerveja, bebida obtida a partir da fermentação de cereais é atualmente a bebida alcoólica mais consumida no Mundo. Para se produzir os mais diversos estilos de cerveja, é necessário esta passar por diversas etapas, etapas estas descritas de forma pormenorizada durante este trabalho.

O fenómeno da cerveja artesanal é ainda recente em Portugal e tem vindo a despertar interesse por consumidores que procuram produtos nacionais, produzidos em pequena escala com ingredientes naturais e de forma sustentável. Atualmente, devido às quebras que a pandemia COVID-19 provocou na economia em Portugal, a valorização dos recursos endógenos pode constituir um forte contributo para a revitalização económica, ambiental e social. Neste contexto, surgiu a ideia de desenvolver cerveja artesanal com adição de medronho (*Arbutus unedo* L.), que pode ser colhido em zonas onde cresce espontaneamente ou obtido de pomares instalados na região Centro e Sul de Portugal, fruto de projetos de I&D em que a Escola Superior Agrária de Coimbra nos últimos anos tem tido um papel relevante. Em projetos desenvolvidos anteriormente na ESAC/IPC, o medronho foi utilizado na produção de aguardentes, licores, e doces inovadores, mas porque não em cerveja? Assim, pretende-se avaliar as possibilidades de transformação e de incorporação do medronho na produção de cerveja artesanal. Os trabalhos executados envolveram o desenvolvimento de formulações inovadoras de cerveja com medronho e realização de análises físico-químicas e sensoriais.

Este trabalho tenciona dar a conhecer toda a essência da cerveja, desde os seus ingredientes (base e adjuntos), processos de fabrico, diversidade, diferenciações e possíveis desenvolvimentos posteriores, com o intuito de informar e suscitar interesse em toda a cultura e indústria abrangida nesta bebida.

O estágio foi realizado maioritariamente nas instalações da empresa Praxis, onde decorreu todo o acompanhamento da produção de cerveja artesanal. Porém, devido à pandemia COVID-19, parte da produção de cerveja artesanal com adição de medronho, foi realizada na oficina tecnológica de hortofrutícolas da ESAC.

2. Caracterização do local de estágio

A história da primeira microcervejaria artesanal portuguesa, Praxis – Cervejas de Coimbra, Lda (Figura 1), nasce no final do século XX, quando se pronunciava o encerramento da Fábrica de Cerveja de Coimbra, muito reconhecida pelas duas míticas cervejas elaboradas durante anos, a Topázio e a Onyx.

Com o intuito de reerguer estas duas grandes marcas, conhecidas não só na cidade de Coimbra mas por toda a Europa, o arranque deste projeto dá início no ano 2002 com a produção de cerveja, a título experimental, através do uso de algumas matérias-primas. Em 2006, começou a produzir-se cerveja em maior quantidade, porém só para família e amigos. Em 2009, abre, finalmente, a Praxis – Fábrica, Museu e Restaurante, onde se inicia a produção de cerveja em maior escala para venda ao público, quer no próprio estabelecimento, mas também em barris de 30 L e garrafas de 0,75 L e 0,5 L.

Na Praxis, a cerveja é produzida com ingredientes 100% naturais. Atualmente, são produzidas 12 referências de cerveja Praxis (Tabela 1), sendo elas a: Pilsener, Ambar, Weiss, Dunkel, Pumpkin Ale, APA, IPA, Lausus, Belgian Dark, Imperial Stout, Dunkel Strong e Belgian Strong Dark Ale. No entanto, a Praxis também produz as cervejas Topázio, Onyx, Trindade (Aurea, Fénix e Profana), Loirinha, Gingão e Xico Esperto.

Localizada na Urbanização Quinta da Várzea, Lote 29, Santa Clara, a Praxis, é constituída por uma fábrica museu e por um restaurante que apresenta uma gastronomia da mais alta qualidade, tudo isto para desfrutar num ambiente tranquilo e relaxado, com a companhia de uma bela cerveja (beerpraxis, 2020).

Figura 1 - Praxis – Cervejas de Coimbra, Lda (Hotel-Oslo Coimbra, 2019)

Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis

Nome da cerveja	Descrição sensorial	Ingredientes	IBU	Teor alcoólico	Aspeto visual
PILSENER	De cor levemente dourada, distingue-se pelo aroma suave a lúpulo.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	25	5,20% vol.	
AMBAR	De traços avermelhados, evidencia-se pelo ligeiro sabor a melaço e um amargo singular.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	26	5,60% vol.	
WEISS	De matriz dourada, aspeto turvo, destaca-se pelo aroma e sabor intenso (tipicamente alemã).	Água de Coimbra Cevada maltada Trigo maltado Lúpulo e leveduras	15	5,60% vol.	
DUNKEL	De cor escura com toques de cobre, caracteriza-se pelo sabor e aroma algo doce, próximo do café e chocolate. Característica que lhe é conferida pelo malte. O teor de amargo é médio baixo.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	21	5,40% vol.	
PUMPKIN ALE	Cerveja para apreciadores onde sobressaem nuances de canela e o característico sabor a abóbora.	Água de Coimbra Cevada maltada Trigo maltado Abóbora Especiarias Lúpulo e leveduras	25	6,00% vol.	

Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis (continuação)

Nome da cerveja	Descrição sensorial	Ingredientes	IBU	Teor alcoólico	Aspeto visual
APA	Cerveja com amargor e aroma singulares, que combina na perfeição com a música de Portuguese Pedro.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	35	6,00% vol.	
IPA	Com aroma tropical e amargor intenso, é uma cerveja refrescante apta para qualquer ocasião.	Água de Coimbra Cevada maltada Aveia Lúpulo e leveduras	70	6,40% vol.	
LAUSUS	De cor dourada com aroma fresco, onde encontramos as inconfundíveis ervas aromáticas da Lousã.	Água de Coimbra Cevada maltada Ervas aromáticas Lúpulo e leveduras	25	5,20% vol.	
BELGIAN DARK	De personalidade forte, destaca-se pelas especiarias e corpo denso que resulta numa experiência única.	Água de Coimbra Cevada maltada Especiarias Lúpulo e leveduras	20	8,00% vol.	
IMPERIAL STOUT	Cerveja de cor escura, caracteriza-se por uma enorme complexidade de sabores, aromas e corpo.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	45	8,00% vol.	

Tabela 1 - Diferentes tipos de cervejas artesanais Praxis (continuação)

Nome da cerveja	Descrição sensorial	Ingredientes	IBU	Teor alcoólico	Aspeto visual
DUNKEL STRONG	2 anos em Barricas de Vinho do Porto, de cor escura, caracteriza-se por uma enorme complexidade de sabores, aromas e corpo. No aroma surge o chocolate preto, o café, maltes caramelizados e toques amadeirados. No sabor refletem-se os maltes torrados, originando notas a café e chocolate, complementados por um amargo médio a lúpulo.	Água de Coimbra Cevada maltada Lúpulo e leveduras	40	9,00% vol.	
BELGIAN STRONG DARK ALE	2 anos em Barricas de Vinho do Porto. Cerveja originária da Bélgica, apresenta cor âmbar escura e um amargo suave. No aroma observamos toques caramelizados e notas apimentadas conjugadas com fragrâncias de vinho do Porto. No sabor realçam os maltes ligeiramente tostados, frutos negros e notas adocicadas e picantes provenientes dos maltes e especiarias.	Água de Coimbra Cevada maltada Especiarias Lúpulo e leveduras	20	9,00% vol.	

Das 12 referências de cerveja produzidas pela Praxis, estas dividem-se em dois tipos, Ale e Lager (descritos pormenorizadamente no ponto 3.4.).

Cervejas tipo *Ale*:

- Weiss
- Pumpkin Ale
- APA
- IPA
- Belgian Dark
- Imperial Stout
- Dunkel Strong
- Belgian Strong Dark Ale

Cervejas tipo *Lager*:

- Pilsener
- Ambar
- Dunkel
- Lausus

3. Enquadramento teórico

3.1. A história da cerveja

Cerveja é muito mais que uma simples bebida. Estamos perante a *cerevisia* (designação mais antiga da palavra "cerveja" em homenagem à deusa romana da agricultura, Ceres), que é, provavelmente, a bebida alcoólica mais antiga do mundo (Müller, 2002).

Embora ninguém saiba ao certo quando, onde e como surgiu a cerveja, estima-se que esta tenha surgido aproximadamente há 10.000 anos atrás (altura em que a agricultura começou a ganhar ímpeto), quando, acidentalmente, grãos de cevada germinados foram esquecidos ao ar livre acabando por fermentar espontaneamente por leveduras selvagens, na região do crescente fértil, que separa os rios Tigre e Eufrates, na Mesopotâmia (Poelmans & Swinnen, 2012). Desde então, existem referências históricas de que os Sumérios (povo mais desenvolvido da Mesopotâmia) produziam uma bebida resultante da fermentação de cereais que os deixava bastante alegres. Por volta do ano 4000 a.C., foram encontradas (em tábuas de barro) as primeiras receitas para a elaboração desta aprazível bebida que desde esse tempo não só serviu como base de alimentação de muitas civilizações, como também era usada como "moeda" para trocas comerciais ou como parte do pagamento de salários de muitos trabalhadores agrícolas (Aquino & Quaresma, 2019).

Mais tarde, na Idade Média, foi pela primeira vez adicionado lúpulo à cerveja, com o propósito de conferir o característico amargor, estabilidade e durabilidade à bebida. Nesta época, o crescimento da produção e consumo de cerveja foi exponencial, ultrapassando por alguns períodos a popularidade da água, uma vez que a contaminação desta era algo frequente. No século XVI, Guilherme IV da Baviera decreta a Lei da Pureza (*Reinheitsgebot*), na qual define os ingredientes passíveis a serem utilizados na produção de cerveja – água, lúpulo e cevada – de modo a garantir a uniformidade do produto final, evitando que qualquer mistela inapropriada se chamasse cerveja. Durante o século XVII, com o aparecimento da ordem Trapista, os monges, com uma vida de silêncio e austeridade, dedicaram-se arduamente à produção de cerveja, com as suas próprias regras (diferentes das impostas na Lei da Pureza) e desenvolveram cervejas únicas, que mais tarde viriam a inspirar muitos cervejeiros. Anos depois, Louis Pasteur,

biólogo e químico francês, bastante conhecido pelo método da pasteurização, teve uma grande influência no mundo cervejeiro, descobrindo que eram os microrganismos os principais responsáveis pela deterioração do mosto e que estes poderiam estar presentes no ar, na água ou nos equipamentos de produção. Este processo de pasteurização permitia dar à cerveja um maior tempo de conservação, tornando possível o transporte para longas distâncias. Como se não bastasse, demonstrou à indústria cervejeira que a utilização de cepas selecionadas de levedura permitia uma padronização e aumento da qualidade do produto final para além de que a utilização de diferentes estirpes levava à obtenção de diversas cervejas, independentemente dos restantes ingredientes serem os mesmos (Aquino & Quaresma, 2019; Rhodes, 2014).

Em Portugal, reza a lenda que o filho do deus Baco, Lísias, trouxe a cerveja para Lusitânia, ensinando os povos a produzi-la a partir de trigo e cevada. Desde então, no século XVII, há já notícias de se consumir cerveja em quantidades assinaláveis, isto é confirmado pelo facto de nessa época haver um local, em Lisboa, denominado de Pátio da Cerveja. O gosto pela cerveja foi crescendo de dia para dia, pelo que em 1801 já se registava sete fábricas de cerveja na cidade do Porto. Numa época mais recente, duas empresas cervejeiras marcaram a história dos portugueses: a Sociedade Central de Cervejas, detentora da marca Sagres e a Unicer que atualmente pertence à Super Bock. Estas duas marcas dominaram o mercado de cerveja durante grande parte do século XX e nenhuma das novas propostas cervejeiras que surgiram mais tarde foram capazes de quebrar a hegemonia da Sagres e da Super Bock (Cervejeiros de Portugal, 2018; Group Super Bock, 2017). Hoje em dia, a cerveja é sem dúvida uma das bebidas mais consumidas e apreciadas do mundo, a par da água e do chá (FAO, 2020).

3.2. Definição e classificação

A cerveja é definida como "a bebida obtida por fermentação alcoólica, mediante leveduras selecionadas do género *Sacharomyces*, 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 ou seus derivados e água potável" (Portaria n.º 1/96 de 3 de janeiro).

A Portaria n.º 1/96 prevê a classificação da cerveja de acordo com os seguintes tipos:

a) «Cerveja sem álcool» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º cujo teor alcoólico seja igual ou inferior a 0,5% vol.;
b) «Cerveja com baixo teor alcoólico» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º cujo teor alcoólico seja superior a 0,5% mas inferior ou igual a 1,2% vol.;
c) «Cerveja» ou «cerveja corrente» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º cujo teor alcoólico seja superior a 1,2% vol. e que apresente um extrato primitivo, expresso em graus Plato, não superior a 13º;
d) «Cerveja especial» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º cujo teor alcoólico seja superior a 1,2% vol. e que apresente um extrato primitivo, expresso em graus Plato, superior a 13 e igual ou inferior a 15º;
e) «Cerveja extra» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º cujo teor alcoólico seja superior a 1,2% vol. e que apresente um extrato primitivo, expresso em graus Plato, superior a 15º;
f) «Cerveja de fermentação láctica» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º que sofreu uma fermentação láctica no decurso do seu processo de produção;
g) «Cerveja refermentada em garrafa» - o produto correspondente à definição do n.º 2.º que sofreu uma refermentação na garrafa, por adição de levedura apropriada e acondicionamento adequado.

3.3. Cerveja artesanal portuguesa

O fenómeno da cerveja artesanal ainda é bastante recente em Portugal. Apenas no atual século XXI, chegaram aos ouvidos de muitos dos consumidores portugueses a expressão "cerveja artesanal". Na verdade, esta ideia de cerveja produzida de forma independente e com recurso apenas a ingredientes naturais, até então, estava patente apenas em alguns países como os Estados Unidos da América, o Reino Unido, a Holanda, entre outros (Aquino & Quaresma, 2019).

Porém, as cervejas artesanais vieram para ficar. Apesar do arranque tardio da cerveja artesanal em Portugal comparativamente a outros países, a produção e consumo desta cerveja tem vindo a aumentar de dia para dia. Segundo os dados da Nielsen, está comprovado que "entre abril de 2017 e abril de 2019, as vendas desta categoria de cervejas cresceram 88% em valor e 112% em quantidade, num mercado global que evoluiu 8% em valor e 5% em quantidade, no mesmo período. Considerado apenas o último ano, o acréscimo foi de 10% em valor e 15% em quantidade, três a cinco vezes mais do que os 3% do mercado total de cervejas" (Pinto, 2019).

Este movimento da cerveja artesanal contribuiu para um aumento da dinâmica do mercado cervejeiro bem como para alargar a oferta disponível ao consumidor. É de valorizar o excelente trabalho realizado pela Praxis, Vadia, Sovina, Rolls Beer ou a Letra que demonstraram ser possível criar um negócio de raiz e entrar de uma forma bastante competente no mercado, desafiando a legislação, à data particularmente difícil, limitadora do empreendedorismo e da criação de novos projetos na área (Aquino & Quaresma, 2019).

O crescimento de cerveja artesanal em Portugal é admirável, sendo que, atualmente, existem mais de 100 marcas espalhadas pelo país à disposição dos consumidores. Naturalmente, tal como acontece com muitos produtos em crescimento, existe uma certa volatilidade no mercado, pelo que não é de admirar que algumas marcas tenham desaparecido, ainda que outras rapidamente tomem o seu lugar, num balanço que é certamente positivo. Assim, contruir uma lista com as marcas de cerveja artesanal em Portugal é sempre difícil, uma vez que rapidamente ficará desatualizada. Contudo, segue-se uma lista (Tabela 2) que apresenta os projetos em atividade a 28 de agosto de 2019 e a respetiva região a que pertencem (CAP, 2020).

