



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

Abigail Lopes Salgado

Licenciatura em Produção Alimentar em Restauração

**Técnicas Culinárias Baseadas no
Conhecimento Científico:
Estágio no *The Fat Duck* e Extrações
Assistidas por Ultrassons**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Ciências Gastronómicas

Orientadores: Mestre Bruno Miguel Fernandes Campos,
Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)

Mestre Bruno Souza Moreira Leite,
Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Paulina Mata, Prof. Auxiliar, FCT/UNL

Arguente: Prof. Doutor João Paulo Noronha, Prof. Auxiliar, FCT/UNL,
Chef Luís Baena

Vogal: Mestre Bruno Miguel Fernandes Campos, FCT/UNL



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro 2018

Abigail Lopes Salgado

Licenciatura em Produção Alimentar em Restauração

**Técnicas Culinárias Baseadas no
Conhecimento Científico:
Estágio no *The Fat Duck* e Extrações
Assistidas por Ultrassons**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Ciências Gastronómicas

Orientadores: Mestre Bruno Miguel Fernandes Campos,
Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)
Mestre Bruno Souza Moreira Leite,
Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)



Setembro 2018

Técnicas Culinárias Baseadas no Conhecimento Científico: Estágio no *The Fat Duck* e Extrações Assistidas por Ultrassons

Copyright © Abigail Lopes Salgado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

In what art or science other than cooking could improvements be made that would more powerfully contribute to increase the comforts and enjoyments of mankind?

– Count Rumford –
1753-1814

Dedico este trabalho à minha família.

Seres altamente criativos como eu.

Mesmo em diferentes cantos do mundo o nosso vínculo permanece colossal.

Agradecimentos

Agradeço imenso à equipa do *The Fat Duck*, em particular aos chefes Betina Kraus, Nick Rudge e Ollie Bridgwater por todo o apoio que me deram durante este estágio profissional memorável. Em especial, agradeço ao chefe Alexander Økland toda a ajuda que me deu, toda a energia positiva que transmitiu todos os dias e tudo o que me ensinou.

Acima de tudo agradeço imenso a Bruno Moreira Leite e Bruno Campos por me acolherem no projeto Alga4Food e me apoiarem durante o desenvolvimento desta dissertação, não só como orientadores, mas também a nível pessoal. Obrigada pela força que me transmitem, por todos os vossos conselhos e os vossos votos de confiança.

Agradeço de igual forma todo o apoio da professora Paulina Mata. Muito obrigada por me guiar neste mundo científico-artístico, por sinal bastante competitivo e exigente, e por acreditar em mim, no meu interesse genuíno na teoria por de trás do mundo e na minha fantasia. Quero agradecer ainda ao professor João Paulo Noronha pelas facilidades disponibilizadas no seu laboratório para a realização deste trabalho.

Agradeço imenso à minha mãe por me ajudar a aceitar-me como o ser emocional, filosófico e curioso que sou; inserido numa comunidade muitas vezes incapaz de apreciar com curiosidade o diferente, frequentemente observando o bizarro com repulsa; E por me ensinar a questionar a nossa realidade, pois é sempre vantajoso questionar-se “o porquê do porquê”.

Ao meu pai, toda a minha gratidão pela força e apoio que sempre me dá. Por me ensinar como lutar para sobreviver neste mundo que muitas vezes demonstra ausência de noções de justiça e de respeito. Por me ensinar a viver com humildade e afeto e me ensinar a erguer-me do chão com confiança, deixando fluir o meu espírito criativo sempre sem receios ou vergonha.

Agradeço à minha princesa Yasmin Rodrigues todo o apoio e força que me transmitiu nos momentos em que duvidava das minhas capacidades e sempre me inspirou uma confiança destemida.

Resumo

A colaboração entre cientistas e chefes de cozinha deu origem a uma nova abordagem na cozinha, na qual os princípios e ferramentas da ciência dos alimentos (entre outras áreas) são aplicados de forma consciente, permitindo a otimização de inúmeros processos culinários. O chefe Heston Blumenthal segue esta abordagem experimental e o seu trabalho no restaurante *The Fat Duck* (TFD) é caracterizado por precisão e inovação, estando na vanguarda do desenvolvimento de inúmeras técnicas e conceitos que revolucionaram a culinária moderna.

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação envolveu um estágio profissional no TFD, cujos objetivos principais foram expandir conhecimentos sobre Gastronomia Molecular e a sua aplicação prática. Esta experiência permitiu a aquisição de conhecimento sobre várias técnicas culinárias inovadoras e o contacto com um sistema de gestão da equipa de cozinha diferente do tradicional e eficiente.

A extração assistida por ultrassons é uma técnica ainda pouco utilizada nas cozinhas, que permite uma extração mais eficiente de compostos de alta qualidade e biodisponibilidade, como ainda a preservação das características organoléticas. Pretendeu-se avaliar as suas reais vantagens em termos culinários.

Foi analisado o impacto do efeito dos ultrassons (37 kHz) nas características organoléticas de dois tipos de produtos confeccionados a 65° C, em *sous-vide*, com e sem ultrassons: caldos e óleos aromatizados de *Codium tomentosum* desidratada (4%).

Analisou-se ainda o potencial comercial dos produtos e a sua compatibilidade com a dieta portuguesa.

Os testes discriminativos de Análise Sensorial (testes tétrade) e a análise por Grupo de Foco permitiram identificar diferenças significativas na perceção sensorial global entre os produtos preparados com e sem ultrassons. A análise instrumental por GC-MS confirmou estes resultados e, ainda, permitiu estabelecer uma relação entre alguns dos compostos identificados e os descritores de aroma apontados.

Os resultados sugerem que os ultrassons podem ser uma ferramenta interessante na cozinha, que os produtos se podem enquadrar na dieta portuguesa e que os caldos parecem ter mais potencial comercial que os óleos aromatizados.

Palavras-chave: Gastronomia Molecular; The Fat Duck; Heston Blumenthal; Extração assistida por ultrassons; *Codium tomentosum*; GC-MS; Análise sensorial;

Abstract

A new approach to cooking emerged from the direct collaboration between scientists and chefs, where tools and concepts from food science (among other scientific fields) are applied in a conscious way to cooking, allowing the optimization of several culinary techniques. Chef Heston Blumenthal follows this experimental approach and his work at The Fat Duck (TFD) is characterized by precision and innovation, being at the forefront of the development of many techniques and concepts that have revolutionized modern cuisine.

The work developed under this dissertation involved a professional internship at TFD, whose main objectives were to expand knowledge about Molecular Gastronomy and its practical application. Several innovative culinary techniques were learned, and a different efficient kitchen team management system was experienced.

Ultrasonic-assisted extraction is a technique still little used in professional kitchens that increases the extraction yield of high-quality bioactive compounds, maintaining the products' initial organoleptic properties. This study evaluates the real advantages of this extraction technique as a culinary practice.

The impact of the effect of the ultrasound (37 kHz) on the sensory quality of two types of products, both produced at 65° C in *sous-vide*, with and without ultrasounds, was analysed: broths and flavoured oils of dehydrated *Codium tomentosum* (4%). The market potential of both products and their compatibility with the Portuguese diet were also discussed.

The tetrad tests (a difference method of sensory analysis) and the analysis by focus group allowed the detection of significant differences among the samples regarding their global sensory perception. The GC-MS analysis confirmed these results and allowed a direct connection between some volatile compounds and the aroma descriptors highlighted in the focus group.

The results suggest that the ultrasounds can be an interesting tool in culinary, both products are compatible with the Portuguese diet and the broths show more market potential.

Keywords: Molecular Gastronomy; The Fat Duck; Heston Blumenthal; Food Science; Ultrasound-Assisted Extraction; *Codium tomentosum*; GC-MS; Sensory Analysis;

Índice

| | |
|--|-----------|
| Índice de Figuras | xiii |
| Índice de Tabelas | xvii |
| Lista de Símbolos e Abreviaturas..... | xix |
| 1 Introdução | 1 |
| 2 Ciência e a sua Importância na Evolução Culinária | 5 |
| 2.1 Criação e Desenvolvimento da Gastronomia Molecular | 5 |
| 2.2 Colaboração entre Profissionais de Ciência e de Cozinha..... | 8 |
| 2.2.1 Evolução da Cozinha em Consequência da Colaboração entre Cientistas e Cozinheiros..... | 13 |
| 2.3 O Papel de Heston Blumenthal: Técnicas e Ferramentas Vanguardistas Exploradas..... | 16 |
| 2.3.1 Cozinha Multissensorial | 17 |
| 2.3.2 Mecanismo de Recompensa | 19 |
| 2.3.3 Encapsulamento de Sabor..... | 20 |
| 2.3.4 Food Pairing..... | 21 |
| 2.3.5 Azoto Líquido | 23 |
| 2.3.6 Gel Fluído | 23 |
| 2.3.7 Evaporadores Rotativos, Desidratadores a Vácuo e Câmaras de Vácuo..... | 24 |
| 2.3.8 Filtração e Redução com Gelatina | 26 |
| 2.3.9 Panela de Pressão e Centrífugas na Preparação de Caldos..... | 27 |
| 3 Utilização de Ultrassons no Processo de Extração e Compostos Orgânicos Voláteis Identificados em Macroalgas..... | 31 |
| 3.1 Os Ultrassons | 31 |
| 3.2 Extração Assistida por Ultrassons (UAE) | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.1 | Combinação de Fenómenos Acústicos Durante a UAE | 36 |
| 3.2.2 | Infusões e Utilizações dos Ultrassons no Processo de Extração | 37 |
| 3.3 | Características Organolépticas e Compostos Orgânicos Voláteis Identificados nas Algas Verdes | 39 |
| 3.3.1 | <i>Codium tomentosum</i> (Chlorophyta) | 40 |
| 4 | Estágio no <i>The Fat Duck</i> | 45 |
| 4.1 | Motivações e Objetivos..... | 45 |
| 4.2 | Descrição do Local e do Restaurante | 45 |
| 4.3 | O Menu de Degustação | 48 |
| 4.3.1 | Pratos <i>Tailor-made</i> | 68 |
| 4.4 | Descrição das Cozinhas e da Divisão de Tarefas..... | 68 |
| 4.4.1 | Material e Equipamentos | 73 |
| 4.5 | Descrição da Atividade Exercida | 74 |
| 4.5.1 | <i>Kitchen Prep</i> | 74 |
| 4.5.2 | <i>Butcher</i> | 75 |
| 4.5.3 | <i>Lollies Room</i> | 76 |
| 4.5.4 | <i>Stocks Room</i> | 78 |
| 4.5.5 | <i>Pastry Prep</i> | 78 |
| 4.5.6 | <i>Restaurant Kitchen</i> | 79 |
| 4.6 | Participação em Atividades Extra..... | 79 |
| 4.7 | Avaliação Pessoal | 80 |
| 5 | Utilização de Ultrassons no Processo de Extração de <i>Codium tomentosum</i> em Meio Aquoso e Lipídico | 85 |
| 5.1 | Materiais, Equipamentos e Metodologia para a Preparação das Amostras | 86 |
| 5.1.1 | Matérias-Primas | 87 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1.2 | <i>Sous-vide</i> | 88 |
| 5.1.3 | Ultrassons | 89 |
| 5.1.4 | Metodologia: Extração em Meio Aquoso e Lipídico | 91 |
| 5.2 | Análise Instrumental e Sensorial dos Caldos e Óleos Aromatizados | 94 |
| 5.2.1 | Análise Instrumental: HS-SPME e GS-MS | 94 |
| 5.2.2 | Análise por Grupo de Foco e Sensorial Discriminativa | 104 |
| 5.3 | Resultados e Discussão | 115 |
| 5.3.1 | Análise de GC-MS | 115 |
| 5.3.2 | Análise Sensorial Discriminativa: Testes Tétrade | 122 |
| 5.3.3 | Grupos de Foco | 126 |
| 5.3.4 | Considerações Globais | 133 |
| 6 | Conclusão Geral..... | 135 |
| | Bibliografia | 139 |
| | Anexos | 145 |
| | Anexo I – <i>Statement on the 'new cookery'</i> | 145 |
| | Anexo II – Cronologia do processo criativo no elBulli | 147 |
| | Anexo III – Receita: <i>Cauliflower Risotto</i> | 148 |
| | Anexo IV – Receita das <i>Triple-Cooked Chips</i> | 150 |
| | Anexo V – Receita da <i>Mock Turtle Soup</i> | 151 |
| | Anexo VI – Receitas com uso de ultrassons | 157 |
| | Anexo VII – Menu do The Fat Duck e outros acessórios | 158 |
| | Anexo VIII – Menu de degustação do TFD e secções responsáveis pelo empratamento durante o serviço | 161 |
| | Anexo IX – Formulário para os pratos <i>Tailor-made</i> dos Clientes do TFD..... | 162 |
| | Anexo X - Carta <i>tailor-made</i> | 164 |

| | |
|--|-----|
| Anexo XII – Cromatogramas de Óleo-US_Frio e Óleo-US_Quente | 167 |
| Anexo XIII – Cromatogramas de H ₂ O-US com e sem <i>Salting-out</i> | 168 |
| Anexo XIV – Número de amostras necessárias para os testes discriminativos 2-AFC, duo-trio, téttrade e triangular com diferentes graus de discrepâncias sensoriais (delta ou δ) e nível alfa (α) de 0,05. | 169 |
| Anexo XV – Teste Discriminativo (1/3 de probabilidade de adivinhar a resposta correta): Número crítico (mínimo) de respostas corretas para níveis de significância diferentes (níveis α) | 170 |
| Anexo XVI – Número de Respostas Corretas Necessárias para se Identificar Diferenças Significativas nos Testes Téttrade..... | 171 |
| Anexo XVII – Número de Provas Necessárias para o Teste Téttrade. | 172 |
| Anexo XVIII – Guião dos Grupos de Foco: Introdução e Questionário | 174 |
| Anexo XIX – Fichas para o Teste Téttrade | 178 |
| Anexo XX – Procedimento para a Preparação das Provas Sensoriais Téttrade | 181 |
| Anexo XXI – Poster Científico | 183 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Evaporador rotativo legendado..... | 25 |
| Figura 2: Efeitos produzidos e aplicações de ondas acústicas ao longo de uma gama de frequências (escala em kHz). | 32 |
| Figura 3: Formação, crescimento e implosão das bolhas de cavitação dos ultrassons... 34 | |
| Figura 4: <i>The Fat Duck, Bray</i> , Reino Unido | 46 |
| Figura 5: <i>Storyteller</i> a preparar o <i>Nitro</i> , no banho de azoto líquido iluminado com luzes led. | 50 |
| Figura 6: <i>Aerated beetroot macaroon</i> (esquerda) e <i>Aerated carrot macaroon</i> (direita) com um creme de rábano picante..... | 50 |
| Figura 7: <i>Just the tonic!</i> | 51 |
| Figura 8: <i>Fan-Tan</i> acompanhado com manteiga | 52 |
| Figura 9: <i>Hot and Cold Tea</i> | 52 |
| Figura 10: <i>Breakfast Bowl</i> : | 53 |
| Figura 11: Concha com o leitor de música incorporado e o prato <i>Sounds of the Sea</i> | 54 |
| Figura 12: <i>Savoury Lollies</i> , da esquerda para a direita: <i>Waldorf Salad Rocket</i> ; <i>Salmon Twister</i> ; <i>Chicken Liver Parfait with Fig Gel</i> | 55 |
| Figura 13: <i>Mr. Whippy</i> | 56 |
| Figura 14: <i>Then we went rockpooling</i> : antes (esquerda) e após (direita) de se adicionar o molho de ameijoas..... | 57 |
| Figura 15: Centro de mesa de <i>Damping Through the Borough Groves</i> | 58 |
| Figura 16: <i>Damping Through the Borough Groves</i> ... com rodela de trufa acompanhado com o centro de mesa ativo e, em baixo, com larvas desidratadas..... | 59 |
| Figura 17: Em cima, da esquerda para a direita: <i>Relógios de Gelatina do Caldo da MTS</i> cobertos com folha de ouro; <i>Mock Turtle Soup</i> . Em baixo: <i>Toast Sandwich</i> | 60 |

| | |
|---|----|
| Figura 18: <i>Snail Porridge</i> | 61 |
| Figura 19: <i>Scallops Anna</i> | 61 |
| Figura 20: Da esquerda para a direita: <i>Duck crackers; Duck with pudding and turnips; Duck confit cylinder.</i> | 61 |
| Figura 21: <i>Botrytis cinerea</i> | 62 |
| Figura 22: <i>Black Forest Gateou (BFG)</i> | 63 |
| Figura 23: <i>Whisky Gums</i> | 64 |
| Figura 24: Colher com o cabo revestido com um tecido suave, levemente polvilhado com pó de talco. | 64 |
| Figura 25: <i>Malty Meringues</i> | 65 |
| Figura 26: Almofadas voadoras com os <i>Malty Meringues</i> | 65 |
| Figura 27: <i>Counting Sheep</i> | 65 |
| Figura 28: <i>Sweet Shop</i> (construída à mão especificamente para o TFD) e <i>Drawers of delights.</i> | 66 |
| Figura 29: Bombom Aero de tangerina | 66 |
| Figura 30: Carta da rainha de copas de chocolate branco recheada com uma compota e um biscoito fino. | 67 |
| Figura 31: Doces da <i>Sweet shop</i> , da esquerda para a direita e de cima para baixo: caramelo e embalagem do <i>Oxchoc</i> , caramelo com embrulho comestível, <i>Oxchoc</i> desembulhado e interior dos <i>Oxchoc</i> | 67 |
| Figura 32: Hierarquia Base de uma cozinha no Reino Unido | 71 |
| Figura 33: Estrutura circular da equipa das cozinhas verificada durante o estágio. | 83 |
| Figura 34: Equipamento de vácuo para <i>sous-vide</i> usado..... | 89 |
| Figura 35: Elmasonic P 60 H | 90 |
| Figura 36: Microextração em fase sólida (SPME): a) seringa para SPME; b) Microextração por Imersão Direta (à esquerda) e HS-SPME (à direita). | 96 |

| | |
|--|-----|
| Figura 37: Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (GC-MS)..... | 99 |
| Figura 38: GC-MS com Autosampler | 100 |
| Figura 39: Funções psicométricas dos testes 3-AFC, triangular e téttrade (Abcissas = δ e Ordenadas = P_{alt})..... | 111 |
| Figura 40: Grupo de foco: momento inicial de abertura da sessão e apresentações (à direita); momento de discussão sobre os produtos provados (à esquerda)..... | 113 |
| Figura 41: Análise Sensorial, Prova Téttrade: Caldos..... | 114 |
| Figura 42: Análise Sensorial, Prova Téttrade: Óleos aromatizados..... | 114 |
| Figura 43: Análise de GC de compostos voláteis em extrações sem e com ultrassons. 117 | |
| Figura 44: Análise de GC de compostos voláteis em extrações sem e com ultrassons. 120 | |
| Figura 45: H ₂ O-SV (esquerda) e H ₂ O -US (direita) | 123 |
| Figura 46: Óleo-SV (esquerda) e Óleo-US (direita)..... | 125 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Percentagem Média dos Compostos Voláteis Identificados em <i>C. tomentosum</i> | 42 |
| Tabela 2: Menu de Degustação do TFD | 49 |
| Tabela 3: Responsabilidades das Secções Dentro do Restaurante..... | 69 |
| Tabela 4: Responsabilidades das Secções Fora do Restaurante | 70 |
| Tabela 5: Condições Experimentais da GC-MS..... | 104 |
| Tabela 6: Resultados do Teste Sensorial Tétrade. | 123 |
| Tabela 7: Resultados dos Grupos de Foco: Caldos de <i>Codium tomentosum</i> (H ₂ O-SV e H ₂ O-US) | 126 |
| Tabela 8: Resultados dos Grupos de Foco: Óleos Aromatizados de <i>Codium tomentosum</i> (Óleo-SV e Óleo-US)..... | 129 |

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

| | |
|-----------------|---|
| A | = Amplitude |
| Bar | = Unidade de pressão (equivalente a 10^5 Pascal) |
| C | = Centígrados |
| cm ² | = centímetro quadrado |
| DE | = <i>Dextrose Equivalent Value</i> |
| DEV | = <i>Development Chef</i> |
| DVB | = Divinilbenzeno |
| FCT/UNL | = Faculdade de Ciência e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa |
| g | = grama |
| GC | = Cromatografia Gasosa |
| GC-MS | = Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa |
| h | = hora(s) |
| HS | = <i>Headspace</i> (Espaço à cabeça) |
| Hz | = Hertz |
| I | = Intensidade |
| kHz | = Kilohertz |
| kg | = kilograma |
| l | = litro |
| <i>m/z</i> | = razão massa/carga |
| mg | = miligrama |
| min. | = minutos |
| ml | = mililitro |

| | |
|---------------|--|
| MHz | = Megahertz |
| mm | = milímetro |
| MPa | = Megapascal (10^6Pa) |
| MS | = Espectrometria de Massa |
| MTS | = <i>Mock Turtle Soup</i> |
| Ø | = Diâmetro |
| ppb | = partes por bilhão ($\times 10^{-9}$); equivalente a $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, por exemplo. |
| ppm | = partes por milhão ($\times 10^{-6}$); equivalente a mg/dm^3 , por exemplo. |
| Pa | = Pascal (unidade padrão de pressão) |
| PDMS | = Polidimetilsiloxano |
| RT | = Tempo de Retenção |
| SOS | = <i>Sounds of the Sea</i> |
| SPME | = Microextração em Fase Sólida |
| TFD | = <i>The Fat Duck</i> |
| u | = unidades de massa atômica |
| UCE | = Efeito de capilaridade com ultrassons |
| W | = <i>Watts</i> |
| ° | = Graus |
| $\frac{1}{3}$ | = Um terço |
| μg | = micrograma |
| μL | = microlitro |
| μm | = micrómetro |
| ω -3 | = Ómega 3 |
| ω -6 | = Ómega 6 |

1 INTRODUÇÃO

O corrente trabalho inclui uma componente prática/profissional composta pelo relatório de um estágio curricular na área de cozinha, no restaurante de Heston Blumenthal, *The Fat Duck* (TFD), no Reino Unido, e uma componente laboratorial sobre a extração assistida por ultrassons de *Codium tomentosum* em meios aquoso e em meio lipídico que se insere no projeto “Alga4Food”, contemplado no programa operacional MAR 2020.

A colaboração entre cientistas e cozinheiros é vantajosa para o desenvolvimento de pratos inovadores de qualidade (Barham, 2016) e revolucionou a culinária moderna dando origem a uma abordagem na cozinha caracterizada pela aplicação, de forma consciente, dos princípios e ferramentas da ciência dos alimentos, entre outras áreas científicas (Vega & Ubbink, 2008). Aplicando o conhecimento científico é possível a otimização de muitas técnicas culinárias, não só aumentando a uniformidade dos processos, como reduzindo o tempo de confeção dos pratos e os custos fixos de mão-de-obra dos restaurantes, por exemplo (Barham, 2016).

O TFD começou em 1995 como um clássico *bistrot*, servindo comida francesa tradicional. H. Blumenthal aprendeu, por si próprio, cozinha clássica francesa e, em 1999, pediu consultoria a diversos cientistas, como Peter Barham – com quem veio a colaborar desde esse ano – e Harold McGee, com o objetivo de adquirir conhecimento na área das ciências dos alimentos que lhe permitisse otimizar os seus processos. Neste mesmo ano, *The Fat Duck* ganhou a sua primeira estrela *Michelin*. Atualmente, TFD possui três estrelas *Michelin* e continua a ser um restaurante muito influente (Blumenthal, 2008; Lutrario, 2017).

H. Blumenthal (2008) tem uma abordagem experimental em relação à cozinha que, segundo Vega e Ubbink (2008), pode ser denominada *science-based cooking*. O seu trabalho, e da sua equipa, não só é caracterizado por muita precisão e invenção/inovação, como está na vanguarda do desenvolvimento de inúmeras técnicas e conceitos que revolucionaram a culinária moderna, como a cozinha multissensorial, o encapsulamento de sabor e o desencadeamento dos mecanismos de recompensa (Dymocks, s.d.; Lutrario,

2017). No TFD é servido um menu de degustação complexo focado no estímulo de todos os sentidos do corpo humano, no prazer de comer e na criação de sentimentos de nostalgia e espanto, de forma a oferecer uma experiência gastronómica intensa (Blumenthal, 2008).

O estágio no *The Fat Duck* decorreu entre o dia 2 de outubro e o dia 2 de dezembro de 2017. O objetivo principal deste foi expandir conhecimentos sobre Gastronomia Molecular e sua aplicação na restauração e aprender noções práticas de gestão das cozinhas do TFD. Globalmente falando, os objetivos foram cumpridos e permitiram a aquisição do conhecimento de várias técnicas culinárias inovadoras e também relativamente a um sistema de gestão da equipa de uma cozinha profissional diferenciado e eficiente.

Heston Blumenthal (2008) divulgou inúmeras técnicas que permitem a otimização dos processos culinários, sendo a utilização de panelas de pressão para a criação de caldos, uma delas. As panelas de pressão permitem uma extração mais eficiente e a preservação dos compostos aromáticos no caldo. Os caldos (*bouillons*) são preparações culinárias que estão na base da cozinha clássica francesa, considerada o padrão da alta cozinha no ocidente (McGee, 2004). As cozinhas do TFD contam com uma secção específica (*Stocks' Room*) para a criação dos vários caldos e molhos usados no restaurante.

Os ultrassons podem ser utilizados para aumentar a eficiência de diversos processos culinários (como a extração, emulsão, homogeneização ou a tenderização da carne, por exemplo). A extração assistida por ultrassons é uma técnica que permite a extração mais eficiente de compostos de alta qualidade e elevada biodisponibilidade, permite ainda a obtenção de extratos que mantêm as características sensoriais originais (Bermúdez-Aguirre, 2017; Hielscher, s.d.).

No livro *The Modernist Cuisine*, volume 2 (*Techniques and Equipment*) de Myhrvold, Young e Bilet (2011), há algumas receitas de caldos e de óleos aromatizados que utilizam ultrassons durante o processo de extração. Apesar de os óleos aromatizados não serem uma base da cozinha clássica, estes produtos estão cada vez mais presentes nos pratos

de restaurantes, inclusive da alta cozinha. Estes permitem a adição de um sabor sem a adição do ingrediente, simplificando o empratamento, podendo ainda ser usado como um elemento estético.

O projeto “Alga4Food” pretende o desenvolvimento de processos de conservação de algas (que otimizem as suas propriedades organoléticas e conservem as nutricionais) e de estratégias para a introdução destas na alimentação dos portugueses, desenvolvendo também novos produtos alimentares com algas.

Durante o estágio profissional tive o meu primeiro contacto com a alga *Codium tomentosum*, utilizada a fresco no prato *Then we went rockpooling*, do menu de degustação de TFD. Para o trabalho, integrado no projeto Alga4Food, escolheu-se estudar a possibilidade da utilização da técnica de extração assistida por ultrassons para a otimização da extração de compostos de *Codium tomentosum* para a criação de caldos e de óleos aromatizados.

O objetivo principal da componente experimental do corrente trabalho foi analisar o impacto do efeito dos ultrassons (37 kHz) nas características organoléticas de dois tipos de produtos confeccionados em *sous-vide*, caldos (H₂O-US e H₂O-SV, com e sem ultrassons, respetivamente) e óleos aromatizados (Óleo-US e Óleo-SV, com e sem ultrassons, respetivamente) de *Codium tomentosum* desidratada (4%). Pretendeu-se também verificar se existem diferenças significativas, e qual a magnitude das diferenças, entre os produtos confeccionados com e sem ultrassons.

Para a análise instrumental dos compostos voláteis dos produtos, recorreu-se à técnica de microextração em fase solida no *headspace* (HS-SPME), usando uma fibra constituída de dois polímeros, polidimetilsiloxano e divinilbenzeno (PDMS-DVB), e procedeu-se à análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS). As condições experimentais para a GC-MS e a metodologia seguida para a HS-SPME foi inspirada em outros procedimentos científicos publicados que estudaram o perfil aromático de alimentos (preferencialmente, *Codium tomentosum*). Em especial, a tese de

mestrado *Novas Alternativas para o Uso de Macroalgas da Costa Portuguesa em Alimentação*, de B. Moreira Leite (2017).

Para a análise sensorial dos produtos criados recorreu-se à técnica dos testes tétrade, um teste analítico discriminativo. O painel de provadores escolhido foi composto por provadores não treinados de diversas áreas profissionais (inclusive ciência dos alimentos ou cozinha), permitindo representar a população geral de consumidores (Rogers, 2017). A análise estatística dos resultados dos testes tétrade – realizados através do programa XLSTAT, usando o modelo de Thurstonian foi feita com o objetivo de verificar se existiam diferenças significativas entre os produtos e quantificar do grau de diferença sensorial entre os mesmos (nível δ).

Foram ainda realizados três grupos de foco, com o objetivo de se estudar os seguintes aspetos:

- identificar as características sensoriais que permitiram aos participantes distinguir os produtos confeccionados com e sem ultrassons;
- identificar o produto preferido pelos participantes e os motivos da sua preferência;
- avaliar o potencial comercial dos produtos provados;
- avaliar a compatibilidade dos produtos com a dieta dos portugueses.

A análise sensorial discriminativa foi realizada durante os grupos de foco dirigidos, sensivelmente, no meio de cada sessão.

Os resultados demonstraram diferenças significativas entre os produtos e, feitos os ajustes necessários, revelaram um processo que permite otimização dos atributos organoléticos dos produtos e indicaram informações relativamente às estratégias possíveis para a introdução da alga *Codium tomentosum* na dieta portuguesa.

2 CIÊNCIA E A SUA IMPORTÂNCIA NA EVOLUÇÃO CULINÁRIA

2.1 Criação e Desenvolvimento da Gastronomia Molecular

Em 1969, o cientista Nicholas Kurti (1908-1998) refere durante a palestra *The Physicist in the Kitchen* na Royal Institution em Londres: “Acho que é um aspeto triste da nossa civilização o facto de, apesar de sermos capazes de medir a temperatura da atmosfera de Vénus, não sabemos o que se passa dentro dos nosso soufflés”¹ (Barham, 2016; McGee, 2004).

O termo gastronomia molecular surgiu publicamente pela primeira vez em 1992, como o título do primeiro de seis *workshops* científicos sobre gastronomia que ocorreram em Erice, Sicília, *International Workshop on Molecular and Physical Gastronomy*². Este evento fora concebido por Elizabeth Thomas (cozinheira e gestora de uma escola de culinária na Califórnia) e, inicialmente, foi dirigido por Nicholas Kurti (físico) com coorganização de Hervé This (químico) e Harold McGee (investigador e autor sobre alimentação). E. Thomas foi a impulsionadora da ligação e colaboração entre cientistas e cozinheiros. Apesar de a maioria dos participantes serem cientistas associados a universidades ou profissionais da indústria alimentar, também cerca de 7-8 chefes de cozinha participaram nos *workshops*, entre eles, Pierre Gagnaire e Heston Blumenthal, que viriam a ficar associados ao termo “gastronomia molecular”. O foco destes eventos foi discutir o fundamento científico de técnicas culinárias tradicionais e como as mesmas podem ser aperfeiçoadas com base nos conhecimentos da física e química envolvidas nos processos (Blumenthal, 2008; McGee, 2008). Exploraram-se ainda, não só a possibilidade de melhorar a qualidade do produto final ou criar inovações utilizando novos métodos ou ingredientes, como também a forma de aplicar, em menor escala, as técnicas industriais ou de catering nas cozinhas domésticas e de restauração (Cassi, 2011; Snitkjær, 2010). Em 1999, já depois da morte de N. Kurti, Hervé This renomeou as sessões seguintes como *International Workshop on Molecular Gastronomy ‘N. Kurti’*. A partir de 2014 os *workshops*

¹ “I think it is a sad reflection on our civilization that while we can and do measure the temperature in the atmosphere of Venus, we do not know what goes on inside our soufflés.” (McGee, 2004)

² Os workshops ocorreram em Erice entre 1992 e 2004.

começaram a ser organizados em Paris por AgroParisTech-INRA, *International Centre for Molecular Gastronomy* (AgroParisTech, n.d.).

Segundo Hervé This (2009), provavelmente devido à complexidade das transformações culinárias, e ao facto de a indústria alimentar ter como prioridade produzir em quantidade suficiente para alimentar a população, a ciência dos alimentos tinha-se orientado, por um lado para a ciência dos ingredientes, e por outro para os aspetos tecnológicos, negligenciando os fenómenos que ocorrem ao cozinhar. Como exemplo, na edição de 1999 do livro *Food Chemistry* de H. D. Belitz, W. Grosch e P. Schieberle (1999), menos de 0,5% do capítulo dedicado à carne se debruçava sobre fenómenos relacionados com a culinária – como a redução do tamanho da carne devido à desnaturação do colagénio por ação do calor. Por este motivo Nicolas Kurti e H. This concluíram, em 1988, que era necessário desenvolver trabalho nesta área e que constituísse um novo ramo científico da ciência de alimentos. Por considerarem que havia semelhanças com a situação que esteve na origem da designação de biologia molecular³, a designação “*Molecular and Physical Gastronomy*” foi escolhida.

Hervé This, Róisín Burke e Alan L. Kelly (2016) definem gastronomia molecular como uma área científica que estuda os fenómenos que ocorrem durante as transformações culinárias e o durante o consumo, incluindo os aspetos sociais, artísticos e técnicos da culinária.

F. Adrià, H. Blumenthal, T. Keller e H. McGee (2006), referem o termo gastronomia molecular também com um sentido idêntico, uma designação académica para a área da ciência dos alimentos (*food science*) que está relacionada com a cozinha.

Apesar de ser muitas vezes confundido como um estilo de cozinha vanguardista, o termo “gastronomia molecular” refere-se a uma abordagem científica da gastronomia

³ Usado pela primeira vez em 1938 por Warren Weaver, com o significado de aplicação de técnicas desenvolvidas nas ciências físicas na investigação dos processos biológicos (This, 2009).

com vista à compreensão dos mecanismos que ocorrem ao cozinhar e ao comer, não só ao nível físico-químico como ainda ao nível sensorial (Vega & Ubbink, 2008).

Segundo This (2009), o objetivo principal da gastronomia molecular é o estudo dos mecanismos dos processos culinários e a introdução de novos processos desenvolvidos com base no conhecimento. Profissionais da cozinha observam diversos fenómenos relacionados com os processos culinários que não sabem interpretar e ainda não foram cientificamente estudados. Por este motivo é muito importante validar cientificamente as inúmeras “*culinary precisions*” (termo dado pelo autor que refere as instruções culinárias, informação e dicas, que provêm de conhecimento empírico ou provérbios populares). Com o trabalho de investigação de H. This, já foram colecionadas mais de 25000 “*culinary precisions*” da cozinha francesa.

Uma das “*culinary precisions*” mais difundida entre profissionais da cozinha e desmistificada cientificamente é o selar da carne, cozinhando a alta temperatura a superfície de uma peça, com a justificação de que mantém os sucos no seu interior. Segundo H. McGee (2004), experiências feitas na década de 1930 investigaram este princípio da cozinha e, de facto, os sucos não são selados, porém, a carne fica mais saborosa devido a inúmeras reações de caramelização e de *Maillard* que ocorrem na superfície. Apenas a temperatura no interior da carne determina a sua suculência.

Heston Blumenthal encorajou uma atitude diferente da vigente perante a cozinha e os procedimentos culinários: “*questionem tudo*”. Tendo mesmo posto uma questão resultante da sua reflexão sobre este assunto: “*Seriam estas (culinary precisions) imutáveis, como as leis da física, ou ideias ilusórias que conduziram erroneamente gerações de chefs, condicionando as suas técnicas e talvez impedindo toda a espécie de alimentos de atingir o seu potencial?*”⁴(Blumenthal, 2008).

⁴ “*Were these immutable, like the laws of physics, or illusory ideas that had led to astray generations of chefs, constraining their techniques and perhaps preventing all kinds of food from achieving their potential?*” (Blumenthal, 2008).

2.2 Colaboração entre Profissionais de Ciência e de Cozinha

De acordo com Davide Cassi (2011), apesar de a culinária ter interagido sempre com a ciência – por exemplo, a panela de pressão foi inventada em 1679 pelo físico Denis Papin–, as verdadeiras colaborações entre cientistas e chefes de cozinha apenas começaram no início do Séc. XXI: em França com a cooperação entre Pierre Gagnaire e Hervé This; em Inglaterra, com Heston Blumenthal e Peter Barham⁵; em Espanha com Ferran Adrià e Pere Castells e com a colaboração entre Andoni Luis Aduriz, e mais tarde Dani Garcia, e Raimundo Garcia del Moral, por exemplo.

Para explorar todo o potencial expressivo dos alimentos e da culinária, colaboramos com cientistas, desde especialistas da química alimentar até psicólogos, com artesãos e artistas (de todas as áreas das artes preformativas), arquitetos, designers, engenheiros industriais.

T. Keller, F. Adrià, H. Blumenthal e H. McGee (2006)

Os *workshops* de Erice, foram o primeiro passo no estabelecimento da relação entre cientistas e cozinheiros e contribuíram para alterar processos de trabalho. Como resultado verificou-se a introdução de tecnologia alimentar nas cozinhas profissionais de restauração, não só ao nível das ferramentas e ingredientes utilizados como também ao nível do pensamento racional e focado na eficiência. A aplicação metódica dos conhecimentos sobre diferentes ingredientes e técnicas e os princípios teóricos estudados em gastronomia molecular permitiram a criação de pratos de qualidade e inovadores (Vega & Ubbink 2008).

Segundo Peter Barham (2016), a cooperação entre chefes de cozinha e cientistas permite não só aumentar a uniformidade (exatidão e precisão) nas técnicas culinárias como reduzir o tempo de confeção dos pratos, reduzindo deste modo os custos fixos de mão-de-obra.

⁵ Professor de física na Universidade de Bristol.

Alguns exemplos dados para demonstrar a vantagem desta colaboração são a utilização de panelas de pressão para diminuir o tempo de cozedura dos caldos; a utilização de evaporadores rotativos a pressão reduzida para concentrar os mesmos a baixas temperaturas e a utilização de centrífugas para os clarificar. Estas técnicas podem ser utilizadas sem comprometer o sabor do produto final, ou até melhorando-o, devido à preservação dos compostos voláteis no produto final, sendo os aromáticos os de maior relevância. (Barham, 2016).

Também a técnica de *sous-vide* provém diretamente da ligação da ciência com a gastronomia. Esta técnica permite a preservação dos compostos voláteis, intensificando também o sabor do produto final, e aumentar a exatidão das temperaturas de cocção, evitando a desnaturação excessiva de proteínas, de modo a melhorar a textura do produto final de forma mais eficaz (Barham, 2016).

Outra contribuição para a criação de pratos de alta qualidade, que provém do contacto direto entre cientistas e chefes de cozinha, está relacionada com a compreensão de como a comida é saboreada, não só ao nível dos sentidos do gosto e do olfato, como também a nível da percepção do sabor (*flavour*). Organismos distintos têm papilas gustativas em quantidades diferentes que se encontram dispostas na língua de formas distintas. Em consequência, pessoas diferentes saboreiam o mesmo prato de maneira diferente. Tal deve ser tido em conta pelos chefes de cozinha nos testes realizados durante a fase do desenvolvimento de uma receita (Barham, 2016).

Apesar de a sensação do gosto ser percecionada exclusivamente na língua e o olfato no nariz, a percepção do sabor de um alimento envolve a interação de múltiplos estímulos sensoriais. Esta percepção é construída no cérebro e encontra-se intrinsecamente ligada à memória e depende muito de componentes para além do alimento que se coloca na boca. Por vezes, basta alterar-se um estímulo exterior para se alterar completamente a percepção do sabor (Barham, 2016; Piqueras-Fiszman & Spence, 2016; Yeomans, Chambers, Blumenthal, & Blake, 2008).

Um dos exemplos mais referidos sobre a forma como a alteração da cor de um alimento altera a percepção do *flavour* é o estudo *The Color of Odors*, desenvolvido por Morrot, Brochet e Dubourdieu (2001). Durante a experiência um grupo de alunos da Faculdade de Enologia da Universidade de Bordéus foi equivocado durante a prova de um vinho branco que fora tingido com corante vermelho alimentar (sem gosto nem odor). Pensando que era um vinho tinto, o grupo avaliou o vinho dando descritores de aroma de vinhos tintos (Morrot *et al.*, 2001; Piqueras-Fiszman & Spence, 2016).

O estudo *Flavor Processing: Perceptual and Cognitive Factors in Multi-modal Integration* de Pamela Dalton *et al.* (2005) (realizado nos Estados Unidos da América) demonstrou que a capacidade de identificação do aroma de amêndoas/cerejas (limiar de detecção olfativa de benzaldeído) aumenta cerca de 28% quando em simultâneo se coloca uma gota de um adoçante (solução de sacarina) na língua. Pressupõe-se que ocorre maior sensibilidade no caso de estímulos de combinações mais familiares à cultura gastronómica dos provadores.

Segundo C. Spence (2015), como na cozinha japonesa o aroma a amêndoas é comumente combinado com o gosto umami, o contrário se verifica. Ao passo que a intensidade do aroma de benzaldeído diminuí ao ser percebida em simultâneo com o gosto doce (efeito subaditivo), o gosto umami permite a percepção de uma dada dose de benzaldeído com maior intensidade (efeito superaditivo). Estes resultados sugerem que as experiências passadas e fatores culturais de cada um têm influência sobre este efeito. Outros estudos sugerem ainda que o cérebro aprende a combinar os sentidos de paladar, olfato e visão que são percebidos em conjunto no quotidiano de uma forma superaditiva.