Tabela 2 - Lista dos projetos em atividade a 28 de agosto de 2019
(adaptado de https://cervejaartesanalportuguesa.pt/cervejas/)

Marca	Localização	Marca	Localização
+351	Lisboa	Lenda	Leiria
1402	Guimarães	Letra	Vila Verde
5 e Meio	Mafra	Levare	Porto
A.M.O Brewery	Lisboa	Libata	Vila Viçosa
Abaladiça	Loulé	Lince	Lisboa
Afonso	Matosinhos	Lindinha Lucas	Porto
Afters Brewing	São Brás de Alportel	Loba	Porto
Against the Tide	Sintra	Lupum	Vila Nova de Gaia
Aldeana	Montijo	Luzia	Anadia
Algarve Rock	Faro	MAG8	Sintra
Alma	Braga	Maldita	Aveiro
Alvoreada	Beja	Mania	Lagos
Amnésia	Oeiras	Marafada	Silves
Amphora	Braga	Mean Sardine	Mafra
Aroeira	Lisboa	Mickas	Vouzela
Barona	Castelo de Vide	Musa	Lisboa
Bauer Lopes	Lisboa	Oeste	Sobral de Monte Agraço
Beira Alva	Penacova	Oitava Colina	Lisboa
Beirã	Belmonte	Ophi	Lisboa
Biltre	Porto	OPO74	Porto
Boca Suja	Lisboa	Passarola Brewing	Lisboa
Bolina	Azambuja	Pato Brewing	Cascais
Bordallo	Caldas da Rainha	Pedrogão	Torres Novas
Brewhands	Maia	Perfect Peak Brews	Cascais
Brianda	Angra do Heroísmo	Piratas Cervejeiros	Amadora
Burguesa	Porto	Post Scriptum Brewery	Trofa
Búzia	Évora	**Praxis**	**Coimbra**
Celtas	Tomar	Quinas	Porto
Chica	Sintra	Rapada	Oliveira do Hospital
Cidadela	Gondomar	Rolls Beer	Pombal
Cinco Chagas	Anadia	Rua Nova	Guimarães
Coice	Esposende	Rudes	Amarante
Corema	Marinha Grande	Sacarrabos	Sines
D'os Diabos	Amarante	Sadina	Setúbal
D'Ourique	Lisboa	Sant'Ana LX Brewery	Lisboa
Deck Beer Lab	Cascais	Saudade	Loures
Dois Corvos	Lisboa	Soberana	Sintra
Du Mato	Reguengos de Monsaraz	Sovina	Porto
Epicura	Coimbra	TÁBOA	Tábua
Esperança	Mealhada	Topázio	Coimbra
Farol	Almada	Trevo	Almada

Tabela 2 - Lista dos projetos em atividade a 28 de agosto de 2019 (continuação)

Marca	Localização	Marca	Localização
Fídalga	Coimbra	Trindade	Lisboa
Fidélis	Penafiel	UWAGA	Lisboa
Gaius	Amarante	Vaca das Cordas	Ponte de Lima
Grande Birra by Dirk	Vila Nova de Gaia	Vadia	Oliveira de Azeméis
Judia	Valpaços	Velhaca	Portalegre
Koriska	São Miguel	Xarlie	Leiria
Kunha	Leiria	Xó Carago	Leiria
Legend's	Sertã		

3.4. Tipos de cervejas

Cervejas há muitas. Há milhares e milhares de marcas de cervejas espalhadas por todo o mundo, cada qual com a sua receita, e são mais de uma centena os estilos de cerveja que existem atualmente.

Comercialmente, existem principalmente dois grandes grupos de cerveja – cervejas de alta fermentação (*Ale*) e cervejas de baixa fermentação (*Lager*) – que diferem em vários aspetos como o teor do extrato primitivo (concentração de sólidos presentes no mosto antes da fermentação, medida em graus Plato), a coloração, o amargor, os aromas utilizados, o teor de álcool, mas sobretudo, na levedura utilizada e, consequentemente, o processo de fermentação (Group Super Bock, 2017).

No caso das cervejas "*Ale*", a fermentação dá-se a temperaturas relativamente altas, normalmente entre 15 °C a 24 °C enquanto nas cervejas "*Lager*", a fermentação dá-se num ambiente de temperatura mais baixa, entre os 8 °C e os 14 °C. Após a fermentação, nas cervejas "*Ale*", a levedura *Saccharomyces cerevisiae* sobe à superfície, no fermentador, contrariamente às cervejas "*Lager*", em que a levedura deposita-se no fundo do fermentador. Em resultado desta diferença, as "*Ale*" apresentam uma maior gama de aromas e sabores influenciados pela levedura, sendo, em geral, cervejas mais encorpadas e vigorosas. Deste tipo de cerveja, surgem diversas variedades das quais podemos destacar: as Amber Ale, as Barley Wine, as Brown Ale, as India Pale Ale, as Pale Ale, as Porter, as Saison, as Stout, as Dubbel, as Tripel, entre outras. Já as "*Lager*" apresentam um sabor mais limpo, com uma maior expressão das características transmitidas pelos cereais e pelo lúpulo. Dentro destas, podemos destacar: as Bock, as Dark Lager, as Dortmunder, as Pale Lager, as Pilsener, as Vienna Lager, as Schwarzbier, entre muitas outras (Cervejeiros de Portugal, 2018).

3.5. Matérias-primas

Para se produzir cerveja são necessários quatro ingredientes básicos: água, malte, lúpulo e levedura (fermento) (Figura 2). Porém, se o mestre cervejeiro ou qualquer pessoa que deseja produzir cerveja quiser diversificar o produto final, poderá adicionar vários ingredientes, sendo estes, todos os outros produtos que podem ser adicionados à cerveja contribuindo com determinadas propriedades e características, sejam eles adjuntos como frutas, açúcares, especiarias ou tudo o que vier à nossa imaginação (Tapville, 2018).

O que nos trás toda a variedade de cerveja que conhecemos, usando somente estes ingredientes, é o facto de cada um deles possuir diferentes variedades e serem preparados e quantificados de maneiras diferentes. É interessante também sublinhar que a qualidade de cada ingrediente a ser utilizado é fundamental para que no final se obtenha uma cerveja de qualidade. Para tal, a escolha mais inteligente é evitar substitutos baratos e optar por ingredientes com elevados padrões de qualidade.

Olhemos então mais pormenorizadamente para cada um dos ingredientes utilizados na elaboração de cerveja.

Figura 2 - Ingredientes básicos utilizados na produção de cerveja (levedura, água, lúpulo e malte) (Cervejeiros de Portugal, 2018)

3.5.1. Água

A água, por representar mais de 90% da constituição da cerveja, é considerada o seu principal ingrediente, sendo a sua composição mineral de extrema importância para o produto final. Produzir cerveja requer enormes quantidades de água, não só como ingrediente mas para limpeza e higienização, e para tal, é necessário ter por perto uma boa fonte de água, sendo que, muitas vezes, esta defina o local onde as indústrias cervejeiras são instaladas. Normalmente, a água utilizada na indústria é fornecida pela rede de distribuição de água ou captada de furos, mas seja qual a origem, esta pode ser modificada quimicamente, de forma a obter o perfil desejado. É de salientar que toda a água utilizada por indústrias do sector alimentar seja para o fabrico, transformação ou conservação de produtos ou substâncias destinadas ao consumo humano deve respeitar os valores dos parâmetros descritos na legislação (Decreto-Lei nº 306/2007).

A água utilizada para elaboração de cerveja deve ser inócua, sem cloro, sabor e cheiro, livre de impurezas e contaminações. Os sais de maior importância na água para a produção desta bebida são: o sulfato (trazendo o amargor do lúpulo e adicionando o perfil seco e lupulado à cerveja), o cálcio e o magnésio (influentes no pH e na estabilidade e funcionamento das leveduras), o sódio e o cloreto (influentes na doçura e no corpo da cerveja) (Smart, 2019).

Também o pH e a dureza da água são importantes na produção de cerveja. O pH, normalmente, deve apresentar valores baixos, mas não em demasia, pois tem influência positiva na estabilidade e conversão do amido no mosto. Relativamente à dureza da água, esta pode ser composta por: dureza temporária e dureza permanente. A primeira é gerada pela presença de carbonatos e bicarbonatos e pode ser eliminada por meio de fervura. A segunda é devida a cloretos, nitratos e sulfatos, os quais não são suscetíveis à fervura (EPAL, 2015). A dureza da água exerce uma condição determinante à cor e força da cerveja, uma vez que água com maior dureza, e por sua vez maior teor de sais, é usada para cervejas mais fortes e escuras, enquanto água com uma dureza menor é usada para cervejas claras e leves (Costa, 2016).

3.5.2. Malte

O malte é a base da cerveja. Produto resultante do processo de maltagem dos cereais, é fundamental na sua fabricação sendo responsável pela cor e corpo da bebida, atuando também na composição do sabor e aroma. É a partir do malte que se retiram os açúcares que serão transformados em álcool pelas leveduras e embora a maioria destes sejam produzidos a partir da cevada, existem outros cereais que podem ser utilizados na elaboração da cerveja como, por exemplo, o trigo ou centeio. Neste caso, é necessário fazer-se a menção: malte de trigo ou malte de centeio, isto porque se se mencionar apenas malte, pressupõe-se que é de cevada (Aquino & Quaresma, 2019).

A cevada, comparativamente aos outros cereais, é a mais comum na indústria cervejeira e por várias razões: pelo elevado conteúdo de amido presente (cerca de 60%), pela boa taxa de formação de enzimas, pela elevada resistência mecânica no processo, pela presença de constituintes necessários à fermentação como os aminoácidos, ácidos gordos insaturados e os oligoelementos, podendo ainda a casca funcionar como camada filtrante na elaboração do mosto (Pinto, 2013).

Como referido anteriormente, o malte resulta do processo de maltagem dos cereais. A maltagem é a germinação controlada do cereal, interrompida numa fase específica, de onde são extraídos os componentes da semente, selados dentro de uma matriz de proteínas. A extração destes componentes bem como a formulação de outros é crucial para a fermentação. É no processo de maltagem que se obtém os açúcares fermentáveis em forma de amido e as enzimas para os degradar, bem como características de aroma e sabor a malte (Craft Beer & Brewing, 2019).

O processo de maltagem está dividido em três etapas fundamentais: a molha, a germinação e a secagem. Na molha, a cevada, depois de limpa e calibrada, é enviada para as tinas de molha onde é mergulhada em água até atingir um teor de humidade entre 40 a 45%, alternando com períodos a seco para facilitar a respiração e permitir a germinação. Na fase da germinação, a cevada é colocada em caixas de germinação onde irão permanecer várias horas, a temperatura e humidade devidamente controladas.

Durante esta fase os grãos vão desenvolver-se até atingirem o conteúdo enzimático necessário para modificar a estrutura do endosperma. Na secagem dá-se a paragem abrupta da germinação e de todos os processos metabólicos que se estavam a desenrolar no interior dos grãos de cevada de modo a reduzir o teor de humidade sem destruir as enzimas formadas (Pereira, 2016; Sousa, 2018).

3.5.2.1. Tipos de malte

São os diferentes tipos de malte que servem de base às inúmeras cervejas existentes, sendo obtidos pela aplicação de diversos tratamentos térmicos durante a fase da secagem ou numa etapa posterior à secagem – a torrefação. É no tipo de malte e na intensidade de torrefação que são determinadas algumas características importantes nas cervejas como a cor, o sabor e o aroma. O malte mais torrado, por exemplo, produz cervejas de coloração mais escura, com notas de café, como o caso da Dunkel. Já os maltes menos torrados produzem cervejas claras, com notas de cereais e pão, como o caso da Pilsener (Pereira, 2016).

Os maltes de cevada podem ser divididos em quatro grandes grupos: maltes base, maltes especiais, maltes caramelizados e maltes torrados. Os maltes base constituem a grande percentagem de cereal utilizado na fabricação de uma cerveja, sendo que providenciam quase toda a capacidade enzimática necessária para converter os amidos em açúcares enquanto os restantes grupos de malte nunca representam mais do que 30% do total, sendo que estes têm como principal função dar cor e sabor à bebida (Aquino & Quaresma, 2019).

3.5.2.2. Cor dos maltes

A cor dos maltes pode ser quantificada em números EBC (*European Brewery Convention*), esta sigla é utilizada para classificar vários fatores na indústria cervejeira sendo geralmente mais observado na quantificação da cor. EBC pode ser para quantificar a cor da cerveja ou a cor do extrato que o tipo de malte irá providenciar (Aquino & Quaresma, 2019).

3.5.3. Lúpulo

Apelidado como o “tempero da cerveja”, o lúpulo, é o principal responsável pelo aroma e amargor característicos da cerveja. Não só contribui para a formação de uma boa espuma mas também protege a cerveja contra contaminações microbiológicas. Além disso, é a especiaria da cerveja, aromatiza e dá sabor, estabiliza, atua como conservante natural e apresenta inúmeros compostos que fazem bem à nossa saúde, tornando-o, assim, um ingrediente indispensável à produção de cerveja. (Aquino & Quaresma, 2019).

De nome científico *Humulus lupulus*, o lúpulo, é uma planta trepadeira perene pertencente à família *cannabaceae*, da mesma família da canábis. É uma espécie dioica, que apresenta flores masculinas e femininas em diferentes pés, porém, todos os compostos importantes encontram-se nas inflorescências das flores femininas, designadas por cones (Figura 3), utilizadas no fabrico de cerveja, pelo facto de apresentarem quantidades apreciáveis de glândulas de lupulina, responsáveis pela secreção de um pó amarelo (lupulina) que contêm as substâncias químicas de interesse, neste caso, as resinas e os óleos essenciais que conferem o característico amargor e aroma à cerveja, respetivamente (Durello *et al.*, 2019).

Figura 3 - Lúpulo em cones (mastodoc.com, s.d.)

As resinas podem ser divididas em – resinas macias e resinas duras – sendo que as resinas duras têm pouca influência no produto final enquanto as resinas macias por sua vez já têm uma maior influência contendo os α-ácidos e β-ácidos.

Os α-ácidos são pouco solúveis em água mas durante a ebulição, o aquecimento das moléculas promove um processo chamado de isomerização, que origina os iso-α-ácidos, mais solúveis em água comparativamente aos α-ácidos e por isso conferem um amargor mais intenso à cerveja. Já os β-ácidos como não isomerizam na fervura participam mais na formação do aroma na cerveja (Spósito *et al.*, 2019).

Os óleos essenciais são bastantes importantes pela sua alta complexidade, devido à presença de mais de trezentos compostos aromáticos, conferindo aromas intensos e diferentes aos diversos tipos de cervejas. Estes óleos são constituídos, em maioria, por hidrocarbonetos, principalmente os terpenos. No entanto, os óleos essenciais perdem-se devido à evaporação, e é por isso que quando se quer conferir aroma à cerveja convém adicioná-los no final da ebulição, de modo a evitar que os mesmos sejam eliminados (Caballero *et al.*, 2012).

O consumo deste ingrediente pela indústria cervejeira é tão elevado que mais de 90% da sua produção é destinada para estes fins. Os lúpulos, para além de poderem ser comercializados de forma natural (cones), também podem ser peletizados, através da secagem, moagem e compactação, providenciando uma maior longevidade ao produto, facilitando assim o seu transporte (Figura 4). Também podem ser feitos extratos de lúpulo baratos e fáceis de usar, embora percam praticamente toda a sua capacidade aromática, não sendo usados na indústria artesanal (Durello *et al.*, 2019).

Figura 4 - Lúpulo em pellets (concerveja, s.d.)

Atualmente existem mais de cem variedades de lúpulos diferentes, cada qual com as suas próprias características, conferindo mais ou menos amargor, sabor e aroma, atribuindo ao mestre cervejeiro um enorme leque de opções que mais lhe convêm ao seu paladar ou à exigência do mercado.

De salientar que para produzir cerveja não é necessário uma grande quantidade de lúpulo nem é obrigatória a utilização deste, porém, caso esteja presente, muitas vezes o seu aroma e sabor são sobrepostos por outros elementos, os adjuntos.

O amargor de uma cerveja geralmente é expresso em Unidades Internacionais de Amargor (IBU – *International Bitterness Units*). IBU é a medida de concentração de iso-α-ácidos numa cerveja, ou seja, quanto mais alto o número IBU, mais amarga é a cerveja (Durello *et al.*, 2019). No entanto, grande quantidade de lúpulo não significa mais amargor, pois toda a receita pode influenciar, desde o seu teor alcoólico, o tipo de lúpulo utilizado e os ingredientes adicionais escolhidos pelo mestre cervejeiro. O índice varia de 0 a 120 (maior nível de amargor que as pupilas gustativas humanas são capazes de identificar), porém as cervejas podem ir muito além disso.