Dependendo do momento em que contribuem para o processamento de diferentes estímulos sensoriais, os sentidos podem ser distribuídos em duas categorias: antecipatórios ou exteroceptivos (sentidos estimulados antes de a comida entrar na boca) e interoceptivos (sinais dados no momento do consumo). Os sinais interoceptivos

incluem sensações de gosto e sensações olfato retronasal, audição, somáticas orais⁶ e sensações trigeminais⁷ (Green & Nachtigal, 2012; Piqueras-Fiszman & Spence, 2016).

O estudo sobre a influência da cor na percepção do vinho anteriormente referido demonstra como as sensações antecipatórias são fatores que influenciam a percepção de sabor (*flavour*), sobretudo por criarem expectativas antes do momento do consumo. As sensações antecipatórias incluem o olfato orthonasal (como o cheiro da comida), a visão (como a cor e a textura visual do alimento), a audição (como o som produzido durante a cocção do alimento) e as sensações somáticas (dadas ao tocar no alimento, indiretamente ou diretamente) (Piqueras-Fiszman & Spence, 2016).

A avaliação hedónica real é determinante na escolha dos alimentos e também o nome atribuído aos pratos e a sua aparência visual têm um papel determinante na expectativa que é criada antes do consumo. Em restaurantes, por exemplo, a escolha de um prato é feita tendo por base a preferência do consumidor pelos sabores implícitos nas descrições orais ou escritas dos menus. Assim, existe a expectativa de que a qualidade sensorial real do alimento escolhido seja coerente com a descrição fornecida (Yeomans *et al.*, 2008).

O estudo *How Descriptive Food Names Bias Sensory Perception in Restaurants* (Wansink, Ittersum, & Painter, 2005) debruçou-se sobre o efeito da expectativa que os menus podem criar na percepção dos pratos. Verificou-se que a utilização de nomes descritivos e evocativos/sugestivos que sugerem uma qualidade superior (como *Succulent Italian Seafood Filet*) resulta em avaliações mais positivas do que quando o mesmo prato tem um nome literal e descritivo dos ingredientes (como *Seafood Filet*).

Estudos sobre o efeito da expectativa na apreciação sensorial e hedónica real, tal como o estudo *Effects Of Disconfirmed Consumer Expectations On Food Acceptability* (Cardello & Sawyer, 1992), indicam que quanto maior é a disparidade entre a expectativa criada e a

⁶ Incluindo sentido somático mecanorreceptivo (tato, por exemplo), termorreceptivo e nociceptivo.

⁷ Sensibilidade química cutânea, como é o caso do picante.

experiência real, menor aceitabilidade do produto e menor intenção de compra se verifica (Cardello & Sawyer, 1992).

Tal é confirmado por um outro estudo: *The Role of Expectancy in Sensory and Hedonic Evaluation: The case of smoked salmon ice-cream* (Yeomans et al., 2008). Neste, foram geradas expectativas através de um nome incorreto (mas plausível) para um prato inovador, *Smoked Salmon Ice-cream*. Verificou-se que a aceitabilidade do produto aumentou quando o mesmo era chamado de *Frozen Savoury Mousse*. Verificaram-se ainda valores mais baixos atribuídos aos descritores salgado, intensidade do *sabor* e amargo, após a avaliação sensorial. Confirmou-se assim que, quando a discrepância entre a expectativa e a experiência real é elevada, ocorre um efeito forte de contraste que torna a experiência desagradável.

Segundo Martin Yeomans e Lucy Chambers⁸, em *The Fat Duck Cookbook* de Blumenthal (2008), saber como a expectativa influencia a percepção do sabor é importante quando chefes de cozinha querem evocar a máxima sensação de prazer numa refeição. Para tal, é importante gerar uma expectativa positiva e congruente com a experiência real.

H. Blumenthal (2008) refere que no TFD alguns sentidos são reforçados e alguns aspetos dos pratos são enfatizados utilizando, por exemplo, gelo seco para se dispersar odores específicos, criando pistas para a introdução de sabores inovadores (ver no capítulo Menu de Degustação o momento/prato *Damping Through the Borough Grove*, os *Savoury Lollies* e *Botrytis Cinerea*) ou servindo os pratos de uma maneira específica.

Contudo também é possível se obter um efeito positivo com a incongruência entre a expectativa criada e a experiência real. O nome do prato *Snail Porridge* (ver descrição mais detalhada no capítulo 4.3) foi escolhido propositadamente para dar ao cliente a expectativa de um prato que não é muito agradável. A surpresa que o cliente sente ao

⁸ Universidade de Sussex, R.U.

ser servido um prato agradável e saboroso faz parte do prazer que se pretende oferecer com esta experiência (Blumenthal, 2008).

2.2.1 Evolução da Cozinha em Consequência da Colaboração entre Cientistas e Cozinheiros

Segundo H. This (2009), novas descobertas possibilitam a criação de aplicações tecnológicas inovadoras, em particular, a gastronomia molecular deu origem à “cozinha molecular” (*molecular cooking*), uma forma de preparar os alimentos que usa ferramentas, ingredientes e métodos “novos”.

Vega e Ubbink (2008) propõem evitar a utilização do termo confuso “molecular” e a substituição do termo cozinha molecular pelo termo “*science-based cooking*”, que se refere à aplicação consciente dos princípios e ferramentas da ciência dos alimentos e outras disciplinas científicas para o desenvolvimento de novos pratos (particularmente na alta cozinha). Já McGee (2008), utiliza ainda o conceito cozinha experimental (*experimental cooking*) que define como: “*uma abordagem (culinária) relativamente recente que inventa novos pratos e explora novas maneiras de preparar pratos tradicionais, com a ajuda de ferramentas e ideias da ciência*”.

Com a relação entre ciência e cozinha, emergiu uma nova abordagem à culinária de uma forma global nos restaurantes no final dos anos 1990 e início do presente século. A utilização de técnicas estudadas na química e física para produzir novas texturas e combinações de sabores, não só revolucionou a experiência gastronômica em restauração como conduziu a uma nova forma de apreciar a comida. *El Bulli* (em Espanha) e *The Fat Duck* (em Inglaterra), por exemplo, são dois restaurantes reconhecidos como dos melhores do mundo desde que adotaram uma abordagem científica na culinária (Barham *et al.*, 2010).

Com o objetivo de promover a transferência de ingredientes e técnicas da indústria e tecnologia alimentar para as cozinhas dos restaurantes, a União Europeia promoveu, entre 2003 e 2005, o projeto INICON (*Introduction of Innovative Technologies in Modern*

Gastronomy for Modernisation of Cooking). Este trabalho contribuiu para a popularização de muitos aditivos alimentares (principalmente emulsionantes, gelificantes, espessantes e estabilizantes) nas cozinhas profissionais. As aplicações destes resultaram em pratos com níveis de qualidade diferentes em função da experiência, conhecimentos e criatividade dos chefes (Cassi, 2011).

Muitos autores consideram que houve sérios mal-entendidos associados a esta nova abordagem e à utilização de aditivos alimentares. Segundo, Ferran Adrià do *El Bulli*, Heston Blumenthal do *The Fat Duck* (TFD), Thomas Keller dos *French Laundry* e *Per Se*, e ainda Harold McGee (2006), “alguns aspetos são enfatizados exageradamente e ‘sensacionalizados’, enquanto outros são ignorados”. Por este motivo, com o objetivo de clarificarem os princípios que os guiam profissionalmente, publicaram em 2006 a declaração *Statement on the ‘New Cookery’* (ver **Anexo I**). Neste documento fica explícito que a tradição nunca é desvalorizada e os espessantes industriais, substitutos do açúcar, enzimas, azoto líquido, *sous-vide*, desidratação e outras técnicas não-tradicionais são apenas vistos como ferramentas disponíveis para a criação de pratos deliciosos e estimulantes.

Segundo H. McGee (2008), durante os *workshops* de Erice, em 2001 e 2004, H. Blumenthal demonstrou que fora do círculo restrito de Erice já existiam cozinheiros que usavam ferramentas e conhecimentos científicos com muita imaginação e criatividade. Ferran Adrià, referido pelo autor como “o pioneiro mais influente da cozinha experimental”, nunca foi convidado aos *workshops* de Erice e, em 1988, já tinha iniciado a sua busca programática pela inovação e, em 1997, montou uma oficina-laboratório dedicado à investigação e inovação.

Segundo Cassi (2011), Ferran Adrià iniciou a maior revolução do Séc. XX no mundo da culinária. Procurou sempre inovar em todas as áreas da cozinha e experimentar novas técnicas e ingredientes. Numa entrevista com J. Carlin (2006), Adrià refere que no *elBulli* não ofereciam um jantar comum mas sim uma experiência. Criaram novas técnicas e conceitos que possibilitavam o desenvolvimento de novos pratos, desde a criação de espumas com a utilização de um sifão, até ao desenvolvimento do conceito de

desconstrução de um prato. Introduziram na alta cozinha a produção de gelados salgados (de queijo, por exemplo) e, com a ajuda de cientistas, a utilização de agentes gelificantes para o desenvolvimento de géis quentes (Barham, 2016; Carlin, 2006).

Quando Adrià se apercebeu de que o agar permitia produzir géis com uma temperatura de fusão de quase 100°C, começou a utilizar este agente gelificante (que à época era comum no oriente) para criar géis quentes. Tal produziu um enorme impacto no mundo da gastronomia e foi destacado pela comunicação social um pouco por todo o mundo. Desde então, outros hidrocolóides, incomuns para a cozinha ocidental, começaram a ser introduzidos nas cozinhas profissionais. Tal é o caso do alginato de sódio, que Adrià utilizou para a criação da técnica de esferificação (Barham *et al.*, 2010; Cassi, 2011).

A evolução do processo criativo do elBulli⁹ decorreu ao longo de três décadas (ver **Anexo II**), passando pela recriação da cozinha espanhola/catalã tendo por base a cozinha francesa e as regras da *Nouvelle Cuisine*, o desenvolvimento de novas técnicas e conceitos utilizando métodos científicos e novos princípios na gastronomia (como desconstrução de pratos) e a codificação de conhecimento novo e do processo criativo (Capdevila, Cohendet, & Simon, 2015).

Segundo Suzana Parreiro (2016), a cozinha de Ferran Adrià é denominada tecno-emocional (termo introduzido pelo jornalista gastronómico Pau Arenós). Para além da exploração dos vários sentidos do corpo humano, verificando-se uma convergência entre a área da ciência com as da arte e do *design*¹⁰ (que contribuem com vocabulários e processos criativos).

⁹ Eleito cinco vezes como o melhor restaurante do mundo pelo júri da revista britânica *Restaurant*, que elege anualmente “The World’s 50 Best Restaurants List” (Capdevila et al., 2015).

¹⁰ “Essa aproximação aos meios artísticos ditou a participação na exposição *D Day – le design aujourd’hui em Paris*, no Georges Pompidou (2005), o *Lucky Strike Designer Award*, um importante galardão de design atribuído pela *Raymond Loewy Foundation* (2006) e o convite para integrar a Documenta 12, em Kassel (2007)” Suzana Parreiro (2016).

2.3 O Papel de Heston Blumenthal: Técnicas e Ferramentas Vanguardistas Exploradas

Heston Blumenthal nunca teve formação específica em artes culinárias. Antes de abrir o seu primeiro restaurante em 1995 (TFD, descrição com mais detalhada no capítulo 4.2), dedicou-se a aprender, por si próprio, cozinha clássica francesa durante cerca de dez anos, nos seus tempos livres. À medida que foi confrontado com várias *culinary precisions* (algumas delas erradas), e com o intuito de resolver estes “*puzzles culinários*”, H. Blumenthal decidiu em 1999 pedir consultoria a diversos cientistas, entre os quais Peter Barham, (com quem veio a colaborar desde esse ano) e Harold McGee (Blumenthal, 2008; Lutrario, 2017).

Antes de participar nos *workshops* de Erice, H. Blumenthal já trabalhava em conjunto com Anthony Blake¹¹ e contava com o auxílio de Peter Barham para utilizar equipamentos científicos na cozinha do TFD de forma a otimizar os resultados (Barham, 2016; Blumenthal, 2008).

De acordo com Joe Lutrario¹² (2017), TFD¹³ continua a ser um restaurante muito influente e H. Blumenthal¹⁴ foi um dos primeiros chefes do mundo a compreender a importância de uma cozinha e uma equipa de investigação e desenvolvimento separada da equipa de cozinha. Esta abordagem tem influenciado a forma como muitos outros estabelecimentos de renome são geridos.

Segundo H. Blumenthal, o trabalho desenvolvido nas cozinhas profissionais de restauração pode ser comparado com o de uma orquestra. Como é habitual que a

¹¹ Vice-presidente de ciências dos alimentos e investigação de novas técnicas da empresa Firmenich, Geneva (Hickman, 2005).

¹² Vice-diretor da revista *Restaurant* do Reino Unido (Lutrario, 2017).

¹³ Classificado como o melhor restaurante do mundo, em 2005, pelo júri da revista britânica *Restaurant* que elege anualmente *The World's 50 Best Restaurants List* (Lutrario, 2017), permanecendo nos top 10 durante oito anos até cair para 13º lugar em 2012 (Rayner, 2016).

¹⁴ Recebeu o prémio Lifetime Achievement Award de The World's 50 Best Restaurants, um prémio atribuído também aos chefes como Alain Ducasse, Joël Robuchon, Thomas Keller e Juan Mari Arzak (Lutrario, 2017).

confeção de um prato conte com a participação de várias pessoas diferentes, exatidão e precisão são parâmetros fundamentais, pois basta uma alteração numa das etapas de confeção para que o produto final seja diferente (wocomoCOOK, 2016). Como estes parâmetros são inimigos da criatividade, as descobertas e a inovação (*creativity*) necessitam de ocorrer num ambiente onde existe a liberdade para se falhar, nomeadamente num espaço a isso dedicado – cozinhas de desenvolvimento de produto (Lutrario, 2017).

Atualmente, para além do TFD, H. Blumenthal é dono de outros estabelecimentos com diferentes conceitos: Dinner by Heston Blumenthal (em Londres e Melbourne), The Crown at Bray, The Hind's Head também em Bray e The Perfectionists' Café no Aeroporto London Heathrow Terminal 2 (The Fat Duck Group, s.d.).

De acordo com H. McGee, em *The Fat Duck Cookbook* (Blumenthal, 2008), H. Blumenthal tem uma abordagem experimental em relação à cozinha. Para além de utilizar equipamentos de laboratório científico e ingredientes da indústria alimentar, colabora com especialistas de áreas como a química dos alimentos e fragâncias ou mesmo música, neurobiologia e psicologia da perceção, entre outras, e aplica o conhecimento científico para a criação de pratos inovadores no TFD. Por estas razões tem sido responsável pelo desenvolvimento de várias técnicas e conceitos que revolucionaram a culinária moderna, tal como o *food pairing*, a cozinha multissensorial e o encapsulamento de sabor (Dymocks, s.d.; Lutrario, 2017).

2.3.1 Cozinha Multissensorial

Segundo Charles Spence¹⁵, em *The Fat Duck Cookbook* (Blumenthal, 2008), muitas das regras gerais de integração/perceção multissensorial (como o efeito superaditivo e de dominância sensorial) explicam a forma como saboreamos a comida. As zonas do cérebro que respondem à sensação de prazer e de recompensa, como o córtex orbito-frontal, são estimuladas de uma forma superaditiva quando são experienciadas combinações congruentes de aroma, gosto e cor – como a cor rosa/vermelho com o gosto

¹⁵ Psicólogo na Universidade de Oxford, UK.

doce e o aroma a morango. Contudo, a atividade (ativação ou fluxo sanguíneo) destas zonas é suprimida no caso de combinações incongruentes (gosto salgado com aroma a morango). Estes resultados demonstram a importância do desenvolvimento de produtos sensorialmente congruentes (Blumenthal, 2008).

Um dos aspetos fundamentais que motiva o desenvolvimento no TFD é a exploração do potencial multissensorial dos pratos. Um dos estudos realizados por H. Blumenthal e C. Spence da Universidade de Oxford, que permitiu o desenvolvimento de pratos com estas características, debruçou-se sobre a influência dos estímulos do ambiente circundante na percepção do sabor. Neste estudo setenta pessoas provaram duas ostras sucessivamente, a primeira ostra sendo provada enquanto se ouvia o som das ondas do mar e gaivotas; a última sendo provada ao ouvir o som de uma quinta, incluindo animais. Neste estudo a primeira ostra foi avaliada com um gosto significativamente mais agradável. Estes resultados podem explicar porque é que os alimentos provados durante as férias se tornam numa experiência desapontante quando são provados novamente em casa; por falta de todos os estímulos ambientais (olfativos, gustativos e visuais) e emocionais que faltam para tornar a experiência mais agradável (Blumenthal, 2008). De facto, a percepção do sabor e a sensação de prazer obtida são mais intensas quando todos os sentidos do corpo humano são estimulados, especialmente quando o estímulo evoca memórias de momentos agradáveis (sentimento de nostalgia).

O som estimula os mesmos centros de prazer que são estimulados no cérebro durante as relações sexuais, ou quando se come chocolate ou se consomem drogas. Através do som é possível se intensificar a experiência e incitar o sentimento de nostalgia (Blumenthal, 2008). Tal foi explorado no caso do prato *Sounds of the Sea* (ver Secção 4.3), que é servido acompanhado por um *iPod* para que se escute uma gravação do som das ondas e de gaivotas (Edwards-Stuart, 2012). Deste modo é possível reforçar a impressão visual da costa de uma praia que o prato sugere (ver **Figura 11**), uma praia que varia de acordo com as memórias de cada pessoa.

2.3.2 Mecanismo de Recompensa

O cérebro determina o prazer que se sente ao comer. Os pratos desenvolvidos no TFD pretendem oferecer o máximo de prazer ao cliente, não só ao nível do sabor, mas também de forma a evocar emoções ou provocar curiosidade, divertimento ou até mesmo uma sensação de deslumbramento. H. Blumenthal (2008) afirma que o desencadeamento de mecanismos de recompensa se tornou uma das áreas mais importantes que pretende explorar na cozinha.

Certas zonas do cérebro evoluíram de forma a criarem um sentimento forte de prazer como “recompensa” ao desempenhar certas atividades vitais como comer, beber ou atividade sexual. A motivação para comer surge de um balanço entre a sensação de fome, quando comer nos dá a sensação de prazer, e satisfação, quando o cérebro sente uma alteração bioquímica e já não é agradável comer. Esta motivação é regulada pelo sistema de recompensa mesolímbico que envolve várias zonas do cérebro interligadas por um circuito que partilha a informação recebida relativamente aos aspetos sensoriais e motivacionais associados à alimentação (Blumenthal, 2008; Ribeiro & Santos, 2013).

O neurologista Kent Berridge propôs que a “recompensa alimentar” consiste num processo composto por três principais componentes: “*wanting*” (motivação de incentivo), “*liking*” (apreciação hedónica) e “*learning*” (aprendizagem que permite fazer associações e predições) (Ribeiro & Santos, 2013). A “química da recompensa” envolve neurotransmissores¹⁶ como a dopamina e as endorfinas (péptidos opióides cerebrais), que se pressupõe estarem ligados ao sentimento “*wanting*” e “*liking*”, respetivamente (Blumenthal, 2008). Esta recompensa envolve uma panóplia de emoções que inclui a antecipação, a expectativa, o prazer e a memória (Ribeiro & Santos, 2013).

De acordo com H. Blumenthal (2008), grande parte do prazer é criado pelo anseio por um evento e a concretização dessa expectativa. Por este motivo, uma refeição num

¹⁶ Molécula que transmite informação de um neurónio para outro.

restaurante para o qual foi necessário fazer uma longa jornada oferece uma sensação de prazer mais intensa.

O TFD atenta criar/gerar um sentimento de anseio – com o auxílio da tecnologia, ao realizar a reserva no restaurante e explorar o *website*, criando expectativas – e manter e concretizar estas altas expectativas ao longo do Menu de Degustação – com pratos inovadores como o *Hot and Cold Tea/Coffee*, descrito no capítulo 4.3. Dentro desta linha de pensamento, inclui-se ainda o último momento do Menu de Degustação, a *Sweetshop*, provocando sentimentos de anseio e excitação, evocando memórias de infância (Blumenthal, 2008).

Durante a refeição pretende-se ainda provocar sentimentos de surpresa. No caso do prato *Orange and Beetroot Jelly*¹⁷ – que consiste em dois quadrados de iguais dimensões, um com gosto a beterraba e de cor laranja e outro de cor carmesim feito a partir de laranja-de-sangue –, ao ser servido é dito: *“Meu senhor, minha senhora. Segue-se o ‘Orange and Beetroot Jelly’. Permitam-me que recomende comecem pela laranja...”*. Esta escolha de palavras foi feita de forma a induzir uma expectativa de forma a tornar a resposta hedónica/recompensa mais intensa. Normalmente os clientes apenas se apercebem do “trocadilho” quando provam a segunda gelatina carmin de laranja-de-sangue. Dada a oportunidade de se compreender e apreciar a relação entre a experiência real e a expectativa criada pelas pistas oferecidas, o prazer que o cliente sente ao descobrir o “truque” é semelhante ao que se sente com um número de ilusionismo (Blumenthal, 2008).

2.3.3 Encapsulamento de Sabor

A técnica de encapsulamento de sabor é utilizada em muitos pratos do TFD com o intuito de evitar a fadiga do palato. A mesma consiste na adição de elementos, geralmente de sabor intenso e de menores dimensões, que não libertam simultaneamente todos os

¹⁷ Um dos pratos que fez parte do menu de degustação do TFD.

sabores, mas permitem desenvolver explosões de sabores ao comer. Estas explosões de sabor têm mais impacto no palato, especialmente se ocorrerem sucessivamente. O impacto a nível do sabor aumenta porque o cérebro aprecia e valoriza a mudança consecutiva de sabores, tornando a experiência mais interessante (Blumenthal, 2002, 2008).

A adição de cubos de um gel de chocolate e de um disco de couve-flor no Risoto de Couve-Flor (ver receita *Cauliflower Risotto*, **Anexo III**) é um exemplo. Estes cubos feitos com gelano mantêm-se sólidos à temperatura do risoto de forma a libertar o sabor a cacau apenas ocasionalmente ao serem mastigados (Blumenthal, 2008).

Os compostos voláteis mais polares interagem com solventes aquosos e os pouco polares interagem com solventes lipídicos, alterando a sua taxa de volatilização (Taylor, 1998). Como muitas das moléculas aromáticas são lipossolúveis (pouco polares), a presença de gordura nos pratos retarda a sua volatilização ao mastigar, reduzindo a intensidade do aroma (McGee, 2004). Por este motivo, o sabor do disco de couve-flor e os compostos aromáticos voláteis do sumo de couve flor (adicionado ao prato no final) são sentidos em primeiro lugar e de forma mais fortes, seguido do sabor dos compostos mais pesados e menos voláteis originados por reações de caramelização (Blumenthal, 2008).

2.3.4 *Food Pairing*

Em 2001, durante o *workshop* de Erice, François Benzi¹⁸ sugeriu que o fígado de porco e o jasmim faziam uma combinação de sabores agradável porque ambos contêm o mesmo composto aromático, o indole. Em 1999, o TFD servia caviar com chocolate, uma combinação agradável inovadora que, de acordo com a sugestão de F. Benzi, se deve ao elevado número de aminas (como trimetilamina) que ambos os alimentos têm em comum (Blumenthal, 2008; Klepper, 2011).

A Teoria do *Food Pairing* começou a tornar-se muito popular a partir de 2002, quando H. Blumenthal divulgou publicamente a sugestão de F. Benzi. Foi a primeira hipótese

¹⁸ À época, cientista na empresa Firmenich, em Geneva.

sugerida que explicava os princípios que permitem a criação de combinações agradáveis de sabores (*food-pairing*). Segundo esta teoria: quantos mais compostos aromáticos existem em comum entre dois alimentos, melhor será o sabor da combinação de ambos; especialmente quando os compostos aromáticos que são comuns são essenciais para o seu aroma característico (Klepper, 2011). H. Blumenthal foi o primeiro grande adepto da teoria do *Food Pairing* e começou a trabalhar com a base de dados Volatile Compound in Food (VCF)¹⁹ para o desenvolvimento dos seus pratos.

Através da base de dados comercial VCF, é possível a identificação de mais de 7100 compostos aromáticos que existem em 450 alimentos, permitindo ainda identificar os vários alimentos que compartilham um composto aromático específico. Apesar de nem sempre os alimentos que compartilham o mesmo composto aromático criarem *food-pairings* agradáveis, cruzando a informação do VCF com a informação contida em *Perfume and Flavor Materials of Natural Origin*²⁰ de Steffen Arctander's, é possível se encontrar combinações agradáveis fora do vulgar – como, por exemplo, tangerina e tomilho, café e alho, salsa e banana, violeta e pepino ou chocolate branco e caviar (Blumenthal, 2008).

A teoria foi alvo de muita polémica por não considerar a contribuição de cada composto volátil para o aroma (como os limiares de deteção olfativa, por exemplo) e os “preconceitos culturais” na escolha dos alimentos. De acordo com um dos exemplos apresentados por Maurits Klepper (2011), a junção de canela com tomate, segundo a teoria apresentada, não formariam uma combinação agradável, contudo, esta mistura faz parte da culinária tradicional grega.

Atualmente, H. Blumenthal distanciou-se desta teoria justificando-se da seguinte forma: “Como qualquer alimento é composto por inúmeras moléculas diferentes, ter como base um composto comum é uma forma minimalista de justificar a compatibilidade entre dois

¹⁹ Base de dados compilada por TNO Nutrition and Food Research Institute em Zeist, nos Países Baixos.

²⁰ Onde se encontra o registo detalhado da solubilidade e composição molecular destes compostos.

ingredientes” (Blumenthal, 2010). “A identificação do perfil dos compostos aromáticos [e a teoria do food pairing] são apenas ferramentas para a criatividade que suporta a intuição, imaginação e emoção, sem as substituir” (Blumenthal, 2008).

De facto o conhecimento sobre os mecanismos de *food pairing* são ainda pouco claros e os livros *The Flavour Bible* (2008) de A. Domenberg e K. Page e *Flavour Thesaurus* (2010) de Niki Segnit, oferecem outra forma de criar combinações agradáveis de alimentos: descobrindo os princípios de combinação de sabores característicos às várias culturas ou associando três alimentos por relação transitiva (por exemplo, se a amêndoa combina com alcaparras e as amêndoas combinam com maçãs, então as maçãs combinam com alcaparras) (Klepper, 2011).

2.3.5 Azoto Líquido

H. Blumenthal, foi o pioneiro na utilização de azoto líquido para a confeção de pratos na alta cozinha. A ideia da utilização deste gás liquefeito surgiu antes dos *workshops* de Erice, após P. Barham demonstrar a H. Blumenthal algumas particularidades da ultracongelação. Este foi posteriormente utilizado para confeccionar o *Egg and Bacon Ice Cream* à frente dos clientes. Continua também a ser usado para solidificar uma espuma no *Nitro-Poached Green Tea and Lime Mousse*, o primeiro momento do menu de degustação de TFD (Barham, 2016; Blumenthal, 2008; Lutrario, 2017).

Já nos *workshops* de Erice, H. Blumenthal apresentou as vantagens de utilizar azoto líquido para congelar a superfície do peixe e do *foie gras* antes de os saltar (Blumenthal, 2008). Desta forma é possível se criar os compostos de sabor, provenientes de reações de *Maillard*, na superfície das peças e evitar a destruição da textura, suave e succulenta, dos produtos causada pela propagação do calor.

2.3.6 Gel Fluído

A utilização de espessantes reduz significativamente a libertação das moléculas que conferem sabor. Por um lado, como normalmente têm um sabor neutro, acabam por suavizar o sabor das preparações culinárias a que são adicionados. Por outro, podem

aprisionar, e mesmo ligar-se quimicamente a algumas das moléculas responsáveis pelo sabor impedindo a sua perceção ou, ainda, dificultar o seu movimento até às papilas gustativas ou às vias respiratórias. De uma forma geral, a libertação de sabor de preparações sem espessantes é mais intensa e imediata, ocorrendo de uma forma mais gradual e persistente com a utilização de espessantes (McGee, 2004).

H. Blumenthal utiliza gelano em diversos pratos do TFD, como é o caso de *Hot and Cold Tea*, criado em 2005 e descrito em maior pormenor no capítulo 4.3, por apresentar uma ótima libertação de sabor e por permitir a criação de géis fluídos. Este pode ser usado como um agente espessante ou gelificante (Blumenthal, 2008).

Um gel fluído é formado quando uma solução de gelano²¹ é mexida vigorosamente, após a gelificação ou à medida que é arrefecida, quebrando a estrutura do gel e obtendo-se pequenas partículas deste. Este tipo de gel pode ser feito para formar líquidos com diferentes graus de viscosidade (consoante a percentagem de gelano ou a percentagem de sais dissolvidos). Pode ser usado, por exemplo, para suspender partículas de frutas, à semelhança da goma xantana, ou para criar bebidas ou molhos (Blumenthal, 2008).

Sendo um facto amplamente reconhecido que o amido, habitualmente usado para espessar e também um hidrocolóide, reduz e altera o sabor. Com esta técnica é possível obter molhos mais leves, com sabores mais límpidos e cores mais vivas.

2.3.7 Evaporadores Rotativos, Desidratadores a Vácuo e Câmaras de Vácuo

Os evaporadores rotativos, ou Rotavapor, são equipamentos usados em laboratório para evaporar líquidos de uma solução. Este equipamento induz a evaporação do solvente reduzindo a pressão e, por consequência, reduzindo o ponto de ebulição do líquido que se pretende extrair. No caso da água, o ponto de ebulição baixa de 100° C para 25° C, ou menos, consoante a redução de pressão alcançada. A amostra que se pretende concentrar encontra-se num balão que é aquecido num banho de temperatura controlada (ver

²¹ Para a criação de géis fluídos, podem ser usados também outros hidrocolóides, tais como: gelatina, agar, etc.

Figura 1). O sistema de rotação permite a criação de uma película (?!?) da amostra nas paredes do balão aumentando a taxa de evaporação do solvente da amostra.

O rotavapor pode ainda ser usado para extrair, a baixa temperatura, óleos essenciais e outros compostos voláteis aromáticos de ervas e especiarias, evitando a alteração do aroma. O vapor de água arrasta estes compostos até ao condensador. Após escorrer do condensador para outro balão de fundo redondo, ao arrefecer, os óleos essenciais criam uma camada fina sobre a água que pode ser colhida (Blumenthal, 2008).



Figura 1: Evaporador rotativo legendado.

[Fonte: Blogue Engenharia Química]

A tecnologia de vácuo tem ainda várias aplicações na cozinha de H. Blumenthal, como promover a osmose durante o processo de marinar ou de maceração de alimentos, ou simplesmente com o objetivo de se remover o teor de água de alimentos induzindo a evaporação da água a temperaturas menores que 100° C. Pode ser usada, por exemplo, para produzir vegetais com uma textura mais firme e gosto mais concentrado (Blumenthal, 2008).

No caso das *Triple-Cooked Chips* (ver a receita, **Anexo IV**), esta técnica é usada para evaporar o máximo de água na superfície das batatas para que se forme uma textura mais crocante e lisa. Durante a fritura, o óleo penetra as fissuras da superfície das batatas,

criadas durante o cozimento prolongado, e endurece a superfície removendo a humidade. Assim, são criadas zonas quebradiças e suculentas e forma-se uma crosta crocante (Blumenthal, 2008).

As câmaras de vácuo são ainda usadas por H. Blumenthal para expandir as bolhas de uma espuma. Como exemplo, quando se introduz óxido nítrico em chocolate temperado através de um sifão e posteriormente se coloca o chocolate no interior de uma câmara de vácuo é possível se criar uma espuma de chocolate com bolhas grandes. Após cristalizar, obtém-se uma espuma sólida de chocolate com alvéolos de ar de grandes dimensões (Blumenthal, 2008).

Um desidratador a vácuo é uma câmara de vácuo com paredes e tabuleiros de metal que podem ser aquecidas entre 25° C a 300° C. Desta forma é possível desidratar alimentos utilizando temperaturas menor que as necessárias para evaporar a água à pressão atmosférica (cerca de 50° C). Como não há ar dentro do desidratador a vácuo, todo o calor é transferido através das placas de metal do equipamento. No caso de se desidratar um alimento mais volumoso – como, por exemplo, um merengue – deve-se ter atenção à temperatura escolhida de forma a evitar queimar o fundo do alimento. Por este motivo, desidratar alimentos dispostos em camadas finas sobre os tabuleiros de metal é ideal (Blumenthal, 2008).

2.3.8 Filtração e Redução com Gelatina

Um caldo de carne clássico deve ser o mais translúcido possível para que possa ser usado em sopas e/ou num *aspic*²² agradáveis à vista. Muitos dos processos de produção de um caldo estão relacionados com a remoção de impurezas, especialmente as proteínas solúveis das células que coagulam e se transformam em partículas cinzentas (McGee, 2004). Os processos clássicos de clarificação de caldos, são morosos e removem sabor.

H. Blumenthal tomou conhecimento da técnica de filtração com gelatina, no início de 2004, com o cientista Gerd Klöck. Esta filtração é possível quando se coloca um líquido

²² Prato tradicional francês preparado com diversos ingredientes envoltos em gelatina.

com gelatina congelado – por exemplo, um caldo de carne congelado– sobre um tabuleiro perfurado e um filtro, em ambiente refrigerado para que descongele lentamente. Durante a descongelação, a rede tridimensional da gelatina, quebrada devido à formação de cristais de gelo, funciona como um microfiltro que bloqueia a passagem de partículas de gordura e de sólidos não solúveis (Blumenthal, 2008).

Como uma certa porção do teor de água total se encontra ligada quimicamente a açúcares, sais e outros compostos e a temperatura de congelação da “água não livre/ligada” é menor. Esta água ligada a outros compostos descongela em primeiro lugar durante o processo de descongelação. Assim, ao descongelar, a fase líquida escoar e passa pelo filtro deixando na fase sólida cristais de gelo, de água quase pura, presos numa malha concentrada de gelatina. Devido à elevada percentagem de gelatina, quando os cristais de gelo puro derretem, a água liga-se à gelatina, através de pontes de hidrogénio, e permanece na fase sólida. No caso de um caldo, o resultado final é um líquido translúcido e mais concentrado e mais intenso a nível de sabor (Blumenthal, 2008).

Este processo é feito a frio, pelo que os compostos aromáticos voláteis são preservados. Este pode ser usado em substituição dos métodos de clarificação de um caldo com clara de ovo e de redução por meio de calor (Blumenthal, 2008).

2.3.9 Panela de Pressão e Centrífugas na Preparação de Caldos

2.3.9.1 Os Caldos na Alta Cozinha

Segundo McGee (2004) “antes do Séc. XVIII, François Marin e os seus colegas descreveram a sua cozinha como *nouvelle cuisine*, ‘a nova cozinha’; uma cozinha que tinha por base bouillons²³. [Posteriormente, com] Carême e Escoffier, novos molhos foram adicionados a essa *nouvelle cuisine* transformando-se na cozinha francesa clássica conhecida no mundo ocidental como o padrão da alta cozinha.”

²³ Caldo produzido ao cozinhar carne/peixe em água em lume brando (McGee, 2004).

Pia Snitkjær (2010) aponta que, no início do Séc. XX, August Escoffier²⁴ (1846-1935) reestruturou e simplificou os molhos franceses no seu livro *Le Guide Culinaire*²⁵ (originalmente publicado em 1903). Auguste Escoffier refere na sua obra que os molhos são um dos componentes mais importantes na cozinha e, para a sua preparação, é essencial à produção do caldo de base perfeito. Nesta época os molhos tornaram-se fundamentais para a cozinha clássica francesa e, gradualmente, transformaram-se em elementos essenciais para a alta cozinha ocidental.

O objetivo principal de um caldo é conferir sabor a um prato numa forma líquida com uma consistência agradável. Dependendo da utilização, é comum a prática de redução²⁶ deste – isto é, a sua concentração através do aquecimento ao lume, por longos períodos de tempo – de forma a intensificar o seu sabor. Estes são posteriormente usados na preparação de molhos ou em pratos que requerem-no como elemento (McGee, 2004; Snitkjær, 2010). A *demi-glace*, por exemplo, tornou-se a base para a maioria dos molhos escuros da cozinha clássica francesa e ainda é uma das preparações elementares da cozinha (McGee, 2004; Snitkjær, 2010).

Perto do final do Séc. XX, no início do movimento da *Nouvelle Cuisine* de 1970, muitos chefes começaram a fugir dos requisitos rígidos implementados, pelo *Guide Culinaire*, para a alta cozinha e começaram a utilizar produtos alimentares locais e frescos (dando importância ao *terroir*²⁷), a realizar preparações culinárias mais simples e a dar relevância à originalidade e a uma experiência gastronómica autêntica e local (Snitkjær, 2010).

Esta revolução trouxe novos caldos, molhos e pratos de outras culturas, como molhos asiáticos feitos com peixe e molho de soja. Atualmente, muitos restaurantes contam com preparações mais simples de caldos e reduções que lhes permitam poupar tempo,

²⁴ Ilustre chefe francês (McGee, 2004).

²⁵ A maior compilação de receitas da cozinha clássica francesa, reunindo mais de 5000 receitas (McGee, 2004).

²⁶ Uma *glace* é reduzida até 10%, contendo cerca de 25% de gelatina. Uma *demi-glace* é reduzida até 25-40%, contendo cerca de 10-15% de gelatina (McGee, 2004; Snitkjær, 2010).

²⁷ Termo que remete às características específicas de um produto atendendo à sua geografia de origem.

permitindo que os cozinheiros tivessem mais tempo para se dedicarem a outros elementos valorizados na alta cozinha contemporânea (McGee, 2004; Snitkjær, 2010).

Mais recentemente, alguns chefes de cozinha inventivos começaram a experimentar equipamentos e ingredientes pouco comuns no preparo de caldos, molhos e temperos, tais como: azoto líquido, pulverizadores, espessantes derivados de algas ou microrganismos – para criar novos tipos de suspensões, emulsões, espumas ou géis (McGee, 2004).

2.3.9.2 Painela de Pressão e Centrífugas

Ao se reduzir um caldo ao lume, à medida que a água evapora, a concentração dos compostos não voláteis – açúcares, aminoácidos, sais e outras moléculas que conferem sabor – aumenta. Durante este processo, embora em menor extensão, também ocorrem inúmeras reações de *Maillard*²⁸ que tornam o caldo mais saboroso. Contudo, muitos dos compostos aromáticos perdem-se para a atmosfera acabando por se perder parte da sua complexidade aromática. (Blumenthal, 2008; McGee, 2004).

Segundo H. Blumenthal (2008), a utilização de painelas de pressão para a confeção de caldos permite que a maioria dos compostos voláteis não se dispersem na atmosfera. Ao se fazer um caldo numa painela de pressão e se arrefecer a painela antes de a abrir, a maioria dos compostos aromáticos condensam e voltam a solubilizar-se no caldo. Evitar a ebulição ao usar a painela de pressão permite, não só evitar a expulsão de compostos voláteis pela válvula de saída de vapor, como ainda a emulsão de gorduras causada pela turbulência. Como as gorduras emulsionadas nos caldos os tornam turvos, nestas circunstâncias, o resultado final é um caldo mais translúcido e com um gosto mais intenso.

A maioria das painelas de pressão permitem aquecer a água até aos 120° C. Devido à elevada temperatura, as reações de *Maillard*, as trocas de matéria e a extração de

²⁸ Nome dado a um conjunto de reações químicas, entre aminoácidos e açúcares redutores, que provocam o escurecimento do alimento e o surgimento de novos sabores.

compostos aromáticos ocorrem mais aceleradamente, produzindo caldos saborosos em menos tempo (Blumenthal, 2008).

O caldo usado para fazer os relógios da *Mock Turtle Soup* (ver receita em **Anexo V**) é preparado com uma panela de pressão. Este é filtrado e concentrado através de uma técnica que usa a própria gelatina extraída dos ossos e da carne utilizados. Por último, o líquido remanescente é concentrado em um evaporador centrífugo, durante 4 horas a pressão de 8 milibares. O resultado final é um caldo de carne muito concentrado que é usado para criar uma gelatina em forma de relógio, que é posteriormente coberta com uma folha fina de ouro (ver **Figura 17**).

Em resumo, Heston Blumenthal desenvolveu técnicas de preparação de caldos e de clarificação diferentes das clássicas e que, segundo H. Blumenthal e de acordo com P. Barham (Barham, 2016), apresentam vantagens em termos de características organolépticas e também eficiência dos processos – um caldo na panela de pressão leva substancialmente menos tempo a preparar do que aquele feito pelos métodos clássicos.

3 UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

Os ultrassons podem ser utilizados para aumentar a eficiência dos processos de emulsão, homogeneização ou para amaciar a carne, por exemplo. É também uma técnica que permite a extração mais eficiente de compostos de alta qualidade e elevada biodisponibilidade. A extração com ultrassons permite, não só a obtenção de extratos que mantenham as características sensoriais originais, como também possibilita a obtenção de produtos com prazos de validade superiores, reduzindo os microrganismos deteriorantes (Bermúdez-Aguirre, 2017; Hielscher, s.d.).

Neste capítulo são abordados os fenômenos acústicos que ocorrem durante o processo de extração assistida por ultrassons em meio líquido, são apresentadas algumas receitas de infusões com uso de ultrassons já publicadas e, posteriormente, são apresentadas as características organolépticas de macroalgas verdes e, em particular, compostos orgânicos voláteis identificados na *Codium tomentosum*.

3.1 Os Ultrassons

O som é gerado por variações de pressões, ou vibrações (ondas mecânicas²⁹), que se propagam em meios materiais, que podem ser a atmosfera ou um alimento, por exemplo. No processamento de alimentos com ultrassom, estas vibrações são usadas para gerar efeitos físicos ou, por vezes, reações químicas (Bermúdez-Aguirre, 2017).

²⁹ Perturbação que se propaga em um meio material onde ocorre o transporte de energia mecânica.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

O ouvido humano consegue apenas captar as ondas sonoras³⁰, com frequências³¹ compreendidas entre os 20 Hz e os 20 kHz. Os ultrassons são ondas mecânicas com frequências de 20 kHz ou superiores (ver **Figura 2**).

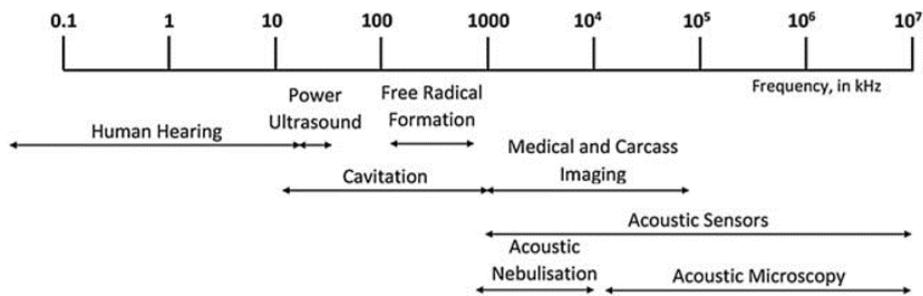


Figura 2: Efeitos produzidos e aplicações de ondas acústicas ao longo de uma gama de frequências (escala em kHz).

[Fonte: Bermúdez-Aguirre, D. (2017)]

Os ultrassons com frequências até 1 MHz são conhecidos por gerarem tensões de cisalhamento nos fluídos circundantes ao transdutor³². Na gama de frequências de 20 a 40 kHz, por exemplo, é comum a utilização de ultrassons para a criação de emulsões ou a inativação de microrganismos. Já frequências entre os 300-600 kHz podem ter diversas aplicações na área da sonoquímica, devido ao aumento da produção de radicais livres (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Frequências superiores a 1 MHz, não causam danos em substâncias e são usadas para a criação de imagens (ecografia) em diversas áreas como na medicina ou na indústria alimentar – por exemplo, para a detecção de massa gorda e massa óssea em carcaças (Bermúdez-Aguirre, 2017).

³⁰ Ondas mecânicas originadas a partir de vibrações de matéria, que são detetadas pelo tímpano, com frequência e amplitude definidas.

³¹ Número de ciclos (oscilações), por segundo, das ondas sonoras.

³² Dispositivo que transforma uma energia em outra, por exemplo, os microfones são transdutores electroacústicos.

3.2 Extração Assistida por Ultrassons (UAE)

A extração assistida por ultrassons pode se feita num banho de ultrassons ou usando uma sonda de ultrassons. Os banhos de ultrassons são constituídos por um tanque, normalmente de aço inoxidável, cujos transdutores localizados no fundo (4 ou 6), ou nas laterais, geram ondas ultrassônicas atingindo frequências de 20-400 kHz. Estes são geralmente vendidos como equipamentos de limpeza e não costumam ter uma potência muito elevada ($< 100 \text{ W/L}$) (Bermúdez-Aguirre, 2017).

A energia acústica gerada está relacionada com a energia do campo elétrico gerado no transdutor, que por sua vez determina a amplitude das ondas mecânicas (A)³³. Como regra geral, estas vibrações têm, do topo ao topo, 25 μm ou menos na superfície do transdutor. Num banho de ultrassons, a vibração é distribuída por uma área vasta segundo a intensidade da energia acústica ($I, \text{ W/cm}^2$) que é baixa e varia de acordo com a viscosidade e a densidade do meio. A intensidade acústica pode ser aumentada reduzindo a área sobre a qual a vibração ocorre – através da utilização de sondas, por exemplo. As variações de intensidade nos banhos de ultrassons implicam um cuidado acrescido durante um trabalho experimental de forma a se assegurar que as amostras são colocadas em posições idênticas e que o nível do fluido de propagação é também idêntico. Apesar das baixas potências, os banhos de ultrassons permitem uma perturbação celular moderada, suficiente para aumentar a transferência de massa durante o processo de extração (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Apesar de ser classificado como uma tecnologia não térmica, os ultrassons geram calor, e as amostras podem atingir temperaturas altas até aos 40° C durante os processos. Toda a energia acústica que é propagada no fluido de um banho de ultrassons é perdida sob a forma de energia calorífica. Por um lado, o aumento de temperatura pode aumentar a extração de compostos termorresistentes devido ao aumento de solubilidade. Porém,

³³ Medida da extensão de uma perturbação (deslocamento máximo) durante um ciclo da onda em relação à posição de repouso.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

para a extração de compostos termolábeis, deve-se utilizar um sistema de arrefecimento para evitar o aumento da temperatura (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Cavitação é a criação de pontos de nucleação³⁴ e o crescimento de bolhas microscópicas no líquido, seguidos pelo colapso impulsivo transitório de bolhas (impulsão) (Bermúdez-Aguirre, 2017). A cavitação acústica ocorre quando ondas de ultrassom altamente intensas são administradas num meio líquido – por exemplo, através de amplitudes elevadas de 100µm, geradas por ultrassom de 20-26 kHz (Hielscher, s.d.).

Durante a cavitação acústica, pressupõem-se que as moléculas que compõem a fase líquida se deslocam temporariamente devido a mudanças de pressão. Durante os ciclos de compressão, podem-se criar zonas de elevada temperatura (5500° C) e pressão (500Bar ou 50MPa) denominadas *hotspots* (onde a reatividade química do meio é acelerada) devido à colisão das moléculas. Durante ciclos de rarefação, são submetidas forças negativas de pressão, criando cavidades no meio (**Figura 3**) (Bermúdez-Aguirre, 2017; Chemat *et al.*, 2017).

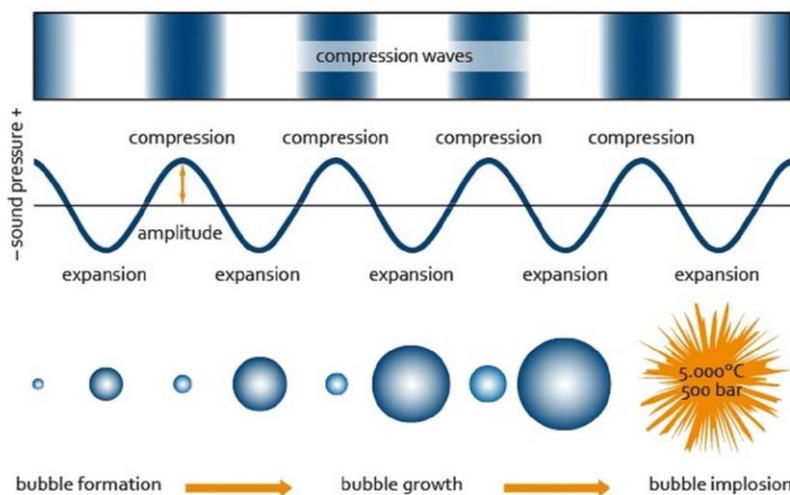


Figura 3: Formação, crescimento e implosão das bolhas de cavitação dos ultrassons.

[Fonte: Johansson, Ö. *et al.*]

³⁴ Pontos de formação de uma nova fase, transição de fase, de um sistema termodinâmico, por exemplo: da fase líquida para a gasosa (ebulição da água) ou da fase gasosa para a fase líquida (formação de nuvens).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

O efeito químico da cavitação acústica está associado à criação de radicais altamente reativos devido à dissociação de moléculas de vapor aprisionadas nas bolhas de cavitação sob condições extremas (*hotspots*) provocadas pela implosão das mesmas (**Figura 3**) (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Perto da superfície de sólidos, as bolhas de cavitação podem fragmentar-se em inúmeras bolhas de menores dimensões (*transient cavitation*) e criar “micro jatos” com uma velocidade superior de 400m/s (350-1400km/h) direcionados à superfície (Bermúdez-Aguirre, 2017).

A amplitude das ondas (intensidade acústica) determina o número de bolhas de cavitação geradas pelo som e a frequência das ondas determina o tamanho das bolhas. Baixas frequências (20-40 kHz) formam bolhas de maiores dimensões (~100µm) que, ao colapsarem, causam grande parte dos efeitos pretendidos pela engenharia alimentar (Bermúdez-Aguirre, 2017) –ver Secção 3.2.1.

Normalmente, estas bolhas são compostas por gases do ar dissolvidos no meio líquido, encontrando-se ainda vapor de água nas bolhas de cavitação. A temperatura pode ter um efeito positivo durante a extração assistida por ultrassons por aumentar a penetração do solvente e a taxa de extração na matriz sólida de um alimento. Contudo, com temperaturas compreendidas entre os 40-100° C em sistemas aquosos, o efeito dos ultrassons durante a extração pode ser reduzido. Um aumento na pressão de vapor compromete o efeito da cavitação, visto que altas temperaturas causam a formação de bolhas de maiores dimensões e com ciclos de vida superiores (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Para meios lipídicos (como o azeite), mais viscosos que o meio aquoso, é necessário aumentar a intensidade/pressão acústica para se obter o mesmo efeito de cavitação que seria gerado em meio aquoso. O aumento de temperatura permite a diminuição da viscosidade do sistema, o que por sua vez facilita a formação de bolhas (Bermúdez-Aguirre, 2017).

3.2.1 Combinação de Fenómenos Acústicos Durante a UAE

Bermúdez-Aguirre (2017) refere que o aumento da taxa de extração promovido pelos ultrassons pode dever-se a um efeito sinérgico dos diversos fenómenos que ocorrem quando o tecido vegetal ou animal é exposto a ondas acústicas. Pressupõem-se que a implosão das bolhas de cativação é o fenómeno com maior influência neste processo porque resulta na formação de “micro jatos” e zonas *hotspots* que por sua vez causam: fragmentação, erosão, sonoporação³⁵, efeito de capilaridade com ultrassons, tensão de cisalhamento local – e destruição da textura de estruturas de plantas –, turbulência a nível macro e mistura a nível micro na fase líquida. Ultrassons de amplitudes maiores resultam num aumento do efeito da cavitação acústica (*cavitation power*) (Bermúdez-Aguirre, 2017; Chemat *et al.*, 2017).

As forças de cisalhamento e a turbulência da fase líquida resultam da oscilação e do colapso das bolhas de cavitação (durante ciclos de compressão). As forças de cisalhamento, devido à cavitação, causam fragmentação superficial, erosão e quebra de partículas ou células, empurrando e puxando o solvente circundante para dentro e para fora do interior da célula. A mistura ao nível micro, gerada pela propagação dos ultrassons no meio líquido, contribui para uma transferência de massa maior e o aumento da taxa de transferência do soluto (Bermúdez-Aguirre, 2017; Chemat *et al.*, 2017).

A fragmentação rápida, observada em ultrassons de potência elevada, aumenta a área de contacto entre o solvente e a matéria. A erosão melhora o acesso do solvente ao material, melhorando a solubilidade e a extração (Bermúdez-Aguirre, 2017; Chemat *et al.*, 2017). A implosão de bolhas de cavitação no interior e no exterior de material biológico pode contribuir para a rutura das membranas celulares (Bermúdez-Aguirre, 2017).

³⁵ Alteração da permeabilidade das membranas celulares criando poros.

A sonoporação pode ser o que permite um aumento da libertação do conteúdo intracelular devido à criação de poros nas membranas, reversíveis ou irreversíveis. Um dos trabalhos conduzidos por Chemat *et al.* (2017), cujo objetivo era a recuperação de óleo a partir de células da levedura *Yarrowia lipolytica* usando frequências de 20 kHz, indicou que as leveduras tratadas com ultrassons permitiram uma melhor extração do óleo e exibiram perfurações nas membranas celulares superficiais, suportando a hipótese mencionada. Muitos estudos exploraram ainda sonoporação induzida por ultrassons de baixas frequências (20 kHz) com vista a permeabilização das paredes celulares e a inativação bacteriana (Chemat *et al.*, 2017).

O efeito de capilaridade com ultrassons (UCE) está associado à profundidade e velocidade de penetração de um líquido através de canais ou poros de um material sólido, quando sujeito a ultrassons. Apesar de o UCE não ser compreendido na sua totalidade, verificou-se uma relação entre a formação de bolhas de cavitação e o USE. Este efeito é acompanhado por um aumento de volume de 5 a 10%, causado pela absorção do solvente. Aumentando a reidratação de uma tecido vegetal, os ultrassons têm um impacto positivo nos mecanismos básicos de extração: dessorção e difusão de um soluto para o exterior da estrutura vegetal, melhoramento da transferência de massa (Chemat *et al.*, 2017).

O pré-tratamento a que o alimento foi sujeito também contribui para uma melhor extração, por exemplo, a moagem, o descascar ou desidratar, tem efeito sobre a acessibilidade do solvente com o material (Chemat *et al.*, 2017).

3.2.2 Infusões e Utilizações dos Ultrassons no Processo de Extração

No livro *The Modernist Cuisine*, volume 2 (*Techniques and Equipment*) de Myhrvold, Young e Bilet (2011), existem receitas de caldos e de infusões em líquidos que utilizam banhos de ultrassons durante o processo de extração (ver **Anexo VI**).

Os menus atuais contêm cada vez mais infusões em líquido dominadas tisanas, tinturas ou tónicos, entre outros nomes. Uma infusão é realizada quando se adiciona um

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

ingrediente num líquido para extrair o seu sabor para a fase líquida. Os ingredientes devem ser esmagados, danificando a sua estrutura celular, combinados a frio e a infusão deve ser aquecida em banhos de temperatura controlada, de forma a evitar uma extração exagerada ou a extração de compostos amargos. A maioria das infusões são feitas em água, todavia também podem ser realizadas com sumos, leite, natas, álcool ou gorduras, entre outros. Podem-se ainda utilizar xaropes de açúcares, especialmente para o caso das flores (McGee, 2004; Myhrvold *et al.*, 2011).

Como exemplo, o chefe Michel Bras criou várias infusões com plantas e flores selvagens do planalto de Aubrac (França), e o chefe Andoni Luis Aduriz incorporou várias infusões de ervas silvestres nos pratos de Mugaritz, em San Sebastián (Espanha). (Myhrvold *et al.*, 2011). Também no *The Fat Duck* são preparadas infusões em meios aquosos e meios lipídicos, por exemplo para a preparação do *Hot and Cold Tea/Coffee* ou para a preparação dos azeites e óleos aromatizados com ervas aromáticas (ver **Secção 4.5.1**).

Segundo McGee (2004), os compostos aromáticos, devido à sua baixa polaridade, são geralmente mais solúveis em óleo, gorduras e álcool do que em água. Os ingredientes usados influenciam a velocidade e o grau de extração de sabor. Os óleos e gorduras dissolvem mais moléculas aromáticas durante a preparação, contudo, também as retêm durante o ato de comer, pelo que o sabor se liberta mais gradualmente e de uma forma persistente. Extratos em álcool, por outro lado, permitem uma extração eficaz, contudo, sendo uma substância muito volátil, liberta o aroma muito rapidamente.

Na cozinha chinesa, é valorizada a capacidade de se aromatizarem óleos com outros ingredientes, de forma a perfumar o seu prato. Um óleo aromatizado permite a adição de um sabor/essência sem a adição do ingrediente, simplificando o empratamento do prato (Myhrvold *et al.*, 2011).

Os óleos/gorduras permitem infusões de sabor homogéneas e variadas. As infusões em óleo podem ser feitas com diversos ingredientes, desde cacau ou café, até cogumelos ou menta. Podem-se usar óleos refinados desodorizados ou óleos mais aromáticos (como

azeite ou banha). Algumas combinações de sabores agradáveis (como manteiga e mexilhão), são muito mais complexos quando preparadas em infusões. Este tipo de infusões deve ser preparado em *sous-vide* de forma a evitar-se a oxidação e evaporação dos aromas. Após o tratamento em *sous-vide*, Myhrvold, Young e Bilet (2011) sugerem a utilização dos ultrassons durante 15 a 60 min. (opcional), enquanto o produto ainda está quente, para melhorar o processo de extração. Foi sugerido utilizar-se a mesma temperatura do banho a temperatura controlada usado para *sous-vide* ou, se possível, uma temperatura superior.

Normalmente, após a infusão, os óleos devem ser filtrados e armazenados em arcas frigoríficas, selados, evitando a sua deterioração (rancificação lipídica) e o desenvolvimento de bactérias anaeróbicas como o *Clostridium botulinum* (McGee, 2004; Myhrvold *et al.*, 2011).

3.3 Características Organolépticas e Compostos Orgânicos Voláteis Identificados nas Algas Verdes

As algas verdes (Chlorophyta), vermelhas (Rhodophyta) e castanhas (Phaeophyceae) possuem um sabor comum salgado-umami devido à elevada concentração de minerais e de aminoácidos – em particular o ácido glutâmico³⁶, que confere o gosto umami e é usado na transferências de energia pelo organismo das algas (McGee, 2004).

Cada espécie de algas possui um aroma característico próprio, contudo, quase todas possuem um aroma comum a maresia e a iodo. Tal como outros organismos aquáticos, durante a cocção, ou a decomposição, ocorre a produção das substâncias metilamina e trimetilamina responsáveis pelo aroma característico a peixe. Por este motivo a maioria das algas não são cozinhadas por períodos de tempo prolongados (McGee, 2004; Moreira Leite, 2017).

³⁶ Nem todas as algas possuem teores elevados de ácido glutâmico ou um gosto umami.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

Com o objetivo de manter o equilíbrio osmótico das células, de uma maneira geral, algumas algas contêm o composto sulfureto de dimetilo (DMS). Este composto orgânico volátil é predominante no aroma a maresia e possui um cheiro sulfuroso – também presente na couve, milho, leite cozido e marisco. O DMS também pode ser encontrado em várias espécies de vegetais do gênero *Allium spp.*, espargos, beringela, etc. As algas têm ainda cerca de 2-5% ácidos gordos polinsaturados, ω -3 e ω -6 (McGee, 2004; Moreira Leite, 2017).

O aroma característico das algas verdes é dado maioritariamente pelo DMS – que se pode libertar em grandes quantidades na atmosfera em zonas costeiras – e por aldeídos derivados dos ácidos gordos que contribuem para nuances variadas como chá verde e peixe, pepino e relva cortada (McGee, 2004; Moreira Leite, 2017).

As algas pertencem à divisão *Chlorophyta*, cujos pigmentos fotossintéticos principais são as clorofilas. Estas armazenam energia sob a forma de amido e contêm carotenoides (McGee, 2004). Os carotenoides (isoprenóides, pigmentos fotossintéticos acessórios) são essenciais para a nutrição e proteção das algas contra danos oxidativos provocados pela luz. A presença de carotenoides pode dar origem a diversos compostos voláteis, como norisoprenóides – resultantes da clivagem oxidativa³⁷ de carotenoides, por exemplo, α e β -Ionona. Estas moléculas voláteis servem como agentes fungicidas, e contribuem para o seu sabor e aroma (Valentão *et al.*, 2010).

3.3.1 *Codium tomentosum* (Chlorophyta)

Tal como as plantas, as algas produzem diversos ácidos orgânicos e compostos voláteis que influenciam as suas propriedades organoléticas. Valentão *et al.* (2010) detetou sete ácidos orgânicos na alga verde *Codium tomentosum* (concentração total = 11 g/kg): existindo o ácido oxálico em maior percentagem (60,9%), seguido do ácido málico (31,3%), ácido pirúvico (cerca de 5%), cetonas derivadas do ácido glutárico³⁸ (cerca de

³⁷ Quebra das moléculas com a transferência de eletrões, ocorrendo a oxidação das espécies.

³⁸ Produzido a partir da remoção do grupo amina do ácido glutâmico.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

2%), e os ácidos aconítico, malónico e fumárico em minoria. De acordo com os autores, o conteúdo elevado de ácido oxálico pode ser relevante na proteção contra patogênicos ou outras espécies epífitas por afetar o gosto, textura e biodisponibilidade do cálcio. O ácido oxálico pode ainda agir como um osmorregulador e um regulador de pH.

As análises realizadas aos compostos voláteis em plantas demonstram frequentemente a presença de diversos compostos biológicos ativos, que geralmente têm funções de defesa ou servem como repelentes ou atrativos, inseticidas, entre outras funções biológicas. O estudo *Codium tomentosum and Plocamium cartilagineum: Chemistry and antioxidant potential* de Valentão *et al.* (2010) foi, segundo os autores, o primeiro estudo publicado sobre o perfil de voláteis de *Codium tomentosum*. Neste estudo, o grupo principal de voláteis identificados na *C. tomentosum* liofilizada foram os derivados dos norisoprenóides, seguidos dos terpenóides e diversos aldeídos (ver tabela 1). De acordo com a natureza dos norisoprenóides identificados, sendo a maioria metabolitos derivados da clivagem de β -Caroteno³⁹, os autores assumiram que este pigmento antioxidante é o carotenoide mais predominante.

Como referido, o género *Codium* apresenta um teor de ácidos gordos polinsaturados elevado. Os aldeídos identificados e apresentados na tabela abaixo, o segundo grupo mais abundante dos compostos voláteis, podem ser resultado destes ácidos gordos. Os autores referem ainda que o (E)-2-Hexenal, formado por degradação enzimática de ácidos gordos insaturados, pode ser o responsável pelo aroma a verde (Valentão *et al.*, 2010).

Os compostos voláteis mais importantes de várias plantas terrestres são os terpenóides. Estes são também metabolitos comuns em algas. O estudo acima referido permitiu a identificação de diversos compostos da família dos terpenos presentes na alga *C. tomentosum*: cinco monoterpénos, sendo que o limoneno existia em maior concentração, seguido do Linalol e do α -Terpineol (Valentão *et al.*, 2010).

³⁹ Precursor da vitamina A (Moreira Leite, 2017).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

Tabela 1: Percentagem Média dos Compostos Voláteis Identificados em *C. tomentosum*

| Number | Compound | RT ^a (min) | QI ^b (m/z) | RA ^c (%) C. tomentosum |
|----------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <i>Alcohols</i> | | | | |
| 1 | (Z)-4-Hexenol ^d | 4.669 | 55/67/82 | nd |
| <i>Aldehydes</i> | | | | |
| 2 | (E)-2-Hexenal ^{d,e} | 5.928 | 55/69/83 | 1.329 |
| 3 | (E)-2-Heptenal ^d | 8.763 | 57/70/83 | 1.245 |
| 4 | (E)-2-Octenal ^{d,e} | 11.769 | 70/93 | 0.762 |
| 5 | (E,Z)-2,6-Nonadienal ^{d,e} | 14.566 | 41/67/70 | 1.520 |
| 6 | (E)-2-Nonenal ^{d,e} | 14.767 | 55/70/93 | 0.789 |
| 7 | (E)-2-Decenal ^{d,e} | 17.679 | 83/70 | 0.634 |
| 8 | (E,E)-2,4-Decadienal ^{d,e} | 19.239 | 81/152 | 3.476 |
| 9 | Dodecanal ^d | 21.569 | 82/96/155 | 0.941 |
| 10 | Pentadecanal ^d | 26.489 | 57/82/96 | 1.329 |
| <i>Esters</i> | | | | |
| 11 | Hexyl hexanoate ^d | 20.920 | 84/99/117 | 0.415 |
| 12 | Isopropyl laurate ^d | 26.738 | 102/183/200 | 1.131 |
| 13 | Methyl dihydrojasmonate ^{d,e} | 27.362 | 83/93/151 | 3.714 |
| 14 | Isopropyl myristate ^d | 31.007 | 129/228 | 0.705 |
| 15 | Methyl palmitate ^d | 33.047 | 87/143/270 | 0.257 |
| 16 | Isopropyl palmitate ^d | 34.903 | 61/256/257 | 0.106 |
| <i>Halogenated compounds</i> | | | | |
| 17 | Benzyl chloride ^d | 8.565 | 91/126 | nd |
| 18 | 4-Bromo-1-cyclohexene ^d | 10.397 | 81/93 | nd |
| <i>Ketones</i> | | | | |
| 19 | 2-Dodecanone ^d | 21.160 | 71/85/126/184 | 0.381 |
| 20 | 2-Octadecanone ^d | 27.780 | 71/127/169 | 0.339 |
| <i>Monoterpenes</i> | | | | |
| 21 | Limonene ^{d,e} | 10.859 | 68/93 | 28.060 |
| 22 | <i>o</i> -Cymene ^{d,e} | 12.505 | 91/119 | 0.167 |
| 23 | Linalool ^{d,e} | 12.963 | 93/121 | 3.087 |
| 24 | Menthone ^d | 14.710 | 112/139/154 | nd |
| 25 | α -Terpineol ^{d,e} | 15.830 | 93/121/136 | 1.545 |
| <i>Norisoprenoid derivatives</i> | | | | |
| 26 | Safranal ^{d,e} | 15.957 | 91/107 | 0.983 |
| 27 | β -Cyclocitral ^{d,e} | 16.530 | 109/137/152 | 0.481 |
| 28 | Citral ^d | 17.846 | 69/84/137 | 1.568 |
| 29 | α -Ionone ^d | 21.965 | 93/121 | 5.307 |
| 30 | Geranyl acetone ^{d,e} | 22.554 | 107 | 0.517 |
| 31 | β -Homocyclocitral ^{d,e} | 22.703 | 81/107/151 | 0.222 |
| 32 | β -Ionone ^{d,e} | 23.385 | 177 | 2.059 |
| 33 | 2,3-Epoxy- β -ionone ^d | 23.464 | 123/177 | 8.597 |
| 34 | Dihydroactinidiolide ^d | 24.698 | 111/137/180 | 8.837 |
| 35 | Hexahydrofarnesyl acetone ^d | 31.371 | 95/109 | 3.938 |
| <i>Others</i> | | | | |
| 36 | Benzothiazole ^d | 16.787 | 69/108/135 | 5.499 |
| 37 | Methylethylmaleimide ^d | 16.900 | 124/139 | 0.977 |
| 38 | Nonionic acid ^d | 17.763 | 60/73 | 1.063 |
| 39 | Eugenol ^{d,e} | 20.165 | 164 | 1.746 |
| 40 | Decanolactone ^d | 23.059 | 85/128/152 | 5.173 |
| 41 | Benzophenone ^{d,e} | 27.019 | 77/105/182 | 1.099 |
| Identified compounds | | | | 37 |
| Alcohols | | | | 0 |
| Aldehydes | | | | 9 (12.025) |
| Esters | | | | 6 (6.328) |
| Halogenated compounds | | | | 0 |
| Ketones | | | | 2 (0.720) |
| Monoterpenes | | | | 5 (32.859) |
| Norisoprenoid derivatives | | | | 10 (32.509) |
| Others | | | | 6 (15.557) |

^aRT, retention time.

^bQI, quantification ions.

^cRA (%) = relative area in percentage.

^dMS, tentatively identified by NIST05.

^eIdentified by comparison with reference compound.

nd, not detected.

Fonte: Valentão *et al.* (2010)

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

Consultando o site TOXNET – *Toxicology Data Network*⁴⁰, é possível associar o aroma e sabor a diversos destes compostos:

- Limoneno: odor agradável semelhante a limão e sabor doce e citrino.
- Linalol: odor semelhante a bergamota e lavanda, floral, madeira, especiarias; e sabor cítrico e a especiarias, ligeiramente floral e, a 30 ppm, floral e a madeira com notas verdes, especiarias tropicais.
- α -Terpineol: tem um odor floral, lilás (*Syringa vulgaris* L.) e um sabor a lima, pêsego ou floral (lilás), doce.

Apesar de ser comumente aceite que os compostos halogenados derivados dos terpenos são sintetizados por algas marinhas, não foi possível a identificação de compostos halogenados; possivelmente devido à elevada afinidade destes compostos, normalmente extraídos com solventes orgânicos, com o meio aquoso (Valentão *et al.*, 2010).

Valentão *et al.* (2010) sugerem que a presença dos compostos biológicos ativos identificados pode aumentar o valor desta alga como alimento, ou até um aditivo alimentar, e expandir o seu valor na área da dietética.

Num grupo de foco realizado por Moreira-Leite (2017) onde se discutiu o perfil de descritores aromáticos de diversas algas, foi feita uma associação entre o aroma da alga *Codium tomentosum* com o aroma a percebes, marisco e maresia.

Através da análise GC-MS conduzida por Moreira-Leite (2017), após HS-SPME, foi possível a identificação de 16 compostos de *C. tomentosum* desidratada que corresponderam a 69,91% da área total do cromatograma. Destes, os que contribuíram mais para o seu perfil aromático foram, por ordem decrescente: (E)-2-Nonenal⁴¹, β -Ionona, 1-Octen-3-ol, DMS, α -Ionona, (E)-2-Octenal e β -Ciclocitral. O aldeído (E)-2-

⁴⁰ Consultado a 20/08/2018, em: <https://toxnet.nlm.nih.gov/newtoxnet/hsdb.htm>.

⁴¹ Ou *trans*-2-nonenal.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS IDENTIFICADOS EM MACROALGAS

nonenal possui um tipo de aroma oleoso, porém com notas cítricas e verdes a pepino (Moreira Leite, 2017).

As iononas⁴² são muito comuns nas algas e sal marinho. A β -Ionona, com um limiar de detecção baixo de (0,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$), tem um odor quente a madeira, seco e frutado ou com notas que lembram violetas (em pequenas doses) e um sabor também a madeiras, a bagas silvestres, frutado e verde. A α -Ionona apresenta um perfil aromático semelhante com notas doces balsâmicas que relembram mais fortemente a flor violeta, com um gosto também semelhante, porém mais floral (“Alpha-Ionone,” s.d.; “Beta-Ionone,” s.d.; Moreira Leite, 2017).

1-Octen-3-ol, conhecido como o álcool de cogumelo, tem um aroma terroso de cogumelo (presente em óleo *matsutake*); identificado em *Botrytis cinerea*⁴³ (Moreira Leite, 2017).

Quando aos aldeídos, o (E)-2-Octenal apresenta um tipo de aroma gordoroso, doce, com notas verdes/herbáceo e cítricas e o β -Ciclocitral apresenta um tipo de aroma mentolado, herbáceo, tropical, frutado (Moreira Leite, 2017).

⁴² Compostos formados por clivagem enzimática dos carotenoides.

⁴³ Matsumori, Izumi e Watanabe (1989) *Hormone-like Action of 3-Octanol and 1-Octen-3-ol from Botrytis cinerea on the Pine Wood Nematode, Bursaphelenchus xylophilus*, Agricultural and Biological Chemistry, 53:7, 1777-1781, DOI:10.1080/00021369.1989.10869599

4 ESTÁGIO NO *THE FAT DUCK*

4.1 Motivações e Objetivos

A motivação para fazer um estágio no *The Fat Duck* (TFD) surgiu, de uma forma muito intensa, após o estudo de várias receitas de Heston Blumenthal na disciplina de Gastronomia Molecular I e II do Mestrado em Ciências Gastronómicas. A criatividade ousada das receitas e o fundamento teórico de cada técnica despertaram um desejo profundo de trabalhar no restaurante, e uma curiosidade intensa relativamente à gestão do mesmo.

De um modo geral, os objetivos deste estágio curricular eram expandir conhecimentos sobre Gastronomia Molecular e *science-based cooking* e aprender noções práticas de gestão das cozinhas do TFD.

De uma forma mais detalhada, alguns dos objetivos específicos foram aprender princípios de *food-pairing* e suas aplicações, aprender novas técnicas culinárias e conhecer a metodologia e a organização ou gestão do trabalho num restaurante de três estrelas *Michelin*, cuja cozinha e o desenvolvimento de produtos se baseia intensamente no conhecimento científico, com o objetivo de otimizar os resultados e oferecer aos clientes uma experiência gastronómica intensa. Por último, existia ainda a expectativa de explorar e expandir as capacidades pessoais próprias, desenvolvendo aptidões dentro da área profissional em questão, nomeadamente: autonomia, eficiência no trabalho, trabalho em equipa, organização, resiliência, entre muitas outras.

4.2 Descrição do Local e do Restaurante

Os restaurantes *The Fat Duck* e *The Hind's Head* e o *pub The Crown*, todos de Heston Blumenthal, encontram-se em Bray (Maidenhead, Berkshire), uma aldeia inglesa localizada nas margens do rio Tamisa. Nesta localidade, encontram-se dois dos 5 restaurantes de três estrelas *Michelin* do Reino Unido, o TFD e o *The Waterside Inn*.

Em 2014, Bray recebeu o prémio “*The Best Small Village*”. Nesta competição, os conhecimentos de horticultura, a responsabilidade ambiental e a participação da comunidade foram avaliados com o valor máximo (Editor, 2014).

A área de Bray é maioritariamente composta por espaços verdes que restaram da antiga densa floresta de Windsor. As casas elegantes que se localizam nas margens do rio, entre Bray e Maidenhead Bridge, são conhecidas por pertencerem a elementos da classe social mais alta de Berkshire. Uma das grandes atrações da aldeia é a igreja St. Michael’s Church, construída em 1293, que contem algumas esculturas e outros vestígios da igreja que existia anteriormente, sendo esta presumivelmente saxã.



Figura 4: *The Fat Duck, Bray, Reino Unido*

Autoria: Paulina Mata

O TFD (Figura 4) abriu as portas em 16 de agosto de 1995 como um clássico *bistrot*⁴⁴, servindo essencialmente comida francesa tradicional. No início, os fogões funcionavam a botija de gás e não forneciam energia suficiente à cozinha, pelo que os processos culinários para grandes porções eram pouco eficientes. Todavia, apesar do caos inicial porque passou, o restaurante começou a ter boas críticas. Em 1999, o TFD tinha-se afastado da cozinha de *bistrot* e ganhou a sua primeira estrela *Michelin* (Blumenthal, 2008; Dymocks, s.d.).

No início do Séc. XXI, começou a ser servido o primeiro menu de degustação. Com este tipo de menu foi possível apresentar pratos que não se encaixavam num formato convencional, oferecendo deste modo liberdade à criatividade e inovação (ver na Secção 2.3 a abordagem de H. Blumenthal à cozinha). Começaram a utilizar instrumentos e

⁴⁴ Nome dado aos pequenos restaurantes parisienses com um estilo modesto que servem pratos tradicionais franceses a um preço moderado.

equipamentos inovadores que permitiam aumentar a precisão e consistência dos processos culinários e evoluir na definição do cenário gastronómico criado. Desta forma o restaurante conquistou a segunda estrela *Michelin* em 2002, e a terceira em 2004 (Blumenthal, 2008; Dymocks, s.d.; Rayner, 2016).

O restaurante é conhecido também por ser um dos primeiros a possuir uma cozinha de investigação onde muitas das criações e descobertas gastronómicas ganharam corpo (Lutrario, 2017). Atualmente, a cozinha de investigação de TFD empenha-se mais no desenvolvimento de eventos gastronómicos, pratos para programas de televisão, ou projetos para a cadeia de supermercado *Waitrose* ou até no desenvolvimento de projetos pessoais de clientes (Naylor, 2010).

A terceira estrela *Michelin* ofereceu ainda mais liberdade a H. Blumenthal para explorar áreas inovadoras como a percepção multissensorial e a influência da mente na apreciação de produtos alimentares. Explorou ainda a forma como a emoção de nostalgia e mecanismos de recompensa podem melhorar a apreciação global de um prato (ver Capítulo 2.3.2) (Blumenthal, 2008; Dymocks, s.d.).

The Fat Duck menu is, however, one of balance and contrasts - of old and new, of modern and historic. Heston has become deeply interested in the history of British gastronomy, and the menu is beginning to feature the results of his exploration and reinterpretation of traditional British dishes, such as Powdered Anjou Pigeon, Mock Turtle Soup and the Beef Royal served at King James II's coronation in 1685.

(Dymocks, s.d.)

O restaurante tem 42 lugares, está aberto de terça-feira a sábado, oferece almoços e jantares e conta apenas com uma rotação por cada refeição. A cozinha preparatória do restaurante está aberta de segunda-feira a sábado e funciona de 12 a 16 horas por dia.

O menu de degustação atual do TFD foi idealizado de forma a descrever uma história inspirada nas férias de infância de Heston Blumenthal, dos cinco aos sete anos de idade, na Cornualha. Por este motivo, os empregados de mesa são chamados de *storytellers*. Em

alguns pratos do menu é ainda notável uma forte inspiração na história *Alice no País das Maravilhas*, de Lewis Carroll⁴⁵ (Rayner, 2015, 2016). O custo do menu de degustação, sem as bebidas incluídas, é de £325⁴⁶, existindo ainda uma taxa de serviço de 12,5% associada à conta final (The Fat Duck, s.d.).

4.3 O Menu de Degustação

Dadas as características únicas e muito próprias do menu do TFD e dos pratos que são incluídos, e de forma a melhor contextualizar o trabalho desenvolvido durante o estágio, será feita uma apresentação do menu de degustação dando foco a algumas técnicas particulares da abordagem de Heston Blumenthal à cozinha.

No início da refeição, os *storytellers* oferecem uma bebida de boas-vindas e explicam o conceito do menu. É oferecido aos clientes um mapa que, com a ajuda de uma lupa, os encaminha pelo roteiro da viagem gastronómica que o TFD oferece (ver **Anexo VII**). No mapa está indicado o nome de cada prato, que corresponde com um momento das férias de H. Blumenthal, e os ingredientes chave do mesmo. O menu de degustação é composto por dezoito momentos, divididos em sete capítulos, e em cada momento os *storytellers* explicam e contam a história por detrás de cada prato – ver **Tabela 2** e, no **Anexo VIII**, os responsáveis pelo empratamento dos pratos durante o serviço.

⁴⁵ Nome literário de Charles Lutwidge Dodgson.

⁴⁶ Aproximadamente 365€.

Tabela 2: Menu de Degustação do TFD

| Capítulo | Momentos do Menu |
|---|---|
| <i>The Day Before We Go: Are we nearly there yet?</i> | <i>A Change-of-Air</i> – <i>who will be the dragon?</i> (ou Nitro) |
| | <i>Aereted beetroot macaroon</i> |
| | <i>Just the tonic!</i> |
| | <i>Fan-Tan</i> |
| <i>Morning: Rise and shine, it's breakfast time</i> | <i>Hot and Cold Tea/Coffee</i> |
| | <i>Breakfast Bowl</i> |
| <i>Mid-Morning: First one to see the sea...</i> | <i>Sounds of the Sea</i> |
| | <i>Savoury Lollies</i> |
| | <i>Mr. Whippy</i> |
| | <i>Then we went rockpooling</i> |
| <i>Afternoon: If you go down to the woods today...</i> | <i>Damping Through the Borough Groves...</i> |
| | <i>...we discovered the Mock Turtle Picnic</i> <i>Mock Turtle Soup</i> <i>Toast Sandwich</i> |
| <i>Evening: Are you ready for dinner?</i> | <i>Snails porridge ou Scallops Anna</i> |
| | <i>Duck a l'Orange ou Turbot</i> |
| | <i>Botrytis Cinerea ou Black Forest Gateau</i> |
| | <i>Whisky Gums</i> |
| <i>Bedtime: Off to the Land of Nod</i> | <i>Counting Sheep</i> |
| <i>And then to dream...</i> | <i>Like a kid in a Sweetshop</i> |

No primeiro capítulo, *The Day Before We Go: Are we nearly there yet?*, o primeiro momento, *A Change-of-Air*, é composto por em 2 pratos. O primeiro prato, – *who will be the dragon?* (ou Nitro) (Figura 5), consiste de uma pequena porção de uma mousse congelada num banho de azoto líquido (-196° C), preparada à frente dos clientes, com o sabor de um

cocktail, como *Paloma* (cocktail à base de tequila), *Vodka Lime Sour*, *Campari Soda* ou *Pinã Colada*. Esta mousse crocante no exterior é do tamanho de uma dentada para que possa ser comida de uma só vez permitindo que o cliente sinta vapor de água a sair pelas narinas – como se fosse o fumo a sair da boca de um dragão.



Figura 5: Storyteller a preparar o Nitro, no banho de azoto líquido iluminado com luzes led.

[Fonte: ElizabethOnFood e Blog4Fodies]

De seguida é oferecido um “macaron” formado por uma espuma de beterraba/cenoura desidratada, recheado com um creme de rábano picante, *Aerated beetroot/carrot macaroon* (Figura 6). O sumo de beterraba e de cenoura é concentrado em evaporadores rotativos a pressão reduzida para intensificar o sabor. O processo permite obter uma espuma consistente com uma cor intensa.



Figura 6: *Aerated beetroot macaroon* (esquerda) e *Aerated carrot macaroon* (direita) com um creme de rábano picante.

[Fonte: ElizabethOnFood e The Foodie World]

Posteriormente é servido o *Just the tonic!* (**Figura 7**). Este prato é da responsabilidade dos estagiários que trabalham na secção *Breakfast* da cozinha do restaurante. É composto por um disco de “*panna cotta*” quente com sabor a cominho fumado e gelificada com gelano. Sobre a “*panna cotta*” são colocadas rodela de tупinambo (*Helianthus tuberosus*) fritas e gelado de tупinambo. Como guarnição são adicionados cubos de pickles de aipo bola, cebolinhas e salsifi (*Tragopogon porrifolius*) salteados. O prato é temperado com sal, anis e cominhos e decorado com duas folhas pequenas de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e diversas pétalas de flores, que variam semanalmente. Ao ser servido, o *story teller* verte sobre estes ingredientes uma espécie de “gaspacho” feito com raiz de funcho, maçãs *Granny Smith*, tomate verde, pepino e ervas aromáticas frescas (temperado com óleo de menta e óleo de verbena-limão).



Figura 7: Just the tonic!

[Autoria: Bruno Moreira-Leite]

Segue-se o *Fan-Tan*⁴⁷ (**Figura 8**), um prato composto por um brioche com o formato de um pão de forma acompanhado com manteiga e uma compota cremosa de tomate e café.



Figura 8: Fan-Tan acompanhado com manteiga e compota de tomate e café.