Para o cálculo do IBU, é utilizada a seguinte fórmula:

$$IBU = \frac{U \times P \times A}{V}$$

U = Utilização de α-ácidos (corresponde ao fator entre a massa específica do mosto pelo tempo de fervura)

P = Peso do lúpulo (em miligramas, mg)

A = quantidade de α-ácidos no lúpulo (em decimal)

V = Volume final da cerveja (em litros, L)

3.5.4. Levedura

A levedura é um microrganismo unicelular pertencente ao reino Fungi, capaz de fermentar um número significativo de açúcares diferentes, tais como a frutose, galactose, glicose, maltose, sacarose, entre outros, a levedura é muito utilizada na indústria cervejeira graças à sua capacidade de transformar os açúcares provenientes do malte em álcool e dióxido de carbono, bem como inúmeras outras substâncias, acrescentado à bebida novas dimensões relacionadas a sabores e textura. É na fase da fermentação que ocorre o fenómeno da transformação do mosto em cerveja, tal é possível graças à ação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 5), que, apesar das diversas espécies de leveduras existentes, é a mais utilizada no fabrico de cerveja, também responsável pela carbonatação da mesma. A *Saccharomyces cerevisiae* consegue ajustar-se metabolicamente à presença ou ausência de oxigénio (O_2), no entanto, é na ausência deste que ocorre a fermentação alcoólica (Goldammer, 2008).

Normalmente, para o fabrico de cerveja, a levedura é utilizada seca, líquida ou através de reaproveitamento, ou seja, consiste na reutilização da levedura ainda ativa após a fermentação, sendo esta recolhida do fermentador (Aquino & Quaresma, 2019).

Conforme abordado no tópico “tipos de cervejas”, as leveduras podem ser divididas em dois principais grupos:

- Alta fermentação ou *Ale* (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Baixa fermentação ou *Lager* (*Saccharomyces cerevisiae*)

As principais diferenças entre as leveduras tipo *Ale* e as leveduras tipo *Lager* estão na temperatura de fermentação e, após a fermentação, a levedura tipo *Ale* subir à superfície do fermentador contrariamente à levedura tipo *Lager* que se deposita no fundo do fermentador.

Figura 5 - Leveduras secas ativas (Saccharomyces cerevisiae) (Armazém São Vito, s.d.)

3.5.5. Adjuntos

Água, malte, lúpulo e levedura. Se com estes quatro ingredientes básicos essenciais à produção de cerveja é possível criar centenas de sabores únicos, ao utilizar outros produtos, os adjuntos, irá trazer o perfil ideal à cerveja que se pretende produzir.

Porém, os adjuntos podem ser entendidos de duas maneiras: como adjuntos do malte, os chamados cereais não maltados como o caso do milho, trigo, arroz, entre muitos outros, ou como ingredientes que visam dar uma característica específica à cerveja como frutas, açúcares e especiarias (Aquino & Quaresma, 2019).

Principalmente nas grandes indústrias cervejeiras é habitual substituir-se parte do malte de cevada por cereais não maltados, na maioria dos casos, o milho e o arroz, isto porque, normalmente, como estes cereais são mais baratos que o malte, consegue-se desta forma uma grande vantagem económica, produzindo, ao mesmo tempo, uma bebida mais leve e suave do que aquela produzida exclusivamente com malte de cevada. É importante referir que estes cereais não maltados também possuem grandes fontes de amido que raramente são utilizadas nas cervejarias artesanais, uma vez que estas se focam nos maltes de trigo e cevada, presentes em grande variedade de receitas (Group Super Bock, 2017).

Para quem pretende dar um salto em termos de diferenciação, nada melhor que recorrer a outra gama de produtos, numa vasta amplitude de cores, aromas, sabores e texturas. O importante na adição destes ingredientes extra à cerveja é entender como estes contribuem para o estilo de cerveja. Cervejas leves e refrescantes pedem frutas e especiarias que possam exaltar essas características, já as mais alcoólicas podem beneficiar de ingredientes mais gordurosos de modo a aumentar a sua *drinkability* (critério de avaliação de uma bebida, que considera quão agradável é a sensação final do produto a ponto de levar o degustador a repetir a dose).

3.6. Cervejas com adição de frutos

A utilização de frutos como adjunto cervejeiro é um hábito bastante antigo, mesmo antes do lúpulo ser considerado um dos principais ingredientes no processo de fabrico de cerveja (Tse, 2015). Hoje, com o paladar cada vez mais diversificado, o uso de frutas na cerveja (Figura 6) tornou-se cada vez mais comum nas microcervejarias. As cervejas frutadas não vieram para se sobrepor ao estilo original da cerveja, mas sim para enriquecê-lo, conferindo aroma, cor e sabor com o objetivo de dar um toque leve e diferente à bebida. No entanto, uma boa cerveja frutada não deve ser enjoativa, mas sim possibilitar uma harmonização entre o estilo base da cerveja e a fruta escolhida. Praticamente todas as frutas podem ser utilizadas na elaboração da cerveja, no entanto, frutas ácidas ou azedas combinam melhor com cerveja comparativamente a frutas doces, sendo que o sabor da fruta fica mais acentuado em cervejas leves, claras e com menor teor alcoólico. Porém, o lúpulo utilizado na fabricação de cervejas frutadas deve apresentar um baixo teor de α-ácidos de modo a minimizar o seu aroma e sabor, intensificando o sabor da fruta (Greenough, 2012).

As frutas podem ser adicionadas em diferentes etapas do processo de fabrico de cerveja através de diferentes maneiras e de diferentes formas como fruta fresca (inteira ou em pedaços), em forma de extrato, calda, polpa ou sumo. De salientar que a quantidade de frutas a ser adicionada depende de muitas variáveis tais como o tipo de fruta, a quantidade de sabor desejada, o estilo de cerveja, entre outras.

Na Praxis, existe um bom exemplo de uma cerveja frutada, a Pumpkin Ale (com adição de abóbora).

Figura 6 - Cervejas com adição de frutos (Alexandre Mazzo/Gazeta do Povo, 2019)

3.7. Medronheiro (*Arbutus unedo* L.)

O medronheiro (*Arbutus unedo* L.) pertence à classe *Magnoliopsida*, família *Ericaceae* e ao *género Arbutus*. Espécie nativa da Região Mediterrânica e Europa Ocidental, o medronheiro, é uma planta de porte arbustivo ou arbóreo com cerca de 1 a 4 metros de altura, apesar, de ocasionalmente, poder atingir os 12 metros (AJAP, 2018).

O género *Arbutus* é caracterizado pela sua copa verde e arredondada com folhas persistentes de formato elíptico que apresentam uma coloração verde escura na parte superior e verde clara na parte inferior da folha. Os ramos são geralmente numerosos, escamosos e de cor avermelhada, apresentando uma casca áspera e gretada, os seus galhos são pegajosos e peludos e as suas flores brancas ou rosas em forma de sino, bastante decorativas, que fazem do medronheiro uma excelente planta ornamental (Noronha, 2001).

O medronheiro consegue resistir a uma vasta gama de temperaturas, seja temperaturas negativas (até -12 °C) ou mesmo condições de seca. No entanto, o seu clima deve ser suave e sem geadas fortes para que o seu comportamento seja ótimo. Do género *Arbutus*, o medronheiro é a espécie mais tolerante a solos calcários, no entanto, prefere solos soltos, profundos, ricos em matéria orgânica, bem drenados e ligeiramente ácidos com um pH entre 5,5 e 7 (AJAP, 2018).

Em Portugal, o medronheiro (Figura 7) encontra-se espalhado por todo o país, mas é no Algarve, na região das serras do Caldeirão e Monchique que está a sua maior concentração (Figueiredo, 2017).

Figura 7 – Medronheiro (S. Lourenço, 2011)

3.7.1. O fruto - Medronho

Os medronhos são frutos normalmente esféricos, globosos e avermelhados, de várias dimensões e que apresentam, no seu interior, uma polpa amarelada e um número de sementes compreendido entre 10 a 15, de tegumento castanho. Comestíveis, de sabor agradável, doce e aromático, os medronhos, embora raramente consumidos em fresco, são muitas vezes transformados em bebidas alcoólicas (aguardente e licor), geleias, marmeladas, frutas cristalizadas, entre outros.

O medronho (Figura 8) contém elevado teor de açúcar (42% a 52%, base seca), boa fonte de minerais, vitaminas (C e E), carotenóides e antioxidantes, incluindo compostos fenólicos. O seu sabor é o resultado do balanço entre os açúcares e os ácidos orgânicos naturalmente presentes, numa razão de 23,1:1 (Noronha, 2001).

Quando comido cru, o medronho pode ser de difícil digestão, uma vez que é um fruto bastante rico em celulose, conferindo-lhe uma textura fibrosa. Por esse motivo, é muito mais frequente a transformação do mesmo para produtos alimentares ao invés de ser consumido em fresco.

Atualmente, os medronhos são muito utilizados para produção de aguardente, porém, existem outros produtos de elevado potencial que podem ser obtidos através da fermentação dos medronhos, como por exemplo, o vinagre. Também é utilizado medronho em produtos não fermentados, como o caso do fruto em fresco, fruto desidratado, polpas, confitados e gomas (Gomes *et al*., 2019).

Figura 8 - Medronhos

3.7.2. Banco Clonal de medronheiro instalado na ESAC

Na ESAC, encontra-se instalado um Banco Clonal de medronheiro. O principal objetivo da instalação do Banco Clonal na área agrícola da ESAC passa por obter plantas iguais às plantas-mãe selecionadas, as designadas plantas clonais. Para tal, procedeu-se à seleção de plantas adultas de medronheiro para produção de fruto, e através da caracterização das plantas e dos frutos, foram selecionados os melhores indivíduos, multiplicando-os vegetativamente, por micropropagação. As plantas provenientes de diferentes clones foram então instaladas em ensaios clonais no campo, de modo a avaliar a sua produção comparativamente a plantas seminais. Após 5 anos, foi procedida a colheita de fruto e realizada a sua análise da qualidade e produtividade, observando, uma maior produção de medronhos nas plantas clonais comparativamente às plantas seminais. O Banco Clonal pretende assim: promover o cruzamento / a polinização entre os melhores indivíduos, os clones; avaliar a produção e a qualidade de cada progenitor; aumentar a variabilidade genética das plantas, através dos cruzamentos entre os clones; colher o medronho para extração de semente para a instalação de ensaios de descendência; identificar nos ensaios de descendência as melhores plantas progenitoras, para as diferentes condições ambientais e certificar a semente para comercialização (para produção de plantas seminais) (Gomes et al., 2020).

Os medronhos utilizados no âmbito deste trabalho foram colhidos no banco clonal. Contudo, dadas as quantidades diminutas dos medronhos de diferentes clones, fez-se uma mistura aleatória dos frutos. Seria interessante, no futuro, realizarem-se ensaios de produção de cerveja com medronho utilizando diferentes clones para se avaliarem possíveis diferenças no perfil da cerveja obtida.

3.7.3. Produtos inovadores desenvolvidos na ESAC à base do medronho

Como referido anteriormente, os medronhos, através de processos de transformação, podem ser incorporados em outros produtos alimentares como *snacks*, *muesli*, bolachas e biscoitos. A sua polpa, isenta de sementes e esclereídeos, possui um elevado potencial de utilização na produção de doces, geleias, sumos, néctares de fruta e preparados de fruta destinados à indústria dos lacticínios, dos gelados, pastelaria, entre outros (Gomes *et al.*, 2018).

Em 2013, na ESAC, foi desenvolvida uma formulação de um doce inovador (Figura 9) pela combinação da atividade antioxidante do medronho com o baixo índice glicémico potenciado pela introdução de um edulcorante extraído da planta *Stevia reubadiana Bertoni*. Esta inovação foi reconhecida a nível internacional, com a obtenção do 3º Prémio Europeu do Concurso *Future Ideas*, na categoria de *Thesis Competition* 2013.

Mais recentemente, em 2017, foi desenvolvido um produto eco-inovador designado "Gratô" (Figura 10), que consiste num combinado de fruta (medronhos e amoras silvestres) e algas marinhas (conhecidas como Wakame), semelhante a uma gelatina com polpa (Rodrigues *et al.*, 2019).

Figura 9 - Doce de medronho com Stevia (Voz do Campo, s.d.)

Figura 10 - Gratô, combinado de frutas naturais e algas (Ecotrophelia Portugal, 2017)

4. Enquadramento prático

4.1. O fabrico de cerveja artesanal Praxis

A cerveja artesanal Praxis é produzida com ingredientes 100% naturais, onde se destaca a água de Coimbra, de enorme qualidade.

Muitas das etapas de produção de cerveja artesanal Praxis são realizadas de forma bastante manual, sendo necessário um controlo muito apertado em todos os parâmetros de fabrico, a fim de evitar que alguns fatores possam vir a prejudicar a cerveja durante a sua elaboração e deste modo produzir algo com características indesejáveis.

De salientar que a data estimada do tempo de produção da cerveja artesanal Praxis é de aproximadamente 3 semanas a 3 meses, dependendo do tipo de cerveja que se pretende produzir.

4.1.1. Etapas de produção de cerveja artesanal Praxis

O processo geral de produção de cerveja artesanal Praxis é apresentado na Figura 11.

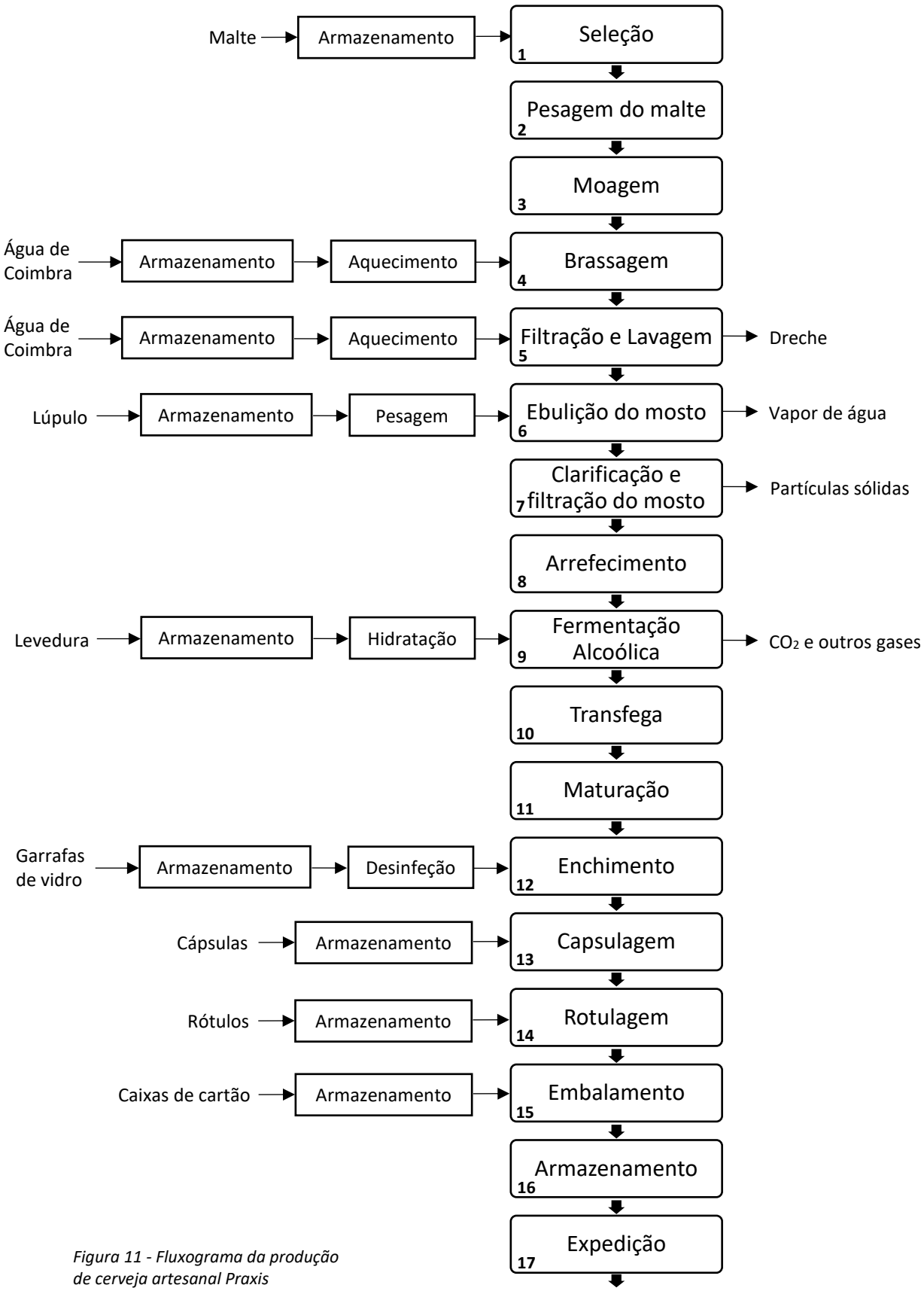

Figura 11 - Fluxograma da produção de cerveja artesanal Praxis

4.1.2. Descrição das etapas de produção

4.1.2.1. Seleção

Primeiramente, e antes da seleção do malte, temos a entrada deste na fábrica, somente quando necessário, ou seja, quando o *stock* que há no armazém deixa de ser suficiente para as produções seguintes. É através das empresas *Weyermann* (alemã) e da *Ireks* (alemã) que fazem chegar os maltes (em sacas de 25 kg) à Praxis, sendo depois armazenados em paletes no interior de um armazém, fresco e seco.