[Fonte: The Foodie World]

Seguidamente, durante o capítulo *Morning: Rise and shine, it's breakfast time*, é oferecido o *Hot and Cold Tea/Coffee* (**Figura 9**), um copo de café ou de chá, metade quente e metade frio. Esta bebida é feita com a técnica de gel fluido, obtido passando um gel de gelano por uma peneira fina. As receitas dos géis fluídos do chá/café quente e do chá/café frio foram desenvolvidas de forma a que ambas tivessem a mesma densidade à temperatura a que são servidas para que se mantenha uma separação vertical. Deste modo quando o chá/café é bebido à metade da boca chega a bebida quente e à outra metade a bebida fria.



Figura 9: Hot and Cold Tea.

[Autoria: Bruno Moreira Leite]

⁴⁷ Apesar de atualmente pertencer ao menu, durante o período de estágio este era um dos pratos *tailor-made* oferecidos a alguns clientes (ver Secção 4.3.1)

Antes de esta bebida ser oferecida ao cliente, o mesmo recebe um folheto onde lhe é pedido que indique qual a bebida *Hot and Cold* que pretende receber. Este folheto tem a forma específica de folheto de pendurar no manípulo da porta (ver **Anexo VII**), como os folhetos “*Do not disturb*” dos hotéis. Juntamente com os outros elementos do **Anexo VII**, estes são alguns exemplos dos objetos que foram construídos especificamente para o menu de degustação de forma a tornarem o *story telling* mais dinâmico e a experiência mais surpreendente.

Em seguida, na *Breakfast Bowl* (**Figura 10**), são oferecidos cereais com sabor a porco, cogumelo e tomate – misturados e servidos em uma caixa de papel que lembra os cereais matinais –, juntamente com uma taça com um *custard*⁴⁸ de ovos e trufas entremeadado com gelatina de tomate e de creme de leite, torradas e bacon. Este prato foi feito de forma a que cada colherada relembre um verdadeiro *English-Breakfast*⁴⁹. Neste prato também é usada a técnica de encapsulamento de sabor com, por exemplo, a adição de cubos de um gel de trufa.



Figura 10: Breakfast Bowl:

Da esquerda para a direita: Embrulho com seis pacotes de cereais para o prato Breakfast Bowl com designs diferentes; Breakfast Bowl com os cereais de sabor a tomate, porco e cogumelo.

[Fonte: The Foodie World e Blog4Fodies]

Com este prato, no interior da caixa de cereais encontra-se um *puzzle* de madeira que se

⁴⁸ Semelhante ao leite-creme português.

⁴⁹ Constituído por ovos e bacon acompanhados com salsichas, tomate, cogumelos, torradas, chá e *marmalade* (doce de citrinos).

encaixa em forma de mealheiro. Dentro do mesmo, é colocada uma moeda pequena – também oferecida ao cliente – que lá fica guardada até ao momento final do menu de degustação, com a *Sweetshop*. Esta moeda permite que a casinha mecânica *Sweetshop* abra. Dentro da casa encontram-se os doces do último momento do menu (ver **Figuras 28, 29, 30 e 31**).

O *Mid-Morning: First one to see the sea...* inicia-se com o *Sounds of the Sea* (SOS) (**Figura 11**), que é seguido sucessivamente pelos *Savoury Lollies*, o *Mr. Whippy*, e por último, o *Then we went rockpooling*. SOS é servido acompanhado com uma concha de búzio grande de onde saem os auscultadores de um leitor de música incorporado no interior. O prato é composto por peixe curado, algas (entre outros produtos do mar) e plantas halófitas. O objetivo deste prato é que seja comido ao mesmo tempo que se ouve a gravação feita numa praia, intensificando deste modo a experiência gastronómica (ver **Secção 2.3.1**).



Figura 11: Concha com o leitor de música incorporado e o prato *Sounds of the Sea*.

[Fonte: The Foodie World e Autoria de Bruno Moreira Leite]

Os *Savoury Lollies* (**Figura 12**) são compostos pelos *Waldorf Salad Rocket*; *Salmon Twister*; *Chicken Liver Parfait with Fig Gel*. O *Waldorf Salad Rocket* é um gelado composto por três camadas que apresenta os sabores principais da salada *Waldorf*. Da camada menor para a maior, respetivamente, o sabor é de noz, de aipo e de maçã. Para a confeção deste prato é usado o evaporador centrífugo.

O *Salmon Twister* assemelha-se ao gelado *Tangle Twister*. Todavia é composto por um rolo central de uma peça única de salmão fumado rodeado por uma cobertura bicolor composta por uma mousse de rábano picante e uma mousse de abacate.

O *Chicken Liver Parfait with Fig Gel* é um “gelado de carne” feito de forma a assemelhar-se visualmente ao *Feast*, um popular gelado comercial de chocolate e baunilha. Após o *Chicken Liver Parfait* ser preparado, o mesmo é rapidamente moldado e congelado. Antes do serviço, é adicionada a camada exterior de gel de figo (operação abordada adiante, na Secção 4.5.3). Imediatamente antes de ser servido, a camada de gel é polvilhada com flor de sal, amêndoa picada, *nibs* de cacau⁵⁰ e açúcar caramelizado.



Figura 12: *Savoury Lollies*, da esquerda para a direita: *Waldorf Salad Rocket*; *Salmon Twister*; *Chicken Liver Parfait with Fig Gel*.

[Fonte: Ijology (online em: flickr.com)]

O *Mr. Whippy* (Figura 13) é feito de um gelado de caranguejo com cubos de gel de maracujá ou tomate, gelificados com gelano, e *coulis*⁵¹ de pimento vermelho.

O gelado de caranguejo, desenvolvido no final dos anos 1990 e introduzido no menu de degustação em 2000, foi um dos primeiros gelados salgados. Este era servido num prato

⁵⁰ Grãos de cacau tostado, descascados e quebrados em pedaços menores.

⁵¹ Molho espesso feito a partir de puré filtrado de vegetais e/ou frutas.

de *risotto* de caranguejo com um gel de maracujá e uma *cassonade* de pimento; o *Mr. Whippy* é uma recriação deste prato.



Figura 13: Mr. Whippy

[Autoria: Bruno Moreira Leite]

Segundo Paulina Mata (2018), “o gelado de caranguejo acabou por ser um marco importante na cozinha de Heston Blumenthal, pois levou-o a entender aspetos, para além do que está no prato, que determinam a perceção do que comemos, e levou-o a explorar uma abordagem multissensorial” (descrita em maior pormenor na **Secção 2.3.1**). Revelando a importância da expectativa criada e a sua influência na apreciação sensorial e na aceitação dos produtos (Yeomans *et al.*, 2008).

O *Then we went rockpooling* (**Figura 14**) é composto por um caranguejo oco de chocolate branco, cujo exterior é pintado a *spray* e com pincel, sendo ainda recheado com diferentes tipos de caviar⁵² e com músculo de caranguejo cozinhado a baixa temperatura. O prato é acompanhado com algas – sendo uma das usadas, a *Codium tomentosum* – e com plantas halófilas e servido com um *velouté* quente que é vertido pelo *storyteller* sobre o caranguejo, de forma a derretê-lo e expor o seu conteúdo imediatamente antes do prato ser consumido.

⁵² Alguns tipos fumados.



Figura 14: *Then we went rockpooling: antes (esquerda) e após (direita) de se adicionar o molho de ameijoas.*

[Fonte: Autoria de Bruno Moreira Leite e The Foodie World]

Este prato evoluiu de uma das combinações clássicas do TFD para um prato extremamente diferente. Chocolate branco com caviar foi um dos *food-pairings* “surpreendentes”, descobertos em 1990, que levaram H. Blumenthal a interessar-se pela teoria do *food-pairing* (discutida em maior pormenor n **Secção 2.3.4**). Esta combinação de sabores conduziu H. Blumenthal a tentar entender porque é que a sensação sentida era agradável e discutir o motivo com cientistas da Firmenich. Esta combinação foi inclusive divulgada pela Royal Society of Chemistry em maio de 2005, sendo notícia de capa de revista (Blumenthal, 2008; Mata, 2018c).

Posteriormente, no capítulo *Afternoon: If you go down to the woods today...*, é apresentado o *Damping Through the Borough Groves...* (**Figura 16**). Este prato é preparado pelo responsável da secção *Woods*, que também orienta o estagiário da cozinha do restaurante. Também os estagiários auxiliam o empratamento. Antes do prato ser servido os *storytellers* trazem um centro de mesa (**Figura 15**) que contém gelo seco. Sobre o centro de mesa é vertido um líquido aromatizado⁵³ que provoca a sublimação do dióxido de carbono, que transporta os compostos aromáticos presentes no líquido, difundindo um aroma que relembra o cheiro de bosques.

⁵³ Aroma a afolha de figeira, filipêndula (*Filipendula ulmaria*), flôr *Melilotus officinalis*, líquen *Evernia prunastri* e trufas negras (*Tuber melanosporum*).



Figura 15: Centro de mesa de Damping Through the Borough Groves...

[Autoria: Bruno M. Leite]

O prato é composto por beterraba (em pickle, em creme e desidratada), gelatina de *consommé* de cogumelo, uma telha crocante de amido de batata com cogumelo em pó a imitar um tronco, manteiga e mousse de trufas, cogumelo *míscaro* (*Boletus edulis*) cru, trufa picada, puré de amora, levístico e outros sabores terrosos acompanhados com um gosto umami intenso. Incluindo ainda larvas de tenébrio desidratadas e diversos rebentos crocantes de plantas (como mostarda e trevos). Os cogumelos utilizados neste prato variam de acordo com a época.



Figura 16: Damping Through the Borough Groves... com rodela de trufa acompanhado com o centro de mesa ativo e, em baixo, com larvas desidratadas.

[Fonte: Sima (online em The Curious Pixie) e Chris Chamberlin (online em Australian Business Traveller)]

O último momento deste capítulo chama-se *...we discovered the Mock Turtle Picnic*. Inicialmente é servida a *Mock Turtle Soup* (MTS) (**Figura 17**) – descrita com maior pormenor na **Secção 2.3.9.2**, ver também **Anexo V** –, seguida da *Toast Sandwich*, uma sandes de pepino, tutano, anchovas fumadas, trufas, *ketchup*, mostarda de gema de ovo e maionese.



Figura 17: Em cima, da esquerda para a direita: Relógios de Gelatina do Caldo da MTS cobertos com folha de ouro; Mock Turtle Soup. Em baixo: Toast Sandwich.

[Fonte: The Foodie World]

A sandes servida é uma das recriações mais ricas das “sandwiches de tosta”, receita introduzida na época Vitoriana – duas finas fatias de pão branco com manteiga e entre elas uma fina torrada temperada com sal e pimenta – cuja receita surge na obra *Book of Household Management* de Isabella Beeton (1869). No livro é sugerido que ao preparo original se adicione também fatias finas de carnes frias (Mata, 2018a).

Durante o capítulo *Evening: Are you ready for dinner?*⁵⁴, os clientes podem escolher uma das entradas – *Snail porridge* (**Figura 18**) ou *Scallops Anna* (**Figura 19**), vieiras com cogumelo-do-cardo⁵⁵, avelã e uma espuma de coral de vieiras e molho de ameijoas –, um dos pratos principais – *Duck a l’Orange* (**Figura 20**) ou *Turbot* – e uma das sobremesas – *Botrytis Cinerea* (**Figura 21**) ou *Black Forest Gateau* (**Figura 22**). Por último é oferecido um digestivo, as garrafinhas *Whisky Gums* (**Figura 23**), servidas sobre uma moldura.

⁵⁴ Atualmente as opções dadas aos clientes neste capítulo são diferentes.

⁵⁵ *Pleurotus eryngii*



Figura 18: Snail Porridge

[Autoria: Bruno M. Leite]



Figura 19: Scallops Anna

[Fonte: The Foodie World]

Imediatamente antes de o prato principal ser servido, são oferecidas os *duck crackers* (**Figura 20**) uns crocantes fritos feitos e temperados com diversas especiarias e servidos numa taça com diversas especiarias que foram queimadas antes de chegarem à mesa do cliente, de forma a libertarem um aroma fumado.



Figura 20: Da esquerda para a direita: Duck crackers; Duck with pudding and turnips; Duck confit cylinder.

[Fonte: The Foodie World]

A sobremesa *Botrytis cinerea* é inspirada no vinho Sauternes *Chateau d'Yquem*, uma sobremesa desconstruída que apresenta o gosto característico deste vinho com podridão nobre. Por este motivo a apresentação do mesmo se assemelha a um cacho de uvas, com uma estrutura feita em massa de churros e outra circular feita com isomalte de forma a imitar o engaço e a gavinha, respetivamente. Cada bago apresenta um gosto e uma textura diferentes como iogurte, uva e passas, vinho de pêsego, pera e caramelo de pera. Apresenta ainda um “solo” de chocolate cristalizado, uma folha crocante de açúcar e sumo de uva, uma esfera de chocolate com açúcar carbonatado e pó de queijo *roquefort*. Uma sobremesa muito complexa, tendo cerca de 20 elementos diferentes e em que são usados cerca de 70 ingredientes. São também usadas várias técnicas como espumas desidratadas, géis e géis fluidos, gelados, impregnações a vácuo, trabalhos de açúcar com isomalte, etc. Cada colherada tem sabores e texturas únicos que não se repetem (Jenkins, 2018).



Figura 21: Botrytis cinerea

[Autoria: Bruno M. Leite]

A sobremesa BFG contém um gelado de *kirsch*, compota cremosa de cereja – preparada com um gel fluído com pectina e glicose que é triturado na PacoJet – e um paralelepípedo

de mousse de chocolate branco e negro (com diversas camadas no seu interior) polvilhado com chocolate usando um aerógrafo⁵⁶.



Figura 22: *Black Forest Gateou (BFG)*

[Fonte: Trois Etoiles]

As camadas são compostas por bolo esponjoso de malte com uma cereja embebida em *kirsch*, chocolate aero – uma espuma sólida de chocolate preparada numa câmara de vácuo – (ver **Secção 2.3.7**), ganache de chocolate negro e amêndoas torradas. Em todas as etapas de construção do BFG, cada camada é congelada após ser introduzida no interior de um molde de maneira a preservar a textura e a estrutura geométrica do paralelepípedo e das camadas no seu interior. A textura rugosa do chocolate polvilhado é obtida devido à grande diferença de temperatura entre o chocolate e a superfície polvilhada.

As *Whisky Gums* são feitas com gelatina em pó e glicose de forma a preservar parte do álcool do *whisky*. Contêm ainda ácido málico para se obter um gosto ácido, semelhante à acidez da maçã *Granny Smith*. São feitas com vários *whiskies* diferentes tendo, cada uma, um sabor distinto. São servidas sobre um mapa de forma a indicar a origem de cada bebida.

⁵⁶ Equipamento que projeta líquidos à pressão, idêntico a uma pistola pneumática de pintura acoplada a um compressor de ar.



Figura 23: Whisky Gums

[Fonte: The Foodie World]

No capítulo *Bedtime: Off to the land of Nod*, a primeira coisa a chegar é uma colher com o cabo revestido de um tecido semelhante a pelo de carneiro e com aroma a pó de talco (**Figura 24**). Esta sobremesa foi inspirada no pó de talco (Mata, 2018b). Posteriormente é apresentada uma almofada voadora – efeito este causado por meio de um sistema magnético – com umas bolachas de merengue recheadas com um creme fresco (**Figura 25 e 26**).



Figura 24: Colher com o cabo revestido com um tecido suave, levemente polvilhado com pó de talco.

[Fonte: Mata, P. (2018b)]



Figura 25: Malty Meringues.

[Fonte: The Foodie World]



Figura 26: Almofadas voadoras com os Malty Meringues.

[Fonte: Mata, P. (2018b)]

Seguidamente é servida a sobremesa *Counting Sheep* (**Figura 27**) com diferentes texturas – mousses, bolos esponjosos, *panna cottas*, géis fluídos, cremes, gelado de iogurte, chocolate branco cristalizado – com sabores a chá *Earl Grey*, lavanda, fava tonka, baunilha, pistachio, lichias, coentro, entre outros.

Por último, no capítulo *And then to dream...*, segue-se o momento *Like a Kid in a Sweetshop*.



Figura 27: Counting Sheep

[Fonte: The Foodie World e Mata, P. (2018b)]

A casinha mecânica da *Sweetshop* (**Figura 28**) abre com a moeda que foi previamente guardada no mealheiro de madeira da *Breakfast Bowl*.



Figura 28: Sweet Shop (construída à mão especificamente para o TFD) e Drawers of delights.

[Fonte: The Foodie World]

Depois de aberta, o *storyteller* oferecido ao cliente o bombom *Aero*, feito a partir de chocolate aerado com óxido nítrico e cristalizado a baixas pressões – (ver **Secção 2.3.7**) e geleia de tangerina (**Figura 29**); uma carta de rainha de copas, feita de chocolate branco recheado com uma compota de fruta (**Figura 30**); um caramelo embrulhado num papel translúcido comestível, feito de gelatina e glicerol (ver **Figura 31**); e o *Oxchoc*, um bombom parecido com *Mars* (ver **Figura 31**), cujo caramelo e a camada de *marshmallow* existentes no interior são feitos com uma redução de gordura e gelatina de vaca e uma redução de de cerveja *Guinness Draught*.



Figura 29: Bombom Aero de tangerina

[Fonte: Sarah Vs Carbs e Caitlin (online em CLH Food Design)]



Figura 30: Carta da rainha de copas de chocolate branco recheada com uma compota e um biscoito fino.

[Fonte: Sarah Vs Carbs e Luxury (online em Financial Review)]



Figura 31: Doces da Sweet shop, da esquerda para a direita e de cima para baixo: caramelo e embalagem do Oxchoc, caramelo com embrulho comestível, Oxchoc desembrilhado e interior dos Oxchoc.

[Fonte: Sarah Vs Carbs]

4.3.1 Pratos *Tailor-made*

O TFD envia um questionário (ver **Anexo IX**) – um mês antes da data da refeição, a todos aos clientes que reservam uma mesa no restaurante – para recolher informação sobre restrições alimentares e sobre aspetos particulares do passado destes, normalmente da infância, de que possa tirar partido de forma a oferecer uma experiência gastronómica que evoque sentimentos de nostalgia, por exemplo. O objetivo é estimular uma sensação de prazer mais intensa, desencadeando o mecanismo de recompensa descrito em maior pormenor na **Secção 2.3.2** (Blumenthal, 2008; Clay, 2015).

A partir do questionário a equipa do TFD desenvolve uma experiência *tailor-made*, produzindo pratos e/ou elementos-chave diferentes do menu de degustação, feitos especificamente para determinados clientes. Por exemplo, *lollies* de cenoura revestidos com chocolate, um novo sabor para os *Nitro*, uma mensagem pessoal no pauzinho de madeira do *Waldorf Salad Rocket* ou uma carta com uma mensagem personalizada (ver **Anexo X**).

4.4 Descrição das Cozinhas e da Divisão de Tarefas

O espaço do restaurante é composto pela sala de jantar, pela cozinha do restaurante, pela copa e contém ainda um jardim onde existe um armário de apoio ao serviço. Neste armário guardam-se, por exemplo, alguns produtos de limpeza, aventais ou outros produtos não alimentares.

A única porta que dá acesso ao exterior é a da frente do restaurante, que dá acesso direto à sala de jantar e, posteriormente, a todas as outras divisões. Por este motivo, toda a *mise-en-place*⁵⁷ e os membros da equipa de cozinha e da copa devem estar impreterivelmente presentes na cozinha antes da hora do serviço. No caso de algum ingrediente faltar, o material é discretamente enviado até à porta, dentro de um saco de pano preto, e

⁵⁷ Expressão dada à organização e preparação inicial dos ingredientes e dos equipamentos necessários para a confecção/empratamento dos pratos de uma forma mais eficiente em cada secção das cozinhas.

entregue a um dos *storytellers* que por sua vez passa pela sala de jantar e entrega o mesmo à cozinha do restaurante.

Quem trabalha na cozinha dentro do restaurante, tem um horário de quatro dias por semana, cerca de 16 a 19 horas por dia. Quem trabalha nas cozinhas fora do restaurante, tem um horário de trabalho é 12 a 15 horas por dia, 5 dias por semana. As tarefas são repartidas em 22 secções de trabalho distribuídas em diversas zonas, dentro do restaurante e fora do restaurante (ver **Tabelas 3 e 4**).

Tabela 3: Responsabilidades das Secções Dentro do Restaurante

| Dentro do Restaurante | |
|---|--|
| Secção | Responsabilidades |
| <i>Breakfast</i> (Estagiário, geralmente) | Cozinha com foco no empratamento do <i>Just the tonic!</i> |
| <i>Counting Sheep</i> (Estagiário, geralmente) | Pastelaria com foco no empratamento de <i>Counting Sheep</i> |
| <i>Rocher</i> (<i>Sous chef</i> de Pastelaria, geralmente) | Responsável pelo estagiário na secção <i>Counting Sheep</i> , pela pastelaria com foco nos <i>Rocher</i> e no empratamento da sobremesa do capítulo <i>Evening</i> |
| SOS | Cozinha com foco no empratamento do <i>Sounds of the Sea</i> |
| <i>Woods</i> | Responsável pelo <i>Damping Through the Borough Groves...</i> , <i>Breakfast Bowl</i> e pelos estagiários na secção <i>Breakfast</i> |
| <i>Crab</i> | Cozinha com foco no empratamento do <i>Rockpool</i> e <i>Savoury Lollies</i> |
| <i>MTS</i> | Cozinha com foco no empratamento do <i>Mock Turtle Soup</i> |
| <i>Sauce</i> | |
| <i>Meat</i> | Trabalham em conjunto para confeccionar os elementos das entradas e o prato principal do capítulo <i>Evening</i> |
| <i>Garnish</i> | |
| <i>Middle Man</i> (<i>sous chef</i> de Cozinha, geralmente) | Auxilia a equipa e emprata as entradas e o prato principal do capítulo <i>Evening</i> |
| <i>Pass</i> (<i>Head Chef</i> , geralmente) | Dirige a equipa da cozinha e examina os pratos à saída |

Tabela 4: Responsabilidades das Secções Fora do Restaurante

| Fora do Restaurante | |
|-------------------------------|---|
| Secção | Responsabilidades |
| <i>Stocks Room</i> | Molhos do The Fat Duck e do The Hind's Head, relógios do <i>MTS</i> e <i>Hot and Cold Tea/Coffee</i> |
| <i>Kitchen Prep</i> | Cozinha de preparação da maioria dos elementos enviados para o restaurante |
| <i>Cereals</i> | Cozinha com foco na confeção dos cereais do <i>Breakfast Bowl</i> e os pratos <i>taylor-made</i> |
| <i>Butcher</i> | Cozinha com foco na preparação da carne e peixe para o responsável da secção <i>SOS</i> e <i>Meat</i> |
| <i>Lollies Room</i> | Cozinha com foco nos <i>Savoury Lollies</i> e <i>Mr. Whippy</i> |
| <i>Bread</i> | Padaria e confeção dos <i>Aerated beetroot/carrot macaroon</i> |
| <i>Pastry Prep</i> | Pastelaria de preparação da maioria dos elementos enviados para o restaurante |
| <i>Dark Chocolate</i> | Trabalhos que exigem a utilização da sala de chocolate climatizada e foco nos doces da <i>Sweetshop</i> : caramelos, bombom <i>Aero</i> e <i>Oxchoc</i> |
| <i>White Chocolate</i> | Pastelaria com foco nas cartas de rainha de copas, compotas e <i>Whisky Gums</i> |
| <i>DEV (development chef)</i> | Responsável pelo desenvolvimento de novos pratos para o menu de degustação |

O TFD dispõe de várias cozinhas de apoio fora do restaurante em dois outros edifícios. Mesmo na cozinha do The Hind's Head existe a zona onde se produzem todos os molhos utilizados pelo TFD, a *Stocks Room*. No rés-do-chão do edifício dos escritórios do TFD encontra-se a cozinha de investigação e de desenvolvimento e a cozinha da cantina (onde são preparadas as refeições dos colaboradores). É também na cantina que se fuma o salmão, se confeccionam os cones do *Mr. Whippy* e se pintam os caranguejos de chocolate branco do *Then we went rockpooling*, por exemplo. Durante o primeiro mês de estágio, também o responsável pelo *Cereals* trabalhava na cozinha da cantina, porém, após a reorganização das cozinhas, a secção *Cereals* foi deslocada para o edifício das cozinhas preparatórias (que contém dois andares).

No rés-do-chão do edifício das cozinhas preparatórias encontra-se a zona da secção *Lollies room*, localizada ao lado da zona das secções *Kitchen Prep*, *Butcher* e *Cereals*. Já no primeiro andar, ao lado da *Pastry Prep*, é a zona da padaria (*Bread*). Neste andar existe ainda uma pequena sala de chocolate climatizada onde trabalha o responsável da secção *Dark Chocolate*. A zona *White Chocolate* insere-se na *Pastry Prep*.

Existe ainda um armazém que se encontra no parque de estacionamento (*back shed*), onde se guardam vários materiais, desde ingredientes secos como maltodextrina ou amêndoas, até caldos e purés de fruta congelados, distribuídos organizadamente por quatro arcas congeladoras. Um dos pré-requisitos de higiene e segurança do restaurante é transportar os produtos alimentares no interior de uma caixa preta de esferovite sempre que os mesmos tiverem que passar pela rua.

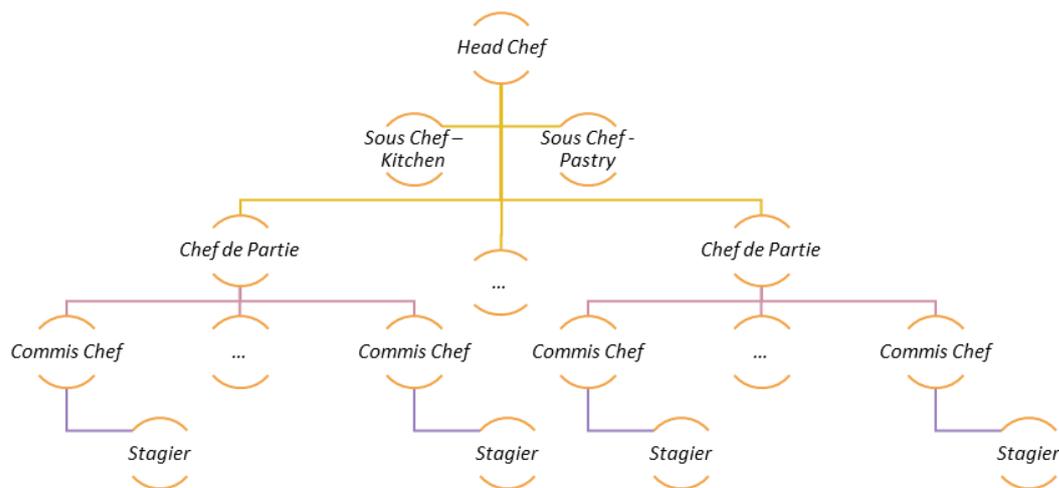


Figura 32: Hierarquia Base de uma cozinha no Reino Unido

[Fonte: Julie (2018)]

A hierarquia existente na equipa de cozinha do TFD corresponde de certa forma à hierarquia de base das cozinhas no Reino Unido (**Figura 32**) (Julie, 2018). Todavia, no TFD, desde o *chef de partie* ao *commis chef*, incluindo frequentemente os estagiários, todos são chamados e tratados por *chef*. Assim é possível se nivelar todos os colaboradores num mesmo patamar, atenuando as distinções hiérrarquicas nos pronomes de

tratamento. Existe um grande esforço para que todos sejam tratados com igualdade e tenham elevada responsabilidade. Geralmente também os *commis* e os *chef de partie* trocam de secção trimestralmente. Esta troca de secções tem como objetivo uma constante troca de conhecimento e exige uma permanente aprendizagem da parte de todos os colaboradores.

Como a maioria dos estágios decorrem durante um mês, normalmente os estagiários trocam de secção semanalmente, passando geralmente pelas secções *Kitchen Prep*, *Pastry Prep*, *Breakfast/Counting sheep*⁵⁸, *Stocks Room/Butcher/Lollies*⁵⁹ ao longo de quatro semanas. Cada membro da equipa é responsável pelas tarefas da sua secção (geridas também pelos *sous chef* e *head chef*) e por orientar o estagiário atribuído à mesma. Porventura, quando os estagiários trabalham no restaurante, é-lhes conferida mais responsabilidade como se fossem *commis* ou até *chef de partie*.

Apesar de, dentro do restaurante, a maioria das secções estarem divididas por momentos no menu de degustação, as tarefas das secções fora do restaurante não estão diretamente associadas a pratos específicos. Os diversos elementos de cada prato são preparados e confeccionados por partes, em diferentes divisões, até chegarem ao restaurante. Por exemplo, o gelado de caranguejo começa a ser feito na *Stocks Room*, onde o caldo de caranguejo é confeccionado e congelado. O mesmo é posteriormente armazenado na *back shed* até ser entregue à *Lollies Room* para se confeccionar a mistura de gelado. Posteriormente, é transportado para a *Pastry Prep*, onde é armazenado e refrigerado até ao máximo de 3 dias, até que seja transformado em gelado. De seguida é enviado para o restaurante, onde é servido sobre os cones *Mr. Whippy* utilizando um saco pasteleiro. Este é o único gelado que não é servido obrigatoriamente pelo *Rocher*⁶⁰.

⁵⁸ Geralmente é escolhida a secção mais alinhada com a aspiração profissional do estagiário.

⁵⁹ Geralmente é escolhida a secção que necessita de mais apoio na altura ou a que o estagiário solicita.

⁶⁰ O nome da secção *rocher* designa a forma oval dada a um preparo alimentar, comumente gelados, semelhante a uma *quenelle*, feita apenas com uma colher, sem apresentar arestas (forma de muitos dos gelados do TFD como o do BFG e do *Counting Sheep*).

4.4.1 Material e Equipamentos

Nas cozinhas do TFD é possível encontrar muitos equipamentos e técnicas inovadores. Encontram-se todos os equipamentos, atualmente comuns nas cozinhas, padarias e pastelarias profissionais de restauração, tais como: abatedores de temperatura, fornos convetores, fornos fumeiros e fornos de pão, desidratadores (*excalibur food dehydrator*, entre outros de maior volume), robôs de cozinha versáteis (*thermomix*), máquinas de vácuo para *sous-vide*, balanças digitais de alta precisão, sifões com cargas de dióxido de carbono (*soda*) e de óxido nítrico (*chantilly*), máquinas de gelado e PacoJet. Existem ainda *superbags*, pistolas de pintura e aerógrafos (para se polvilhar chocolate ou corantes).

Mas também outras tecnologias e equipamentos menos habituais, como é o caso da tecnologia *Polar Bear Flexible Plate Technology* desenvolvida pela empresa *Cambride Reactor Design*⁶¹. É uma tecnologia de congelamento a cem graus negativos. Foram desenvolvidos equipamentos com moldes metálicos construídos especificamente para o TFD. Este é utilizado para formar os *Waldorf Rockets*, o gelado de três camadas baseado na salada *Waldorf*⁶².

São utilizados também refratômetros, centrífugas, panelas de pressão industriais, evaporadores rotativos a pressão reduzida (*Rotaval*), evaporador centrífugo⁶³ a vácuo (*Genevac Rocket Continuous Feed Centrifugal Evaporator*). Mais recentemente o TFD adquiriu estufas para sementeiras monitorizadas remotamente para cultivar alguns dos rebentos e plantas usados, como é o caso do *Tropaeolum*, utilizado no *Just the tonic!*.

Muitos outros equipamentos laboratoriais referenciados no *The Fat Duck Cookbook* (2008) eram reservados na cozinha experimental do TFD, pelo que, durante o estágio, não foi possível os utilizar ou até observar.

⁶¹ <http://www.cambridgereactordesign.com/polarbearplus/product-specs.html>

⁶² Salada de maçã vermelha, aipo e nozes.

⁶³ Equipamento com alto rendimento que utiliza a combinação da força centrífuga, do vácuo e do calor (com a possibilidade de serem reguladas) para aumentar a velocidade de evaporação de múltiplas amostras.

4.5 Descrição da Atividade Exercida

Durante o estágio passou por diferentes secções – *Kitchen Prep*, *Butcher*, *Lollies Room*, *Stocks Room*, *Pastry Prep* e *Restaurant Kitchen* – onde participei numa grande variedade de tarefas (descritos com mais pormenor nos capítulos abaixo).

Todas as cozinhas preparatórias – incluindo a *Stocks Room*, a pastelaria e padaria– são limpas antes da pausa de almoço e jantar, e no final de cada dia de trabalho. Uma vez por semana, todas as zonas das cozinhas são limpas profundamente, por exemplo, todos os contentores, frigoríficos e gavetas são esvaziados e limpos no interior e em seu redor. Todos os membros da equipa participavam na limpeza.

Também a cozinha do restaurante era limpa por todos os membros da equipa, antes do serviço do almoço e do jantar e no final do dia. Todas as semanas, no último dia da semana de trabalho, a cozinha do restaurante é limpa a fundo. Todas as gavetas são removidas e lavadas, as bancadas são desinfetadas com produtos especiais e os ingredientes que sobram são colocados no lixo.

4.5.1 *Kitchen Prep*

Na cozinha preparatória, houve a oportunidade de trabalhar pela primeira vez com alguns ingredientes anteriormente desconhecidos como *Codium tomentosum*, larvas de tenébrio, levístico, rábano picante, folhas jovens de capuchinha, rutabaga, bergamota, cogumelo-do-cardo (*Pleurotus eryngii*). O trabalho desenvolvido incluiu preparar curas para peixe, fazer infusões e extrações a frio de vegetais e ervas, preparar pickles de vegetais, fazer reduções de sumo de beterraba e óleos aromatizados com ervas e decantados em centrífugas. Observou-se ainda a utilização da enzima transglutaminase⁶⁴ em filetes de cavala curados.

⁶⁴ Enzima catalisadora da formação de ligações peptídicas entre o aminoácido glutamina e lisina; usada na cozinha para colar porções diferentes de carne ou peixe.

Muitas das tarefas eram demoradas por serem trabalhos minuciosos, como, por exemplo, os músculos de vieiras, curados e desidratados⁶⁵, eram posteriormente desfiados em fios de menos de 1 mm de diâmetro e novamente desidratados por uma última vez.

Na secção *Cereals*, após a fase inicial de confeção dos “cereais de pequeno-almoço” para o *Breakfast Bowl*, desempenham-se vários trabalhos em série, muitas vezes com a colaboração dos estagiários, tendo havido oportunidade de participar no processo. Estes cereais eram preparados a partir de cereais de pequeno-almoço industriais (flocos e almofadas de arroz e milho e grãos de trigo tufado) que eram mergulhados numa calda de açúcar, fritos e, posteriormente, polvilhados com tomate, com cogumelo ou com porco desidratados em pó – cada tipo de “cereal de pequeno-almoço” é polvilhado com um determinado sabor. Estes são distribuídos uniformemente, numa proporção específica, e empacotados em saquinhos de plástico (no mínimo 84 unidades por dia). De seguida, os saquinhos são selados e colocados em caixinhas de cartão, onde, por último, se colocam também umas peças de madeira de um *puzzle* de um pequeno porta moedas. Estas pequenas caixas de cartão são embrulhadas com papel celofane (no mínimo 14 conjuntos, cada um contendo 6 caixinhas de cereais).

O responsável pela secção *Cereals* era também responsável pelos pratos *tailor-made* – preparados especialmente para alguns clientes com o objetivo de personalizar a experiência – e os troncos falsos de sabor a cogumelo para a secção *Woods*. Houve também a oportunidade, na secção *Cereals*, de aprender a fazer o tronco usado no prato *Damping Through the Borough Groves...*, feito com uma folha de obulato (folhas de fécula de batata), cogumelo em pó e isomalte⁶⁶.

4.5.2 *Butcher*

Quando os fornecedores entregam os produtos de origem animal à cozinha preparatória (pato, vieiras, caranguejo, pregado, entre outros) os produtos têm que ser limpos o mais

⁶⁵ Usados no topo do prato *Scallops Anna* (Figura 19).

⁶⁶ Açúcar álcool com propriedades similares às do açúcar, com baixo poder adoçante, capaz de ser trabalhado de forma semelhante ao vidro.

rapidamente possível. Devido ao elevado número de carcaças de pato que o restaurante recebia, no dia em que o fornecedor chegava, toda a cozinha preparatória era organizada de forma a criar uma linha de trabalho em série para limpar, desmembrar e depenar as carcaças (que não chegavam totalmente limpas). As partes mais valiosas eram o pescoço e o peito do pato com pele. As coxas e outras partes da carcaça eram usadas para fazer caldos ou entregues à cantina. Houve também oportunidade de durante o estágio participar neste processo.

As carcaças eram inicialmente assadas durante 3 min a 300°C para que a pele ficasse dourada e se diminuísse a carga microbiana. Os peitos de pato eram então cortados e embalados em sacos *sous-vide*, a que era colada espuma adesiva para isolar e permitir espetar a sonda de temperatura. A maioria dos produtos de origem animal são cozinhados em baixa temperatura, cerca de 60-65°C até se atingir 56°C no centro das peças.

Já no caso das vieiras, por exemplo, a parte mais valiosa era o músculo central, que era removido sem ser danificado e reservado (os danificados eram curados e desidratados). As vieiras eram abertas e limpas no próprio dia também. As outras partes da vieira eram separadas e, posteriormente, usadas para fazer caldos.

Nesta secção são preparados também as pastas e patés de carne e os cilindros crocantes de massa filo das *Duck Crackers* (ver **Seção 4.3**).

4.5.3 Lollies Room

Esta foi a secção onde mais rapidamente e facilmente foi possível acompanhar o processo de confeção completa de pelo menos dois momentos do menu. Na *Lollies Room* confeccionam-se os pratos Savoury Lollies – *Waldorf Salad Rocket*, *Salmon Twister*, *Chicken Liver Parfait with Fig Gel* – e *Mr. Whippy*.

Durante o período de estágio na *Lollies Room* houve a oportunidade de se trabalhar, pela primeira vez, com o *The Polar Bear Flexible Plate Technology* e de se observar como se concentrava o sumo de maçã por destilação a pressão reduzida no evaporador rotativo

(a 40°C) para se fazer a camada maior dos *rockets*. Foi possível salgar e fumar salmão, que posteriormente era cortado em tiras, enrolado e apertado em película aderente para se fazerem os *Twisters* de salmão fumado. Observou-se ainda como se fazia a *mousse* de abacate e de rábano picante para fazer a camada exterior dos mesmos.

Contactou-se com a técnica de produção do *Chicken Liver Parfait* e da cobertura de gel de figo deste gelado. Este gel é criado com *GENUTINE® carrageenan*⁶⁷, uma mistura patenteada de gomas carrageninas⁶⁸ de gelificação rápida. Este agente gelificante é insípido e dá origem a um gel elástico com uma excelente libertação de sabor e características semelhante à gelatina, mas que possibilita uma baixa sinérese (evitando a formação de cristais de gelo). Esta cobertura é feita na fase final do gelado e permite que a forma deste não se altere devido à rápida gelificação.

Para a produção do *Mr. Whippy*, o gelado salgado de caranguejo, o açúcar é substituído por maltodextrina com DE 19⁶⁹. Este composto tem um poder adoçante muito inferior ao da sacarose e uma solubilidade e poder anti-cristalizante elevados. Sem adoçar muito o gelado, a maltodextrina confere-lhe uma textura cremosa, ao impedir a formação de cristais de gelo de grandes dimensões.

Também antes do serviço, para acompanhar o *Mr. Whippy*, prepara-se sempre uma pequena dose de *coulis* de pimento vermelho e vinagre de uvas *Chardonnay* com *Ultra-Sperse®* (amido hidrolisado com elevada capacidade de gelificar a frio) como molho de decoração. Este tipo de amido hidrolisado dispersa-se rapidamente e permite aumentar a coesão do *coulis*.

⁶⁷CP Kelco: *Confectionery Products*. Online em: <https://www.cpkelco.com/markets-served/food/applications/water-desserts/>. Consultado a 10/04/2018.

⁶⁸ Kappa, Iota, Híbridos Kappa-Iota ou em combinação com outros hidrocolóides como a goma de alfarroba.

⁶⁹ Maltodextrina com 19% do poder redutor da dextrose (DE 100). Quanto maior for o nível DE da maltodextrina (entre 3 e 20), mais curtas serão as cadeias de glicose.

4.5.4 *Stocks Room*

Nesta secção houve a oportunidade de se fazer o caldo para a *Mock Turtle Soup* e os relógios de gelatina cobertos com uma folha de ouro. Foi possível fazer ainda molhos e caldos de veado, de ameijoas e de pato. Os caldos eram feitos em grandes quantidades, congelados e reservados na *back shed*.

Para além dos caldos, nesta secção houve a oportunidade de preparar o *Hot and Cold Tea/Coffee*, géis fluídos de gelano (quebrados através de uma malha fina logo após gelificarem – técnica explicada na **Secção 2.3.6**).

4.5.5 *Pastry Prep*

Nesta secção houve oportunidade de preparar infusões a frio (com chá, sementes e ervas secas e frescas), fazer concentrações por meio de filtrações com gelo, misturas para gelados, chocolate areado utilizando máquinas de vácuo e sifões, e esponjas de baunilha cozidas a vapor.

Foi possível ter contacto com a técnica utilizada para fazer o “*macaron*” areado de beterraba (todavia, a meio do período de estágio começou a fazer parte das tarefas da secção *Bread*), os caranguejos de chocolate branco para o prato *Then we went rockpooling*, as *Whisky Gums*, o BFG, o *Counting Sheep*, os papeis translúcidos edíveis dos caramelos da *Sweetshop*, os *Oxchoc* e as cartas de chocolate branco recheadas com compotas cremosas.

Para fazer os caranguejos do *Then we went rockpooling* são usados moldes de caranguejo feitos em gelo que são mergulhados no chocolate branco e deixados a repousar da noite para o dia para que o gelo derreta e esorra para o exterior do caranguejo de chocolate. Os caranguejos são feitos de chocolate branco com corante laranja e com uma elevada percentagem de manteiga de cacau para que cristalizem mais rapidamente.

4.5.6 *Restaurant Kitchen*

Na cozinha do restaurante os estagiários preparavam a *mise-en-place* para o tónico e auxiliavam o responsável pela secção *Woods* antes e durante o serviço. Posteriormente, já na fase final do serviço, o estagiário era responsável por ajudar a pastelaria do restaurante no empratamento.

No início do serviço, o foco é compor o prato *Just the tonic!*, que tinha que ser feito em sintonia com a *sous chef* da pastelaria (secção *Rocher*), que era a responsável por colocar o gelado de tupinambo no centro do disco de *panna cotta* aromática quente. À medida que o tempo passa, a maior preocupação torna-se o empratamento do prato *Damping Through the Borough Groves...*, empratado na secção *Woods*.

Todos os pratos exigem um elevado nível de detalhe no empratamento, o que, conjugado com as limitações que cada componente tem ao ser exposto ao meio ambiente, como acontece no caso de gelados, gelatinas ou merengues, torna o processo de empratamento muito complexo.

4.6 **Participação em Atividades Extra**

Todos os anos o TFD faz um almoço em memória de dois ex-chefes do restaurante, Carl Lindgren e Ivan Jorge Herrera, que faleceram num acidente de carro, em 2012, durante um *tour* em Hong Kong. O almoço foi feito em novembro, num domingo, o dia de folga de todos os membros da equipa, com comida tradicional sueca e colombiana. Todos os colaboradores e as suas famílias foram convidados. Este evento foi celebrado com alegria e permitiu fortalecer a união da equipa.

Todos os sábados de manhã são realizadas sessões de reflexologia para a equipa do TFD, com o objetivo de promover a recuperação e diminuir o desgaste causado durante o trabalho. Houve a oportunidade de participar em uma sessão de reflexologia oferecida pela empresa.

Durante o período de estágio, foi ainda possível provar os pratos, *Nitro*, de chá verde, *Aerated beetroot macaroon*, os *Savoury Lollies*, *Then we went rockpooling*, *Damping Through*

the Borough Groves..., *Mock Turtle Soup* com a respetiva sandes, a entrada *Scallops Anna* e as sobremesas *Botrytis cinerea*, *Black Forest Gateau*, *Counting Sheep*, as *Whisky Gums* e os doces da *Sweetshop*. Apesar de não ter sido possível provar todos pratos, ao longo do estágio, foi ainda possível provar muitos dos outros ingredientes e elementos que são usados para compor os pratos não experimentados.

Na última semana do estágio, foi possível participar brevemente e observar uma sessão fotográfica feita não só durante o serviço no TFD, mas também nos dias de encerramento do restaurante. Vários colaboradores participaram na sessão fotográfica e ajudaram na preparação todos os pratos do menu de degustação.

4.7 Avaliação Pessoal

O estágio no *The Fat Duck* foi o terceiro estágio profissional que fiz e aquele onde me incutiram maior responsabilidade, o que permite desenvolver as competências mais rapidamente. Ter tido a oportunidade de trabalhar durante o serviço do restaurante, com as atribuições de um chefe de secção, e ainda de trabalhar nas diferentes secções da cozinha e pastelaria preparatória, é algo que, para mim, distingue este estágio de outros e o torna um treino profissional de elevada qualidade. Durante o estágio foi possível apreender eficazmente os requisitos rígidos de higiene e de técnica culinária a que são submetidos os restaurantes de três estrelas *Michelin*.

Todavia, o facto dos componentes dos pratos serem desenvolvidos em diversas fases de preparo, podendo cada fase ser desenvolvida em secções diferentes, dificultou a aprendizagem. Senti a falta da existência de um momento onde fosse apresentado, e eventualmente demonstrado, o processo de desenvolvimento dos pratos do início ao fim. Com efeito, como o estágio não se iniciou na secção da cozinha do restaurante, até que participasse no serviço deste setor, foi quase impossível fazer a ligação entre os processos culinários desenvolvidos e o resultado final.

Outro fator que dificultou a aprendizagem foi o facto de muitos dos ingredientes serem chamados pelo seu nome comercial, como é o caso de maltodextrina com DE 19, que é chamada e rotulada de "IT19".

Como os estagiários mudam semanalmente de secção, e dado que algumas secções, como a pastelaria preparatória, têm inúmeras tarefas diferentes, muitas vezes uma semana não basta para se obter uma noção ampla do trabalho. Também devido ao *stress* e ansiedade associados ao início de um estágio desta envergadura num país estrangeiro, apenas após o primeiro mês de trabalho, que costuma ser a duração normal dos estágios no TFD, se começou a tornar clara a forma como as cozinhas funcionam.

A exaustão causada pela carga horária excessiva, que tanto os cozinheiros como os estagiários sofrem, é um aspeto que aqui não é exceção. Considera-se que este facto é prejudicial para o desenvolvimento das capacidades dos colaboradores e para a concentração necessária para trabalhos em que o rigor é fundamental. A carga horária e a taxa de trabalho excessiva causa descontentamento, depressão e falta de concentração o que, por sua vez, não só pode refletir-se negativamente no desempenho individual dos colaboradores, mas também potencializa a ocorrência de acidentes graves de trabalho. Este problema poderia ser eventualmente contornado dividindo os dias de trabalho em turnos de 6 a 9 horas de trabalho por dia. A organização das tarefas poderia ser ligeiramente mais complexa, e exigiria uma maior comunicação entre os colaboradores, porém, a eficiência individual dos mesmos poderia aumentar de forma compensatória.

É de destacar que todos os chefes foram muito pacientes e demonstraram interesse em responder a todas as questões dos estagiários da melhor forma possível. Nem todos têm conhecimento científico teórico profundo sobre todas as técnicas culinárias ou os ingredientes que utilizavam, porém, havia sempre abertura para se colocar questões, procurar a resposta e até realizar experiências.

O TFD e a sua equipa de recursos humanos empenham-se em promover o bem-estar da equipa técnica da cozinha da melhor forma possível, por exemplo, por meio das sessões gratuitas de reflexologia antes referidas. Realizam-se ainda eventos, que contribuem para a união da toda a equipa – incluindo a administrativa, a executiva e a técnica–, como o almoço de domingo descrito acima, ou um concurso de abóboras esculpidas para o *Halloween*.

Para além disso, são realizadas reuniões internas semanais com todos os colaboradores – desde o *head chef* ao *commis chef*, sendo que os estagiários também podem assistir – onde são expostos diversos problemas organizacionais sentidos por cada colaborador e discutidas várias opções para resolução dos mesmos, tratadas as alterações de tarefas ou distribuídas tarefas adicionais, apresentados os pratos *tailor-made* e ainda sugestões de preparação para os mesmos. Para cada reunião é escolhida uma pessoa que, no início de cada sessão, realiza uma pequena exposição oral sobre um produto, ou uma técnica culinária, escolhidos pelo próprio. A participação ativa de todos os colaboradores da equipa do TFD nestas reuniões permite: uma melhor comunicação, a troca de ideias e sugestões, a partilhar de conhecimento e a consolidação do espírito de equipa.

Para além disso, o facto dos chefes e estagiários serem tratados com igualdade, e a responsabilidade ser distribuída pelos chefes de uma forma muito homogénea, é surpreendentemente eficaz na gestão dos egos e na construção de um bom carácter individual e de uma boa equipa. Todos sabem que, mais importante que a sua imagem e orgulho, é realizar todas as tarefas a tempo, pois todas as secções estão intimamente dependentes da performance das outras. Para além disso, quando se concluíam todas as tarefas da secção, para que todos fossem para casa à mesma hora, ninguém considerava o dia de trabalho terminado sem antes ajudar os outros membros da equipa.

À semelhança da comparação feita por H. Blumenthal (2016), entre o trabalho da equipa de uma cozinha profissional e o trabalho de uma orquestra; também a estrutura organizacional sentida durante o estágio se assemelha de certa forma à estrutura existente numa orquestra. De facto, em ambos os casos, especialistas altamente treinados são orientados por um líder (um condutor da equipa) que tem a característica única de participar no trabalho criativo “produzido” e, ainda, em diversas outras áreas – incluindo a administrativa ou de marketing, por exemplo (Šilerová, 2012).

Apesar da organização da cozinha seguir um padrão clássico, a sensação tida durante o estágio não foi a da existência de uma estrutura de hierarquia piramidal rígida, quase militar como é típico nas “brigadas de cozinha”. Na verdade, mesmo existindo uma “hierarquia” (níveis de gestão), de acordo com a minha experiência profissional e a de

alguns dos *commis chefs*, a estrutura organizacional da equipa é mais descentralizada, assemelhando-se a uma estrutura circular (ver esquema da **Figura 33**). Neste tipo de estrutura organizacional, a responsabilidade é distribuída por colaboradores de nível de gestão mais baixos, encorajando a participação ativa de várias pessoas. Este tipo de estrutura é proveitoso para certas empresas porque torna-se possível criar um ambiente de confiança e respeito mútuo, criando uma sensação de comunidade, e também autossuficiente – por exemplo, se um colaborador ficar doente, outros poderão substituir o seu cargo mais facilmente. Deste modo, permite-se ainda uma troca constante de conhecimento e partilha de ideias criativas (Weinert, 2018).

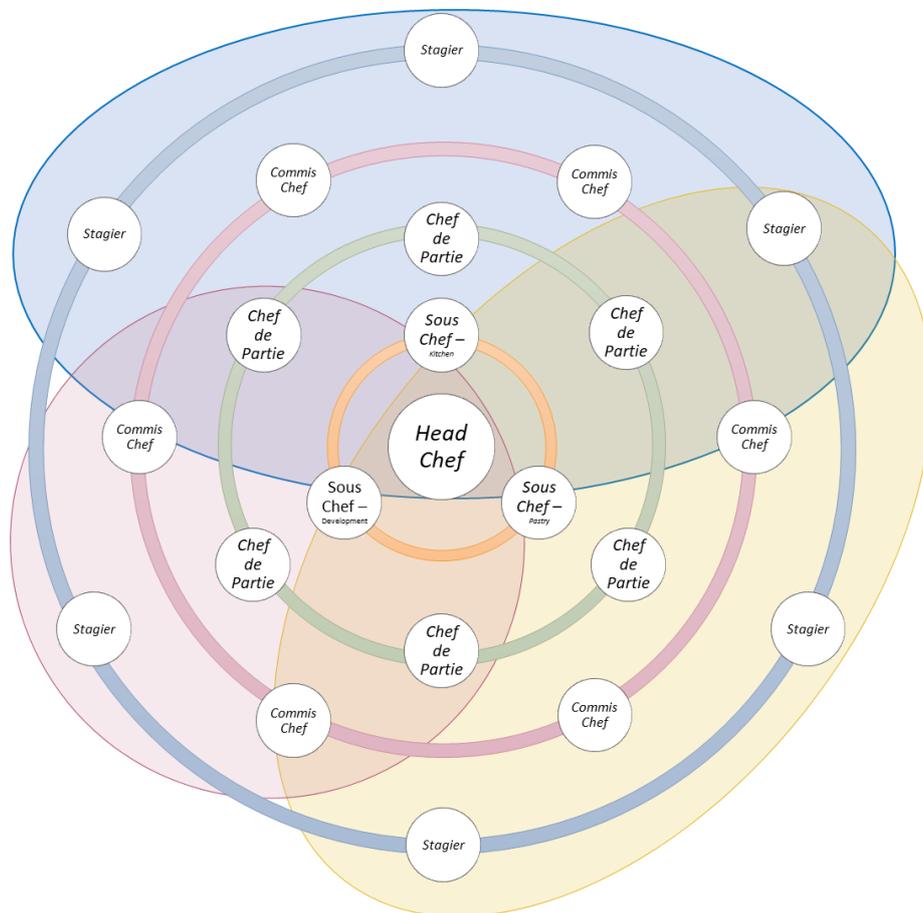


Figura 33: Estrutura circular da equipa das cozinhas verificada durante o estágio.

As áreas de trabalho estão apresentadas de seguinte forma: desenvolvimento de novos produtos (círculo a rosa), cozinha (círculo a azul), pastelaria e padaria (círculo a amarelo).

[Fonte: Autoria própria]

De um modo geral, durante este estágio inesquecível e extremamente enriquecedor foi possível cumprir a maioria das expectativas e dos objetivos. Para além de todas as técnicas que tive a oportunidade de aprender, foi também bastante proveitoso ver como opera a cozinha de um restaurante que se concentra em técnicas inovadoras e no rigor profissional e científico. Deve-se ter em consideração que esta foi uma grande oportunidade para aprender como se aplicam as técnicas baseadas nos conhecimentos de gastronomia molecular no desenvolvimento de criações excepcionais e que oferecem aos clientes uma experiência multissensorial. Ou ainda, a possibilidade de trabalhar com novos equipamentos ,como o *The Polar Bear Flexible Plate Technology*, e aditivos nunca antes trabalhados como *Ultra-Sperse*, ou os vários vegetais mencionados anteriormente.

Numa conversa com Jonny Lake, chefe executivo do TFD, aprendi que um dos segredos deste tipo de restaurantes é nunca tratar os seus clientes como se eles estivessem a participar numa experiência científica. É também importante tornar a experiência pessoal e até íntima. Por esse motivo o TFD empenha-se em oferecer aos seus clientes, sempre que possível, pratos *tailor-made* para além do menu de degustação. Um exemplo que podemos destacar são as mensagens escondidas no pauzinho de madeira dos *Waldorf Salad Rockets* a dizer “*Welcome back, John Doe!*” ou “*Happy Anniversary, Jane & John Doe!*”.

5 UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

Como referido acima, os caldos são preparações culinárias que estão na base da alta cozinha no ocidente (McGee, 2004). A cooperação entre chefes de cozinha e cientistas permitiu a otimização de muitas técnicas culinárias, não só aumentando a exatidão e precisão, como reduzindo o tempo de confeção dos pratos, diminuindo deste modo os custos fixos de mão-de-obra dos restaurantes, por exemplo (Barham, 2016). A utilização de panelas de pressão para preparar caldos (ver descrição pormenorizada na **Secção 2.3.9**) é um dos exemplos de otimização de processos culinários apoiado por Heston Blumenthal, e que permite uma extração mais eficiente e a preservação dos compostos aromáticos.

As cozinhas do *The Fat Duck* contam com a secção *Stocks' Room* para a criação dos vários caldos e molhos usados em vários pratos do menu de degustação do TFD e, durante o estágio (descrito no capítulo anterior), houve oportunidade de participar nesse processo. É notória ainda a utilização de algas em vários pratos do menu (ver **Secção 4.3**), sendo a *Codium tomentosum* uma delas – usada no *Then we went rockpooling*, por exemplo.

Na secção *Kitchen Prep* houve a oportunidade de se trabalhar, pela primeira vez, com esta alga. Nesta mesma secção, eram também preparados azeites e óleos aromatizados com ervas aromáticas (com folhas de levístico, por exemplo).

Apresenta-se no corrente capítulo o trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação e integrado no projeto Alga4Food (FCT/UNL), relativo à utilização de ultrassons como uma alternativa possível para melhorar o processo de extração em meio aquoso e em meio lipídico de forma a preparar, respetivamente, caldos e óleos aromatizados. Utilizou-se um banho de ultrassons com a frequência de 37 kHz para a criação de caldos e óleos aromatizados com a alga *Codium tomentosum* desidratada (4%).

O objetivo principal da componente experimental do corrente trabalho foi analisar o impacto do efeito dos ultrassons nas características organoléticas de dois tipos de produtos confeccionados em *sous-vide*, caldos (H₂O-US e H₂O-SV, com e sem ultrassons, respetivamente) e óleos aromatizados (Óleo-US e Óleo-SV, com e sem ultrassons, respetivamente) de *Codium tomentosum* (alga chorão-do-mar) desidratada.

5.1 Materiais, Equipamentos e Metodologia para a Preparação das Amostras

Durante os testes iniciais, foram realizadas extrações em meio aquoso e em óleo da alga *Codium tomentosum* a diferentes temperaturas. Testaram-se as temperaturas de 60° C e de 85° C, durante 45 minutos, em *sous-vide*. A escolha destas temperaturas para os testes derivou das técnicas de preparação de caldos em *sous-vide* e de infusões em óleo descritos no *The Modernist Cuisine*, volume 2 (*Techniques and Equipment*) de Myhrvold, Young e Bilet (2011) (ver **Anexo XI**) em particular a preparação de base para caldos em *sous-vide* com a utilização de ultrassons (pág. 302), a preparação de *Hon Dashi* (pág. 306) e a preparação das infusões em óleo *Sous-vide lemon herb oil* (pag. 330) e *Molasses Butter* (pág. 331).

Fizeram-se testes preliminares, com extrações com a alga *C. tomentosum* a cru (40%) e sob a forma desidratada (4%), em *sous-vide*, a 60° C e a 85° C, durante 45 minutos, com o objetivo de se escolher uma das temperaturas de extração e se decidir se se iria utilizar a alga a cru ou desidratada.

A temperatura escolhida para efetuar a extração em meio aquoso e em óleo para as análises subsequentes foi 60° C, por se ter obtido a esta temperatura um sabor mais fiel às características organoléticas de origem. Optou-se pela utilização da alga sob a forma desidratada por se terem obtido preparações mais agradáveis – caldos com sabor mais intenso e semelhante a percebes ou marisco.

Realizaram-se também extrações com a alga vermelha (Rhodophyta) *Osmundea pinnatifida*, a cru e desidratada, devido ao seu sabor a trufas e ao picante (semelhante ao

picante da mostarda ou *wasabi*), através do mesmo processo de *sous-vide* (a 60 e 85° C, durante 45 min). No entanto, optou-se pela a alga chorão-do-mar como o foco deste estudo por se terem obtido caldos e óleos aromatizados mais fiéis às características organoléticas de origem.

5.1.1 Matérias-Primas

Para os caldos utilizou-se a água engarrafada da marca Luso, água mineral natural engarrafada da Serra do Buçaco (baixa mineralização). Para os óleos aromatizados utilizou-se óleo de sementes de girassol refinado (100%), da marca Dia⁷⁰.

Tanto os caldos como os óleos foram feitos a partir da macroalga *Codium tomentosum* (chorão-do-mar) desidratada.

5.1.1.1 Identificação, Recolha e Armazenamento de Macroalgas

Foram realizadas três colheitas de algas marinhas, na costa portuguesa (zona de Peniche, do Guincho e de Sintra⁷¹), com o apoio de Bruno Moreira-Leite⁷² e Bruno Campos⁷³, ambos orientadores desta dissertação. O objetivo das colheitas foi compreender as características morfológicas que permitem a identificação da alga marinha estudada, *Codium tomentosum*. Avaliaram-se ainda as propriedades organoléticas da mesma, a cru.

O chorão-do-mar (*Codium tomentosum*) é uma alga verde, abundante nas praias mais a sul de Portugal durante o verão, e que quase desaparece nos períodos de frio intenso (Moreira Leite, 2017). As colheitas em Peniche e no Gincho foram realizadas em abril e a colheita da zona de Sintra em outubro. Foi possível recolher as quantidades de chorão-do-mar necessárias para este estudo nas três praias.

⁷⁰ Aceites Abril, S. L. – Rua Carlos Mardel, nº 49, 1º. 1900-117 LISBOA, Portugal

⁷¹ Praia do Magoito, a noroeste de Sintra.

⁷² Experiente em colheitas de algas marinhas na costa portuguesa.

⁷³ Com conhecimentos académicos na área da biologia.

Após ambas as recolhas, a alga foi armazenada em ambiente refrigerado e transportada para a Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNL). Posteriormente, no próprio dia da recolha efetuaram-se os seguintes processos:

- Lavagem em água do mar (recolhida no local de colheita e armazenada em ambiente de refrigeração também);
- Remoção de diversos resíduos (areias, pequenos crustáceos, etc.), de espécies epífitas e de partes danificadas;
- Drenagem e secagem;
- Desidratação numa estufa com convecção de ar a 35° C, durante 24h;
- Conservação: embaladas em sacos de plástico com fecho (próprios para alimentos) e armazenadas à temperatura ambiente.

5.1.2 *Sous-vide*

A técnica *sous-vide* envolve o embalamento a vácuo dos produtos a ser confeccionados e, geralmente, o cozimento a baixas temperaturas (normalmente entre os 50° e os 85° C) dentro dos sacos de vácuo. Para selar a mistura de óleo ou de água com a alga desidratada a vácuo, foi usado o equipamento Vacuum Sealer SU-310⁷⁴, da marca Sammic, (**Figura 34**): pressão de vácuo máxima de 2 mbar; bomba de 10m³/h de capacidade. Foram usados sacos resistentes à temperatura (entre -40 a 100° C).

⁷⁴ Sammic (s.d.). *Vacuum Sealer SU-310* consultado a 01/09/2018 em:
<https://www.sammic.com/catalog/food-preservation/commercial-vacuum-sealer-su/su-310#soporte>

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO



Figura 34: Equipamento de vácuo para sous-vide usado.

Autoria: Bruno Campos

Os caldos e os óleos aromatizados foram confeccionados num banho a temperatura controlada.

5.1.3 Ultrassons

Foi usado um banho de ultrassons Elmasonic P 60 H⁷⁵ (**Figura 35**) com a capacidade de produzir ultrassons de 37 kHz ou de 80 kHz e uma potência de 180/150 W.

⁷⁵ Instruções do produto: *Operating Instructions: Elmasonic P – Ultrasonic Cleaning Units*. Consultadas a 20/08/2018 e disponíveis em https://www.gotopac.com/downloads/dl/file/id/1535/elma_professional_series_operation_manual.pdf.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO



Figura 35: Elmasonic P 60 H

Autoria: Bruno Campos

É possível escolher o valor da potência dos ultrassons (entre 30% a 100%, com incrementos de 10 em 10%). De forma a garantir que a potência gerada pelo banho de ultrassom fosse suficiente para aumentar a eficácia do processo de extração, as amostras foram criadas sempre a 100% de potência (Bermúdez-Aguirre, 2017).

Durante os testes preliminares foram testadas duas modulações de frequência diferentes, *sweep* e *pulse*. Na modulação de frequência *pulse* o ultrassom opera com pulsos, ou picos de potência (amplitude das ondas mecânicas), o que permite um aumento de 20% do efeito dos ultrassons. Na modulação de frequência *sweep*, a potência máxima das ondas mecânicas desloca-se continuamente no líquido. Assim, o efeito de cavitação é distribuído de forma mais homogênea, eliminando zonas de baixa performance.

Nos testes preliminares foram usadas as frequências de 37 kHz e de 80 kHz, com duas modulações de frequência diferentes, *sweep* e *pulse*. De acordo com as análises preliminares de GC-MS (sem realizar réplicas), escolheu-se a utilização de frequências de 37 kHz, por se ter identificado uma maior extração de compostos voláteis. Este resultado está de acordo com o previsto, já que, quanto menor a frequência dos

ultrassons, maiores são as bolhas de cavitação formadas e maior é o impacto obtido pelo efeito de cavitação (Bermúdez-Aguirre, 2017).

As análises preliminares de GC-MS não mostraram diferenças significativas entre os produtos feitos com as modulações *sweep* e *pulse*. Também não se conseguiram obter alterações significativas nas características organolépticas dos produtos finais. Utilizou-se arbitrariamente a modulação *sweep*.

5.1.4 Metodologia: Extração em Meio Aquoso e Lipídico

Imediatamente antes de cada extração, a alga foi picada de maneira a que a amostra ficasse homogênea a nível da granulometria. Foram realizadas quatro extrações em dois meios solventes diferentes, uma em óleo de sementes de girassol refinado (Óleo), outra em água mineral natural engarrafada (H₂O); ambas com 4% de *Codium tomentosum* desidratada.

Todas as amostras foram seladas em vácuo em sacos de *sous-vide* próprios para alimentos e aquecidas em banhos de temperatura controlada. Para cada meio solvente, foram realizados dois tipos de extração diferentes, obtendo desta forma quatro amostras diferentes. Atendendo ao tipo de extração sofrido, as quatro foram identificadas da seguinte forma:

- Com utilização de ultrassons: Óleo-US e H₂O-US
- Sem utilização de ultrassons: Óleo-SV e H₂O-SV

As quatro amostras foram realizadas em simultâneo. Durante todo o procedimento todas as amostras foram mantidas em condições de vácuo e de temperatura idênticas.

Durante as extrações preliminares, foi evidente o aumento da temperatura causado pelo efeito dos ultrassons (Bermúdez-Aguirre, 2017) – a temperatura do banho aumentou dos 25° C iniciais até perto dos 60° C. Por este motivo, de forma manter o uso (e não uso) de ultrassons como a única variável durante o processo de extração, foi necessário adaptar o método sem ultrassons às limitações do método com ultrassons. A temperatura do

banho das amostras sem tratamento com ultrassom foi gradualmente ajustada para que as quatro amostras permanecessem à mesma temperatura durante toda a extração. Para estudos futuros, o ideal seria dispor de um sistema de arrefecimento associado ao banho de ultrassons.

Devido à baixa potência própria dos banhos de ultrassons, inicialmente, houve o receio de que o efeito da cavitação acústica fosse menor no caso dos óleos devido à viscosidade superior característica deste meio de extração (Bermúdez-Aguirre, 2017). De forma a fazer as amostras em simultâneo, como o banho de ultrassons não tinha um sistema de arrefecimento e a temperatura do banho aumentou aproximadamente 20° C em 45 minutos, a amostra Óleo-US foi processada imediatamente após a amostra H₂O-US, sem se arrefecer o banho⁷⁶. Para avaliar se a temperatura mais elevada usada no óleo promovia uma extração com características diferentes da extração a uma temperatura mais baixa (a usada para as extrações aquosas) repetiu-se a extração com óleo levando-a a cabo às duas temperaturas referidas⁷⁷. Efetivamente, os resultados parecem ser diferentes⁷⁸ contudo o método utilizado não permite tirar conclusões quantitativas (ver **Anexo XII**).

Após a preparação das quatro amostras, as mesmas foram armazenadas à temperatura de -20° C até se realizar a análise sensorial e a microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME).

5.1.4.1 *Sous-vide*, sem Utilização de Ultrassons

Após seladas a vácuo, ambas as amostras (Óleo-SV e H₂O-SV) sofrem o mesmo processo:

- I. Extração a quente em banho com temperatura controlada: 45 min. a 60° C.
- II. Arrefecimento até 25° C (temperatura ambiente).

⁷⁶ Ver protocolo de extração com utilização de ultrassons.

⁷⁷ Óleos-US_Frio (25° C e a 40° C) e Óleos-US_Quente (40 a 58±2° C).

⁷⁸ Picos mais elevados no cromatograma de Óleo-US_Quente.

- III. Armazenamento em banho com temperatura controlada durante 90 minutos: a temperatura inicial de 25° C foi aumentada gradualmente, durante os 45 minutos iniciais, até aos 40±2° C; durante os 45 minutos restantes, a temperatura foi aumentada até aos 58±2 ° C, de forma a acompanhar a evolução das temperaturas do banho de ultrassons.
- IV. Arrefecimento até 10° C.
- V. Decantação ambiente de refrigeração durante 2h.
- VI. Filtração com peneira metálica.
- VII. Selagem a vácuo e identificação das amostras.
- VIII. Conservação na arca frigorífica a -20° C até a análise.

5.1.4.2 *Sous-vide*, com Utilização de Ultrassons

Após seladas a vácuo, ambas as amostras (Óleo-US e H₂O-US) sofreram o seguinte processo:

- I. Extração a quente em banho com temperatura controlada: 45 min. a 60° C.
- II. Arrefecimento até 25° C (temperatura ambiente).
- III. Manter a amostra Óleo-US, durante 45 min., no mesmo banho das amostras tratadas sem ultrassons, conforme mencionado acima (etapa III do protocolo da extração em *sous-vide*).
- IV. Amostra H₂O-US: Extração em banho de Ultrassons, temperatura inicial de a 25° C⁷⁹, frequência de 37 kHz (modulação *Sweep*) durante 45 min (temperatura final 40±2° C).
- V. Colocar a amostra H₂O-US no mesmo banho mencionado acima (etapa III do protocolo da extração em *sous-vide*), durante os restantes 45 min., em simultâneo com as amostras tratadas sem ultrassons.

⁷⁹ Temperatura inicial do banho.

- VI. Amostra Óleo-US: extração em banho de Ultrassons, temperatura inicial de $40\pm 2^\circ$ C, frequência de 37 kHz (modulação *Sweep*) durante 45 min (temperatura final $58\pm 2^\circ$ C).
- VII. Arrefecimento das amostras H₂O-US e Óleo-US até 10° C.
- VIII. Decantação ambiente de refrigeração durante 2h.
- IX. Filtração com peneira metálica.
- X. Selagem a vácuo e identificação das amostras.
- XI. Conservação na arca frigorífica a -20° C até à análise.

5.2 Análise Instrumental e Sensorial dos Caldos e Óleos Aromatizados

Para a análise dos caldos e óleos aromatizados obtidos como descrito anteriormente, recorreu-se a uma técnica de extração analítica em que os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de Microextração em Fase Sólida no *Headspace* (HS-SPME) tendo posteriormente sido analisados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (GC-MS). Foi ainda realizada uma Análise Sensorial dos Caldos e Óleos Aromatizados, usando as técnicas de Grupo de Foco e Testes de Discriminação Tétrade.

5.2.1 Análise Instrumental: HS-SPME e GS-MS

5.2.1.1 Técnica de Microextração em Fase Sólida no *Headspace* (HS-SPME)

A HS-SPME é uma técnica de extração, dos compostos voláteis no *headspace* dos frascos das amostras, por adsorção ou absorção numa fibra, para a qual não é necessária a utilização de solventes. Esta técnica apresenta uma elevada sensibilidade e reprodutibilidade, permitindo ainda a combinação do processo de extração e de pré-concentração⁸⁰ numa única etapa, sem pré-tratamento da amostra. Relativamente a

⁸⁰ Para alguns métodos analíticos é necessária a evaporação do solvente das amostras (com um rotavapor, por exemplo) para que a concentração do composto a ser estudado supere os limites de deteção do método analítico em questão.

outras técnicas, a HS-SPME é uma opção mais rápida e económica – devido ao facto de o período de vida útil das fibras ser superior, por exemplo, por se evitar contacto com substâncias corrosivas – que necessita de volumes pequenos de amostra e é facilmente mecanizada. Como os coeficientes de difusão⁸¹ são mais altos em fases gasosas do que em fases líquidas, os tempos de equilíbrio das fibras SPME podem ser reduzidos substancialmente em relação à microextração em fase sólida feita por imersão direta numa amostra líquida. Esta técnica pode ser usada para a análise de amostras líquidas, sólidas⁸² ou gasosas (analisando diretamente o gás no *headspace*) (Baltussen, Cramers, & Sandra, 2002; Câmara, Arminda Alves, & Marques, 2006).

As fibras utilizadas para as SPME costumam ser compostas por sílica fundida (Ø 150 µm) com revestimento adsorvente ou absorvente (camada com 5 a 100 µm de espessura). A amostra a submeter a extração por HS-SPME é comumente colocada em frascos de vidro que são selados com uma tampa de polipropileno e um septo inerte (de silicone-PTFE, por exemplo). Devido à fragilidade da fibra, é utilizado um dispositivo de injeção metálico com êmbolo, tipo seringa, para que a mesma possa penetrar o septo dos frascos das amostras (ver **Figura 36**) e o injetor do equipamento de cromatografia gasosa, sem ser danificada (Baltussen *et al.*, 2002; Valentão *et al.*, 2010).

⁸¹ Quanto maior o coeficiente de difusão (de uma substância em relação à outra), mais rapidamente as substâncias se difundem uma na outra.

⁸² Para as amostras sólidas são necessários tempos de equilíbrio superiores, exceto no caso de compostos voláteis (Baltussen *et al.*, 2002).

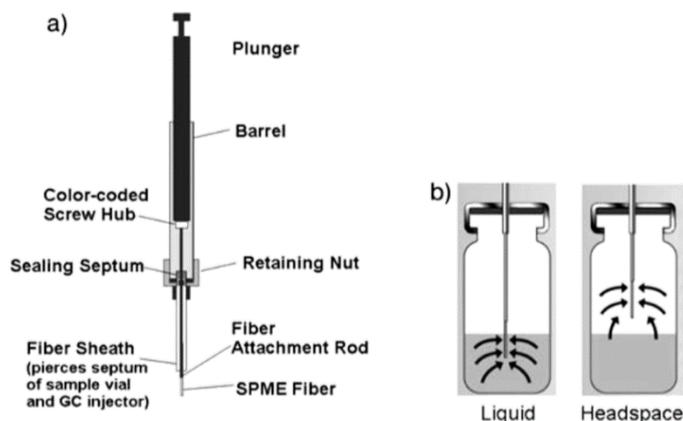


Figura 36: Microextração em fase sólida (SPME): a) seringa para SPME; b) Microextração por Imersão Direta (à esquerda) e HS-SPME (à direita).

[Fonte: Hübschmann, H.-J. (2009)]

Para a SPME por absorção, podem ser utilizadas fibras não polares de polidimetilsiloxano (PDMS) ou polares de poliacrilato (PA), por exemplo. O PDMS é um material apolar, muito inerte, comumente utilizado como adsorvente e como fase estacionária em cromatografia gasosa, por reduzir o risco de perdas de compostos instáveis e/ou perdas de compostos polares – por adsorção irreversível ou por reações catalíticas (Baltussen *et al.*, 2002; Câmara *et al.*, 2006).

Existem ainda outras fibras bipolares revestidas com materiais porosos, como polidimetilsiloxano/divinilbenzeno (PDMS-DVB), por exemplo, que permitem extrações diferentes por adsorção. A polaridade das fibras, o tipo de revestimento usado e a espessura podem tornar a extração mais eficiente. No caso da fibra PDMS-DVB, é possível uma adsorção mais eficiente de compostos voláteis mais polares, como álcoois ou aminas (Câmara *et al.*, 2006; Hübschmann, 2009).

A absorção é um processo não competitivo, porém a adsorção é competitiva e as moléculas com maior afinidade com a superfície da fibra podem substituir as que têm menor afinidade. Deste modo a quantidade de compostos extraídos pela fibra é afetada

significativamente pela composição da amostra (Câmara *et al.*, 2006). Para a mesma amostra, fibras diferentes permitem a obtenção de cromatogramas diferentes, pelo que se devem realizar testes de otimização para amostras específicas (Baltussen *et al.*, 2002).

A SPME é utilizada com sucesso na caracterização de diversos compostos aromáticos em alimentos. Relativamente a amostras em meio aquoso da alga *C. tomentosum*, com a fibra PDMS-DVB e usando-se HS-SPME é possível a extração de compostos voláteis de diferentes classes: aldeídos, álcoois, ésteres, cetonas, monoterpenos e derivados de norisoprenóides, entre outros (Moreira Leite, 2017; Valentão *et al.*, 2010).

Por vezes, para se aumentar a extração de compostos voláteis por HS-SPME pode se induzir o efeito *salting-out* adicionando uma determinada quantia de um sal (NaCl, por exemplo). Este efeito ocorre devido ao facto das moléculas de água se disporem em redor dos iões do sal dissolvido, reduzindo a concentração de moléculas de água não-ligadas, disponíveis para dissolver outros compostos, induzindo a volatilização dos mesmos, especialmente os que apresentam baixa hidrofobia. Todavia, pode ocorrer que as moléculas polares participem nas interações electrostáticas com os iões dissolvidos, impedindo a sua extração pelas fibras (Câmara *et al.*, 2006). No estudo *Development of headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry methodology for analysis of terpenoids in Madeira wines* de Câmara, Alves e Marques (2006), verificaram um aumento do efeito de *salting-out* até 30% de NaCl e uma diminuição do mesmo efeito a 40% de NaCl.

5.2.1.2 Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massa (GC-MS)

A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) é um método que permite a análise qualitativa e quantitativa de compostos orgânicos voláteis (e semivoláteis). Neste método existe um fluxo contínuo dum gás inerte, fase móvel (hélio, por exemplo), que arrasta as moléculas e permite a separação destes compostos de acordo com a sua afinidade com a fase estacionária. Por este motivo a polaridade da fase

estacionária deve corresponder à polaridade das substâncias a serem analisadas – isto é, substâncias menos polares são separadas melhor com fases estacionárias apolares (Hübschmann, 2009).

A fase estacionária é em geral composta por um material polimérico líquido termoestável que reveste uma coluna capilar de sílica fundida – por exemplo, polidimetilsiloxano muitas vezes associado a grupos fenil para aumentar ligeiramente a polaridade. Simultaneamente, para provocar a dessorção dos compostos impregnados nesta fase, a coluna é aquecida gradualmente. Assim, cada composto abandona a fase estacionária em momentos diferentes (tempos de retenção), permitindo a eluição⁸³ dos compostos. Atualmente, a cromatografia gasosa capilar é o método instrumental mais importante para a análise de compostos orgânicos voláteis em misturas complexas, incluindo alimentos (Hübschmann, 2009).

Para a construção do cromatograma é criado um gráfico que relaciona o tempo de retenção com a abundância dos iões identificados pelo detetor de massas, conectado ao final da coluna (**Figura 37**). A espectrometria de massa (MS) é um método de detecção cujo princípio básico consiste em um ionizador eletrónico, que fragmenta os compostos químicos criando iões, em um filtro de massas (um quadrupolo, por exemplo) que separa os iões de acordo com a razão massa-carga (m/z), e, por último, um detetor que converte a corrente iónica em sinais elétricos que vão para um sistema de computador que processa o sinal e representa os dados através de um espectro de massa. O MS deteta qualitativamente e quantitativamente atendendo à taxa m/z e abundância (Hübschmann, 2009; Moreira Leite, 2017).

⁸³ Separação de uma mistura de partículas.

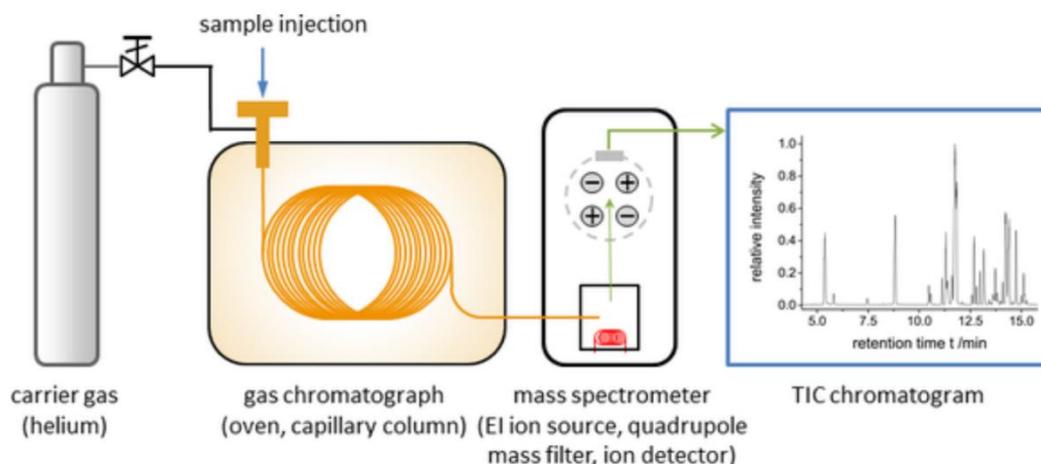


Figura 37: Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (GC-MS).

[Fonte: SKZ]

Tendo como base vários critérios – características da amostra, tempos de retenção (RT) e índice de retenção de Kovats (KI), maiores picos e semelhança entre espectros de massa (estatística *match*) – é possível descobrir a identidade provável das substâncias que estão a ser analisadas. Através de um *software* que analisa os registos de outros espectrómetros – registados em bibliotecas como, por exemplo, o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) – é possível listar vários resultados por similaridade (Moreira Leite, 2017).

Com base nestas informações, pode-se concluir que a capacidade de identificação dos compostos com eficácia depende, não só das bibliotecas consultadas pelo *software*, como da capacidade analítica do operador do GC-MS. Os equipamentos são cada vez mais capazes de trabalhar com limiares de deteção menores e, como resultado, as bibliotecas contêm o registo de cada vez mais compostos (Moreira Leite, 2017).

Para a análise dos compostos dos caldos e dos óleos aromatizados, extraídos por HS-SPME, utilizou-se um equipamento de GC-MS (Agilent Technologies, EUA) (**Figura 38**), com um GC (Modelo 6850) acoplado a um detetor de massa seletivo (5975C VL MSD), o qual foi controlado por uma estação de trabalho provida do *software* MSD ChemStation

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

E.02.00493 da Agilent Technologies. A coluna usada é não polar, sendo composta por 5% fenil e 95% metilpolisiloxano⁸⁴ (ver **Tabela 5**).



*Figura 38: GC-MS com Autosampler
(Agilent Technologies, EUA)*

Autoria: João Paulo Noronha, retirado de Bruno
Moreira Leite (2017)

Para cada ensaio das quatro amostras estudadas, foram realizadas três réplicas. Os compostos foram identificados de acordo com seu espectro de massa, índices de retenção (RI), e tempo de retenção (RT). Os espectros de massa foram comparados com os da base de dados de referência (*NIST Mass Spectral Data 2014*), considerando-se necessário

⁸⁴ Características da coluna descritas em: Agilent (s.d.). *Capillary HP-5*. Consultado a 01/09/2018 em: <https://www.agilent.com/en/products/gas-chromatography/gc-columns/capillary/hp-5#productdetails>

ajustes superiores a 85%. Os RI e RT foram confrontados com a base de dados da NIST 2014. (Moreira Leite, 2017). Para a análise dos cromatogramas foi usado o programa *Xcalibur* Versão 4.1.50 para subtrair os picos obtidos nos cromatogramas “brancos” (amostras controlo)⁸⁵.