As receitas utilizadas na microcervejaria Praxis são compostas por vários tipos de malte, maltes base (utilizados em maior quantidade) e maltes especiais (utilizados em menor quantidade), estes últimos com o objetivo de conferir uma maior qualidade à cerveja e uma distinção de aromas e sabores únicos.

O processo de fabrico de cerveja artesanal Praxis começa pela seleção do malte. Nesta etapa o mestre cervejeiro fornece a receita com as quantidades e os tipos de malte necessários para o fabrico de uma determinada cerveja. Para cada cerveja são usados vários tipos de malte, combinando-os entre si, de modo a que a cerveja possua as características desejadas. De salientar que os maltes selecionados já vêm limpos de objetos estranhos e impurezas, porém, caso seja encontrado algum tipo de objeto indesejável, cabe ao manipulador da etapa da pesagem, removê-lo.

4.1.2.2. Pesagem do malte

A pesagem do malte é necessária para saber a quantidade de malte a ser utilizado para cada tipo de cerveja a produzir. Esta pesagem é feita numa balança digital que se encontra na sala onde é realizada a moagem do malte, sendo feita em simultâneo com a moagem do malte ou separadamente, de acordo com a estratégia de cada pessoa.

Sendo uma etapa de grande importância, pois condiciona todo o processo que vem nas fases seguintes, um erro na pesagem pode dar origem a uma cerveja diferente da que se pretende produzir, portanto é necessário ter sempre bastante rigor e cuidado nas pesagens, mesmo que estes erros de pesagem já tenham dado origens a cervejas bastante interessantes.

4.1.2.3. Moagem

A moagem é um processo mecânico que consiste em quebrar os grãos de cevada maltada e não triturá-los ou esfarelá-los. E por uma razão muito simples, pois ao quebrarmos os grãos estamos apenas a expor o seu interior de forma a separar o endosperma das cascas, sempre com o cuidado de não danificar demasiado as cascas, pois estas têm um papel crucial na filtração do mosto. Por sua vez, grãos triturados iriam formar farinha, o que não é de todo indicado para a germinação que ocorre na brassagem, podendo influenciar, de forma negativa, a etapa da filtração. Se a moagem for demasiado "fina", corremos o risco de gerar obstruções durante a lavagem e filtração, enquanto uma moagem demasiado "grossa" dos grãos, irá dificultar a atividade enzimática e assim ocasionar baixa eficiência. Concluindo, e seja qual for o equipamento utilizado para a moagem dos grãos, é necessário sempre uma boa moagem do malte, com o máximo de atenção para evitar este tipo de problemas.

Na Praxis, para a realização da moagem dos grãos de cevada é utilizado um moinho de rolos elétrico, equipado com uma escala de ajustamento dos rolos, que regula a granulometria do moinho, ou seja, permite que os grãos de cevada saiam com mais ou menos grossura.

Cereais não maltados, como o caso do trigo e da aveia não são moídos e vão diretamente para a brassagem.

4.1.2.4. Brassagem

Antes de iniciar a etapa da brassagem, é muito importante saber que água se vai utilizar, pois existem inúmeros parâmetros importantes na água (como, por exemplo, o pH), de maneira a que se consiga não só uma melhor atividade enzimática como uma maior conversão do amido em açúcares fermentáveis.

No caso da microcervejaria Praxis, a água utilizada para a produção de cerveja e que entra nesta etapa de brassagem é garantida pela rede de distribuição Águas de Coimbra, por meio de canalização. Porém, como a água contém cloro, cabe à Praxis realizar um tratamento que tem como objetivo retirar esse cloro da água, de modo a não causar problemas mais tarde no processo de fabrico da cerveja.

Primeiramente, e antes de a água entrar na brassagem, esta vai ser aquecida numa caldeira destinada somente a água aquecida. De salientar que um dos aspetos positivos da Praxis trata-se do reaproveitamento da água, pois quando há produções de cerveja consecutivas, a água utilizada no arrefecimento do mosto durante uma produção, é enviada para a caldeira com água aquecida e usada na produção seguinte, tornando-se economicamente mais vantajoso.

É na fase da brassagem que o malte, e eventuais cereais não maltados, juntamente com a água, formam o mosto (líquido que depois de fermentado irá dar origem à cerveja). O principal objetivo desta etapa passa por extrair os açúcares dos cereais, de modo a converter o amido em açúcares mais simples e fermentáveis. Durante este processo, o malte, previamente moído, é adicionado à água aquecida, geralmente à temperatura de 65 °C (60 a 90 minutos é o tempo, em média, de duração da brassagem de uma cerveja caseira). Este processo de brassagem reside na atuação das enzimas provenientes do malte, sobretudo a α-amilase e a β-amilase. São estas enzimas que irão degradar o amido, sendo responsáveis pela liquefação e sacarificação da amilose e amilopectina, libertando açúcares fermentáveis para o mosto. Cada uma destas enzimas tem uma temperatura ótima de funcionamento e uma duração máxima de atuação. Desta forma, são realizadas paragens com tempos específicos, a determinadas temperaturas durante esta fase da brassagem. De salientar que a temperatura ótima da enzima β-glucanase está entre os 45 °C e os 50 °C, a da β-amilase é aos 62 °C e a α-amilase aos 70 °C. No que diz respeito ao pH do mosto, este também pode influenciar o processo de brassagem pelo que é importante mantê-lo entre os 5,0 e os 5,2 de modo a evitar resultados indesejáveis.

Na Praxis, a brassagem ocorre em uma caldeira (presente na sala de fabrico) com as seguintes caraterísticas:

- Parede dupla (permite o aquecimento a óleo);
- Fundo falso com grelhas perfuradas (benéfico para a filtração);
- Pá agitadora (para homogeneizar o mosto);
- Bomba centrífuga (permite a recirculação do mosto);
- Saída cónica (de modo a dispersar o mosto);

- Porta no topo (para a entrada do malte);
- Porta na lateral (para retirar o dreche);
- Tubo circular no topo da caldeira (para uma melhor visualização do mosto);
- Bomba de vácuo (responsável pela filtração para a caldeira de ebulição);
- Torneira no fundo (facilita a saída de água suja na lavagem e desinfeção da caldeira);
- Circulo perfurado (permite a entrada de água aquecida no início da brassagem).

A brassagem na microcervejaria Praxis inicia-se pela entrada de água aquecida na caldeira através do círculo perfurado. De seguida, é introduzido lentamente o malte pela porta no topo da caldeira, agitando simultaneamente o mesmo com a pá agitadora de forma a espalhar o malte por toda a água contida na caldeira, enquanto isso, há mais adição de água na caldeira através de pequenos orifícios, sendo esta projetada em todas as direções, até atingir o volume pretendido, sendo que a água inicial no processo tem uma temperatura próxima dos 63 °C nos primeiros minutos, e de seguida sobe para os 65 °C onde permanece durante 1 hora, subindo depois para os 73 °C durante 30 minutos e por fim atinge os 78 °C e aí permanece mais 30 minutos. Posto isto, é só deixar repousar, com o objetivo de "descansar" o mosto, preparando-o para a fase seguinte, a filtração.

4.1.2.5. Filtração e lavagem

A etapa da filtração consiste na separação da parte líquida do mosto do bagaço do malte (este último conhecido como "dreche"). Na Praxis, a filtração é realizada por sucção através do uso de uma bomba centrífuga presente no fundo da caldeira, com uma ligação para a caldeira de ebulição, por tubagem. A caldeira de brassagem encontra-se equipada com um fundo falso e com uma concavidade para baixo, onde ocorre a filtração, contendo assim as caraterísticas desejadas para uma boa filtração. A filtração na microcervejaria Praxis inicia-se com a transferência de todo o mosto para a ebulição a fim de se tornar visível todo o malte (sem presença de água). De seguida, é desligada a bomba de vácuo e com uma pá agita-se o malte de modo a distribui-lo uniformemente, procedendo-se a uma lavagem do malte. Lavagem esta estritamente necessária quando se retira o mosto pela primeira vez, pois os grãos de malte ainda

contêm muitas substâncias a serem extraídas, que não se libertam com uma só adição de água, pelo que são lavados várias vezes. A quantidade de água a utilizar na lavagem depende da cerveja que se quer produzir. Após essa adição de água, é necessário aguardar cerca de 20 minutos antes de se voltar a fazer uma nova filtração, tempo necessário para que a água consiga adquirir mais compostos dos grãos de malte. Repete-se o procedimento mais duas vezes sendo que na última vez é necessário fazer a filtração por etapas, para não conduzir a uma má filtração. Por fim dá-se uma filtração até o malte secar na caldeira, aguardando cerca de 10 minutos para se dar a decomposição do mosto, de seguida volta-se a filtrar novamente a quantidade de mosto, de seguida aguarda-se novamente 10 minutos, e assim sucessivamente até cerca de 50 litros; porque quando se verificar no tubo de vidro a turvação do mosto terá que se abrir a torneira no fundo da brassagem para que não haja componentes sólidos a serem transferidos para a ebulição, dando assim por terminada a filtração da cerveja.

O dreche, produto obtido após a filtração do mosto, é retirado da caldeira com o auxílio de uma pá metálica e enviado para o piso inferior da fábrica, através de um tubo, sendo colocado em contentores que vão diretamente para alimentação animal e uma parte dele é usado para fazer pão, encontrado no restaurante da Praxis. Não existe desperdício deste subproduto.

4.1.2.6. Ebulição do mosto

A ebulição ou fervura é uma fase fundamental no processo de produção de cerveja e consiste na fervura do mosto a temperaturas próximas dos 100 °C, com duração média de 60 a 90 minutos. É nesta etapa que é adicionado o lúpulo, o aromatizante da cerveja. A utilização deste varia consoante o estilo de cerveja que se pretende produzir, com a espécie de lúpulo a utilizar e as caraterísticas que se pretendem obter. Normalmente, o lúpulo de amargor é adicionado no início da fervura e o lúpulo de aroma é adicionado apenas no final da fervura.

Durante esta etapa, ocorrem processos importantes tais como a esterilização do mosto, a desnaturação e inativação de enzimas, a isomerização dos lúpulos, a volatilização e a evaporação de compostos indesejados para o produto final e a coagulação e precipitação de compostos de proteínas que floculam e são retirados de modo a clarificar a cerveja.

Na Praxis, a pesagem do lúpulo a ser adicionado à cerveja é realizada numa balança digital e apenas no momento de adição deste. Podem ser adicionados mais que um tipo de lúpulo à cerveja (amargor e aroma), dependendo do tipo de cerveja que se pretende produzir. De salientar que os lúpulos chegam à Praxis em sacos de alumínio de 5 kg devidamente etiquetados com todas as informações necessárias (nome do lúpulo, origem, prazo de validade, ano de colheita, lote e percentagem de α-ácidos). Estes sacos encontram-se armazenados na câmara de refrigeração e quando abertos devem ser fechados a vácuo, de modo a não criar humidade no interior do saco.

4.1.2.7. Clarificação e filtração do mosto

A clarificação consiste em eliminar a maioria das partículas de maiores dimensões (resíduos de lúpulo, proteínas e fragmentos de malte) e que estão suspensas no mosto. Na Praxis, a clarificação e a filtração do mosto ocorrem em simultâneo na caldeira de ebulição que se encontra equipada com uma tubagem que permite fazer a circulação do mosto. Esta circulação tem sentido vertical, de baixo para cima, pois a caldeira de ebulição tem fundo concavo e permite que as partículas se depositem no fundo da caldeira, permanecendo no centro desta, permitindo que não haja uma mistura no mosto e por conseguinte não ocorra de novo a turvação. A tubagem está equipada com um filtro que filtra o máximo de partículas possível de modo a enviar o mosto arrefecido para a fermentação com o mínimo de partículas possíveis.

4.1.2.8. Arrefecimento

O arrefecimento do mosto ocorre com o auxílio de uma solução de glicol que se encontra no interior de um permutador de placas enquanto num segundo permutador de placas, em contra corrente, passa água e cerveja. É importante controlar o caudal da água, pois há medida que o mosto arrefece, é necessário aumentar a quantidade de água, que será utilizada numa próxima produção pois esta água aqueceu e desta forma reaproveita-se o dispêndio de energia utilizada. Após o arrefecimento, o mosto é conduzido para o fermentador através de uma mangueira (previamente lavada e desinfetada). É importante haver uma descida da temperatura pois os fermentadores podem conter leveduras no tanque a cerca de 2 °C e para que não haja uma reativação espontânea das leveduras, é necessário reduzir a temperatura do mosto.

4.1.2.9. Fermentação alcoólica

É na etapa da fermentação que o mosto é transformado em cerveja, por ação das leveduras. Os açúcares presentes no mosto são convertidos pelas leveduras em CO_2 e álcool, entre outras substâncias químicas (Briggs *et al*., 2004).

Na Praxis, os fermentadores são compostos por uma parede dupla em que circula água e uma solução de glicol que permite arrefecer o mosto quando a temperatura sobe. O arrefecimento é controlado automaticamente, por um painel ligado a sensores de temperatura que se encontra localizado no fundo e no topo do fermentador. As leveduras são adicionadas no fermentador a temperatura controlada. Na microcervejaria Praxis, as leveduras sofrem várias reutilizações, isto é, servem para fermentar mais mostos de cerveja de outras produções futuras, no máximo até três vezes. Os fermentadores estão também equipados com manómetros que permitem regular a pressão no interior do fermentador. É necessário ter em atenção que no início da fermentação a pressão deve ser a mais baixa possível e só quando estiver a terminar a fermentação da cerveja, é que se vai aumentando a pressão interna.

De salientar que as leveduras utilizadas na microcervejaria Praxis são leveduras secas ativas (LSA) e encontram-se em embalagens de 500 gramas. São utilizadas duas estirpes diferentes de levedura S. *cerevisiae*, uma para produção de cervejas tipo Ale e outra para cervejas tipo Lager. De salientar que por motivos de confidencialidade a identidade das estirpes utilizadas não é referida no relatório.

Durante a fermentação são realizadas análises à cerveja, neste caso a densidade e pH da mesma. Dependo dos estilos de cerveja, a massa volúmica final varia entre os 1,010 g/cm^3 e os 1,013 g/cm^3. Estas duas análises são realizadas diariamente, de modo a controlar a evolução da fermentação da cerveja. A etapa de fermentação dura aproximadamente 10 a 15 dias. Após se obter a massa volúmica da cerveja, é possível calcular o teor de álcool (%ABV) através da seguinte equação:

$$\mathrm{ABV}(\%) = \text{massa volúmica inicial do mosto} - \text{massa volúmica final da cerveja} \times \mathrm{f}$$

f – Fator que corresponde há mudança da massa volúmica com o grau alcoólico. Pode variar entre 0,125 e 0,135 dependendo da graduação alcoólica da cerveja.

4.1.2.10. Trasfega

A etapa da trasfega consiste no transporte da cerveja dos fermentadores para os maturadores através do uso de mangueiras, devidamente desinfetadas. Para tal, é utilizado um visor (que permite verificar qual a cor e turvação da cerveja que circula no interior das mangueiras), uma torneira de segurança (que permite parar o fluxo de deslocamento da cerveja assim que se verifica uma elevada turvação da mesma) e um tubo metálico localizado no fermentador com a capacidade de se mover, aproveitando o máximo de cerveja sem depósito, e assim que surja turvação no visor, o tubo metálico é descolado para cima através de uma alavanca localizada no exterior do fermentador.