Os limiares de deteção foram pesquisados na base de dados *Volatile Compound in Food 16.5*, levando-se sempre em consideração a referência bibliográfica mais recente e, quando estes não foram encontrados, procuraram-se referências nas obras: *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*, 6ª Ed. (Burdock, 2009) e, para o caso dos hidrocarbonetos de cadeia saturada, em *Nutrition, Functional and Sensory Properties of Foods* (Ho, Mussinan & Shahidi, 2013). A maioria dos descritores organoléticos dos compostos identificados foram pesquisados no *website The Good Scents Company* (página TGSC Information System⁸⁶). Quando pesquisados em outras fontes, encontram-se devidamente referenciados.

5.2.1.3 Metodologia: HS-SPME e GC-MS

A metodologia escolhida foi determinada atendendo a procedimentos já aplicados para estudos do perfil aromático de *Codium tomentosum*, de forma a garantir o máximo de eficácia em cada etapa.

A fibra utilizada para a HS-SPME foi PDMS-DVB (polidimetilsiloxano/divinilbenzeno), considerada por Valentão *et al.* (2010) a mais indicada para estudar o perfil volátil da *Codium tomentosum* por HS-SPME. Esta também foi a fibra utilizada por Moreira Leite (2017). Durante a HS-SPME, os valores escolhidos para a agitação, temperatura da amostra e tempo de exposição da fibra no *headspace* foram superiores aos usados para

⁸⁵ H₂O-Luso e Óleo-Dia.

⁸⁶TGSC Information System. Online em: <http://www.thegoodscentscompany.com/search2.html>.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

estes estudos de forma a garantir uma adsorção eficaz e suficiente dos compostos voláteis.

Tal como no estudo “Novas Alternativas para o Uso de Macroalgas da Costa Portuguesa em Alimentação” de B. Moreira Leite (2017), foi usada a técnica de *salting-out* – adição de 30% de NaCl – com o objetivo de induzir a volatilização dos compostos para o *headspace* durante a microextração em fase sólida (HS-SPME).

No estudo *Development of headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry methodology for analysis of terpenoids in Madeira wines* de Câmara, Alves e Marques (2006), verificou-se uma diminuição do efeito de *salting-out* a 40% de NaCl. Durante os testes preliminares, surgiu a preocupação de que os 30% de NaCl adicionado para o *salting-out*, juntamente com o sal inevitavelmente extraído da alga durante a preparação dos produtos⁸⁷, pudesse também induzir este efeito contrário. Para evitar que as moléculas polares participem em interações electrostáticas com os iões dissolvidos, impedindo a sua volatilização e reduzindo a microextração dos compostos mais polares, foi apenas adicionado 20% de NaCl (para apreciar o efeito de *salting-out* ver **Anexo XIII**).

O método de análise GC-MS obedeceu aos mesmos parâmetros definidos por Moreira Leite (2017) na sua tese de mestrado *Novas Alternativas para o Uso de Macroalgas da Costa Portuguesa em Alimentação*.

De modo a garantir uma extração eficaz dos compostos voláteis no *headspace* dos frascos das amostras, a extração decorreu durante 1h 20m, a 70° C ± 2 °C (após um período de estabilização da amostra de 10 minutos). Para as quatro amostras, cada frasco de 8 ml continha 5 g (±0,05 g) de amostra. No caso das extrações em meio aquoso, adicionou-se

⁸⁷ A alga *C. tomentosum* contém naturalmente sal nos seus tecidos e os grupos de foco indicaram que os caldos com a utilização de ultrassons deram origem a caldos mais salgados (ver Secção 5.3.3).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

ainda 1 g de NaCl (20%) para induzir o efeito de *salting-out* dos compostos voláteis para o *headspace*.

A HS-SPME dos compostos voláteis para a análise por cromatografia gasosa com espectrometria de massa (GC-MS) foi feita com a fibra de polidimetilsiloxano/divinilbenzeno (PDMS-DVB) de 65 μm ⁸⁸, capaz de adsorver compostos voláteis, aminas e compostos nitroaromáticos de massa molecular entre 50u e 300u (Hübschmann, 2009) cujo tempo de acondicionamento foi de 30 minutos a 250° C (segundo as instruções do fabricante). Após a extração da fase gasosa no *headspace*, as fibras foram recolhidas e imediatamente transferidas para o GC-MS.

Os ensaios realizados seguiram o programa usado na tese de mestrado *Novas Alternativas para o Uso de Macroalgas da Costa Portuguesa em Alimentação*, de B. Moreira-Leite (2017) resumidas na **Tabela 5**.

Durante o ciclo de análise do GC-MS (35 minutos) as fibras permaneceram no equipamento (a 250° C), pelo que as fibras se encontravam acondicionadas para uma nova extração ao final do ciclo. Deste modo é possível fazer as extrações e análise por GC-MS sucessivamente sem intervalos.

Os cromatogramas obtidos por GC-MS serviram maioritariamente para a comparação do perfil de compostos voláteis obtidos pelos dois processos de extração (em meio aquoso e em óleo) estudados no corrente trabalho. O objetivo foi corroborar cientificamente se existe diferenças significativas entre a utilização de ultrassons e a não utilização de ultrassons durante o processo de extração.

⁸⁸ Sigma-Aldrich® Supelco SPME Fiber Assembly Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene (PDMS/DVB) df 65 μm . Disponível em: <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/supelco/57310u>] (Consultado em: 24/08/2018)

Tabela 5: Condições Experimentais da GC-MS

| UNIDADE TÉRMICA DE DESSORÇÃO | |
|------------------------------|---|
| Modo | "Splitless" |
| Temperatura do injetor | 250 °C |
| GC-MS | |
| Coluna capilar | HP-5MS, 5% fenil e 95% metilpolisiloxano (30 m × 0,25 mm, 0,25 µm) |
| Gás de arraste | Hélio, 1,0 mL min. ⁻¹ |
| Programa do forno | 35 ° C por 4 min. |
| | 35 – 150 °C a 5 °C min. ⁻¹ |
| | 150 – 310 °C a 20 °C min. ⁻¹ |
| Tempo total do programa | 35 min. |
| Temperatura do quadrupolo | 150 °C |
| Temperatura da fonte iónica | 230 °C |
| Ionização (EI) | 70 eV |
| Intervalo de massa | 35 a 300 m/z |

[Fonte: Moreira Leite, B. S. (2017)]

5.2.2 Análise por Grupo de Foco e Sensorial Discriminativa

5.2.2.1 Análise por Grupo de Foco

O grupo de foco é um método de pesquisa que permite recolher informações, sobre determinados temas, por meio das interações de um grupo de pessoas sobre um determinado tópico proposto pelo mediador. Estes grupos de discussão têm como objetivo recolher informações de carácter qualitativo, em profundidade. Os grupos de foco são desenvolvidos muitas vezes de uma forma informal, com 5 a 10 participantes, sendo preferencial a presença de 6 a 8 participantes (Bomfim, 2009; Krueger, 2001).

Segundo Bomfim (2009), "os grupos de foco são preferencialmente adotados em pesquisas explorativas ou avaliativas (podendo ser a principal fonte de dados), ou como

uma técnica complementar em pesquisas quantitativas ou qualitativas, associada às técnicas de entrevistas em profundidade e de observação participante”. Deste modo é possível, por exemplo, focar-se a pesquisa e formular questões de investigação mais precisas.

Os participantes devem ter um *background* semelhante e o ambiente onde o grupo de foco é conduzido deve ser confortável. O mediador deve ter boas capacidades de comunicação, ser bom ouvinte e focar-se em criar uma atmosfera aberta, de partilha de ideias e respeito pela opinião do outro, fornecendo regras e determinando o tom da discussão (Krueger, 2001).

Os grupos de foco dirigidos para o corrente trabalho foram desenvolvidos com o objetivo de identificar quais as características sensoriais que permitiram aos participantes distinguir entre os caldos e os óleos aromatizados preparados com e sem ultrassons, identificando se existe um produto preferido pelos participantes e, em caso afirmativo, qual e porquê. Um outro objetivo era avaliar o potencial comercial dos produtos provados e se os mesmos poderiam ser facilmente inseridos na dieta dos portugueses.

5.2.2.2 Análise Sensorial – Testes Discriminativos

Os métodos de análise sensorial podem ser segmentados em três áreas: discriminativas ou diferenciais, descritivas ou analíticas e afetivos ou de preferência.

A percepção sensorial não é igual em todos os seres humanos, sendo afetada não só pelo género e a idade, como por influências culturais, entre outros fatores. Contudo, para os testes descritivos, é possível treinar um painel de provadores para determinados atributos sensoriais de forma a padronizar as respostas ao máximo e criar um perfil descritivo. Os atributos sensoriais medidos, com uma linguagem não hedónica, podem estar relacionados com diferentes características organoléticas, como a aparência, aroma, textura, gosto, sabor, ou sabor residual (*aftertaste*) (O’Sullivan, 2017).

Os testes afetivos, por outro lado, são muitas vezes realizados com um painel de provadores não treinado. Com esta análise é medida a impressão subjetiva, hedônica ou de preferência de determinado(s) produto(s). Pode ser avaliada a impressão global do produto ou uma dada característica sensorial (B Rousseau, 2003; O'Sullivan, 2017).

Os métodos de análise diferenciais são testes relativamente simples, nos quais é pedido aos provadores que identifiquem quais amostras são iguais e quais são diferentes, mediante um grupo de amostras. Esta análise permite verificar se existem diferenças significativas entre duas amostras. Pode ainda ser pedido aos provadores que avaliem as amostras ou comentem sobre a diferença sentida entre elas (B Rousseau, 2003; O'Sullivan, 2017). Como exemplo, os testes discriminativos podem ser usados ao nível empresarial para analisar uma formulação nova de um dado produto já comercializado (substituição de açúcar por adoçante, por exemplo) de forma a verificar se o mesmo apresenta a características organolépticas similares ao produto original ou não. Geralmente, os testes de diferença permitem determinar a diferença entre dois pares (comparação pareada), três amostras (triangular) ou quatro amostras (tétrade) de dois produtos diferentes, por exemplo. Estes testes são métodos que permitem averiguar se existem diferenças significativas entre os produtos, estudando a impressão global (*simple ranking test*) ou relativamente a um atributo sensorial específico dos produtos provados (*alternative forced choice, AFC*) (O'Sullivan, 2017).

Um teste diferencial pode tornar-se num teste AFC se for pedido aos provadores que identifiquem cada amostra de acordo com uma diferença específica. Por exemplo, num teste triangular, três amostras são dadas a provar, das quais duas são idênticas e é pedido aos provadores que identifiquem a amostra estranha. Este teste pode se torna um 3-AFC se, mediante as amostras apresentadas, for pedido que identifiquem a mais doce. Os testes diferenciais focados em atributos específicos são mais difíceis de realizar com amostras mais complexas (como carne ou queijo), porque tipicamente existe uma interação entre diferentes variáveis sensoriais (O'Sullivan, 2017).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

É importante reconhecer que os resultados da análise sensorial discriminativa dependem do tipo de painel de provadores usados para os testes. Se os testes estiverem a estudar a população geral de consumidores, então devem ser usados provadores não treinados (*naïve*) (Rogers, 2017).

Os resultados dos testes discriminativos assumem um dado nível α e β de acordo com dois tipos de erro que podem ocorrer (erro do tipo I e II, respetivamente). A percentagem do nível de significância do resultado do teste indica a percentagem que o responsável aceita relativamente à hipótese de se ter descoberto uma diferença significativa quando na realidade não existe uma (erro tipo I - nível α). Os testes estatísticos são conduzidos normalmente a um nível α de 5% ($p < 0,05$). O valor de 5% de significância indica que o resultado obtido tem 5% de hipóteses de estar incorreto e se ter encontrado uma diferença significativa quando não existe nenhuma (B Rousseau, 2003; FAO, s.d.-b). Se houver implicações graves associadas ao erro do tipo I (como, por exemplo, custos empresariais elevados), então deve ser considerado um nível α inferior de 1% ou 0,1% (Rogers, 2017).

Relativamente ao erro do tipo II, que ocorre quando não se encontra diferenças em amostras que são realmente diferentes, descrito pelo parâmetro β , o nível de β usado habitualmente é 0,2 ou 0,1 (B Rousseau, 2003).

O poder estatístico de um teste é definido da seguinte forma: $Power = 1 - \beta$. O poder estatístico é determinado antes de se realizarem os testes discriminativos e o número mínimo de amostras necessárias é determinado em função do poder estatístico pretendido. Aumentar o número de amostras dos testes discriminativos permite um aumento do poder estatístico do teste (Rogers, 2017). O poder estatístico de um teste discriminativo indica a capacidade de um dado teste detectar fiavelmente uma diferença entre os produtos (Ennis & Jensionka, 2011). Um poder estatístico de 90% ($power = 90\%$) significa que existem 90% de probabilidade de se detetar uma diferença mediante um dado número de amostras/testes. (B Rousseau, 2003).

5.2.2.2.1 *Teste Tétrade*

O método tétrade é um teste diferencial que envolve quatro amostras, duas de um produto A e duas de um produto B. As amostras devem ser codificadas de uma forma não sugestiva (evitando o erro de expectativa⁸⁹) e apresentadas de uma forma alternada aos provadores. Os provadores devem agrupar as amostras em pares consoante a sua similaridade. A probabilidade de adivinhar a resposta certa é similar à probabilidade do teste triangular (33% ou $\frac{1}{3}$). O teste tétrade pode reduzir o risco de ocorrência dos erros sensoriais α e β . Estes são reduzidos aumentando o número de provadores ou o número de provas/dados necessários para se tomar uma decisão (O'Sullivan, 2017). Este teste é especialmente interessante porque, sem se especificar um atributo sensorial, para o mesmo número de provas necessárias para um teste triangular, é difícil não se identificar a presença de uma diferença significativa (O'Sullivan, 2017).

O teste tétrade tem um poder estatístico superior ao teste triangular, contudo é menos poderoso que os testes 3-AFC. Assim, no caso do teste tétrade e dos 3-AFC, é necessário menos provadores do que no caso dos testes triangulares, para obter o mesmo nível de confiança nos resultados, sendo necessários menos esforços, tempo e dinheiro (ver **Anexo XIV**). Contudo, para que os teste 3-AFC sejam eficazes, é necessário saber qual é o atributo sensorial que diferencia as amostras, o que normalmente não é o caso. Pode ser difícil prever os efeitos de uma alteração numa preparação e as suas consequências. (O'Sullivan, 2017).

5.2.2.3 *Análise Tradicional dos Resultados*

A forma tradicional de analisar os resultados (*response-based analysis*) dos testes discriminativos não tem em consideração os processos psicológicos que ocorrem durante a formulação da resposta. A informação obtida pela análise estatística, de certa forma bastante limitada, resume-se às respostas: “Sim, os produtos são diferentes,” ou

⁸⁹ Deve ser evitada a utilização de algarismos e letras como 1 e A, por estarem associados ao melhor. Recomenda-se a utilização de chaves com três ou quatro algarismos.

“Não, os produtos não são diferentes”. Não é fornecida a magnitude da diferença sensorial presentida (B Rousseau, 2003).

A análise tradicional dos resultados para o teste téttrade (neste caso, binomial) baseia-se no *guessing model*, ou seja, para um dado protocolo, o número de respostas corretas é comparado com o número de respostas corretas que se prevê obter porque o participante adivinhou – não porque de facto foram encontradas diferenças significativas). Este modelo assume que o provador, se não encontrar uma diferença significativa, escolhe um produto ao acaso. O nível de confiança do teste (poder estatístico do teste) depende do número de amostras (número de testes) que se realizaram (B Rousseau, 2003).

Existem tabelas publicadas onde é indicado o número mínimo de respostas positivas necessárias para que um dado número de amostras/testes realizados seja significativo a um dado nível α , permitindo que se conclua se existem diferenças significativas entre dois produtos (ver **Anexo XV**, tabela referente a um teste com 33% de probabilidade de se adivinhar a resposta certa, fornecida pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations*). No caso de não se obter o número mínimo de respostas corretas indicado na tabela, é possível concluir-se que os produtos não apresentam diferenças significativas. Contudo não se pode concluir que os produtos são iguais. Para tal é necessário ter em consideração o poder estatístico do teste realizado (B Rousseau, 2003; FAO, s.d.-a).

5.2.2.4 Análise dos Resultados com o Modelo de Thurstonian

Os testes diferenciais podem responder não só à questão: “Será que os meus produtos são diferentes ou são iguais?” (análise tradicional dos resultados); como ainda à questão: “Qual será a magnitude da diferença que existe entre os meus produtos?” (análise dos resultados usando o modelo de Thurstonian, por exemplo) (B Rousseau, 2003).

Para se analisar a magnitude/grau de diferença entre os produtos pode se ser usado o modelo Thurstonian, que aplica o parâmetro δ (delta) para descrever o nível de discrepância de dois produtos. Quanto maior é o nível delta, mais diferentes são os

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

produtos. Se $\delta=0$, então os produtos são indistinguíveis. Muitos autores recomendam o uso deste modelo para a análise dos testes discriminativos (B Rousseau, 2003; Ennis & Jensionka, 2011).

Com o modelo de Thurstonian, pode se relacionar a distância discriminial (*discriminal distance*, δ^{90}) com a probabilidade de obtenção de respostas corretas (P_{alt}) através de uma função psicométrica $P_{alt} = F(\delta)$, que depende do método de análise utilizado. Por exemplo, para o teste triangular (nível $\alpha = 0,05$), $\delta = 0,740$ corresponde a 38% de probabilidade de obter respostas corretas (Ennis & Jensionka, 2011).

Para o teste tétrade, o valor de δ tem que ser tido em conta. Este valor depende da natureza dos produtos e da sensibilidade dos provadores. Quando se especifica o valor de δ à priori, é declarado o tamanho da diferença entre as amostras que se pretende e se permite analisar. Por esta razão, o valor de δ é muitas vezes mencionado como o valor máximo de diferença aceite durante os testes. Pelo que é possível aceitar-se a hipótese de semelhança – ou seja, aceitar que não há diferenças significativas – se o valor das diferenças observadas na análise for inferior ao valor estabelecido para δ . Usando este método, para se descobrir o número de testes que são necessários, é importante compreender-se o que o valor de δ significa para o produto testado e quais os valores delta que são perceptíveis ou não pelos consumidores do produto (Rogers, 2017).

No livro *Discrimination Testing in Sensory Science - A Practical Handbook*, de L. Rogers (2017) pode se encontrar referenciadas as seguintes diretrizes:

- $\delta < 0,5$: representa diferenças de baixo grau;
- $0,5 < \delta < 1$: representa diferenças de grau médio;
- $1 < \delta$: representa diferenças de grau elevado.

⁹⁰ O caractere d' (ou *d-prime*) é o indicador da diferença perceptual (B Rousseau, 2003) e pode ser usado para indicar um valor estimado experimental de δ (Ennis, 2012).

Ennis e Jensionka (2011) indicam que, apesar de não ser especificado nenhum atributo sensorial, a função psicométrica dos testes tétrede encontra-se entre as funções psicométricas dos testes 3-AFC e triangular (ver **Figura 39**). Por esta razão, os autores conseguiram prever que os testes tétrede têm maior poder estatístico que os testes triangulares (hipótese confirmada no mesmo estudo). O estudo desenvolvido pelos autores (*The Power Of Sensory Discrimination Methods Revisited*), foi o primeiro a fazer a análise do poder estatístico dos testes tétrede não especificados.

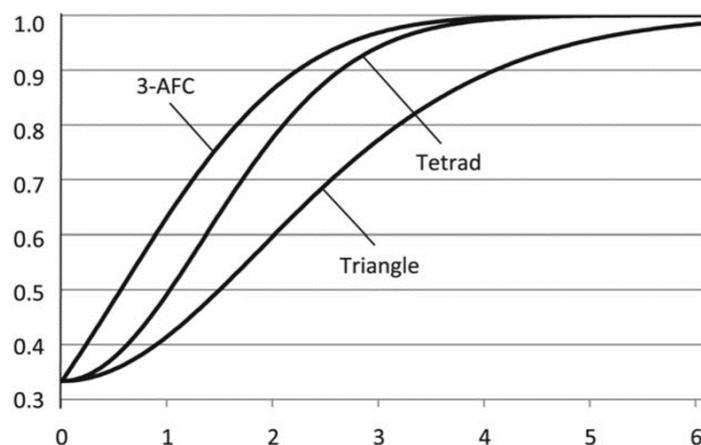


Figura 39: Funções psicométricas dos testes 3-AFC, triangular e tétrede (Abcissas = δ e Ordenadas = P_{alt}).

[Fonte: Ennis, J. M., & Jensionka, V. (2011)]

Uma das vantagens mais notável do teste tétrede é o facto de serem necessários menos participantes em comparação com o teste triangular, teoricamente apenas $\frac{1}{3}$ (em alguns casos). Segundo Ennis e Jesionka (2011), para se identificar a existência ou inexistência de uma diferença significativa ($P < 0.05$, 90% power, $\delta = 1.5$) é necessário 78 provadores com um teste triangular e, com o teste tétrede, apenas 25 (ver **Anexo XIV**). Este tipo de teste tem muito potencial comercial por exigir menos recursos, tempo e dinheiro (O'Sullivan, 2017).

Apesar de o teste tétrede ser teoricamente superior ao teste triangular – necessita de menos provas conduzidas, apresenta maior poder estatístico e maior sensibilidade –, a

adição de uma amostra a ser avaliada pelo provador pode reduzir o poder do teste tétrede por aumentar o ruído perceptual devido à fadiga sensorial ou adaptação – ou outro tipo de efeito relacionado com a memória. O estudo *Guiding the Switch from Triangle Testing to Tetrad Testing* de Ennis J. (2012), concluiu que o teste tétrede permanece mais poderoso que o triangular se o ruído perceptual não aumentar mais que 50% – situação que acontece especialmente em amostras picantes, por exemplo.

Os caldos e óleos aromatizados obtidos não aparentaram causar muito ruído perceptual, apresentando características organoléticas agradáveis sem sensações trigeminais intensas. Considerou-se, portanto, que a adição de uma amostra a ser avaliada pelo provador não influenciaria a fadiga sensorial o suficiente para comprometer o poder estatístico acrescido associado ao teste tétrede. Para além disso, como não se sabia especificamente quais seriam as consequências da utilização de ultrassons durante o processo de extração estudado, escolheu-se o teste tétrede para analisar as amostras.

O uso de software específico como o V-Power ou o XLSTAT, por exemplo, permite analisar os dados recolhidos com os testes tétrede. Muitos programas podem ainda calcular o número de provadores necessários para um teste com parâmetros específicos (Rogers, 2017).

Todavia, quando a análise dos dados não é feita com um programa específico, existem tabelas fornecidas pela ASTM⁹¹ que permitem determinar o número de provas necessárias tendo com base os valores estabelecidos para os níveis α , β e o nível δ decidido – ver **Anexos XVI e XVII**⁹². Após se determinar o número de testes, para se verificar se existem diferenças significativas entre os produtos é possível se compara o número de provadores que responderam corretamente com o número total de provadores que participaram na análise utilizando a tabela presente no **Anexo XVI** (Rogers, 2017).

⁹¹ Standard Test Method for Sensory Analysis e Tetrad Test, 2016. ASTM International. E3009e15e1.

⁹² As tabelas foram usadas para a construção de uma previsão na **Secção 5.3.2**.

5.2.2.5 Metodologia do Grupo de Foco e Análise Sensorial

Foram realizados 5 grupos de foco, com 6 a 8 provadores não treinados (ver **Figura 40**). Alguns grupos foram realizados com profissionais da área de ciência dos alimentos ou de gastronomia e/ou cozinha (Grupos A) e outros com consumidores de outras diversas áreas profissionais (Grupo B) – cosmética, consultoria e sustentabilidade, recursos humanos e recrutamento, química, entre outras áreas. Os grupos de foco seguiram o guião apresentado no **Anexo XVIII**.



Figura 40: Grupo de foco: momento inicial de abertura da sessão e apresentações (à direita); momento de discussão sobre os produtos provados (à esquerda).

Autoria: Bruno Campos

A análise sensorial – teste téttrade – foi realizada durante os grupos de foco, sensivelmente a meio da sessão. Os copos utilizados eram opacos e negros de forma a impossibilitar a influência da aparência dos caldos no processo cognitivo, durante a análise discriminativa (ver **Figuras 41 e 42**). As fichas usadas para os testes téttrade encontram-se no **Anexo XIX**.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

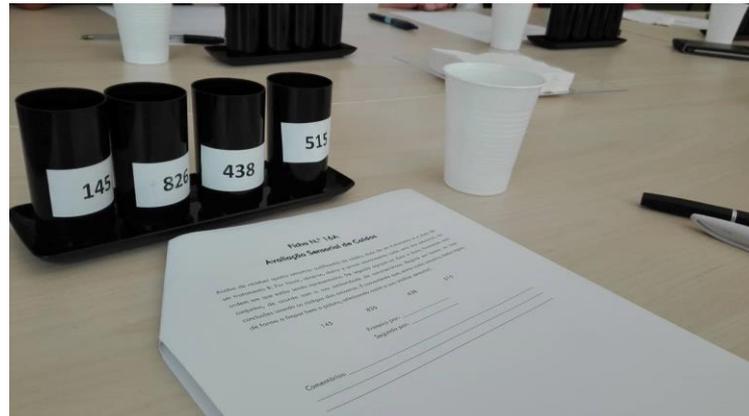


Figura 41: Análise Sensorial, Prova Tétrade: Caldos

Autoria: Miriam Santos

As provas dos caldos foram realizadas com água como limpa-palato. Para as provas dos óleos foi oferecida maçã e água como limpa palato. Ambas as provas foram realizadas à temperatura de $28\pm 2^\circ\text{C}$.



Figura 42: Análise Sensorial, Prova Tétrade: Óleos aromatizados

Autoria: Miriam Santos

As 4 amostras foram distribuídas em porções e reservadas em copos Schott: porções de 400ml para as amostras em meio aquoso e porções de 200ml para as amostras em meio lipídico. Para cada grupo de foco, os quatro produtos (Óleo-SV, Óleo-US, H₂O-SV e H₂O-US) eram descongelados e aquecidos num banho de temperatura controlada de 35°C .

Inicialmente foi feita a análise sensorial dos caldos, com cerca de 25 ml de amostra, e, posteriormente, seguiu-se a dos óleos aromatizados, com amostras de aproximadamente 15 ml (ver procedimento em **Anexo XX**).

As amostras foram identificadas com códigos aleatórios de três dígitos (por exemplo, 836, 426, 149, 512). Para cada meio de extração e para cada provador, as quatro amostras (duas amostras feitas com ultrassons e as duas amostras feitas sem ultrassons) são distribuídas aleatoriamente segundo a análise combinatória⁹³.

Para analisar os resultados dos testes tétrede desenvolvidos para o corrente trabalho, usou-se o *software* XLSTAT, que trabalha como uma extensão para o *Microsoft Excel* e é capaz de fazer o tratamento dos dados de diversos testes discriminativos de análise sensorial, entre eles o teste tétrede. Com este *software* é possível estimarem-se os parâmetros dos testes discriminativos usando o modelo de Thurstonian e o *guessing model*. Inserindo o número de provadores que participaram nas provas, o número de respostas corretas obtidas e o nível α assumido, usando o modelo de Thurstonian, o programa calcula o valor estimado experimental de δ (*d-prime*), o poder estatístico e a significância do teste. Pretendeu-se obter um poder estatístico de 90% e calcular a magnitude da diferença que existe entre ambos (nível δ).

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Análise de GC-MS

De acordo com B. Moreira-Leite (2017), os compostos que contribuem mais para o seu perfil aromático foram, por ordem decrescente: (E)-2-Nonenal, β -Ionona, 1-Octen-3-ol, DMS, α -Ionona, (E)-2-Octenal e β -Ciclocitral – sendo que 1-Octen-3-ol, α -Ionona e β -Ciclocitral se encontram entre os 10 mais abundantes e os restantes possuem baixo limiar

⁹³ Procedimento que permite a construção de grupos diferentes formados por um número finito de elementos de um dado conjunto sob determinadas circunstâncias.

de deteção. Os compostos mais abundantes – por ordem decrescente: heptadecano, 8-heptadeceno⁹⁴, pentadecano – são hidrocarbonetos de cadeia relativamente longa e que em pouco ou nada contribuem para o aroma da alga – limiares de deteção na ordem das 100000 ppb. O sulfureto de dimetilo (DMS) parece ter um papel fundamental no aroma das algas verdes – como na alga nori, na *Ulva spp* ou na *Codium tomentosum* – e caracteriza-se como o aroma a maresia, que lembra vagamente a milho cozido, repolho, espargos e até mesmo trufas.

Analisando os cromatogramas obtidos (**Figuras 43**), nas extrações em meio aquoso, observam-se 17 compostos em comum identificados nas amostras preparadas com e sem ultrassom, de um total de aproximadamente 70 picos. Já nas extrações em meio lipídico (**Figura 44**), foi apenas possível identificar 7 compostos em comum, de um total de aproximadamente 40 picos. É possível verificar que os perfis de voláteis obtido para as extrações em meio aquoso e em óleo são diferentes, no que diz respeito ao tipo de compostos, o que seria de esperar. Nos caldos estarão as moléculas mais polares e consequentemente hidrossolúveis, ao passo que nos óleos se encontram predominantemente as menos polares e, portanto, lipossolúveis.

Aparentemente a extração em meio aquoso permite extrair uma maior diversidade de substâncias voláteis da alga. Todavia, esta diferença pode dever-se ao facto de os compostos menos polares terem maior dificuldade em se volatilizar, e se concentrarem no *headspace* dos frascos durante a HS-SPME, por interagirem com o meio lipídico (Taylor, 1998). Já no caso dos caldos o mesmo não acontece, especialmente, por causa do efeito *salting-out* comentado anteriormente – ver **Anexo XIII**.

5.3.1.1 Extração em Meio Aquoso: Caldos

Através da **Figura 43** é possível verificar que o perfil de compostos voláteis dos caldos obtidos com e sem ultrassons é diferente. Quando a extração é realizada com ultrassons, há uma maior riqueza de compostos voláteis e a intensidade dos picos também é

⁹⁴ O mais abundante na alga verde *Ulva spp* (Moreira Leite, 2017).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

superior, especialmente na zona entre os 23 e os 34 minutos – que diz respeito a compostos com tempos de retenção e pontos de ebulição superiores. Estes podem ser compostos com maior peso molecular, ou que apresentam maior afinidade com a coluna HP-5MS, e que necessitam de mais calor para abandonar a coluna (Hübschmann, 2009).

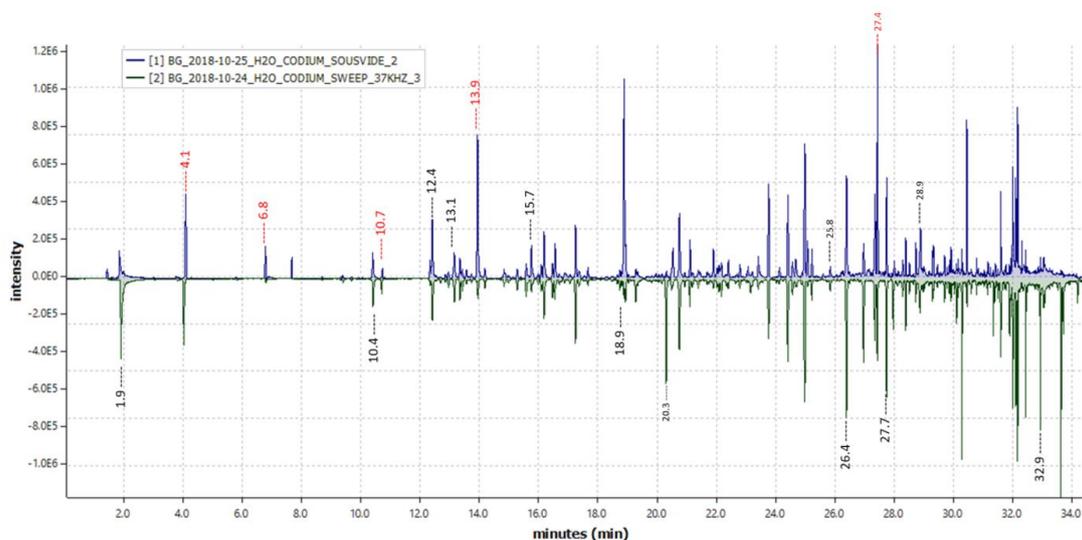


Figura 43: Análise de GC de compostos voláteis em extrações sem e com ultrassons.

Acima: H2O-SV. Abaixo: H2O-US.

Legenda:

Sous-vide:

- 4.1 - Dimetil-silanodiol
- 6.8 - Hexanal
- 10.7 - Metoxifenil-oxima
- 12.4 - Benzaldeído
- 13.1 - 1-octen-3-ol
- 13.9 - Octametil-ciclotetrassiloxano
- 15.7 - (E)-2-octenal
- 25.8 - Dodecanal
- 27.4 - 1-dodecanol
- 28.9 - Ácido dodecanóico

Ultrassons:

- 1.9 - Sulfureto de Dimetilo (DMS)
- 10.4 - Heptanal
- 18.9 - (E)-2-nonenal
- 20.3 - Decanal
- 26.4 - α -Ionona
- 27.7 - β -Ionona
- 32.9 - Fitol

Os picos legendados a preto no cromatograma correspondem aos compostos que puderam ser identificados e que contribuem para o perfil aromático das amostras. Quase todos os compostos relevantes para o aroma da *C. tomentosum*, citados acima, foram

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

encontrados nos caldos preparados, com exceção de: o β -ciclocitral e o trans-2-nonenal na amostra H₂O-SV (possivelmente devido a uma co-eluição com o pico 18.8).

No final do cromatograma (a partir dos 20 minutos), existem vários picos que não puderam ser identificados, infelizmente. Apesar destes não parecerem contribuir de forma significativa para o aroma, é provável que aumentem a riqueza aromática ou a complexidade do sabor dos mesmos. Para além deste, alguns dos compostos-chave – DMS, trans-2-nonenal, β -Ionona e α -Ionona (limiares de deteção muito baixos: 0,001 ppb; 0,00009 ppb; 0,00012 ppb e 0,0042 ppb, respectivamente) – parecem ser extraídos com mais eficiência nos caldos com tratamento com ultrassons.

Atendendo aos valores dos limiares de deteção, os cinco compostos voláteis que parecem contribuir mais para o perfil aromático dos caldos de *Codium tomentosum* são:

1. β -Ionona⁹⁵ (0,00012 ppb);
2. Sulfureto de dimetilo (0,001 ppb);
3. Trans-2-octenal (0,0027 ppb);
4. 1-octen-3-ol (0,0027 ppb);
5. α -Ionona (0,0042 ppb).

Os álcoois parecem conferir notas cerosas, a gordura (1-dodecanol) e terrosas (1-octen-3-ol). O decanal, o aldeído mais abundante no caldo US, caracteriza-se como tendo aroma a fritura⁹⁶. Já o trans-2-octenal possui um cheiro a peixe⁹⁷ e o trans-2-nonenal um aroma oleoso, porém com notas cítricas e verdes a pepino. O ácido dodecanóico (ou ácido láurico, ácido gordo saturado) confere notas a gordura ou cera e o fitol um aroma

⁹⁵ Aroma doce afrutado, amadeirado e floral.

⁹⁶ Descritores organoléticos pesquisados em *Volatiles Compounds in Food*. Online em: <http://www.vcf-online.nl/VcfCompoundDetails.cfm?volatkey=0304351700>. Consultado a: 10/09/2018.

⁹⁷ Descritores organoléticos pesquisados em *Volatiles Compounds in Food*. Online em: <http://www.vcf-online.nl/VcfCompoundDetails.cfm?volatkey=0303664500>. Consultado a: 10/09/2018.

floral, um composto encontrado também na alga verde *Ulva armoricana* (Kendel et al., 2015).

Apesar de ter sido possível observar 32 dos picos presentes no cromatograma da amostra H₂O-SV e 33 no do caldo feito com ultrassom, quase metade dos compostos não puderam ser identificados. Foram assinalados a vermelho alguns dos compostos contaminantes (como os siloxanos e a metoxifenil-oxima) ou compostos comuns na amostra controlo⁹⁸ (como o hexanal e 1-dodecanol). Os maiores picos em termos de área – aos 18.8 e aos 27.9 minutos – não puderam ser identificados, possivelmente porque houve co-eluição de 2 compostos. Tal é o caso do pico aos 27.9 minutos, que, como provém do meio usado para extração (água Luso), não deve ser levado em consideração. O mesmo ocorre para o 1-dodecanol (27.4 minutos) que também possui um limiar de deteção relativamente alto (1-2 ppb) e, portanto, não parece ser relevante para o aroma das amostras. O oposto ocorre com a α -Ionona, que aparece em ambos os cromatogramas dos caldos (3-4% da área total) e possui um limiar de deteção mais baixo (entre 0,0004 e 0,008 ppb).

5.3.1.2 Extração em Meio Lipídico: Óleos Aromatizados

Relativamente aos óleos aromatizados (**Figura 44**), de um modo geral, os compostos voláteis são mais abundantes nos extratos em óleo feitos com ultrassom, particularmente após os 21 minutos.

⁹⁸ Água Luso e 20% de NaCl

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

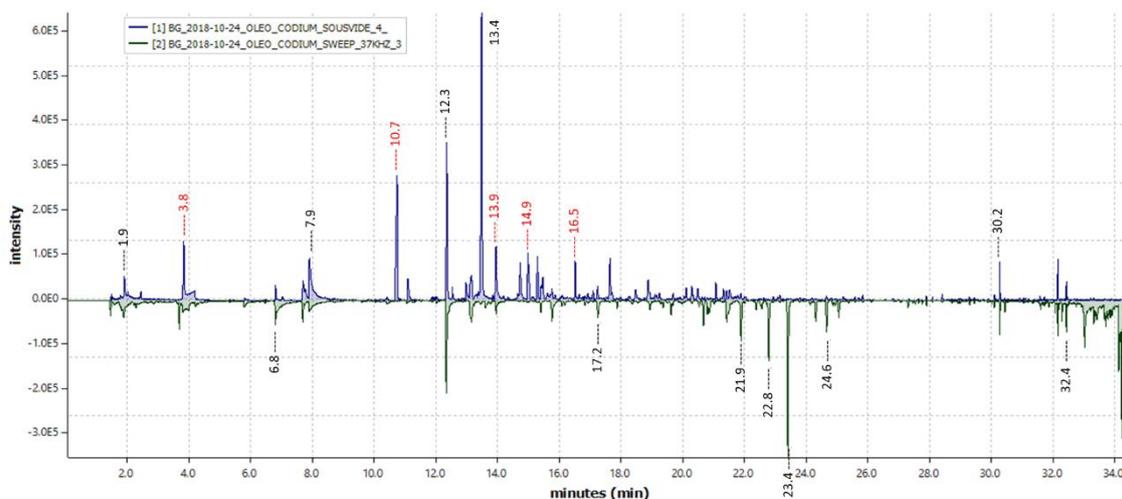


Figura 44: Análise de GC de compostos voláteis em extrações sem e com ultrassons.

Acima: Óleo-SV. Abaixo: Óleo-US.

Legenda:

Sous-vide:

- 1.9 – Sulfureto de dimetilo
- 3.8 – Dimetil-silanodiol
- 7.9 – Sulfóxido de dimetilo (DMSO)
- 10.7 – Metoxifenil-oxima
- 12.3 – (Z)-2-Heptenal
- 13.4 – 2,2,4,6,6-Pentametil-heptano
- 13.9 – Octametil-ciclotetrassiloxano
- 14.9 – Di-hidro-3-metileno-2,5-furandiona
- 16.5 – Hexametil-ciclotrisiloxano
- 30.2 – Heptadecano

Ultrassons:

- 6.8 – Hexanal
- 17.2 – Nonanal
- 21.9 – (E)-2-Decenal
- 22.8 – 2,4-Decadienal
- 23.4 – (E,E)-2,4-Decadienal
- 24.6 – 2-Undecenal
- 32.4 – Éster isopropílico de ácido palmítico

Tal como o caso dos caldos, no produto feito com ultrassom (Óleo-US), parecem dominar os compostos que saem da coluna na segunda metade do cromatograma, após os 20 minutos, excetuando-se o *cis*-2-Heptenal. À priori o Óleo-SV parece ser mais rico em compostos voláteis, contudo, muitos dos picos do cromatograma não provêm da alga. Alguns são contaminantes – como siloxanos (minutos 3.8, 13.9 e 16.5) ou a metoxifenil-oxima (17.1 minutos) – ou derivam do óleo alimentar usado, como a 3-metil-2,5-furandiona (14.9 minutos).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

No cromatograma do Óleo-SV, o segundo maior pico ocorreu aos 13.4 minutos e foi identificado como sendo 2,2,4,6,6-Pentametil-heptano (10,87% da área total). Infelizmente, não foi possível encontrar muitas informações sobre este composto. Descobriu-se que ele foi encontrado em ameijoas⁹⁹ (Tanchotikul & Hsieh, 1991) e também em alguns produtos fermentados e envelhecidos (Gorraiz, Beriain, Chasco, & Insausti, 2002), sendo que, de acordo com Ordóñez, *et al.* (1999), os alcanos ramificados podem ser formados por oxidação lipídica de ácidos gordos ramificados. Contudo, Borusiewicz & Kowalski (2016), em *Volatile organic compounds in polyethylene bags – A forensic perspective*, alertam para a possibilidade do 2,2,4,6,6-pentametil-heptano derivar de uma contaminação da embalagem de polietileno usada para fazer a cocção em *sous-vide*. De facto, nos estudos onde este composto foi encontrado, os alimentos também foram armazenados em embalagens de polietileno.

No cromatograma do Óleo-US, o maior pico ocorreu aos 23.4 minutos e foi identificado como sendo o aldeído *trans,trans*-2,4-Decadienal (9,61% da área total). Os descritores aromáticos para esse composto são de: fritura de imersão, óleo oxidado e, até mesmo, coentros. Este possui um limiar de detecção relativamente baixo (de 0,00004 ppb a 0,0023 ppb) e existe em abundância.

Nos óleos aromatizados, os aldeídos e os compostos sulfurados (DMS e DMSO) parecem ser os mais relevantes para o perfil aromático dos óleos aromatizados com *C. tomentosum*. Ao contrário dos caldos, nas extrações em óleo não se verifica a presença de cetonas¹⁰⁰ (α e β -Iononas) e álcoois (1-Dodecanol e 1-Octen-3-ol). Como dito anteriormente, os compostos sulfurados como o DMS trazem notas de maresia, enquanto o sulfóxido de dimetilo (DMSO) já possui um aroma que lembra mais alho, em particular quando já cozido, uma vez que este composto não possui a mesma pungência do ingrediente.

⁹⁹ *Rangia spp*

¹⁰⁰ Com exceção da presença de di-hidro-3-metileno-2,5-furandiona (14.9), que provém do próprio meio de extração.

O aldeído que parece ser o mais intenso nos óleos feitos em *sous-vide* é o Hexanal¹⁰¹ (6.8 minutos) que possui notas frescas, frutadas, verdes e óleosas, exatamente como é o caso do azeite extravirgem. Já o Nonanal¹⁰² tem um odor ceroso e gorduroso com notas cítricas ou florais e o *cis*-2-Heptenal¹⁰³ possui um aroma a ranço.

O Heptadecano, um hidrocarboneto saturado presente na maioria das algas verdes, possui um aroma pungente e peculiar que, no entanto, não parece interferir no perfil da amostra devido ao seu alto limiar de detecção (100000 ppb) e o éster isopropílico de ácido palmítico¹⁰⁴ é descrito como tendo aroma oleoso e suave.

Os cinco compostos voláteis que parecem contribuir mais para o perfil aromático dos óleos aromatizados tratados com e sem ultrassons são diferentes, por ordem decrescente:

Óleo *Sous-vide*:

1. Sulfureto de dimetilo
2. Hexanal
3. Nonanal
4. (Z)-2-Heptenal
5. Sulfóxido de dimetilo

Óleo Ultrassom:

1. (E,E)-2,4-Decadienal
2. Hexanal
3. Sulfureto de dimetilo
4. Nonanal
5. (Z)-2-Heptenal

5.3.2 Análise Sensorial Discriminativa: Testes Tétrade

O teste tétrade dos caldos (n=36) revelou 20 respostas corretas e o dos óleos aromatizados (n=36) revelou 33 respostas corretas. Os valores estimados pelo programa XLSTAT são apresentados na **Tabela 6**. Com os óleos, considerando um nível α de 1%, obtemos um poder estatístico muito elevado. Contudo, com os caldos, utilizando o mesmo nível α , o poder estatístico é baixo. Por este motivo, na tentativa de se obter um poder estatístico

¹⁰¹ Limiar de detecção: 0,0014 ppb

¹⁰² Limiar de detecção: 0,0031 ppb

¹⁰³ Limiar de detecção: 0,056ppb

¹⁰⁴ Limiar de detecção não encontrado.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

superior, e, portanto, um maior nível de confiança nos resultados, decidiu-se calcular também todos os parâmetros considerando admissível uma probabilidade superior de ocorrer um erro do tipo I para os caldos ($\alpha = 5\%$).

Tabela 6: Resultados do Teste Sensorial Tétrade.

| Parâmetros | Caldos | | Óleos Aromatizados |
|--|----------------|----------------|--------------------|
| | $\alpha = 5\%$ | $\alpha = 1\%$ | $\alpha = 1\%$ |
| Probabilidade de obter respostas corretas (%) | 58,3 | 58,3 | 94,4 |
| Probabilidade de diferenciar (%) | 37,5 | 37,5 | 91,7 |
| <i>d-prime</i> | 1,304 | 1,304 | 2,758 |
| Significância do teste (%) Risco de se rejeitar a hipótese: <i>p-value = 0</i> | < 0,18 | < 0,18 | < 0,01 |
| Poder Estatístico (%) | 88,1 | 69,6 | 100 |



Figura 45: H₂O-SV (esquerda) e H₂O-US (direita)

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

Relativamente aos caldos (**Figura 45**), admitindo um nível α de 1%, apesar de o poder estatístico do teste ser baixo (aproximadamente 69%), verificou-se a existência de diferenças significativas entre os produtos. Identificou-se ainda um valor de cerca de 1,30 de discrepância entre as amostras (*d-prime*, valor aproximado de δ), o que, segundo L. Rogers (2017), indica que a diferença sensorial entre as amostras é elevada.

Uma vez que se pretendia obter um poder estatístico superior a 90%, sugere-se a realização de mais testes tétrede para que se possam fazer afirmações com um nível de confiança superior. Os valores tabelados são apenas estimativas, pelo que é prudente assumir uma perspetiva pessimista para se construir uma previsão. Segundo a perspectiva pessimista de que o valor delta possa diminuir cerca de 0,05 – até uma discrepância sensorial de 1,25 –, para se obter um poder estatístico de 90% seriam necessárias 61 amostras (consultar **Anexo XVII**). Assim, de forma a garantir que se atinja os 90% de poder estatístico, sugere-se que sejam realizados mais testes tétredes com cerca de 31 novos provadores (no máximo).

Apesar de neste estudo se procurar um poder estatístico de 90%, considera-se aceitável um poder estatístico de 80% (B Rousseau, 2003; O'Sullivan, 2017). Se se considerar admissível um nível α de 5%, com um nível de confiança relativamente elevado nos resultados ($\alpha = 5\%$, $\delta = 1,304$; power = 88,7%), foi possível identificar diferenças significativas entre os caldos feitos com e sem ultrassons (ver **Tabela 6**).

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO



Figura 46: Óleo-SV (esquerda) e Óleo-US (direita)

Relativamente aos óleos aromatizados (**Figura 46**), foi possível obter um resultado com mais de 95% de poder estatístico, pelo que se assume uma elevada confiança nos resultados obtidos para os óleos. Identificaram-se diferenças significativas entre os produtos (nível α de 1%) com um grau de discrepância sensorial δ muito elevado de 2,75 (aproximadamente), verificando-se um risco inferior a 0,01% de os resultados possam estar errados e os produtos serem na verdade idênticos.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *Codium tomentosum* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

5.3.3 Grupos de Foco

Foram dirigidos três grupos de foco, cujos resultados se encontram expressos nas tabelas abaixo, sendo identificado com o caractere A os grupos realizados com profissionais da área de ciência dos alimentos ou de cozinha e com o caractere B os grupos realizados com consumidores:

Tabela 7: Resultados dos Grupos de Foco: Caldos de *Codium tomentosum* (H₂O-SV e H₂O-US)

| <i>Caldos com e sem ultrassons</i> | Grupo A | Grupo B |
|--|---|---|
| <i>Importância para a culinária</i> | São das primeiras bases aprendidas em escolas de culinárias. Usados para dar ou intensificar o sabor a diversos tipos de pratos (diversos tipos de sopas, arrozes/risotos ou pratos de carne e peixe, por exemplo). | Apesar de não utilizarem com frequência, reconhecem a importância dos caldos como uma base na cozinha, para intensificar o sabor a diferentes preparações culinárias. Identificaram também que em certas culturas (china, indonésia, por exemplo) é tradicional a preparação de caldos. |
| <i>Características mais apreciadas globalmente</i> | A nível da aparência acaba por depender da aplicação. Contudo de um modo geral espera-se, não só um aroma, como um sabor intenso. Ausência de sal. | Sabor e aroma muito intenso, textura límpida sem pedaços. Houve a expectativa de se esperar sal num caldo e também a opinião contrária. |
| <i>Teste Tétrade: Respostas Corretas</i> | 66,7% | 46,7% |
| <i>Características que permitiram a distinção</i> | Diferenças no aroma não tão evidentes, mas diferenças de sabor mais claras: gosto mais salgado, sabor mais intenso ou complexo (H ₂ O-US). | Intensidade de aroma. Mas a intensidade de sabor (e o gosto salgado) foi o mais perceptível por alguns. |
| <i>Preferência</i> | Apesar do sal (talvez de mais), o caldo com ultrassons é o preferido | O mais salgado foi o preferido por apresentar mais corpo. Porém foi |

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

| | | |
|---|---|---|
| | pela maioria por ter um sabor mais complexo ou intenso. | considerado demasiado salgado por alguns dos participantes. |
| <i>Potencial comercial</i> | Com potencial comercial para diversas aplicações, risotos, sopas, entre outras (como arroz de marisco, cataplana, sopa de peixe, entre outros pratos tradicionais portugueses). | Considerou-se que têm potencial comercial. Foi sugerido serem usados em preparações de peixe ou até carne (<i>noodles</i> , sopa miso, por exemplo). |
| <i>Compatibilidade com a dieta portuguesa</i> | Compatível com a dieta dos portugueses possivelmente para produzir produtos vegetarianos com sabor a produtos do mar. | Os participantes não eram de nacionalidade portuguesa. |
| <i>Aromas sentidos</i> | Crustáceos Marisco (precebes, ameijoas, ostras) Maresia Milho Cozido Notas trufadas Algas Notas a chá verde | Peixe Crustáceos Marisco Algas Mar Maresia Sopa Miso |
| <i>Gostos sentidos</i> | Salgado Umami Amargo | Salgado Amargo |
| <i>Sabor</i> | Maresia e Marisco | Maresia e Marisco |
| <i>Observações</i> | Sabor corresponde com o aroma. Foi mencionado diversas memórias associadas ao mar que os caldos evocaram. | Foi mencionado diversas memórias associadas ao mar que os caldos evocaram. Foram encontradas diferenças na viscosidade. |

De uma maneira geral, os grupos de foco reconhecem a importância dos caldos para a culinária, mesmo quando não são consumidores ativos de caldos, identificando também

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

a relevância que este tipo de preparação culinária tem em outras culturas (maioritariamente asiáticas).

Foram apontados diferentes descritores de gosto, aroma e sabor. Identificou-se um gosto salgado muito evidente; porém, alguns participantes sentiam com maior intensidade o gosto amargo. Como não houve concordância, não foi possível correlacionar a intensidade do gosto amargo com um dos tipos de extração. Relativamente ao sabor, foi identificado como maresia e marisco. Os aromas referidos mais comuns foram: maresia, marisco e algas. Estes resultados encontram-se em concordância com o perfil aromático da alga *C. tomentosum* sugerido por Moreira-Leite (2017), o que permite confirmar que o sabor dos caldos obtidos é bastante fiel às características organolépticas da alga. Estes descritores aromáticos, o cheiro a milho cozido e as notas trufadas identificados nos produtos podem derivar da presença de DMS nos produtos (ver Secção 5.3.1). Também o composto 1-Octen-3-ol pode ter contribuído para as notas terrosas identificadas pelos provadores.

Dentro do grupo de provadores que identificaram corretamente os caldos, a maioria considerou os caldos feitos com ultrassons os mais salgados ou os que tinham um sabor mais intensos ou maior complexidade aromática. Estes resultados correspondem aos resultados esperados e podem dever-se a um aumento/aceleração das trocas de matéria entre o meio aquoso e o conteúdo celular dos tecidos da alga, devido ao efeito das bolhas de cavitação causadas pelos ultrassons de baixas frequências (neste caso 37 kHz) (Chemat *et al.*, 2017).

A maioria dos provadores considerou o caldo mais intenso e salgado o preferido (H₂O-US), por apresentar mais corpo, maior complexidade aromática e mais sabor. De facto, alguns compostos – compostos-chave β -Ionona, DMS, trans-2-nonenal e α -Ionona e vários picos não identificados presentes no final do cromatograma (ver Secção 5.3.1) – parecem ser extraídos com mais eficiência nos caldos com tratamento com ultrassons. Porém, este foi considerado demasiado salgado por alguns dos participantes.

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

A alga *Codium tomentosum*, provada em fresco, tem um gosto salgado próprio. De forma a diminuir o teor de sal dos caldos realizados, sugere-se no futuro efetuar a lavagem da alga (imediatamente antes do processo de desidratação) com água doce, ao invés da utilização de água do mar. Sugere-se ainda a realização de uma lavagem da alga desidratada com água doce, antes de a mesma ser picada, de forma a remover o sal existente na superfície da alga imediatamente antes da extração.

Tabela 8: Resultados dos Grupos de Foco: Óleos Aromatizados de *Codium tomentosum* (Óleo-SV e Óleo-US)

| Óleos aromatizados com e sem ultrassons | Grupo A Profissionais | Grupo B Consumidores |
|---|---|---|
| <i>Importância para a culinária</i> | Atualmente são muito usados, não só na cozinha, mas também em diversas sobremesas ou em cocktails. São uma boa forma de dar mais complexidade a nível de sabor a uma preparação (para confitar, por exemplo) ou um prato. | Importante para dar outro aroma a um prato; por exemplo, seria uma forma criativa de dar mais personalidade a um prato num restaurante, dando uma nova sensação. Alguns participantes não consideraram tão importantes para a culinária (considerando-o secundário e meramente estético), mas consideram interessante a possibilidade de se adicionar uma nova sensação ao prato. |
| <i>Características mais apreciadas geralmente</i> | A nível de textura e aparência depende da aplicação. Contudo de um modo geral esperava-se, não só um aroma intenso, mas também um sabor intenso. | A principal característica esperada é um aroma intenso. Esperava-se também um sabor intenso, contudo esta característica não foi considerada tão decisiva na avaliação da qualidade. Boa correlação entre o aroma e o gosto. Baixa acidez |
| <i>Teste Tétrade: Respostas Corretas</i> | 100% | 80% |
| <i>Características que permitiram a distinção</i> | Intensidade de aroma, o óleo sem ultrassons é mais intenso. Tem também um gosto salgado. | Intensidade de aroma. Gosto amargo em alguns casos. |

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM*
TOMENTOSUM EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

| | | |
|---|---|--|
| <i>Preferência</i> | Não houve consenso entre o mais intenso, mais pungente (Óleo-US) e o mais suave (Óleo-SV). | Não houve consenso. Alguns provadores consideraram o Óleo-US enjoativo. Sentiu-se um gosto amargo no mais intenso (Óleo-US). |
| <i>Potencial comercial</i> | Com potencial comercial, para temperar ou confitar principalmente. | Poderia ser usado para temperar alguns pratos (de carne ou marisco, por exemplo) |
| <i>Compatibilidade com a dieta portuguesa</i> | Pensa-se que poderá inserir-se na dieta portuguesa possivelmente para pratos de peixe (possivelmente até para fazer uma alternativa vegetariana, por exemplo, com impregnações de sabor em tofu). | Os participantes não eram de nacionalidade portuguesa. |
| <i>Aromas sentidos</i> | Hóstia de camarão ou de lata de atum. Aroma pungente, aromático (Óleo-US). Mar Trufa ou cogumelo Tostado ou defumado (maioritariamente no Óleo-US) Borracha, plástico ou até pneu queimado (Óleo-US) Notas a <i>ghee</i> Notas amendoadas (ÓleoSV) | Aroma pungente, aromático (Óleo-SV). Maresia Não se sentiu aroma a peixe. Alguns participantes sentiram outros diversos aromas: abaunilhado, a limão ou a canela e, no caso do óleo mais intenso, a gasolina. Plástico Gasolina |
| <i>Gostos sentidos</i> | Salgado | Salgado Amargo |
| <i>Sabor</i> | Sentiu-se um dos óleos com um sabor mais semelhante a algas (Óleo-US). Muitos participantes sentiram uma grande disparidade de sabor entre ambos os produtos. | Frutos secos. Algas. Azeite |
| <i>Observações</i> | Considerou-se que a intensidade do sabor e/ou o perfil aromático não correspondia ao cheiro do produto, principalmente no caso do menos intensos (Óleo-SV). | Aroma intenso que nem sempre correspondia com o gosto. |

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

| | |
|---|---|
| Três provadores sentiram semelhanças entre o Óleo-SV e o azeite virgem extra. Alguns participantes sentiam aroma a óleo de fritura usado no Óleo-US. | Um participante, ao provar o óleo menos intenso, sentiu um sabor a azeitonas. Alguns participantes acharam que os óleos aromatizados não foram feitos com algas ou com a mesma matéria-prima dos caldos. |
|---|---|

Os participantes dos grupos de foco reconhecem a importância dos óleos aromatizados para a culinária. No grupo dos leigos, não houve concordância sobre a relevância deste tipo de produtos para a culinária por ser considerado por alguns participantes como um produto secundário meramente estético. Todavia, de um modo geral, mesmo não sendo consumidores ativos de óleos aromatizados, os participantes mencionaram também a relevância dos mesmos como uma ferramenta criativa que permite acrescentar valor aos pratos.

A maioria dos participantes sentiram grandes diferenças sensoriais entre os óleos feitos com e sem ultrassons. Devido às diferenças de sabor sentidas entre os dois produtos, alguns provadores consideraram que as extrações foram produzidas com matérias-primas diferentes. Alguns provadores indicaram que a forma mais fácil de identificar os óleos foi através das diferenças no cheiro das amostras.

Foram apontados diferentes descritores de aroma e sabor e a maioria dos descritores usados remetiam a produtos do mar (hóstias de camarão, algas ou maresia). Estes odores podem derivar do DMS, um dos cinco compostos principais que parece contribuir para o perfil aromático de ambos os óleos. Houve provadores que sentiram notas a azeitona ou a azeite virgem extra na amostra Óleo-SV que provavelmente estão relacionadas com o hexanal, também um dos principais compostos que aparenta contribuir para o aroma desta amostra (ver Secção 5.3.1).

Alguns provadores preferiram o óleo com aroma, gosto e sabor mais intenso ou pungente (Óleo-US). Os mesmo sentiram um aroma a hóstias de camarão, ghee e trufado

UTILIZAÇÃO DE ULTRASSONS NO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE *CODIUM TOMENTOSUM* EM MEIO AQUOSO E LIPÍDICO

e ainda notas amendoadas e tostadas. Este óleo foi também considerado pela maioria, o que tinha uma intensidade de sabor e um perfil aromático que correspondia melhor com o seu cheiro. De facto, como fora indicado por Yeomans e Chambers, em *The Fat Duck Cookbook* de Blumenthal (2008), a sensação de prazer obtida ao comer é mais intensa quando a expectativa de sabor criada é positiva e congruente com a experiência real.

De um modo geral, os provadores que não preferiram o Óleo-US correspondem com os provadores que sentiram notas a óleo de fritura usado, a plástico, borracha, gasolina ou pneu queimado. Este odor pode derivar do *trans,trans-2,4-decadienal* (ver Secção 5.3.1), pois possui um limiar de deteção relativamente baixo e parece existir em abundância. Este óleo foi considerado enjoativo pelos mesmos, pelo que o preferido foi o Óleo-SV. Alguns provadores não gostaram de nenhum dos óleos aromatizados provados.

O painel de provadores dos consumidores (Grupos B) apontou alguns descritores bastantes confusos (como notas a baunilha ou canela). Estes resultados podem dever-se ao facto de, por um lado, esta prova ter sido a primeira análise sensorial de óleos realizada pela maioria dos provadores. Por outro lado, a maioria dos provadores apenas teve contacto com um tipo de alga (*nori*, usada nos rolos de sushi). Dado que este produto é inovador, considera-se que a escolha de um painel de provadores não treinado para se analisar o perfil aromático dos óleos não é aconselhável. A escolha de um painel de provadores semi-treinado e com experiência a provar algas pode ser mais indicado.

Alguns participantes sentiram ainda um gosto salgado e/ou amargo no Óleo-US. Presume-se que os ultrassons possam ter fragmentado a alga de forma a criar micropartículas suspensas nos óleos feitos com ultrassons. De facto, os óleos feitos com ultrassons eram mais turvos e apresentavam uma cor verde mais intensa (ver **Figura 46**). Este poderá ser o motivo pelo qual é sentido um gosto salgado mais evidente num dos óleos obtidos com ultrassons.

5.3.4 Considerações Globais

De um modo geral, considerou-se que os caldos têm um potencial comercial superior aos óleos aromatizados e que ambos os produtos poderiam ser usados para produzir substitutos vegetarianos de produtos de peixe, por exemplo. Foi apontado o facto de que se deve corrigir o gosto exageradamente salgado do caldo feito com ultrassons. Devido ao gosto a mar/maresia, considerou-se que ambos os tipos de produtos se podem enquadrar na dieta portuguesa – podendo ser adicionados em diversos pratos tradicionais portugueses, como arroz de marisco, cataplana, sopa de peixe, entre outros, por exemplo. Todavia, para avaliar com maior rigor científico qual a amostra preferida pelo público, seria necessário efetuar também um painel de avaliação hedónica.

Uma vez que se puderam identificar diferenças significativas entre os caldos feitos com e sem ultrassons ($\alpha < 1\%$; $d\text{-prime} \cong 1,30$; $power = 69,6\%$), presume-se que a utilização de ultrassons permite a produção de caldos com perfil aromático diferente. Sugere-se, no entanto, a realização de mais testes tétrede, para que seja possível tirar conclusões com um nível de confiança superior. Note-se, no entanto, que os grupos de foco A, formado por pessoas ligadas à gastronomia – que podem ter uma capacidade sensorial mais apurada –, tiveram uma percentagem de respostas corretas no teste tétrede superior; os elementos dos grupos B, leigos, tiveram uma dificuldade ligeira em distinguir os caldos. Tal sugere que haverá uma diferença sensorial menor entre os caldos com a utilização ou não de ultrassons, do que acontece nos óleos, de forma a tornar as diferenças menos perceptíveis para os consumidores não profissionais da área.

Já no caso dos óleos, é possível se afirmar com elevada confiança ($\alpha = 1\%$; $\delta = 2,75$; $power > 95\%$) que os ultrassons permitem a obtenção de óleos aromatizados com características diferentes. Os ultrassons permitiram a extração de compostos voláteis diferentes, incluindo compostos aromáticos (ver Secção 5.3.1). Essas diferenças de aroma permitiram a distinção dos produtos.

De facto, os cinco compostos voláteis que parecem contribuir mais para o perfil aromático dos óleos tratados com e sem ultrassons são diferentes, o que não acontece no

caso dos caldos. Este pode ser o motivo pelo qual o painel de análise sensorial foi capaz de identificar com maior precisão as diferenças entre as amostras dos óleos aromatizados.

Os participantes dos grupos de foco sabiam que o tema da prova sensorial era algas e que pelo menos um tipo de produto era feito com algas. Todavia, nem todos os participantes consideraram que os óleos foram produzidos com a mesma matéria prima usada para os caldos, havendo ainda a percepção de que os óleos não foram feitos com algas. De facto, os compostos voláteis extraídos com o meio lipídico não corresponderam exatamente com os compostos extraídos com o meio aquoso (comparar as **Figuras 43 e 44**). Poderia ser interessante a realização de um grupo de foco com estes produtos, sem se especificar a matéria prima usada para a confeção dos mesmos, de forma a estudar-se a correlação do aroma obtido através de um meio aquoso com o aroma obtido por um meio lipídico.

6 CONCLUSÃO GERAL

O trabalho desenvolvido no âmbito desta dissertação tem como linha condutora a utilização do conhecimento científico no desenvolvimento de técnicas culinárias. Tem, contudo, duas componentes distintas. Um estágio profissional realizado no restaurante *The Fat Duck* do chefe Heston Blumenthal – um chefe que segue a *science-based cooking* como metodologia trabalho. E uma segunda parte em que se usaram métodos científicos para avaliar o potencial de uma técnica usada já em cozinha para extração de compostos aromáticos com o recurso a um banho de ultrassons.

De um modo geral, os objetivos da componente profissional do corrente trabalho foram expandir conhecimentos sobre Gastronomia Molecular e aprender noções práticas de gestão das cozinhas do TFD, um restaurante de topo em que o trabalho é caracterizado pelo rigor e exigência de qualidade e pela inovação. Durante o estágio foi possível cumprir a maioria das expectativas e dos objetivos originalmente traçados. No entanto, a aprendizagem de alguns conceitos científicos, ferramentas e técnicas, como princípios de *food-pairing* ou a técnica de encapsulamento de sabor, por exemplo, só foram compreendidos em maior profundidade durante o desenvolvimento do corrente trabalho escrito. O ritmo de trabalho no estágio e a falta de conhecimento científico teórico profundo, por parte dos chefes, sobre as técnicas culinárias ou os ingredientes que utilizavam, não o permitiu.

O facto de, no TFD, os chefes e estagiários serem tratados com igualdade e a responsabilidade ser distribuída pelos colaboradores de uma forma muito homogénea, permite uma gestão mais eficaz dos egos e a construção de um bom carácter individual e de uma boa equipa. Todas as secções estão intimamente dependentes do desempenho das outras e, de certa forma, verifica-se um espírito de equipa mais intenso e dedicado nas cozinhas do TFD, assim como uma troca constante de conhecimento e a partilha de ideias criativas.

No que toca ao trabalho experimental subsequente ao estágio curricular, o objetivo principal foi analisar o impacto do efeito dos ultrassons nas características organolépticas de dois tipos de produtos confeccionados a vácuo, caldos (H₂O-SV e H₂O-US) e óleos aromatizados (Óleo-SV e Óleo-US) de *Codium tomentosum* desidratada (4%).

A análise de GC-MS permitiu confirmar que, para ambos os meios de extração (aquoso e lipídico), o perfil de compostos voláteis extraídos tirando partido dos ultrassons é diferente daquele obtido usando apenas *sous-vide*.

Em meio aquoso, quando a extração é realizada com ultrassons, parece haver uma maior riqueza de compostos voláteis e – no que diz respeito a compostos com maior peso molecular e pontos de ebulição superiores, especialmente na zona entre os 23 e os 34 minutos (**Figura 43**)– uma intensidade superior dos picos. Também os compostos-chave β -Ionona, DMS, trans-2-nonenal e α -Ionona parecem ser extraídos com mais eficiência nos caldos com tratamento com ultrassons (limiares de deteção: 0,00012 ppb; 0,001 ppb; 0,00009 ppb e 0,0042 ppb, respectivamente).

Em meio lipídico, ao longo de todo o cromatograma, particularmente após os 21 minutos (**Figura 44**), verificou-se um aumento dos compostos voláteis extraídos. Os cinco compostos voláteis que parecem contribuir mais para o perfil aromático dos óleos aromatizados tratados com e sem ultrassons são diferentes. Dentro deste grupo, o hexanal e o nonanal parecem existir em maior percentagem nas amostras tratadas com os ultrassons. O contrário se verifica relativamente ao DMS e *cis*-2-heptenal. O aldeído *trans,trans*-2,4-decadienal – o maior pico do cromatograma do Óleo-US (9,61% da área total) – poderá ter sido o responsável pelo aroma a hóstias de camarão¹⁰⁵, óleo de fritura usado, sentido por parte dos provadores, ou até pelo odor a pneu queimado ou gasolina sentido por outros. De facto, através da análise discriminativa, foram encontradas diferenças significativas entre os óleos aromáticos feitos com e sem ultrassons.

¹⁰⁵ Em conjunto com o DMS.

Através da análise sensorial recorrendo a testes tétrade, relativamente aos caldos, verificaram-se diferenças entre os caldos feitos com e sem ultrassons, mas com um nível de confiança relativamente baixo (power = 69,6%, nível $\alpha = 1\%$; d-prime $\cong 1,30$) associadas a uma probabilidade de diferenciar os produtos de 37,5%. Assume-se a necessidade de se desenvolverem novas provas sensoriais de forma a aumentar o poder estatístico do teste tétrade realizado.

Relativamente aos óleos, assumindo um nível de confiança elevado nos resultados (power > 95%), verificaram-se diferenças significativas entre os produtos feitos com e sem ultrassons (nível $\alpha = 1\%$; nível $\delta \cong 2,75$) e um nível de discrepância sensorial muito elevado, associadas a uma probabilidade de diferenciar os produtos de 91,7%.

Os participantes dos grupos de foco não chegaram a uma conclusão conjunta sobre as características que permitiram a identificação dos produtos. De facto, a percepção sensorial não é igual em todos seres humanos (O'Sullivan, 2017), por este motivo, assumiu-se que, de uma modo geral, as diferenças significativas encontradas entre as amostras estavam associadas a uma diferença no perfil aromático de cada produto e uma maior intensidade da percepção sensorial global dos produtos – conjunto dos atributos sensoriais do gosto (salgado e amargo), do aroma e do sabor.

Por último, os resultados dos grupos de foco indicam-nos que é provável que os caldos tenham potencial comercial – permitindo a confeção de produtos vegetarianos substitutos de produtos de peixe, por exemplo – e que, devido ao sabor a “mar/maresia” comum nos produtos, considerou-se que ambos se podem enquadrar na dieta portuguesa. Aproximadamente metade dos provadores considerou também que os óleos aromatizados tinham potencial comercial. Para avaliar com maior rigor científico quais das amostras foi a preferida pelo público, é recomendado efetuar-se também um painel de avaliação hedónica.

A nível pessoal, considero o corrente trabalho relevante para a minha formação, não só a nível académico como na área de cozinha, tendo sido também muito importante para

o desenvolvimento de muitas capacidades pessoais, em especial de autonomia e de gestão do trabalho.

Sempre me interessou particularmente a forma como o TFD aplica o conhecimento científico na otimização dos processos culinários e na criação de uma experiência gastronómica intensa, estimulando todos os sentidos do corpo humano, muitas vezes evocando sentimentos de espanto e nostalgia. Foi possível aprender diversas técnicas de cozinha diferentes e inovadoras durante o estágio realizado. Experimentou-se ainda uma gestão da equipa das cozinhas bastante diferente do comum e, na minha opinião, mais eficaz na construção de uma equipa sólida e eficiente, na partilha de conhecimento e de ideias criativas e na formação prática dos colaboradores da empresa, inclusive estagiários.

Não obstante ter desenvolvido inúmeras aptidões relevantes para a área profissional em questão, esta experiência permitiu-me descobrir que não aspiro perseguir uma carreira na área de produção alimentar numa cozinha. Em contrapartida, sinto-me muito motivada a perseguir uma carreira na área de desenvolvimento de novos produtos. Esta experiência também me despertou interesse no estudo de uma forma inovadora e mais eficiente de gerir a equipa de uma cozinha profissional.

O trabalho laboratorial foi apresentado sob a forma de poster (ver **Anexo XXI**) no XIV Encontro de Química dos Alimentos em novembro de 2018. Esta componente experiencial permitiu-me experienciar o trabalho desenvolvido na área de investigação científica; uma área que sempre foi do meu interesse desde o início do meu percurso escolar. Considero que a experiência foi muito gratificante e permitiu-me considerar com maior interesse e firmeza a hipótese de perseguir uma carreira na área de investigação e desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA

- AgroParisTech. (s.d.). The International Workshops on Molecular Gastronomy N.Kurti. Consultado a 1/09/2018, em: <http://www2.agroparistech.fr/The-International-Workshops-on.html>
- Alpha-Ionone. (s.d.). Consultado a 20/08/2018, em: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~3kZ5gV:2>
- B Rousseau. (2003). Sensory Difference Testing. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 5141–5147. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00330-8>
- Baltussen, E., Cramers, C. A., & Sandra, P. J. F. (2002). Sorptive sample preparation - A review. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 373(1–2), 3–22. <https://doi.org/10.1007/s00216-002-1266-2>
- Barham, P. (2016). Cooking with Science - a Restaurant Revolution - Scientific Laboratory Show 2016. (SLS) Scientific Laboratory Supplies, Ltd. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.youtube.com/watch?v=xnjWr2lU884>
- Barham, P., Skibsted, L. H., Bredie, W. L. P., Bom Frøst, M., Møller, P., Risbo, J., ... Mortensen, L. M. (2010). Molecular gastronomy: A new emerging scientific discipline. *Chemical Reviews*, 110(4), 2313–2365. <https://doi.org/10.1021/cr900105w>
- Bermúdez-Aguirre, D. (Ed.). (2017). *Ultrasound: advances in food processing and preservation*. Wolff, Andre Gerhard.
- Beta-Ionone. (s.d.). Consultado a 20/08/2018, em: <https://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search2/f?./temp/~3kZ5gV:1>
- Blumenthal, H. (2002). Bursting with pleasure. Consultado a 16/08/2018, em: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2002/jul/20/foodanddrink.shopping>
- Blumenthal, H. (2008). *The Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury.
- Blumenthal, H. (2010). Cooking tips em: Heston Blumenthal. Consultado a 16/08/2018, em: <https://www.thetimes.co.uk/article/cooking-tips-em:-heston-blumenthal-6jlmqj899l2>
- Bomfim, L. A. (2009). Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisa de saúde. *Physi*, 19(3), 777–796.
- Borusiewicz, R., & Kowalski, R. (2016). Volatile organic compounds in polyethylene bags – A forensic perspective, 266, 462–468. ScienceDirect, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2016.07.010>
- Burke, Róisín;This, Hervé; Kelly, A. L. (2016). Molecular gastronomy. In *Angewandte Chemie - International Edition* (Vol. 41, pp. 83–88). Reference Module in Food Science,

- ScienceDirect, Elsevier. [https://doi.org/10.1002/1521-3773\(20020104\)41:1<83::AID-ANIE83>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20020104)41:1<83::AID-ANIE83>3.0.CO;2-F)
- Burdock, George A. (2009). *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*. CRC Press; 6ª edição. ISBN-13: 978-1420090772
- Câmara, J. S., Arminda Alves, M., & Marques, J. C. (2006). Development of headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry methodology for analysis of terpenoids in Madeira wines. *Analytica Chimica Acta*, 555(2), 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.09.001>
- Capdevila, I., Cohendet, P., & Simon, L. (2015). Establishing New Codes for Creativity through Haute Cuisine: The Case of Ferran Adrià and elBulli. *Technology Innovation Management Review*, 5(7), 25–33.
- Cardello, A. V., & Sawyer, F. M. (1992). Effects Of Disconfirmed Consumer Expectations On Food Acceptability. *Journal of Sensory Studies*, 7, 253–277.
- Carlin, J. (2006). If the world's greatest chef cooked for a living, he'd starve. *The Guardian*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.theguardian.com/observer/foodmonthly/futureoffood/story/0,,1969713,00.html>
- Cassi, D. (2011). Science and cooking: The era of molecular cuisine. *EMBO Reports*, 12(3), 191–196. <https://doi.org/10.1038/embor.2011.18>
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Clay, X. (2015). The Fat Duck re-opens: first taste of the new menu. *The Telegraph*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.telegraph.co.uk/food-and-drink/restaurants/the-fat-duck-first-taste-of-the-new-menu/>
- Dalton, P., Diamond, J., Breslin, P. A. S., Doolittle, N., & Nagata, H. (2005). Flavor processing: Perceptual and cognitive factors in multi-modal integration. *Chemical Senses*, 30 SUPPL.(February 2005). <https://doi.org/10.1093/chemse/bjh199>
- Dymocks. (s.d.). Heston Blumenthal. Consultado a 1/04/2018, em: <https://www.dymocks.com.au/authors/heston-blumenthal>
- Editor. (2014). Bray: RHS Britain in Bloom National results 2014. Consultado a 20/03/2018, em: <https://www.brayparishcouncil.gov.uk/index.php/bray-rhs-britain-in-bloom-national-results-2014/>
- Edwards-Stuart, R. (2012). Molecular Gastronomy in the UK. *Journal of Culinary Science and Technology*, 10(4), 277–293. <https://doi.org/10.1080/15428052.2012.733174>

- Ennis, J. M. (2012). Guiding the switch em: triangle testing to tetrad testing. *Journal of Sensory Studies*, 27(4), 223–231. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2012.00386.x>
- Ennis, J. M., & Jensionka, V. (2011). The Power of Sensory Discrimination Methods. *Journal of Sensory Studies*, 8(4), 353–370. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1993.tb00225.x>
- FAO. (s.d.-a). Appendix A - Triangle Test for Difference. Consultado a 22/08/2018, em: <http://www.fao.org/docrep/V7180E/V7180E12.HTM>
- FAO. (s.d.-b). Appendix B. Consultado a 1/09/2018, em: <http://www.fao.org/docrep/V7180E/V7180E13.HTM>
- Gorraiz, C., Beriain, M. J., Chasco, J., & Insausti, K. (2002). Effect of Aging Time on Volatile Compounds, Odor, and Flavor of Cooked Beef em: Pirenaica and Friesian Bulls and Heifers. *Food Chemistry and Toxicology*, 67(3). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09428.x>
- Green, B. G., & Nachtigal, D. (2012). Physiology & Behavior Somatosensory factors in taste perception: Effects of active tasting and solution temperature. *Physiology & Behavior*, 107(4), 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.010>
- Hickman, L. (2005). Doctor food. Consultado a 17/08/2018, em: <https://www.theguardian.com/news/2005/apr/20/food.science>
- Hielscher. (s.d.). Extração ultra-sônica de piperina da pimenta. Consultado a 23/08/2018, em: <https://www.hielscher.com/pt/ultrasonic-extraction-of-piperine-em-pepper.htm>
- Ho, Chi-Tang; Mussinan, Cynthia; Shahidi, Fereidoon; Contis, Ellene Tratras (2013). Nutrition, Functional and Sensory Properties of Foods. Royal Society of Chemistry; 1ª edição. ISBN-13: 978-1849736442
- Hübschmann, H.-J. (2009). *Handbook of GC/MS*. Wiley-VCH.
- Jenkins, T. (2018). How to Make the World's Most Difficult Dessert. Consultado a 2/09/2018, em: <https://www.finedininglovers.com/blog/food-drinks/botrytis-cinerea-fat-duck-recipe/>
- Julie. (2018). Restaurant Hierarchy in The UK: The Complete List of Roles. Consultado a 29/05/2018, em: <https://sonicjobs.co.uk/restaurant-hierarchy-uk/>
- Keller, Thomas; Adria, Ferran; Blumenthal, Heston; McGee, H. (2006). Statement on the “new cookery.” Consultado a 20/07/2018, em: <https://www.theguardian.com/uk/2006/dec/10/foodanddrink.obsfoodmonthly>
- Kendel, M., Wielgosz-collin, G., Bertrand, S., Roussakis, C., Bourgougnon, N., & Bedoux, G. (2015). Lipid Composition, Fatty Acids and Sterols in the Seaweeds *Ulva armoricana*, and *Solieria chordalis* em: Brittany (France): An Analysis em:

- Nutritional, Chemotaxonomic, and Antiproliferative Activity Perspectives. *Marine Drugs*, 5606–5628. <https://doi.org/10.3390/md13095606>
- Klepper, M. (2011). Food Pairing Theory: A European Fad. *Gastronomica*. University of California Press. <https://doi.org/10.1525/gfc.2011.11.4.55>
- Krueger, R. A. (2001). Designing and conducting focus group interviews. *Social Analysis Selected Tools and ...*, 36(October), 4–23. <https://doi.org/10.1136/bmj.311.7000.299>
- Lutrario, J. (2017, September). Heston Blumenthal: “You need the freedom to fail.” *Restaurant*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.theworlds50best.com/blog/News/heston-blumenthal-fat-duck-you-need-the-freedom-to-fail.html>
- Mata, P. (2018a). The Fat Duck - Afternoon: ... we discovered the mock turtle picnic. Consultado a 2/09/2018, em: <https://assinseassados.blogs.sapo.pt/the-fat-duck-afternoon-we-138439>
- Mata, P. (2018b). The Fat Duck - Bedtime: Off to the Land of Nod. Consultado a 2/09/2018, em: <https://assinseassados.blogs.sapo.pt/the-fat-duck-bedtime-off-to-the-land-139216>
- Mata, P. (2018c). The Fat Duck - Mid-morning: First one to see the sea... Consultado a 2/09/2018, em: <https://assinseassados.blogs.sapo.pt/the-fat-duck-mid-morning-first-one-137979>
- McGee, H. (2004). *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Scribner.
- McGee, H. (2008). Modern Cooking & the Erice Workshops on Molecular & Physical Gastronomy. Consultado a 19/07/2018, em: <http://www.curiouscook.com/site/erice.html>
- Moreira Leite, B. S. (2017). *Novas Alternativas para o Uso de Macroalgas da Costa Portuguesa em Alimentação*. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa. Consultado a em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/23801/1/Leite_2017.pdf
- Morrot, G., Brochet, F., & Dubourdieu, D. (2001). The Color of Odors, 320, 309–320. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2493>
- Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2011). *Modernist Cuisine - The Art and Science of Cooking* (1st ed.). The Cooking Lab.
- Naylor, T. (2010). Heston’s supermarket sweep. Consultado a 2/09/2018, em: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/wordofmouth/2010/nov/01/heston-blumenthal-waitrose-products>
- O’Sullivan, M. G. (2017). Difference Methods. *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development*, 3–12. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100352->

7.00001-4

- Ordóñez, J. A., Hierro, E. M., Bruna, J. M., & Hoz, L. De. (1999). Changes in the Components of Dry-Fermented Sausages during Ripening, *39*(4), 329–367. Consultado a 20/05/2018, em: <https://doi.org/10.1080/10408699991279204>
- Parreiro, S. I. M. (2016). *Ferran Adrià, a criatividade como discurso (entre a gastronomia, arte e design)*. *Revista: Estúdio, Artistas sobre outras Obras*. Faculdade de Belas Artes, Universidade de Lisboa. Centro de Investigação e Estudos em Belas-Artes. Consultado a em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1647-61582016000300006&lang=pt
- Piqueras-Fizman, B., & Spence, C. (Eds.). (2016). Multisensory Flavor Perception - Em: Fundamental Neuroscience Through to the Marketplace. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100350-3.00018-3>
- Rayner, J. (2015). It's goodbye to snail porridge as Heston Blumenthal bids to reinvent the restaurant again. Consultado a 17/08/2018, em: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2015/aug/23/goodbye-snail-porridge-heston-blumenthal-fat-duck-new-chapter-in-food>
- Rayner, J. (2016). Heston Blumenthal interview: the Fat Duck flies again. *The Guardian*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2015/aug/23/the-fat-duck-flies-again-heston-blumenthal>
- Ribeiro, G., & Santos, O. (2013). Recompensa alimentar: mecanismos envolvidos e implicações para a obesidade. *Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo*, *8*(2), 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.rpedm.2013.09.001>
- Rogers, L. (2017). *Discrimination Testing in Sensory Science - A Practical Handbook*. (L. Rogers, Ed.), Elsevier. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101009-9.00011-3>
- Šilerová, L. (2012). Management Models of Symphonic Orchestras in the Czech Republic and their Development in the 21st century. *ENCATC Journal of Cultural Management and Policy*, *2*(1), 26–39.
- Snitkjær, P. (2010). *Investigations of meat stock em: a Molecular Gastronomy perspective*. *Food Chemistry*. University of Copenhagen.
- Spence, C. (2015). Multisensory Flavor Perception. *Cell*, *161*(1), 24–35. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.03.007>
- Tanchotikul, U., & Hsieh, T. C.-Y. (1991). Analysis of Volatile Flavor Components in Steamed Rangia Clam by Dynamic Headspace Sampling and Simultaneous Distillation and Extraction. *FOOD SCIENCE-3*, *56*(2), 327–331.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05272.x>

Taylor, A. J. (1998). Physical chemistry of flavour. *International Journal of Food Science and Technology*, 33(1), 53–62. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2621.1998.00157.x>

The Fat Duck. (s.d.). The Fat Duck - Frequently Asked Questions. Consultado a 11/05/2018, em: <https://www.thefatduck.co.uk/faqs>

The Fat Duck Group. (s.d.). Restaurants. Consultado a 20/07/2018, em: <https://www.thefatduckgroup.com/>

This, H. (2009). Molecular Gastronomy, a Scientific Look at Cooking. *Accounts of Chemical Research*, 42(5), 575–583.