4.1.2.11. Maturação

Concluída a etapa da fermentação e logo após a transfega, ocorre a maturação, que consiste basicamente em deixar a cerveja em repouso, permitindo uma estabilização dos aromas e sabores caraterísticos, ao mesmo tempo que as leveduras restantes na cerveja metabolizam certos compostos. Esta é também uma das etapas onde é possível adicionar outros ingredientes à cerveja, como frutas ou especiarias, contribuindo para um perfil marcante na cerveja.

Na Praxis, a etapa de maturação da cerveja ocorre em tanques de maturação, normalmente designados por maturadores, que se encontram no interior de câmaras de refrigeração a temperaturas próximas de 1 °C.

É nesta etapa que ocorre a carbonatação da cerveja, isto é, a injeção de CO_2 na cerveja de forma a compensar o CO_2 perdido pela dissociação dos átomos de O_2 na cerveja. Este processo só é possível à pressão de 1 bar e com a temperatura a rondar os 0 °C, uma vez que com estas condições o CO_2 não se liga aos componentes moleculares da cerveja. A carbonatação é importante para manter o efeito organolético da cerveja e desacelerar a produção de bactérias, bactérias estas responsáveis por diminuir o tempo de validade de bebidas gaseificadas.

As temperaturas e períodos de maturação vão depender da levedura utilizada, da receita desenhada pelo mestre cervejeiro e do perfil de cerveja que se pretende obter.

4.1.2.12. Enchimento

O enchimento na microcervejaria Praxis é realizado por uma enchedora automática e contínua que enche garrafas de vidro com capacidade de 33 cL. Apesar das garrafas chegarem à Praxis já desinfetadas, estas, antes do enchimento com cerveja, são lavadas com água à pressão e de seguida dá-se a injeção de CO_2 de modo a evitar a formação de espumas. De modo a tornar este processo mais eficiente é colocada uma botija de gás junto à enchedora de modo a regular a pressão de forma constante, evitando assim descompressões rápidas que podem causar a formação de espuma nas garrafas.

Relativamente ao enchimento em barris estes são enchidos dos maturadores com o auxílio de uma enchedora de menores dimensões.

4.1.2.13. Capsulagem

Logo após a etapa de enchimento, as garrafas são sujeitas a um jato de água com pressão que causa impacto na cerveja formando espuma (de modo a libertar todo o O_2 presente na garrafa e formando CO_2, evitando assim a oxidação da cerveja) até ao gargalo da garrafa, e nesse exato momento a garrafa é então capsulada, e de forma rápida, de modo a evitar qualquer tipo de contaminação e dissipação de CO_2.

Para a etapa da capsulagem, são utilizadas cápsulas de diferentes dimensões, consoante a dimensão da "boca" da garrafa. As cápsulas são colocadas num depósito localizado no topo da enchedora, com uma rampa em forma de espiral que coloca cada cápsula, uma a uma, nas garrafas que estão de passagem.

De salientar que as garrafas de 750 mL são capsuladas manualmente e nos barris é colocada, manualmente, uma tampa de plástico, de modo a evitar o depósito de partículas físicas no local a ser "ferrado" mais tarde pelo consumidor.

4.1.2.14. Rotulagem

Antes da rotulagem das garrafas de cerveja, estas podem ou não sofrer a etapa de pasteurização, seguido da secagem, pois após a capsulagem das garrafas, estas apresentam condensação, o que impossibilita a colagem dos rótulos nas garrafas e para tal é necessário que ocorra a secagem das mesmas, através de ventoinhas que auxiliam o seu processo à temperatura ambiente.

A rotulagem das garrafas é realizada numa rotuladora automática, após esta ser programada com o lote e a data de validade correspondente a cada estilo de cerveja e que se encontra impressa no rótulo.

Nos barris de cerveja, os rótulos são colocados manualmente, por baixo dos barris, em papel autocolante, e por cima dos mesmos, colados às tampas.

4.1.2.15. Embalamento

Na Praxis, o embalamento é realizado manualmente pelos operadores que se encontram junto à máquina de rotulagem. Após as cervejas saírem da rotuladora, já devidamente rotuladas, os operadores colocam as garrafas em caixas previamente abertas, selando-as, no final, com fita adesiva de polipropileno.

Existem diferentes caixas de cartão consoante o tamanho das garrafas que se pretende armazenar. Garrafas de 33 cL são armazenadas em caixas de cartão com espaço para doze garrafas enquanto garrafas de 75 cL são armazenadas em caixas com capacidade para seis garrafas.

4.1.2.16. Armazenamento

Depois do embalamento, as caixas de cartão são colocadas sobre paletes e filmadas com papel filme de modo a garantir uma segurança redobrada no transporte para o armazém, onde ficam armazenadas, antes de serem expedidas. Relativamente aos barris de cerveja, estes são armazenados nas câmaras de frio onde permanecem a temperaturas a rondar os 2 °C.

4.1.2.17. Expedição

Após o armazenamento das cervejas, estas são encaminhadas para a fase da expedição para serem comercializadas. Aqui, é da responsabilidade do departamento comercial garantir que a cerveja chegue aos pontos de venda da forma mais segura possível. O transporte para os locais de venda é realizado em carrinhas de distribuição que pertencem à Praxis.

5. Ensaios de produção de cerveja com medronho

Para a realização de cerveja com adição de medronho foram realizados quatro ensaios (Ensaio A, B, C e D) com medronhos não fermentados e medronhos fermentados adicionados em diferentes etapas do processo de fabrico de cerveja artesanal.

Na Figura 12 segue-se uma representação esquemática dos quatro ensaios realizados:

Ensaio A

Ensaio B

Ensaio C

Ensaio D

Figura 12 - Representação esquemática dos quatro ensaios de cerveja com medronho

5.1. Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios A e B)

Na Figura 13 está apresentado o fluxograma do processo de fabrico dos ensaios A e B.

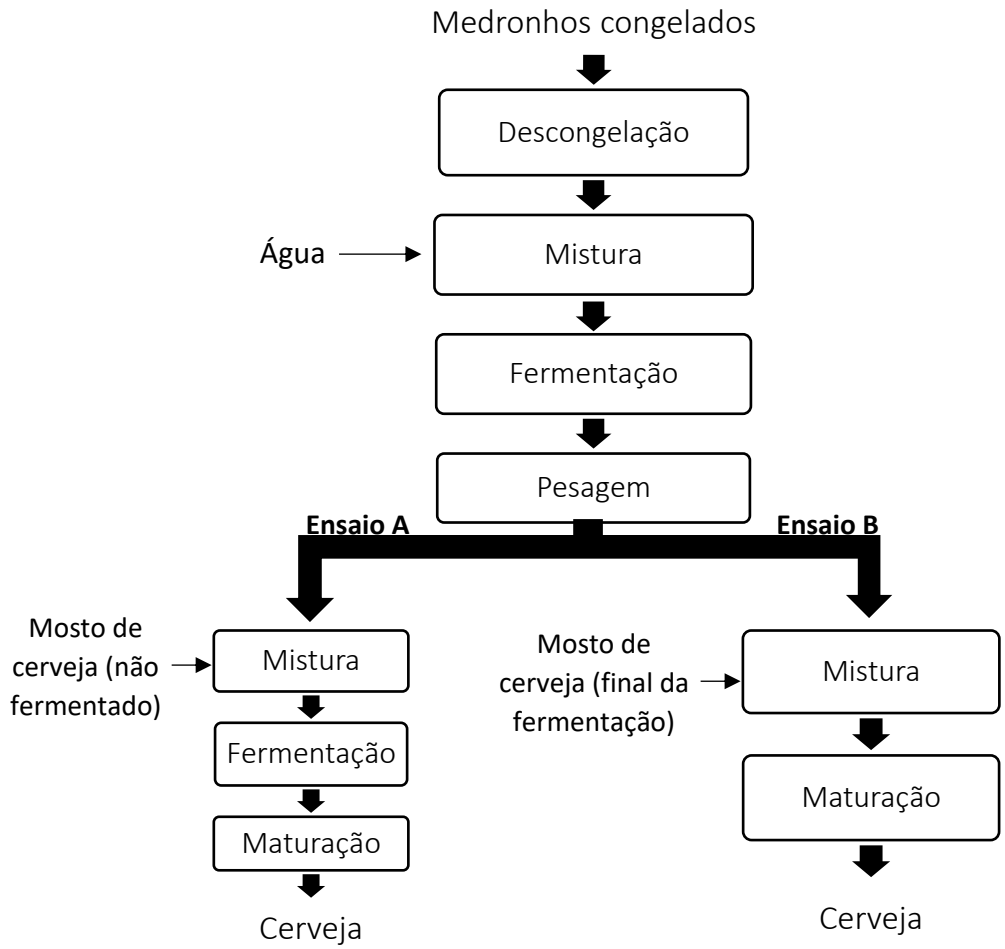

Figura 13 - Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios A e B)

5.1.1. Descrição das etapas

1. Medronhos congelados

A produção de etileno pós-colheita dos medronhos impulsionam o seu amadurecimento. Para contrariar o excessivo amadurecimento, os medronhos, após a colheita, foram congelados até serem posteriormente utilizados. Congelar fruta antes da adição à cerveja, permite quebrar as suas paredes celulares e ajudar a levedura a fermentar o máximo de açúcar possível, permitindo à fruta libertar o seu aroma e sabor na cerveja. Inicialmente, foi retirado um saco de medronhos congelados da arca frigorífica da ESAC com 4,6 kg de massa.

2. Descongelação

Seguidamente, colocou-se o saco de medronhos a descongelar à temperatura ambiente, durante aproximadamente 12 horas, até serem posteriormente utilizados.

3. Mistura

Após os medronhos estarem descongelados, foi adicionado 920 mL de água em 4,6 kg de medronhos. Esta proporção de água utilizada serve para melhorar as condições de fermentação dos medronhos.

4. Fermentação

De seguida, foi realizada a fermentação dos medronhos com água, num fermentador com 15 L de capacidade. De salientar que a fermentação foi conduzida de forma espontânea. Durante a fermentação, o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados diariamente. As análises ao pH e grau Brix foram realizadas em triplicado.

5. Pesagem

Após terminada a fermentação dos medronhos, pesaram-se 2 kg de medronhos fermentados para utilizar no ensaio A e 2 kg de medronhos fermentados para utilizar no ensaio B. Como sobraram medronhos fermentados, os restantes ficaram guardados em pequenos frascos para uso futuro.

6. Mistura (Ensaio A)

Nesta etapa foi realizada a mistura de 2 kg de medronhos fermentados com 8 L de mosto de cerveja Pilsener não fermentado.

7. Fermentação (Ensaio A)

De seguida foi realizada a fermentação do mosto da cerveja juntamente com os medronhos fermentados.

8. Maturação (Ensaio A)

A mistura ficou a maturar no fermentador de 15 L. Durante a maturação, o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados diariamente.

9. Cerveja (Ensaio A)

Infelizmente, apareceu a ocorrência de bolores na cerveja.

10. Mistura (Ensaio B)

Nesta etapa foi realizada a mistura de 2 kg de medronhos fermentados com 8 L de mosto de cerveja Pilsener na fase final da fermentação.

11. Maturação (Ensaio B)

A mistura ficou a maturar durante 9 dias num recipiente de 15 L. Durante a maturação, o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados diariamente. De salientar que as análises ao pH e grau Brix foram realizadas em triplicado.

12. Cerveja (Ensaio B)

Infelizmente, apareceu a ocorrência de bolores na cerveja.

5.2. Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios C e D)

Na Figura 14 está apresentado o fluxograma do processo de fabrico dos ensaios C e D.

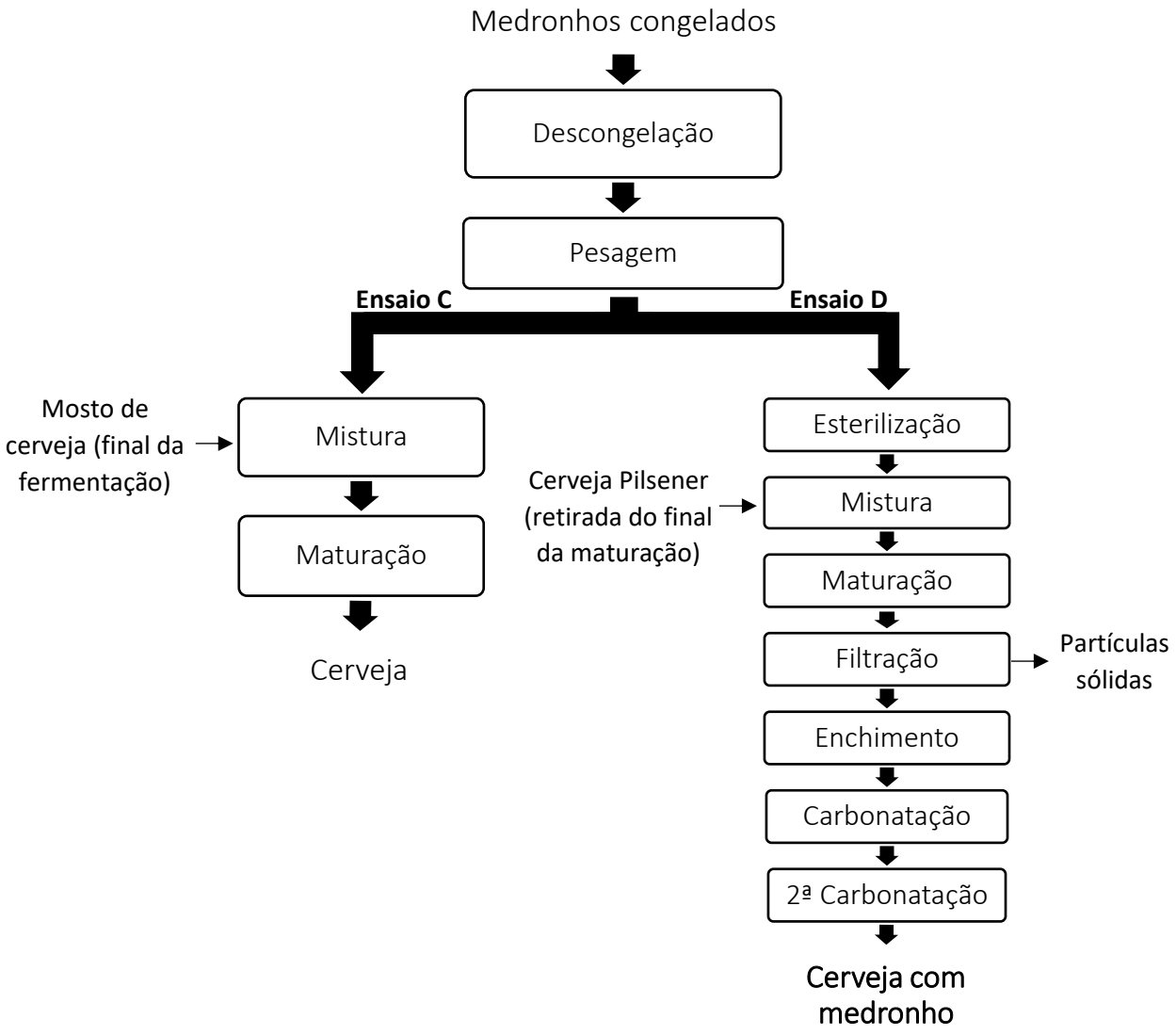

Figura 14 - Fluxograma do processo de fabrico (Ensaios C e D)

5.2.1. Descrição das etapas

1. Medronhos congelados

Inicialmente, foi retirado um saco de medronhos congelados da arca frigorífica da ESAC com 7,9 kg de medronhos.

2. Descongelação

Seguidamente, colocou-se o saco de medronhos a descongelar à temperatura ambiente, durante aproximadamente 12 horas, até serem posteriormente utilizados.

3. Pesagem

Após a descongelação dos medronhos, pesaram-se 2 kg de medronhos para utilizar no ensaio C e 2 kg de medronhos para utilizar no ensaio D.

4. Mistura (Ensaio C)

Nesta etapa foi realizada a mistura de 2 kg de medronhos com 8 L de mosto de cerveja Pilsener na fase final da fermentação.

5. Maturação (Ensaio C)

A mistura ficou a maturar durante 9 dias num recipiente de 15 L. Durante a maturação, o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados diariamente. As análises ao pH e grau Brix foram realizadas em triplicado.

6. Cerveja (Ensaio C)

Infelizmente, passado alguns dias, ocorreu o aparecimento de bolores na cerveja.

7. Esterilização (Ensaio D)

Nesta etapa, os medronhos foram fechados no interior de um saco de plástico, a vácuo, e colocados numa panela com água a ferver durante 5 minutos de modo a eliminar a carga microbiana.

8. Mistura (Ensaio D)

Nesta etapa foi realizada a mistura de 2 kg de medronhos com 8 L de cerveja na fase final da maturação.

9. Maturação (Ensaio D)

Após essa mistura, ocorreu a maturação, realizada numa câmara de frio, onde permaneceu durante cerca de 2 meses.

10. Filtração (Ensaio D)

Dada como terminada a fase da maturação da cerveja com medronho, esta foi filtrada de modo a separar a parte líquida da cerveja da parte sólida.

11. Enchimento (Ensaio D)

O enchimento da cerveja com medronho foi feito para o interior de um barril, onde permanece na câmara de refrigeração até à etapa seguinte.

12. Carbonatação (Ensaio D)

A carbonatação à cerveja foi realizada a 2 bar.

13. Segunda carbonatação (Ensaio D)

Passados dois dias da primeira carbonatação, foi necessário realizar uma segunda carbonatação entre 1,8 a 2 bar.

14. Cerveja com adição de medronho (Ensaio D)

No final, obteve-se uma cerveja turva, de cor levemente dourada e com um ligeiro sabor a medronho. Comparativamente aos restantes ensaios (ensaios A, B e C), os medronhos no ensaio D foram esterilizados, e poderá ser esta a razão mais provável que levou ao sucesso deste ensaio e ao insucesso dos restantes.

5.3. Análises realizadas aos ensaios de cerveja com medronho

Todas as análises realizadas aos quatro ensaios de cerveja com medronho foram executadas antes, durante e após a sua elaboração. Também foram realizadas análises à cerveja Pilsener, da Praxis, utilizada como comparação à cerveja com medronho.

Grau Brix

O Brix (símbolo °Bx) é uma escala numérica do índice de refração, que quantifica o teor de sólidos solúveis numa solução. Este é utilizado para medir a quantidade aproximada de açúcares presentes na solução, ou seja, quanto mais alto o grau Brix de uma amostra, mais elevada é a sua doçura.

Em todas as amostras necessárias à determinação do grau Brix, as mesmas foram feitas por um refratómetro digital (HANNA – HI 96813). Para tal, foi necessário recolher uma ou duas gotas de amostra e colocar no refratómetro digital a fim de obter o valor da quantidade de açúcar presente.

pH

A sigla pH significa "potencial de hidrogénio" e tem como função medir a alcalinidade/acidez de uma solução. Percorre os valores de 0 a 14, sendo que 7 é valor neutro, valores abaixo de 7 são considerados ácidos e valores acima de 7 são considerados como alcalinos, ou seja, quanto menor o nível de pH, maior é a acidez e quanto maior o nível de pH, menor é a acidez (Chanson, 2018).

A sua determinação foi executada com um potenciómetro equipado com um elétrodo (CRISON – micro pH 2002). A calibração deste foi feita sempre que necessário e antes da primeira medição. Procedeu-se então à respetiva análise de pH, começando primeiramente por colocar o elétrodo na amostra e de seguida registou-se o valor obtido. No final da medição passou-se o elétrodo por água destilada e colocou-se numa solução de cloreto de potássio.

Temperatura

A medição da temperatura foi realizada com um termómetro de vidro colocado dentro do recipiente de cada amostra e aguardando alguns minutos.

Acidez titulável

Para cada uma das amostras, adicionou-se lentamente uma solução de hidróxido de sódio (0,1N) recorrendo a uma bureta graduada. Utilizou-se o potenciómetro para acompanhar a subida de pH durante o processo. Assim que o potenciómetro indicou o pH 8,1, procedeu-se ao registo da quantidade (mL) de NaOH gasto na titulação.

Cor

O colorímetro é descrito geralmente como qualquer instrumento que carateriza amostras com a finalidade de obter uma medida objetiva das características da cor. Este fornece valor de três coordenadas L*, a*, b*, onde L* representa a luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco). O eixo a* representa a cor entre o verde (valores negativos) e o vermelho (valores positivos) e o eixo b* fornece a variação de cor entre o azul (valores negativos) e o amarelo (valores positivos).

A cor da cerveja foi medida utilizando o colorímetro Minolta CT-310. Para tal, foi colocada uma pequena amostra de cerveja numa célula do colorímetro (até perfazer totalmente o volume da célula) de modo a retirar todos os valores necessários para a cor.

Teor alcoólico

O teor alcoólico da cerveja com medronho e dos medronhos fermentados foi realizado num ebuliómetro (Acal, França) e a sua leitura foi feita através de um disco graduado.

Análise sensorial

A prova sensorial teve como principal finalidade avaliar qual das cervejas produzidas era a preferida pelos provadores. Para tal, estiveram em prova sensorial as seguintes amostras de cervejas artesanais: cerveja Pilsener com adição de medronho (ensaio D) e cerveja Pilsener sem adição de medronho (cerveja Pilsener, Praxis).

Durante a prova sensorial, realizaram-se dois testes sensoriais, um teste hedónico com a utilização de uma escala estruturada entre 1 (desgosto muito) até 7 (gosto muito), sendo que com esta escala foram caracterizados 6 atributos sensoriais das cervejas.

Adicionalmente realizou-se um teste de preferência, solicitando-se aos provadores a indicação de qual a sua amostra preferida e a razão dessa preferência. O questionário utilizado para o efeito encontra-se no Anexo I. Foi ainda solicitado aos provadores a sua intenção de compra relativamente à amostra preferida. Finalmente, solicitou-se aos provadores informação no sentido de conhecer os seus hábitos de consumo de cerveja.

- **Preparação e apresentação das amostras**

As cervejas Pilsener foram mantidas a temperaturas de refrigeração, dentro de um barril (devidamente identificado) até ao momento da prova sensorial.

No dia da prova, as respetivas cervejas referidas anteriormente foram servidas em copos de vidro normalizados (devidamente codificados), como mostra a Figura 15.

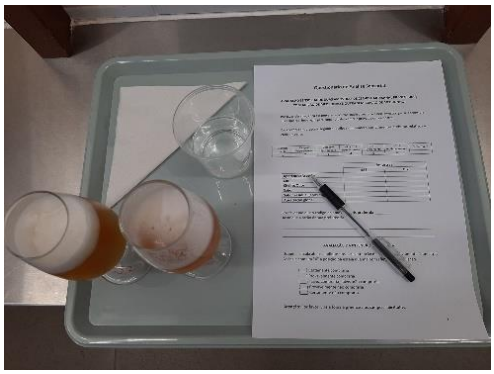

Figura 15 - Amostras de cerveja Pilsener com e sem adição de medronho

A prova sensorial foi realizada na Escola Superior Agrária de Coimbra, na sala de análise sensorial.

5.4. Resultados e discussão

Fermentação dos medronhos (Ensaio A e B)

Durante a fermentação dos medronhos o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados. As análises ao pH e grau Brix foram realizadas em triplicado e calculada a média. Na Figura 16 observa-se o gráfico de pH dos medronhos durante a fase de fermentação onde se pode verificar um aumento gradual do pH nos medronhos.

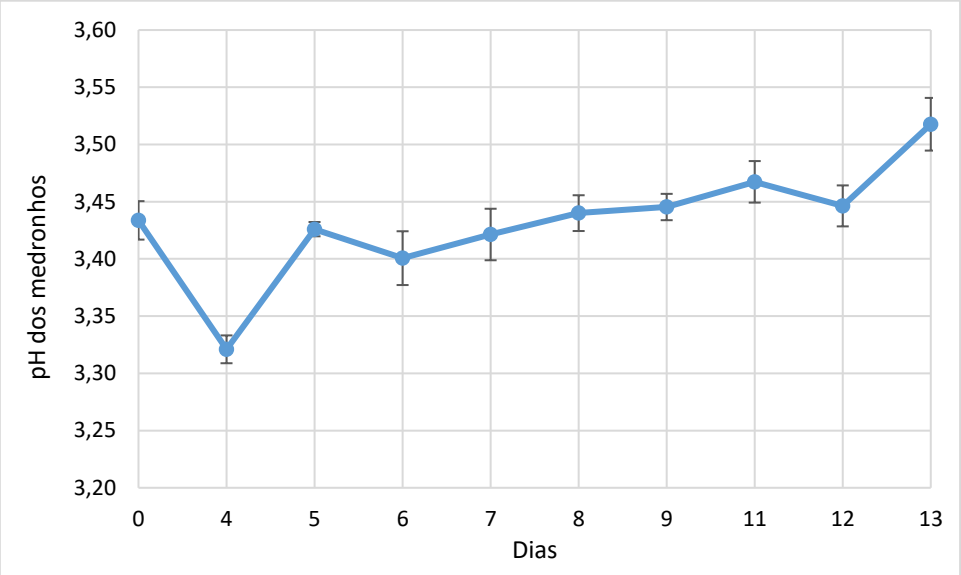

Figura 16 – Evolução do pH durante a fermentação dos medronhos

Da análise da Figura 17, podemos verificar um decréscimo do grau Brix durante a fase da fermentação dos medronhos. Isto significa que a quantidade de açúcar disponível nos medronhos foi diminuindo de forma gradual até ao final da fermentação.

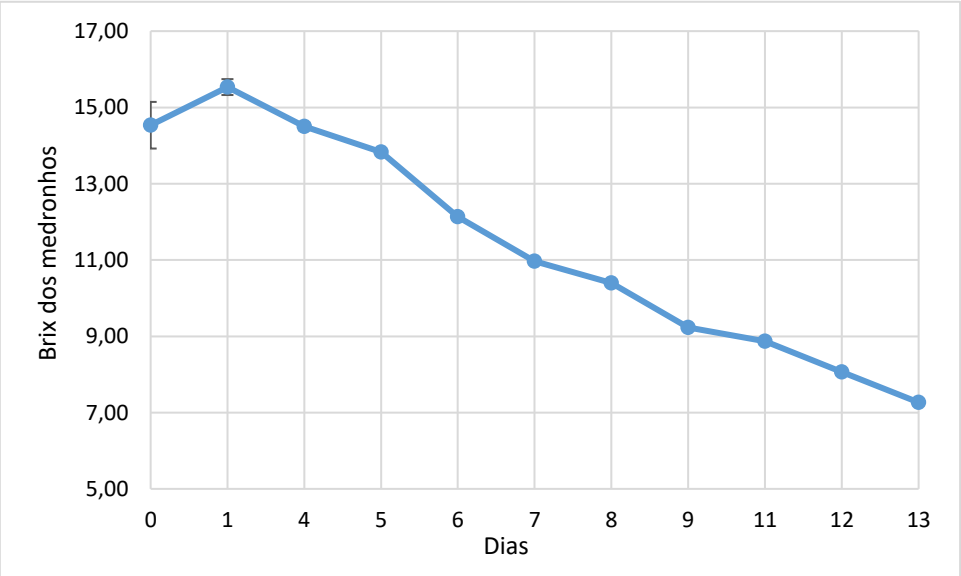

Figura 17 - Evolução do grau Brix durante a fermentação dos medronhos

De salientar que a temperatura medida durante a fase da fermentação dos medronhos foi aproximadamente 27 °C. Talvez essa elevada temperatura possa ser um dos fatores pelo qual os ensaios A e B não correram como planeado, uma vez que a temperatura deveria ser inferior à registada.

O teor alcoólico dos medronhos fermentados foi de 7,1% vol.

Ensaio A, B e C

Durante a fase da maturação nos ensaios A, B e C, o pH, temperatura e grau Brix foram monitorizados e registados diariamente. As análises ao pH e grau Brix foram realizadas em triplicado e calculada a média.

Na Figura 18 está representado o gráfico de pH durante a etapa de maturação nos ensaios A, B e C na qual podemos verificar um aumento, seguido de um decréscimo, do pH nos ensaios A e C e no ensaio B apenas um decréscimo do pH durante toda a fase de maturação.

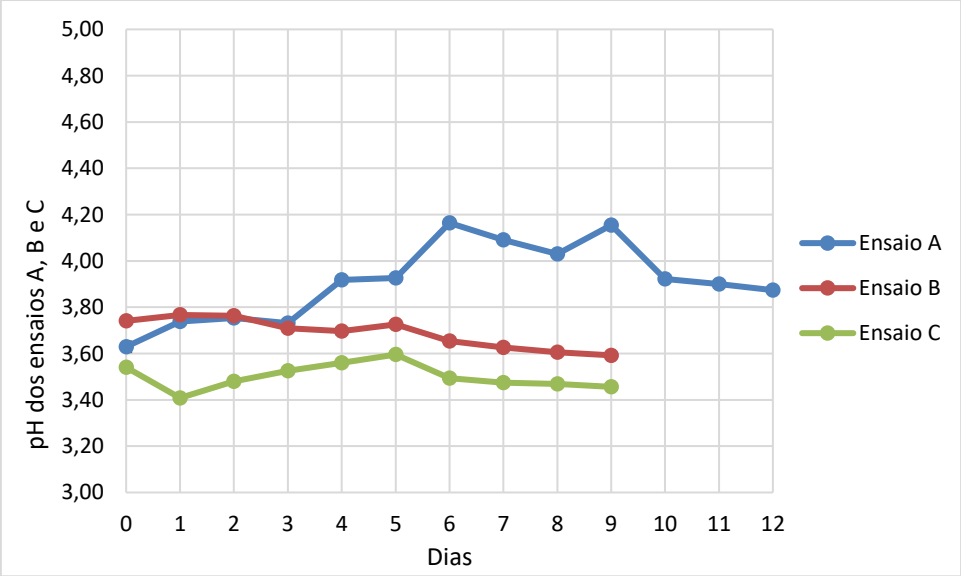

Figura 18 - Evolução do pH na fase de maturação da cerveja (ensaios A, B e C)

Através da análise da Figura 19, podemos verificar valores muito aproximados de grau Brix nos ensaios A e B. Teoricamente esperava-se que a evolução do grau Brix durante a fase de maturação não apresentasse grandes oscilações. Contudo no caso do ensaio C registaram-se oscilações mais evidentes comparativamente ao ensaio A e B.

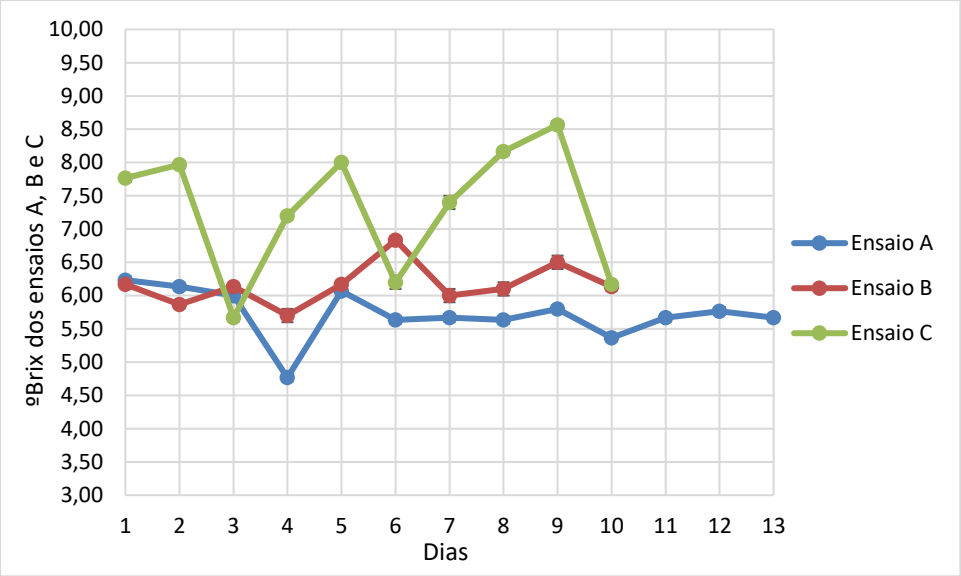

Figura 19 - Evolução do grau Brix na fase de maturação da cerveja (ensaios A, B e C)

De salientar que a temperatura média medida durante a fase da maturação nos 3 ensaios foi aproximadamente 24 °C.

Na Tabela 3 estão registadas as análises ao pH e grau Brix às cervejas finais dos 3 ensaios (ensaios A, B e C), aos medronhos utilizados no ensaio C e ao mosto de cerveja antes da mistura com os medronhos fermentados, no ensaio A.

Tabela 3 - Análises ao pH e grau Brix nos ensaios A, B e C (M=3)

	pH ($\bar{x}$ ± dp)	°Brix ($\bar{x}$ ± dp)	Temperatura (°C)
Mosto de cerveja não fermentado (Ensaio A)	4,75 ± 0,04	11,77 ± 0,06	22
Cerveja final, com bolores (Ensaio A)	3,79 ± 0,01	6,37 ± 0,06	22
Cerveja final, com bolores (Ensaio B)	3,82 ± 0,01	6,67 ± 0,15	22
Medronhos (Ensaio C)	3,30 ± 0,01	18,80 ± 0,00	22
Cerveja final, com bolores (Ensaio C)	3,61 ± 0,004	6,73 ± 0,06	22

dp – desvio padrão

De salientar que as cervejas que apresentaram contaminações microbiológicas (ensaios A, B e C) foram utilizadas para produção de vinagre.

Ensaio D

Neste ensaio não foram realizadas análises diárias durante a maturação da cerveja com medronho devido ao facto de esta ter ficado a maturar na câmara de refrigeração da Praxis.

No entanto, na Tabela 4 estão apresentadas as características físico-químicas da cerveja com medronho e da cerveja Pilsener (usada na análise sensorial como comparação à cerveja com medronho do ensaio D).

Tabela 4 - Características físico-químicas da cerveja com medronho e cerveja Pilsener (M=3)

					Cor		
	pH ($\bar{x}$ ± dp)	°Brix ($\bar{x}$)	TAV (% vol.)	% acidez titulável ($\bar{x}$ ± dp)	L* ($\bar{x}$ ± dp)	a* ($\bar{x}$ ± dp)	b* ($\bar{x}$ ± dp)
Cerveja com medronho	3,37 ± 0,004	7,20	4,50	3,97 ± 0,12	26,50 ± 0,10	2,70 ± 0,50	-1,47 ± 0,80
Cerveja Pilsener	4,15 ± 0,002	6,30	5,20	4,20 ± 0,10	25,10 ± 0,10	2,60 ± 0,35	0,57 ± 0,38

dp – desvio padrão
TAV – título alcoométrico volúmico

Os valores de pH e grau Brix presentes na Tabela 4 são análises finais às cervejas, após estas estarem terminadas.

O grau Brix da cerveja com medronho é superior ao grau Brix da cerveja Pilsener, o que indica que a cerveja com adição de medronho apresenta maior quantidade de açúcares comparativamente à cerveja Pilsener.

5.5. Análise sensorial

- **Caracterização do painel de provadores**

O painel de provadores foi constituído por 13 provadores, não treinados, sendo que 11 provadores são do sexo masculino e 2 provadores são do sexo feminino.

Relativamente à idade dos provadores, esta está compreendida entre os 21 e os 47 anos de idade. De modo a facilitar a perceção das idades, estas foram categorizadas em três intervalos, como demonstra na Figura 20. Segundo a mesma figura, 8 provadores têm idades compreendidas entre os 20 a 25 anos (62%), 2 provadores correspondem a idades entre os 26 a 30 anos (15%) e os restantes 3 provadores estão categorizados em mais de 30 anos (23%), perfazendo um total de 13 provadores.

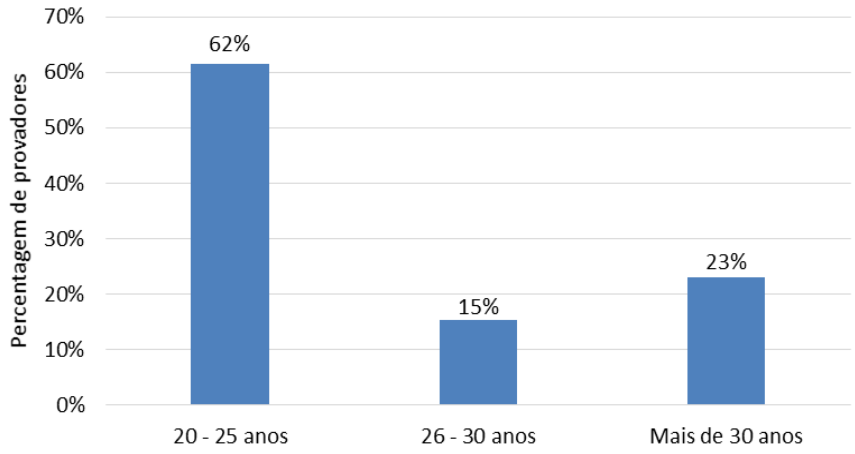

Figura 20 - Distribuição dos provadores por idade (em percentagem)

De salientar que o número reduzido de provadores para este estudo deve-se ao facto de ter sido produzida uma quantidade limitada de cerveja com adição de medronho.

Observando o gráfico da Figura 21, é possível concluir que mais de metade dos provadores (62%) são licenciados.

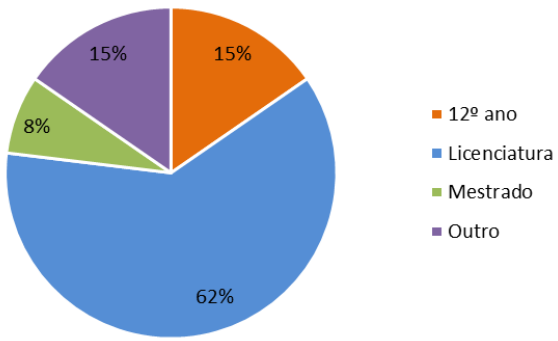

Figura 21 - Habilitações literárias dos provadores (em percentagem)

- **Resultados obtidos face às provas sensoriais**

Através da análise da Figura 22, é possível observar que 69% dos provadores, 9 provadores, preferem cerveja Pilsener sem adição de medronho, enquanto os restantes 31% dos provadores, 4 provadores, preferem cerveja Pilsener com adição de medronho.

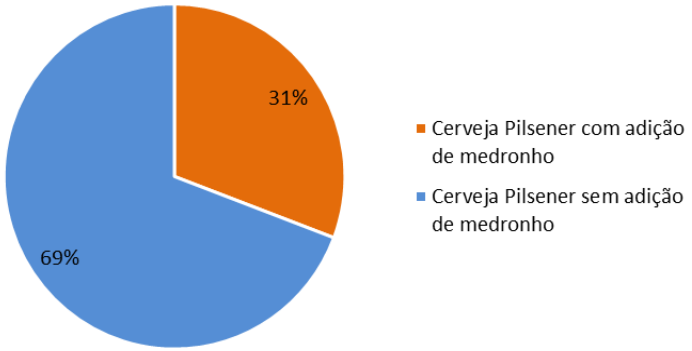

Figura 22 - Preferência dos provadores pela Pilsener com e sem adição de medronho

Teste de preferência

Este teste é usado com o objetivo de determinar a preferência em relação a uma das amostras. No teste de preferência são apresentadas duas amostras ao provador, que deve optar pela sua preferida, de entre as que são apresentadas. Dada a simplicidade da prova, poderão ser utilizados provadores não treinados, bastando que os provadores estejam bem familiarizados com o atributo que se deseja testar.

Método estatístico: testa-se a hipótese H0

H0: Não existe preferência significativa entre a cerveja Pilsener com adição de medronho e a cerveja Pilsener sem adição de medronho.

Resultado (5% nível de significância):

Nº de provadores: 13

Nº de preferências pela Pilsener sem adição de medronho: 9

Nº de preferências pela Pilsener com adição de medronho: 4

Nº mínimo de preferências para rejeitar H0 = 11 (Tabela de valores críticos – Anexo II)

Assim aceita-se H0.

Considerando um nível de significância de 5%, os resultados do teste mostram que não há uma preferência significativa entre as duas amostras de cerveja.

As razões de preferência apontadas por quatro provadores, pela cerveja com adição de medronho, foram as seguintes:

- “Sabor mais equilibrado, mais consistente.”
- “Sabor mais doce e sabor residual agradável.”
- “Apresenta melhor sabor e maior gosto em beber.”
- “Bom sabor residual, com ligeiro sabor a medronho, doce e com ótimo sabor.”

Relativamente aos diferentes atributos relativos a cada amostra de cerveja e, recorrendo a uma escala de 1 a 7, sendo que 1 corresponde a “desgosto muito” e o 7 corresponde a “gosto muito”, é possível verificar na Figura 23 que a cerveja Pilsener sem adição de medronho apresentou melhor pontuação média em todos os atributos.

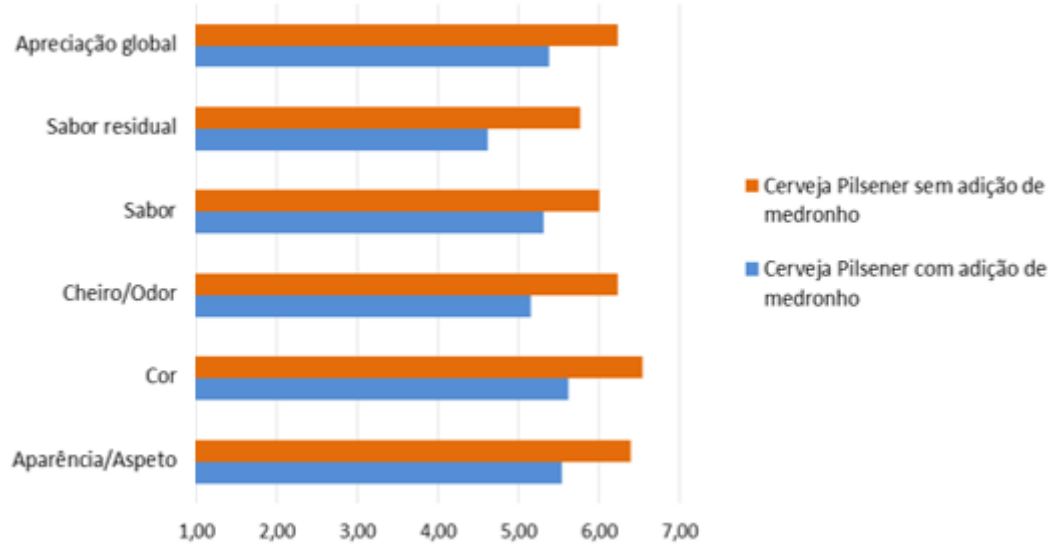

Figura 23 - Atributos relativos a cada amostra de cerveja Pilsener

Quanto à intenção de compra da cerveja Pilsener com adição de medronho, é possível concluir que, através da análise da Figura 24, a maior percentagem de provadores provavelmente comprariam o produto.

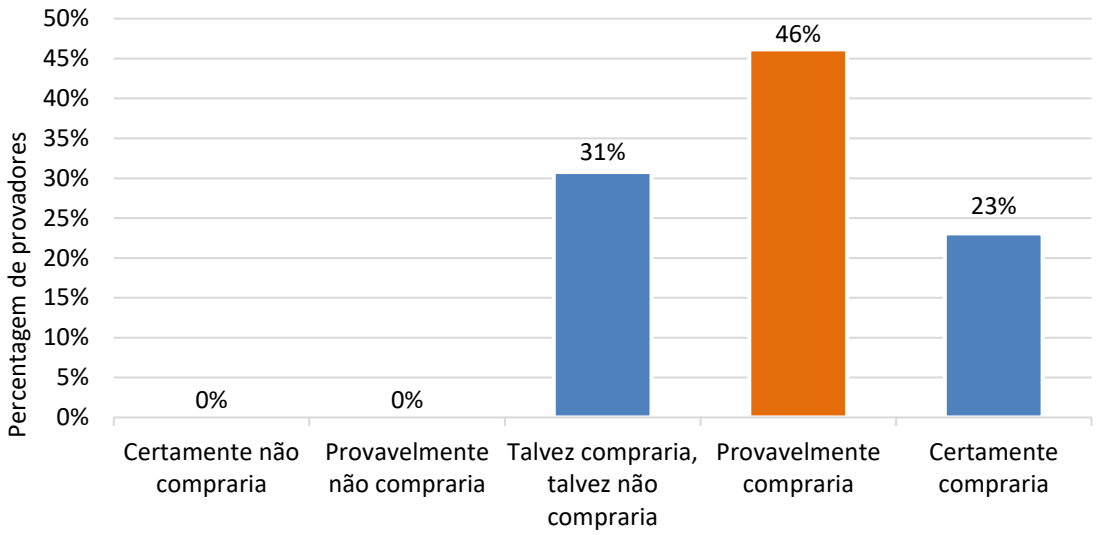

Figura 24 - Intenção de compra da cerveja Pilsener com adição de medronho

Através da análise da Figura 25, é possível observar que mais de metade dos provadores (69%) estaria disposto a dar no máximo 2,99€ por uma garrafa (33 cL) de cerveja artesanal com adição de frutos.

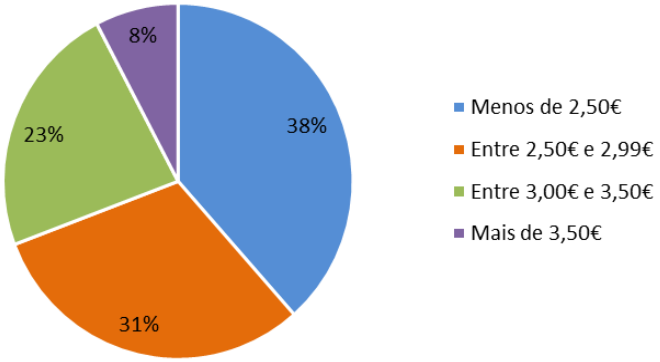

Figura 25 - Preço a pagar por uma garrafa (33 cL) de cerveja com adição de frutos

Observando a Figura 26 é possível concluir, relativamente ao consumo de cerveja por semana, que 31% dos provadores consome cerveja todos os dias da semana.

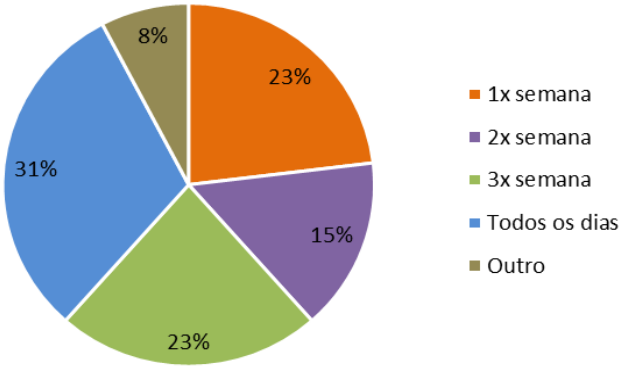

Figura 26 - Consumo de cerveja por semana

Através da análise da Figura 27 é possível concluir, relativamente à quantidade de cerveja consumida por semana, que 38% dos provadores consome acima de 2 L de cerveja por semana.

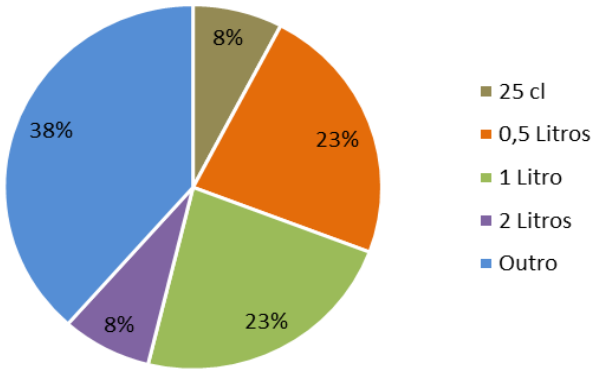

Figura 27 - Quantidade de cerveja consumida pelos provadores, por semana

Quanto à pergunta "costuma consumir cervejas artesanais?", 77% dos provadores respondeu "Sim", como demonstrado no gráfico abaixo, Figura 28.

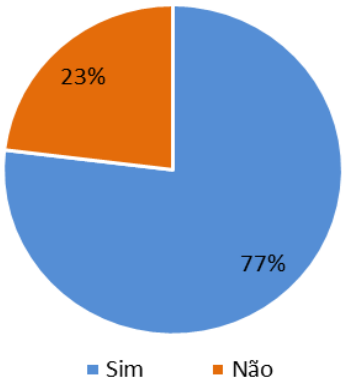

Figura 28 - Consumo de cervejas artesanais

Quanto ao grau de interesse em consumir cerveja artesanal com frutos no futuro, existe uma igualdade de percentagens de provadores que já consome cerveja artesanal com adição de frutos e o grau de interesse médio, como demonstra na Figura 29.

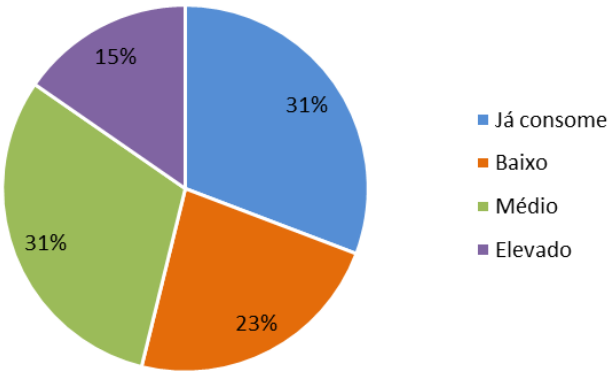

Figura 29 – Consumo de cerveja artesanal com adição de frutos, no futuro

6. Conclusão

Durante este estágio acompanhei todo o processo de fabrico da cerveja artesanal desde a seleção do malte até ao produto final, os principais métodos de trabalho e sem esquecer as regras de higiene e segurança alimentar que são extremamente necessárias para que no final o produto garanta a qualidade e satisfação do consumidor.

Com a realização deste estudo foi possível concluir que das quatro formulações desenvolvidas, o ensaio D (mistura de 8 L de cerveja na fase final da maturação + 2 kg de medronhos esterilizados) foi a única formulação realizada com sucesso, que garantiu uma cerveja com as características desejadas, isto é, uma cerveja de cor levemente dourada e com um ligeiro sabor e aroma a medronhos. Esta formulação foi submetida a uma prova sensorial de preferência com a cerveja Pilsener original da Praxis, sendo que, ao nível de significância de 5%, os resultados do teste mostraram que não existiu uma preferência com diferença estatisticamente significativa entre as duas cervejas. Relativamente à intenção de compra da cerveja com adição de medronho, 46% dos provadores não treinados, indicaram que provavelmente comprariam o produto e 23% certamente comprariam este produto caso estivesse disponível no mercado.

Os restantes ensaios não terminaram como o esperado, dado o aparecimento de contaminações microbiológicas na cerveja, provenientes de diversas fontes tais como a má higienização dos fermentadores, a utilização de medronhos sem esterilização dos mesmos ou a exposição do mosto de cerveja durante a transferência deste para os fermentadores. No entanto, penso que este projeto foi bastante enriquecedor e permite concluir que o desenvolvimento de cerveja artesanal com medronhos parece ter um potencial elevado que deverá ser explorado no futuro.

Este estágio teve um papel fundamental no meu crescimento quer a nível profissional quer a nível de conhecimento acerca do funcionamento de uma microcervejaria. A preferência pela realização do estágio curricular na microcervejaria Praxis deve-se principalmente ao meu gosto pessoal por cerveja e pela enorme vontade de adquirir novos conhecimentos por este produto. Em suma, considero que os objetivos planeados inicialmente no âmbito deste estágio foram cumpridos com sucesso e todo o trabalho desenvolvido foi muito benéfico para melhorar e aprofundar todo o meu conhecimento na área cervejeira, que será certamente uma mais-valia no meu futuro profissional.

Referências

AJAP. (2018). *Manual Competitividade e Mercados para Culturas Emergentes - A Cultura do Medronho*.

Alexandre Mazzo/Gazeta do Povo, (2019). Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/bebidas/cervejas-com-frutas-especiarias/ [consult. 18 de outubro de 2020]

Aquino, B., & Quaresma, D. - Uma viagem pelo mundo da cerveja artesanal portuguesa. 1ª Edição. Lisboa: Marta Ramires, 2019. ISBN: 978-989-780-111-2

Armazém São Vito, (s.d.). Disponível em: https://www.saovito.com/produto/levedura-seca-150229 [consult. 17 de outubro de 2020]

Beerpraxis (2020) - Praxis. [consult: 17 de fevereiro de 2020]. Disponível em URL: http://www.beerpraxis.com/pt

Briggs, D., Boulton, C., Brookes, P. and Stevens, R. (2004). Brewing Science and Practice. CRC Press. ISBN 0-8493-2547-1

Caballero, I., Blanco, C., & Porras, M. 2012. Iso-α-acids, bitterness and loss of beer quality during storage. Trends in Food Science & Technology, Vol. 26, pp. 21–30.

CAP. (2020) - Lista de Cervejas Artesanais de Portugal. [consult. 20 de abril de 2020] Disponível em URL: https://cervejaartesanalportuguesa.pt/cervejas/

Cervejeiros de Portugal (2018) Disponível em: https://www.cervejeirosdeportugal.pt/ingredientes/ [consult. 28 de outubro de 2020]

Cervejeiros de Portugal. (2018) - História da Cerveja. [consult. 2 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.cervejeirosdeportugal.pt/historia/

Cervejeiros de Portugal. (2018) - Variedades - Estilos de cerveja. [consult. 20 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.cervejeirosdeportugal.pt/variedades/

Concerveja (s.d.) Disponível em: https://concerveja.com.br/lupulo/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F [consult. 4 de dezembro de 2020]

Costa, R. (2016) - Produção de cerveja com baixo teor alcoólico. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Brasil.

Craft Beer & Brewing. (2019) - Malting. [consult. 30 de abril de 2020] Disponível em URL: https://beerandbrewing.com/dictionary/kJavT7eNYH/

Diário Da República: I Série, 164, 5747–5765 (2007). Decreto-Lei no 306/2007 de 27 de agosto sobre a regulação da qualidade da água utilizada para consumo humano. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. [consult. 27 de abril de 2020] Disponível em URL: https://dre.pt/pesquisa/-/search/640931/details/maximized

Durello, R., Silva, L., & Bogusz Jr., S. 2019. Química do Lúpulo. Química Nova, Vol. 42, No. 8, 900-919. [consult. 5 de maio de 2020] Disponível em URL: https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170412

Ecotrophelia Portugal. (2017). Disponível em: https://ecotropheliaportugal.com/edicoes-anteriores/ecotrophelia-2017/equipas-finalistas/grato/ [consult. 20 de dezembro de 2020]

EPAL. (2015) – Dureza: O que é a dureza da água. [consult. 27 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.epal.pt/EPAL/docs/default-source/agua/ficha-dureza.pdf?sfvrsn=2

FAO. (2020) - Trade and markets. [consult. 3 de abril de 2020] Disponível em URL: http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/tea/en/

Figueiredo, S. (2017). *Processo de extração de polpa de medronho coadjuvado pela ação de enzimas carboidrases*. Escola Superior Agrária de Coimbra.

Goldammer, T. - The Brewer's Handbook: The Complete Book to Brewing Beer. 2ª Edição. EUA: Apex Publishers, 2008. ISBN: 978-0-9675212-3-7

Greenough, E. (2012) - Craft Beer - The Challenges and Rewards of Brewing Fruit Beer. [consult. 22 de maio de 2020] Disponível em URL: https://www.craftbeer.com/craft-beer-muses/fruits-of-their-labor-the-challenges-and-rewards-of-brewing-with-fruit

Gomes, F, Botelho, G., Franco, J., Rodrigues, I., Henriques, M., Pato, R.L., Santos, S., Plácito, F., Clemente, M., Melo, F., Figueiredo, P., Gama, J., Machado, H., Santos, C., Caldeira, I., Guerreiro, A., Antunes, D., Galego, L., Costa, R. (2018). Valorização dos recursos endógenos da floresta: O medronheiro e o castanheiro. In: Biorregiões, Valorização Agroindustrial e Produção Animal. Fórum Politécnico #1. Pereira, M. M. (ed.) promovido pelo Conselho Coordenador dos Institutos Superiores Politécnicos (CCISP), Instituto Politécnico de Beja. pp. 61-89, ISBN: 198-605-537-X

Gomes, F., Botelho, G., Guilherme, R., Pato, R. e Cordeiro, R. (2019). Medronheiro – Manual de boas práticas para a cultura. Edição Digital - 1ª Edição. ISBN: 978-989-54532-0-7 [consult. 9 de janeiro de 2021] Disponível em URL: http://www.esac.pt/medronho/Acoes%20de%20divulgacao/Manual%20do%20Medronho%202%20edicao.pdf

Gomes, F., Nunes, A., Castro, F., Simões, M., Botelho, G. e Franco, J. (2020). O Banco Clonal de medronheiro instalado na ESAC. Voz do Campo. Pág. 46-47 [consult. 10 de janeiro de 2021] Disponível em URL: http://www.esac.pt/medronho/Comunicacoes/Equipa%20ESAC/artigos/46-47_Voz%20do%20Campo%20jan2020_Analise%20Gen%C3%B3tipos%20Banco%20Clonal.pdf

Group Super Bock. (2017) - História da Cerveja. [consult. 6 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.superbockgroup.com/detalhe/sobre-as-cervejas/

Group Super Bock. (2017) - Tipos de Cerveja. [consult. 20 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.superbockgroup.com/detalhe/sobre-as-cervejas/

Hotel-Oslo Coimbra, (2019). Disponível em: https://www.hoteloslo-coimbra.pt/5-restaurantes-unicos-em-coimbra/ [consult. 20 de novembro de 2020]

Mastodoc.com, (s.d.). Disponível em: https://pt.mastodoc.com/67705-no-cones-on-hops-plants [consult. 22 de novembro de 2020]

Müller, A. - Cerveja! 1ª edição, Canoas: Ulbra, 2002. ISBN: 85-7528-068-9

Noronha, J. (2001). Metabolitos secundários do fruto de *Arbutus Unedo* L. (Medronho). Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Pereira, M. (2016) - Otimização energética de maltagem a menor temperatura de estufagem. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto.
Pinto, A. (2013) - Avaliação do processo de secagem no fabrico de malte - Caso de estudo da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, SA. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. [consult. 30 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/5678/1/Ana Rita Pinto - Dissertação - 2013.pdf

Pinto, I. (2019) - Consumo de cerveja artesanal bate recordes. Jornal de Notícias. [consult. 17 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.jn.pt/economia/consumo-de-cerveja-artesanal-bate-recordes-10934595.html

Poelmans, E., & Swinnen, J. (2012) - A Brief Economic History of Beer. The Economics of Beer. [consult. 1 de abril de 2020] Disponível em URL: https://www.researchgate.net/publication/268043355_A_Brief_Economic_History_of_Beer
Rhodes, C. - The Encyclopedia of Beer. 1st edition, Holt, H. & Company, Inc., 2014. ISBN: 9781466881952

Portaria N.º 1/96 de 3 de janeiro. Diário da República – I Série-B: 8-9 (1996) - Define e estabelece as características e regras de fabrico, acondicionamento e rotulagem das cervejas. Ministérios da Economia e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das

Pescas. [consult. 11 de abril de 2020] Disponível em URL: https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/621333/details/maximized

Rodrigues, I., Botelho, G., Gomes, F. (2019) Valorização do medronho. Agro Ciência. Voz do Campo. Pág. 3-4. ID: 78961656 [consult. 8 de janeiro de 2021] Disponível em URL: https://vozdocampo.pt/2020/08/24/valorizacao-do-medronho/

S. Lourenço, (2011). Disponível em: https://saolourencochaves.blogs.sapo.pt/202628.htm [consult. 9 de dezembro de 2020]

Tapville. (2018) - What four primary ingredients are used to make beer? [consult. 1 de maio de 2020] Disponível em URL: https://tapvillesocial.com/craftbrewu/2018/6/19/what-four-primary-ingredients-are-used-to-make-beer

Smart, C. - The Craft Brewing Handbook: A Practical Guide to Running a Successful Craft Brewery. 1ª Edição, Kindle Edition, 2019. ISBN: 9780081020906

Sousa, A. (2018) - Integração do processo de maltagem na operação industrial de uma cervejeira. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

Voz do Campo, (s.d.) Disponível em: https://vozdocampo.pt/2020/08/24/valorizacao-do-medronho/ [consult. 10 de dezembro de 2020]

Anexos

Anexo I – Questionário de análise sensorial

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE DUAS AMOSTRAS DE CERVEJA ARTESANAL PILSNER: UMA COM ADIÇÃO DE MEDRONHO E OUTRA SEM ADIÇÃO DE MEDRONHO

Por favor **observe**, **cheire** e **prove** as amostras. Inicie a sua prova pela amostra que se encontra à sua esquerda. Beba água para limpar o palato entre a prova de cada amostra.

De acordo com a escala seguinte, atribua um número aos diferentes atributos relativos a cada amostra:

Desgosto muito	Desgosto moderadamente	Desgosto ligeiramente	Não gosto nem desgosto	Gosto ligeiramente	Gosto moderadamente	Gosto muito
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

	Amostras	
	483	**357**
Aparência/Aspecto		
Cor		
Cheiro/Odor		
Sabor		
Sabor residual (após engolir)		
Apreciação global		

Por favor indique o código da **amostra mais preferida**: _____
Justifique a razão da sua preferência:

_____

_____

AVALIAÇÃO DA INTENÇÃO DE COMPRA

Usando a escala abaixo, indique-nos a sua intenção de compra relativamente à amostra. Assinale com um "X" a posição da escala que melhor reflete a sua avaliação.

(___) Certamente compraria
(___) Provavelmente compraria
(___) Talvez compraria, talvez não compraria
(___) Provavelmente não compraria
(___) Certamente não compraria

Atenção: Por favor, vire a folha e preencha os campos solicitados.

Por favor assinale com um X ou preencha os espaços _____ com palavras.

Género: M___ F____ Idade: _____ Data: ___ / ___ / _____

1. Habilitações literárias

___ 12º ano
___ Licenciatura
___ Mestrado
___ Doutoramento
___ Outra. Qual?_____

2. Com que **frequência semanal** costuma consumir cerveja?

___ 1x semana
___ 2x semana
___ 3x semana
___ todos os dias
___ outra. Qual?_____

3. Qual é a quantidade de cerveja que costuma consumir numa semana?

___ 25 cL
___ 0,5 L
___ 1 L
___ 2 L
Outra. Qual?_____.

4. Costuma consumir **cervejas artesanais**?

___ Sim
___ Não
Se sim, indique as suas marcas comerciais:_____

5. Qual é o seu grau de interesse em consumir **cerveja artesanal com frutos** no futuro?

___ Já costumo consumir. Indique a marca:_____
___ Nenhum
___ Baixo
___ Médio
___ Elevado

6. Quanto estaria disposto a pagar por uma garrafa (33cl) de **cerveja artesanal com adição de frutos**?

___ Menos de 2.50 €
___ 2.50 € a 2.99 €
___ 3.00 € a 3.50 €
___ Mais de 3.50 €

Obrigado pela sua colaboração!

Anexo II – Tabela de valores críticos

Appendix 7 Critical values table for paired comparison and paired difference test (two tailed)

Minimum numbers of correct responses to reject the null hypothesis of 'no difference' or 'no preference' at selected significance levels with a total number of assessors '*n*'.

n	Significance (%)			*n*	Significance (%)		
	5	1	0.1		5	1	0.1
5	–	–	–	**31**	22	24	25
6	6	–	–	**32**	23	24	26
7	7	–	–	**33**	23	25	27
8	8	8	–	**34**	24	25	27
9	8	9	–	**35**	24	26	28
10	9	10	–	**36**	25	27	29
11	10	11	11	**37**	25	27	29
12	10	11	12	**38**	26	28	30
13	11	12	13	**39**	27	28	31
14	12	13	14	**40**	27	29	31
15	12	13	14	**41**	28	30	32
16	13	14	15	**42**	28	30	32
17	13	15	16	**43**	29	31	33
18	14	15	17	**44**	29	31	34
19	15	16	17	**45**	30	32	34
20	15	17	18	**46**	31	33	35
21	16	17	19	**47**	31	33	36
22	17	18	19	**48**	32	34	36
23	17	19	20	**49**	32	34	37
24	18	19	21	**50**	33	35	37
25	18	20	21	**52**	34	36	39
26	19	20	22	**56**	36	39	41
27	20	21	23	**60**	39	41	44
28	20	22	23	**64**	41	43	46
29	21	22	24	**68**	43	46	48
30	21	23	25	**70**	44	47	50