Valentão, P., Trindade, P., Gomes, D., Guedes de Pinho, P., Mouga, T., & Andrade, P. B. (2010). Codium tomentosum and Plocamium cartilagineum: Chemistry and antioxidant potential. *Food Chemistry*, 119(4), 1359–1368. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.015>

Vega, C., & Ubbink, J. (2008). Molecular gastronomy: a food fad or science supporting innovative cuisine? *Trends in Food Science and Technology*, 19(7), 372–382. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.006>

Wansink, B., Ittersum, K. van, & Painter, J. E. How descriptive food names bias sensory perceptions in restaurants, 16 *Food Quality and Preference* 393–400 (2005). <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.06.005>

Weinert, B. (2018, January). Why You Need A Circular Team Structure And Not Hierarchy. *Medium*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://medium.com/incipientcorp/why-you-need-a-circular-team-structure-and-not-hierarchy-174a862c7f81>

wocomoCOOK. (2016). *Molecular Cuisine | Heston Blumenthal's Restaurant "The Fat Duck" | close to London*. Consultado a 20/05/2018, em: <https://www.youtube.com/watch?v=oymWPCOGKLE>

Yeomans, M. R., Chambers, L., Blumenthal, H., & Blake, A. (2008). The role of expectancy in sensory and hedonic evaluation : The case of smoked salmon ice-cream. *Food Quality and Preference*, 19, 565–573. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.02.009>

Anexos

Anexo I – Statement on the 'new cookery'

Below is the international agenda for great cooking written by Ferran Adrià of El Bulli, Heston Blumenthal of the Fat Duck, Thomas Keller of the French Laundry and Per Se, and writer Harold McGee:

The world of food has changed a great deal in modern times. Change has come especially fast over the last decade. Along with many other developments, a new approach to cooking has emerged in restaurants around the globe, including our own. We feel that this approach has been widely misunderstood, both outside and inside our profession. Certain aspects of it are overemphasized and sensationalized, while others are ignored. We believe that this is an important time in the history of cooking, and wish to clarify the principles and thoughts that actually guide us. We hope that this statement will be useful to all people with an interest in food, but especially to our younger colleagues, the new generations of food professionals.

Three basic principles guide our cooking: excellence, openness, and integrity.

We are motivated above all by an aspiration to excellence. We wish to work with ingredients of the finest quality, and to realize the full potential of the food we choose to prepare, whether it is a single shot of espresso or a multicourse tasting menu.

We believe that today and in the future, a commitment to excellence requires openness to all resources that can help us give pleasure and meaning to people through the medium of food. In the past, cooks and their dishes were constrained by many factors: the limited availability of ingredients and ways of transforming them, limited understanding of cooking processes, and the necessarily narrow definitions and expectations embodied in local tradition. Today there are many fewer constraints, and tremendous potential for the progress of our craft. We can choose from the entire planet's ingredients, cooking methods, and traditions, and draw on all of human knowledge, to explore what it is possible to do with food and the experience of eating. This is not a new idea, but a new opportunity. Nearly two centuries ago, Brillat-Savarin wrote that 'the discovery of a new dish does more for human happiness than the discovery of a new star.'

Paramount in everything we do is integrity. Our beliefs and commitments are sincere and do not follow the latest trend.

Our cooking values tradition, builds on it, and along with tradition is part of the ongoing evolution of our craft.

The world's culinary traditions are collective, cumulative inventions, a heritage created by hundreds of generations of cooks. Tradition is the base which all cooks who aspire to excellence must know and master. Our open approach builds on the best that tradition has to offer.

As with everything in life, our craft evolves, and has done so from the moment when man first realized the powers of fire. We embrace this natural process of evolution and aspire to influence it. We respect our rich history and at the same time attempt to play a small part in the history of tomorrow.

We embrace innovation - new ingredients, techniques, appliances, information, and ideas - whenever it can make a real contribution to our cooking.

We do not pursue novelty for its own sake. We may use modern thickeners, sugar substitutes, enzymes, liquid nitrogen, *sous-vide*, dehydration, and other nontraditional means, but these do not define our cooking. They are a few of the many tools that we are fortunate to have available as we strive to make delicious and stimulating dishes.

Similarly, the disciplines of food chemistry and food technology are valuable sources of information and ideas for all cooks. Even the most straightforward traditional preparation can be strengthened by an understanding of its ingredients and methods, and chemists have been helping cooks for hundreds of years. The fashionable term "molecular gastronomy" was introduced relatively recently, in 1992, to name a particular academic workshop for scientists and chefs on the basic food chemistry of traditional dishes. That workshop did not influence our approach, and the term "molecular gastronomy" does not describe our cooking, or indeed any style of cooking.

We believe that cooking can affect people in profound ways, and that a spirit of collaboration and sharing is essential to true progress in developing this potential.

The act of eating engages all the senses as well as the mind. *Preparing* and serving food could therefore be the most complex and comprehensive of the performing arts. To explore the full expressive potential of food and cooking, we collaborate with scientists, from food chemists to psychologists, with artisans and artists (from all walks of the performing arts), architects, designers, industrial engineers. We also believe in the importance of collaboration and generosity among cooks: a readiness to share ideas and information, together with full acknowledgment of those who invent new techniques and dishes.

Fonte: The Guardian. Consultado a 21/07/2018, em:
<https://www.theguardian.com/uk/2006/dec/10/foodanddrink.obsfoodmonthly>.

Anexo II – Cronologia do processo criativo no elBulli

Technology Innovation Management Review

Establishing New Codes for Creativity through Haute Cuisine

Ignasi Capdevila, Patrick Cohendet, and Laurent Simon

Table 1. Chronology of the evolution of the creative process at elBulli

| Time Periods | Creativity Phases | Creativity Rationale | Places and Organizational Settings |
|--------------|--|---|---|
| 1983–1986 | Adopting “old rules” (the rules of “nouvelle cuisine”) | Copy French cuisine recipes | <ul style="list-style-type: none"> elBulli (1983: Adrià starts as chef; 2011: restaurant closes) |
| 1987–1992 | Adapting old rules | Recreate Spanish/Catalan cuisine based on French cuisine | <ul style="list-style-type: none"> elBulli (new kitchen facilities) |
| 1993–1999 | Developing new rules: using scientific methods (molecular gastronomy), using new principles in gastronomy (deconstruction processes), etc. | Introduce other artistic disciplines in haute cuisine | <ul style="list-style-type: none"> elBulli catering (1995–2009) The workshop in the aquarium (Barcelona, 1997) |
| 2000–2006 | Codifying new rules | Separate exploration (workshop) and exploitation (restaurant) Codification of new knowledge (new codebook) | <ul style="list-style-type: none"> elBulliTaller (on Portaferrissa Street, Barcelona, since 2000) elBulliCarmen (facility to centralize all the activities that had no direct link with creativity) Science department in elBulliTaller (2003) Setting up of the Alicia Foundation (2004) |
| 2007–2011 | Diffusing new rules (through the writing of a manifesto and a series of books) | Exclusive focus on experimentation and research on creativity | <ul style="list-style-type: none"> Closing of elBulli restaurant |
| 2011–2015 | Creativity beyond gastronomy | Focus on creativity in general, as applicable to other disciplines beyond cuisine | <ul style="list-style-type: none"> elBulli Foundation (elBulliLab, elBulli1846, Bullipedia) |

Fonte: Capdevila, I., Cohendet, P., & Simon, L. (2015). Establishing New Codes for Creativity through Haute Cuisine: The Case of Ferran Adrià and elBulli. *Technology Innovation Management Review*, 5(7), 25–33.

Anexo III – Receita: *Cauliflower Risotto*

For the cauliflower stock

6kg cauliflower
extra virgin olive oil
1kg onions, chopped
6 cloves of garlic, crushed
5kg water

Remove the cauliflower leaves and roughly chop them (this should yield approximately 800g). Break the heads into florets. Cut off the stalks and reserve. Roughly chop the florets and set aside 800g.

Heat a 1mm depth of olive oil in a large pan, add the unweighed florets, the onions and the garlic and sweat until the onions are transparent. Add the water, bring to the boil and simmer for 20 minutes. Remove from the heat.

Add the cauliflower leaves and the reserved florets, cover and leave to infuse for 1 hour. Pass the stock through a sieve lined with a double layer of damp muslin and chill over ice or in a blast chiller. Reserve until needed.

For the cauliflower cream

1.5kg cauliflower florets
2.5g curry powder
300g reserved cauliflower stock
300g whipping cream
300g semi-skimmed milk

Bring a pan of salted water to the boil. Blanch the florets in small batches for 2–3 minutes. Drain, then place in iced water to cool.

Place the remaining ingredients in another pan and bring to the boil. Add the blanched florets and simmer for 40 minutes. Transfer to a blender, blitz to a purée, then pass through a fine sieve. Refrigerate until needed.

For the cauliflower discs

reserved cauliflower stalks
extra virgin olive oil

Trim the cauliflower stalks and push them through a ring cutter to form smooth tubes. Using an electric slicer, cut the stalks into very fine discs about 0.5mm thick (each serving requires 7 discs).

Place a 15cm square of clingfilm on a work surface and lightly brush with olive oil. Position a cauliflower disc in the centre, then place 6 more discs around it, overlapping them to make a large circle (this will cover the risotto). Oil another square of clingfilm and place on top of the circle. Freeze until ready to use.* Repeat this process for the remaining servings.

* This will break down the cell walls, improving the texture.

For the dried cauliflower

1 whole cauliflower

Preheat a dehydrator to 60°C/140°F. Break the cauliflower into florets. Using a mandolin, slice the florets lengthways very finely so that they look like very small, nearly transparent trees.

Lay the slices on a sheet of silicone paper and place in the dehydrator for 24 hours, or until they are dry and crisp. Store in an airtight container.

For the cauliflower velouté

85g unsalted butter
1.6kg cauliflower florets
165g semi-skimmed milk
5g curry powder, dry-fried
to release the oils
table salt

Heat the butter in a large pan until it is foaming, add the cauliflower and cook until caramelised. Add the milk, bring to the boil, then simmer for 2–3 minutes.

Transfer the mixture to a blender and blitz to a purée. Add curry powder and salt to taste. Pass through a fine sieve, leave to cool, then refrigerate until needed.

Fonte: Imagem extraída do livro Blumenthal, H. (2008). *The Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury.

For the chocolate jelly cubes

300g deionised water
25g trimolene
18g cocoa
1g table salt
2g gellan F
1g sodium citrate

Place all the ingredients in a Thermomix and bring to the boil. Pass the mixture through a chinois into a container and place in the fridge to set.

Turn out the jelly, cut into 4mm cubes and reserve until needed.

For the chocolate jelly discs

Although this recipe is very similar to that for the chocolate jelly cubes, the ratio of water and gellan differs in order to produce a different texture. The cubes have a firmer and shorter texture that delivers a burst of cocoa flavour, while the discs are more elastic and smooth.

250g deionised water
25g trimolene
14g cocoa powder
1g table salt
3g gellan F
1g sodium citrate

Stretch clingfilm over a large, smooth chopping board.

Place all the ingredients in a Thermomix on full heat until the mixture reaches 95°C/203°F. Pass through a chinois directly on to the covered board. Tilt the board to spread the gel as thinly and evenly as possible (about 1mm), cover with another sheet of clingfilm and leave to set.

Using a 6cm pastry cutter, cut discs out of the gel. Store between layers of baking parchment and set aside until needed.

For the cauliflower risotto base

reserved cauliflower stock
(approximately 1.5kg)
50g extra virgin olive oil
1kg Acquerello 18-month-aged
Carnaroli rice
200g shallots, finely chopped
3 cloves of garlic, minced
375g white wine (preferably Chardonnay)
375g vermouth

Place a large tray in the fridge to chill. Pour the stock into a pan and bring to a simmer.

Heat the olive oil in a pan, add the rice and lightly toast. Reduce the heat, add the shallots and garlic, and sweat until transparent. Increase the heat, stir in the wine and vermouth, and reduce until most of the liquid has been absorbed. Add a ladleful of the hot cauliflower stock, stirring constantly until almost absorbed. Continue adding the stock in this way until the rice has become opaque and started to soften on the outside but is still a little undercooked in the centre (the aim is to leave the rice with another 5 minutes or so of cooking time).

Tip the rice on to the chilled tray and allow to cool. Divide into 35g portions and set aside.

To finish the risotto (per portion)

10g unsalted butter
reserved cauliflower discs
1kg cauliflower florets
reserved cauliflower stock
35g reserved cauliflower risotto base
reserved cauliflower cream
5g mascarpone cheese
freshly grated Parmesan cheese
table salt
white pepper
black pepper
extra virgin olive oil
2g chives

Melt the butter in a pan over a medium heat, stirring frequently, until it develops a nutty aroma and turns golden brown. Remove from the heat, skim any impurities from the surface, then strain through a fine sieve and set aside.

Remove the cauliflower discs from the freezer and leave to defrost (about 20 minutes).

Juice the cauliflower florets and set aside.

Heat the cauliflower stock and keep warm. Put the reserved risotto base into a pan on a high heat, add 1 tablespoon of the stock and stir until absorbed. Continue adding stock in this way until about 8 tablespoons have been absorbed, or the rice is cooked (3–5 minutes). Add 1 tablespoon of the cauliflower cream, the mascarpone and a pinch of Parmesan. Stir and cook for another minute.

Remove the pan from the heat and beat in the *beurre noisette*. Allow to rest for 2 minutes, then stir in 1–2 teaspoons cauliflower juice to taste and season with salt, both peppers, freshly ground, and a splash of olive oil. Return to the heat to warm through and adjust with stock if the risotto has thickened up a little too much. Chop the chives and fold into the rice.

To assemble the dish (per portion)

reserved cauliflower velouté
reserved risotto
1 reserved chocolate jelly disc
reserved cauliflower discs
5 reserved chocolate jelly cubes
reserved dried cauliflower
drinking chocolate powder

Gently warm the cauliflower velouté and set aside.

Spoon the risotto into the centre of a bowl and cover with a chocolate jelly disc. Remove the clingfilm from one side of the cauliflower discs and place the circle, remaining clingfilm uppermost, on top of the risotto. Position an 85mm cutter over the rice, pressing lightly on the clingfilm to stretch the discs over the mound; gently remove the clingfilm and the discs will stick to the chocolate jelly disc.

Using a milk frother, froth the warm velouté (letting it down with a little skimmed milk, if necessary) and spoon around the rice. Place 5 cubes of chocolate jelly around the top of the mound and a bundle of dried cauliflower florets on top. Dust with drinking chocolate at the table.

Fonte: Imagem extraída do livro Blumenthal, H. (2008). *The Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury.

Anexo IV – Receita das *Triple-Cooked Chips*

For the triple-cooked chips

As well as low moisture content, it is the fissures that are created as the potato breaks up that later help the formation of a crunchy crust during frying. Professor Laurie Hall, who pioneered the use of magnetic resonance imaging (MRI) to analyse food, has used MRI to film how fat behaves as the chips cook. Fat doesn't generally penetrate the exterior of the potato or form a carapace around it, but it will collect in the little fissures and harden into brittle, juicy seams, rather like the knobby bits on good batter.

But as important as technique is the type of potato being used – in particular the amount of water it contains (the dry-matter content). Given the lengths this recipe goes to in order to get rid of moisture from the cooked potato, it might be thought that a high dry-matter content would best suit chips, but for the first series of *In Search of Perfection* we tested potatoes with a dry-matter content ranging from 21.8 to 22.3 per cent and found that too high a percentage gave a tough, leathery exterior, while too low a percentage produced something bland and unexceptional, and even a variation in dry-matter content of 0.5 per cent made a huge difference. In our tests, Arran Victory and Maris Piper (21.8 and 21.9 per cent respectively) produced the best results.

2kg Maris Piper or Arran Victory potatoes
4kg water
30g table salt
groundnut oil
sea salt

Cut the potatoes into chips 1.5cm square and wash under cold water for 2–3 minutes to rinse off some of the starch.

Bring the water and table salt to the boil, then add the chips to the pan. Cook, simmering, until the potato almost falls apart. (Do not be tempted to cook them any less as the closer they are to falling apart, the better the final texture.) Carefully transfer the chips to a wire rack and sous-vide at full pressure. Repeat the sous-vide process 3 times, by which point the chips will be cool and feel slightly dry on the surface.

Fill a deep-fat fryer with groundnut oil and heat to 130°C/250°F. Fry the chips in small batches for 8 minutes, or until a very pale crust forms. Drain on kitchen paper and sous-vide them once more (not in a bag), while still hot. Pull the vacuum three more times, then refrigerate in an airtight container with packets of silica until needed.

Fonte: Imagem extraída do livro Blumenthal, H. (2008). *The Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury.

Anexo V – Receita da *Mock Turtle Soup*

Falsa Sopa de Tartaruga de Heston Blumenthal (*Mock Turtle Soup*)

Como o mestre da cozinha recria uma receita clássica de conto de fadas no seu restaurante Fat Duck



Heston Blumenthal

“Adoro este prato porque é algo saído de um conto de fadas mas também tem um pouco da história de uma receita.

Nos tempos vitorianos, a sopa de tartaruga era muito popular. Caiu em desuso por questões de custo e foi substituída por falsa sopa de tartaruga. Esta era um consommé preparado com a cabeça de um bezerro, talvez um pé de bezerro, e legumes como nabos, rutabagas e cenouras. É por isso que no livro da Alice no País das Maravilhas as ilustrações da Falsa Tartaruga têm a cabeça e os pés de um bezerro.

Na época, os franceses baptizaram-na e ela tornou-se uma moda em Paris. É melhor descrita como um caldo de carne leve e perfumado. Pode assim ver a razão pela qual a moda pegou.

No Alice, o Chapeleiro Louco bebe o seu relógio de bolso no chá. Então, no Fat Duck fizemos um relógio de bolso de caldo liofilizado, reduzido e concentrado e envolvemo-lo em folha de ouro. Ele vem com um bule de chá e quando se deita a água quente sobre ele, dissolve-se dando um belo consommé dourado com folha de ouro. Servimo-lo com um Falso Ovo de Tartaruga, que é uma mousse de nabo com puré de rutabaga, e pequenos cogumelos enoki a representar o cogumelo da Lagarta.

Alice há muito que é um dos meus livros favoritos. Gosto da forma como ela introduz razão num mundo completamente irracional. Acho que cozinhar é como entrar numa toca de coelho num país de maravilhas - o sentido de descoberta, a forma como as coisas não são como parecem."

Falsa Sopa de Tartaruga

(500 relógios, o suficiente para o serviço de uma semana no Fat Duck)

Para a Base de Caldo de Carne

- ♦ 16,25 kg ossos de carne de bovino
- ♦ 5 kg de rabo de boi, em pedaços
- ♦ 600 g de óleo de sementes de uva ou de amendoim
- ♦ 16,25 kg carne de bovino da perna, em cubos
- ♦ 7,5 kg de cenoura descascada e cortada em fatias finas
- ♦ 7,5 kg cebolas descascadas e em fatias finas
- ♦ 60 g de anis estrelado, levemente esmagado
- ♦ 7½ garrafas de vinho tinto Syrah
- ♦ 28 l de água

Modo de Preparo

Pré-aqueça o forno a 180 ° C. Coloque os ossos e o rabo de boi num tabuleiro e leve ao forno até dourar de todos os lados, virando regularmente. Numa panela de pressão aqueça o óleo em lume forte. Frite a carne em porções, deixando corar profundamente, mas sem queimar. Retire a carne da panela e adicione a cebola e o anis estrelado. Caramelize a cebola (mas sem fritar), junte as cenouras quando as cebolas tiverem uma cor castanha clara. Continue a refogar os legumes, mexendo regularmente, até obter uma coloração uniforme. Adicione o vinho tinto e deixe reduzir até obter 2/3 do volume original.

Quando o vinho reduzir adicione os ossos, a carne e a água. Cubra com a tampa e deixe atingir pressão. Cozinhe em pressão total durante 2 horas. Despressurize e coe o líquido através de uma peneira de malha fina. Arrefeça a mistura até à temperatura ambiente.

Para a Infusão

- ♦ 3,6 kg tomates cereja, em quartos
- ♦ Caldo arrefecido, obtido anteriormente

Modo de Preparo

Misture e deixe em infusão por 20 minutos. Filtre.

Para o Caldo de Cogumelos

- ♦ 200 g de manteiga sem sal (1,6 kg)
- ♦ 1,5 kg de cogumelos (12 kg)
- ♦ 400 g East India Madeira (3,2 kg)
- ♦ 3 l água (24 l)
- ♦ 16 g de tomilho (130 g)
- ♦ 6 g pimenta preta (25 g)

Modo de Preparo

Derreta a manteiga numa panela de pressão, adicione os cogumelos e cozinhe em fogo médio até ficarem de um castanho dourado. Use o vinho Madeira para deglacear, flambeie para remover o álcool e reduza a um xarope. Adicione a água, o tomilho e a pimenta. Coloque a tampa e cozinhe com a uma pressão total durante 30 minutos. Retire a panela do lume e deixe arrefecer antes de remover a tampa. Coe o caldo através de uma peneira fina e transfira para uma panela limpa: deixe ferver até reduzir até cerca de 30 por cento do peso original. Passe o caldo através de um superbag e reserve no frigorífico até ser necessário.

Para a Filtração com Gelo

- ♦ caldo de carne infusionado (cerca de 30 litros)
- ♦ 8,5 kg caldo de cogumelos
- ♦ 310 g ketchup de cogumelos
- ♦ 5 kg Lustau East India Solera Sherry
- ♦ 4 kg de molho de soja branco

Modo de Preparo

Misture os caldos e congele em sacos 2 l durante pelo menos 24 horas. Coloque um tabuleiro perfurado sobre um recipiente fundo. Forre o tabuleiro perfurado com uma única camada de musselina. Retire os blocos de caldo congelado dos sacos e coloque-os numa única camada sobre a musselina. Cubra o recipiente e coloque no frigorífico durante 3 dias. Ao longo dos 3 dias, o líquido puro irá separar-se da gelatina e das impurezas através do processo de sinérese. Congele o caldo filtrado.

Para a Centrifugação

Pesar o caldo congelado em porções. Quebre os blocos de caldo congelado usando um rolo da massa e centrifugue no robotcoupe com o acessório de centrifugação. Reserve o líquido que é retirado e descarte o gelo que ficou na máquina. Pese a quantidade de líquido que é extraído e calcule a percentagem de rendimento.

Para a Sublimação Centrifuga

- ♦ Base de sopa reservada de cima

Modo de Preparo

Deite a base da sopa nos recipientes de um evaporador centrífugo, deitando exactamente o mesmo peso em cada recipiente. Evapore durante 4 horas a 8 milibares. Remova o xarope que foi criado e prossiga para a próxima etapa.

Para os Relógios de Bolso de Ouro

- ♦ 60 g folhas de gelatina
- ♦ 200 g Madeira 10 anos (Boal Barbeito)
- ♦ 500 g do xarope de cima reservado

Modo de Preparo

Demolhe a gelatina no vinho Madeira. Pese a gelatina e certifique-se de que pesa 240 g. Coloque gelatina e o xarope num saco de vácuo, faça vácuo total. Coloque num banho de água regulado para 60 °C durante 15 minutos, ou até que a gelatina esteja completamente dissolvida. Despeje em moldes de relógio e coloque as etiquetas. Deixe os relógios nos moldes durante 12 horas para gelificarem, remova e coloque sobre papel absorvente. Envolve cada relógio individualmente em folha de ouro comestível e armazene num frigorífico com baixo teor de humidade para o serviço.

GUARNIÇÃO

Para os Ovos de Tartaruga Simulados

Gema

- ♦ 400 g de suco de rutabaga passado pelo chinês
- ♦ 0,4 g de açafião
- ♦ 2,4 g de sal
- ♦ 20 g de vinagre de chardonnay
- ♦ 0,9 g de gelano LT100 (High Acyl - HA)

Modo de Preparo

Infusione o suco de rutabaga com açafião por 6 horas no frigorífico e filtre. Misture o suco com o sal e o vinagre de chardonnay na Bimby e aqueça até 100° C na velocidade 2. Retire a tampa e adicione o gelano. Misture na velocidade 4 por 2 minutos. Aqueça o dispensador de molhos para que a mistura não gelifique de imediato e deite-a rapidamente em moldes de ovo (com cerca de 2,7 cm de profundidade e 3 cm de diâmetro) pulverizadas com óleo. Deixe gelificar por 10 minutos na bancada antes adicionar a “clara”.

Clara

- ♦ 110 g de nata espessa
- ♦ 380 g de suco de nabo passado pelo chinês
- ♦ 4 g de sal
- ♦ 10 g de molho de peixe
- ♦ 0,8 g de gelano LT100 (HÁ)
- ♦ 0,2 g de gelano F (Low Acyl - LA)
- ♦ 0.8 g de goma de guar

Modo de Preparo

Combine as natas, o suco, o sal e o molho de peixe na Bimby e leve a 100 °C na velocidade 2. Retire a tampa e adicione os gelanos e goma de guar. Misture durante 2 minutos à velocidade 4. Deite sobre a gema nos moldes e deixe gelificar durante a noite.

Para a Língua de Vaca

Salmoura para Cura

- ♦ 4 l de água
- ♦ 500 g de sal

-
- ♦ 1 cabeça de alho
 - ♦ 1 laranja, raspa
 - ♦ 1 limão, raspa
 - ♦ 1 pé de alecrim
 - ♦ 8 pés de tomilho
 - ♦ 5 folhas de louro
 - ♦ 5 g de anis estrelado
 - ♦ 100 g de sementes de coentro
 - ♦ 10 cravinhos
 - ♦ 2 g de pimenta da Jamaica
 - ♦ 0,5 g de bagas de zimbro
 - ♦ 3 g salitre (nitrito com sal)

Modo de Preparo

Coloque todos os temperos num processador de alimentos e bata até obter uma mistura homogénea. Enrole os temperos numa musselina e coloque numa panela com o sal e a água. Leve a ferver, em seguida deixe arrefecer antes de adicionar o salitre.

Língua de Vaca Curada

- ♦ 2 línguas de vaca
- ♦ 2 l de salmoura para cura

Modo de Preparo

Aqueça um banho de água a 65°C. Lave as línguas de vaca em várias águas frias, esfregando a superfície da língua. Coloque as línguas de vaca em salmoura num saco de vácuo e sele sob vácuo total. Coloque a saco selado em banho-maria e deixe cozinhar por 48 horas. Retire do banho e arrefeça à temperatura ambiente durante 15 minutos. Transfira para água à temperatura ambiente e deixe esfriar por mais 15 minutos, em seguida, coloque em água gelada e arrefeça até 5°C.

Para a Terrina

- ♦ Línguas de vaca reservadas
- ♦ Lardo de Colonnata de Fausto Guadagni

Modo de Preparo

Corte as línguas em fatias de 3 mm de espessura e corte em quadrados de 2x2 cm. Corte o lardo em fatias de 2 mm de espessura e corte em quadrados de 2x2 cm. Construa a terrina colocando alternadamente fatias de língua e de gordura, começando com a língua e fazendo 11 camadas (6 de língua e 5 de lardo). Comprima levemente a terrina, certificando-se de que fica perfeita e reserve.

Pickle para a Brunoise de Nabo e Pepino**Salmoura**

- ♦ 200 g de vinagre de chardonnay
- ♦ 4 g de sal

Modo de Preparo

Misture até que o sal se dissolva. Divida por 2 tigelas e reserve.

Brunoise de Nabo

Corte os nabos em cubos 5x5 mm e coloque numa tigela de salmoura para fazer o pickle por 2 horas.

Pepino em Conserva

Corte o pepino em fatias de 5 mm de espessura, coloque-as num saco de vácuo numa só camada e faça vácuo completo por duas vezes na máquina de vácuo. Corte-as em cubos, 5x5 mm. Coloque na outra tigela de salmoura para fazer o pickle por 2 horas.

Cubos de Trufas

Corte trufas negras em cubos de 5x5 mm.

Gastrique

- ♦ 300 g Lustau Solera Sherry
- ♦ 150 g de açúcar
- ♦ 100 g vinagre de xerez
- ♦ 200 g Oloroso Sherry

Modo de Preparo

Misture todos os ingredientes numa panela e deixe ferver suavemente. Ferva até a mistura atingir 79 ° Brix, medindo regularmente com um refractómetro. Deixe arrefecer e remover a espuma, despeje em biberons.

Para Servir

Ponha a estufa de vapor a 70° C e aqueça a terrina e o ovo falso de tartaruga por 10 minutos. Coloque numa tigela quente um ovo e uma terrina. Guarneça com as conservas de nabo e de pepino, os cubos de trufa, o gastrique, cogumelos enoki e raminhos de micro salsa. Coloque os relógios de ouro em chávenas de chá individuais e sirva. Na mesa despeje 50 ml de água fervente em cada chávena e deixe que o cliente mexa a sopa com uma colher de chá para que tudo se dissolva completamente. Coloque a tigela com a guarnição na frente do cliente e peça-lhe que despeje a sopa sobre a guarnição.

Fonte: Blumenthal, Heston (2009). Heston Blumenthal's Mock Turtle Soup. *Time Online*.

Obtido em: <https://www.thetimes.co.uk/article/heston-blumenthals-mock-turtle-soup-q5m7b5km709>. Consultado a: 17/08/2018.

Anexo VI – Receitas com uso de ultrassons

EXAMPLE RECIPE

SOUS VIDE VEGETABLE STOCK

Yields 350 g

| INGREDIENT | QUANTITY | SCALING | PROCEDURE |
|---------------------------------------|----------|---------|--|
| Water | 500 g | 100% | ① Prepare vegetables as noted. |
| Onions, peeled and thinly sliced | 280 g | 56% | ② Combine. |
| Carrots, peeled and thinly sliced | 200 g | 40% | ③ Vacuum seal. |
| Celery, peeled and thinly sliced | 100 g | 20% | ④ Cook sous vide in 85 °C / 185 °F bath for 3 h. |
| Leeks, whites only, thinly sliced | 100 g | 20% | ⑤ Transfer to ultrasonic cleaning bath, and cavitate for 30 min to improve extraction. If unavailable, proceed with remaining steps. |
| Button mushrooms, thinly sliced | 50 g | 10% | ⑥ Cool, and refrigerate for 12 h. |
| Tomatoes, peeled, seeded, and chopped | 50 g | 10% | ⑦ Strain. |
| Chives | 10 g | 2% | ⑧ Vacuum seal, and refrigerate until use. |
| Parsley | 10 g | 2% | |
| Coriander seeds | 1.5 g | 0.3% | |
| Black peppercorns | 1 g | 0.2% | |
| Thyme | 1 g | 0.2% | |
| Bay leaf | 0.5 g | 0.1% | |
| Star anise | 0.5 g | 0.1% | |



(2010)

Best Bets for Infused Liquids

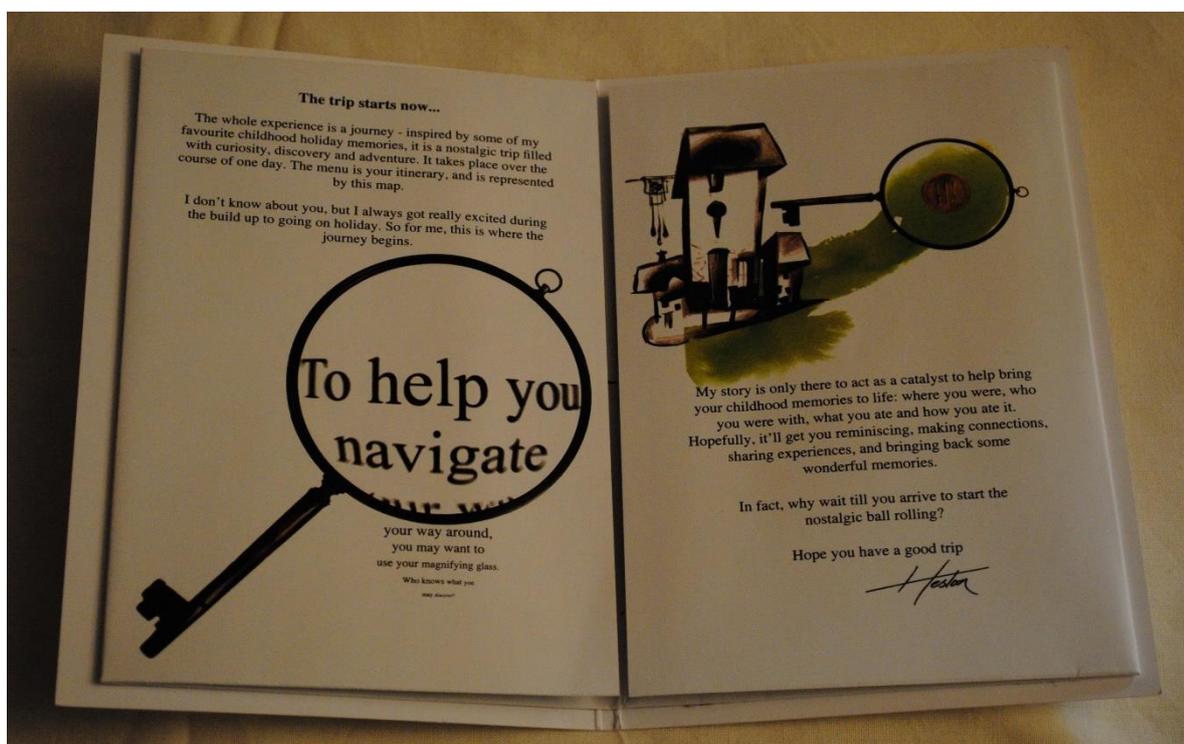
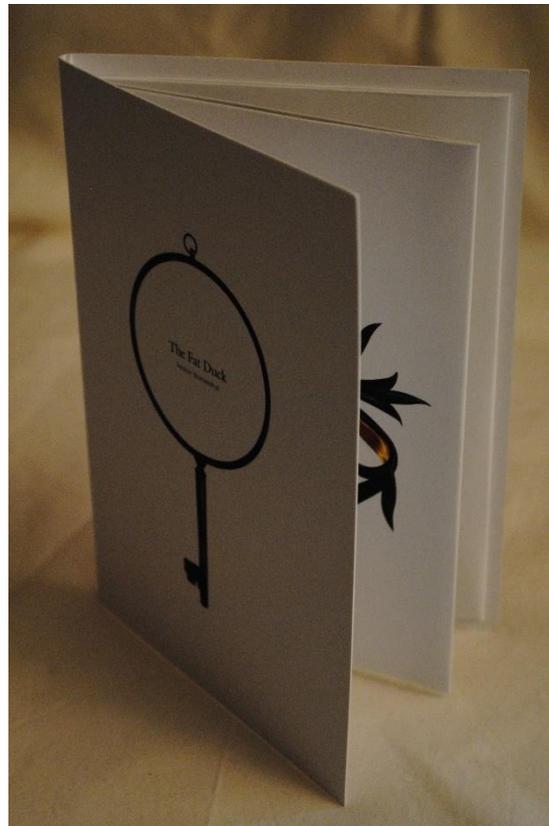
| Ingredient | (scaling)* | Method | Infusion | | | Example use | See page |
|----------------------------|------------|----------------------|----------|------|--------|--------------------------|----------|
| | | | (°C) | (°F) | (h) | | |
| cured bacon, thinly sliced | 30% | cook sous vide | 85 | 185 | 2 | bacon water | |
| black pepper, crushed | 0.50% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | | |
| chili, dried | 2% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | Chinese broth | |
| cinnamon, finely crushed | 3% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | cinnamon dashi | 4-118 |
| coffee, ground | 7% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | beef jus | |
| ginger, thinly sliced | 120% | blend, infuse | 3 | 37 | 12 | Chinese broth | |
| juniper, crushed | 7% | cook sous vide | 70 | 148 | 15 min | game broth | |
| lemon zest, grated | 10% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | broth for pasta | |
| lemongrass, thinly sliced | 50% | cook sous vide | 85 | 185 | 20 min | Thai or Vietnamese broth | |
| lemon verbena | 30% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | lemon verbena sponge | 4-273 |
| licorice root, grated | 5% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | broth for foie gras | |
| mushroom, dried | 6% | cook sous vide | 60 | 140 | 20 min | mushroom cappuccino | 4-275 |
| nutmeg, grated | 0.2% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | | |
| Parmesan cheese, grated | 80% | cook sous vide | 85 | 185 | 12 | Parmesan water | |
| prosciutto, thinly sliced | 30% | cook sous vide | 80 | 176 | 2 | prosciutto water | |
| saffron threads | 1.5% | infuse sous vide | 3 | 37 | 24 | tomato vinegar | 5-65 |
| star anise, crushed | 3% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | | |
| tarragon | 20% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | beurre blanc, fish broth | |
| tea, black | 3% | ultrasonic bath | 85 | 185 | 5 min | bergamot sabayon | 4-274 |
| tea, green | 2% | infuse sous vide | 3 | 37 | 12 | | |
| tea, white | 4% | cook sous vide | 70 | 158 | 7 min | | |
| paprika, finely ground | 2% | infuse sous vide | 3 | 37 | 3 | goulash | |
| young pine buds | 8% | boil and refrigerate | 3 | 37 | 12 | citrus seafood broth | |
| vanilla | 1.5% | infuse sous vide | 3 | 37 | 24 | broth for foie gras | 5-109 |

*(set weight of liquid to 100%)

Fonte: Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2011). *Modernist Cuisine - The Art and Science of Cooking* (1st ed.). The Cooking Lab. Páginas 303, 310 (respectivamente).

Anexo VII – Menu do The Fat Duck e outros acessórios

Menu de Degustação:





Folheto do capítulo :



Folheto onde o cliente indica se quer beber o *Hot and Cold Tea* ou *Hot and Cold Coffee*.

Mealheiro de Madeira:



Puzzle de madeira de 6 peças que se encaixam formando um mealheiro.

Anexo VIII – Menu de degustação do TFD e secções responsáveis pelo empratamento durante o serviço

| Capítulo | Momentos do Menu | Responsáveis durante o serviço |
|-----------------------------|---|--------------------------------------|
| <i>The Day Before We Go</i> | <i>– who will be the dragon? (ou Nitro)</i> | Storytellers |
| | <i>A Change-of-Air</i> | <i>Aereted beetroot macaroon</i> MTS |
| | <i>Just the tonic!</i> | Breakfast |
| | <i>Fan-Tan</i> | Counting Sheep ou Rocher |
| <i>Morning</i> | <i>Hot and Cold Tea/Coffee</i> | MTS |
| | <i>Breakfast Bowl</i> | Woods |
| <i>Mid-Morning</i> | <i>Sounds of the Sea</i> | SOS |
| | <i>Savoury Lollies</i> | Crab |
| | <i>Mr. Whippy</i> | Counting Sheep |
| | <i>Then we went rockpooling</i> | Crab |
| <i>Afternoon</i> | <i>Damping Through the Borough Groves...</i> | Woods e Breakfast |
| | <i>... we discovered the Mock Turtle Picnic</i> | MTS |
| <i>Evening</i> | <i>Snails porridge ou Scallops Anna</i> | Sauce, Meat, Garnish e Middle Man |
| | <i>Duck a l'Orange ou Turbot</i> | Sauce, Meat, Garnish e Middle Man |
| | <i>Botrytis Cinerea ou Black Forest Gateau</i> | Rocher |
| | <i>Whisky Gums</i> | Counting Sheep e Breakfast |
| <i>Bedtime</i> | <i>Counting Sheep</i> | Counting Sheep e Rocher |
| <i>And then to dream...</i> | <i>Like a kid in a Sweetshop</i> | Storytellers |

Fonte: Autoria própria.

Anexo IX – Formulário para os pratos *Tailor-made* dos Clientes do TFD

In preparation for your visit to The Fat Duck

Have you ever noticed a child totally lost in their own world of imagination?

As adults such moments are rare and often it takes a trigger – like a smell or food – to summon them.

For me, a couple of those moments are getting a coffee and vanilla ice cream as a reward after trudging round the market with my grandma; and eating my first 3-star meal in the lavender-scented air of the south of France.

Such things have inspired me and my dishes here at The Fat Duck – dishes that I hope will evoke emotion and nostalgia and shared memories around the table. And so, in that spirit – and only if you wish to – I'd like you to share a couple of memories with us.

What makes you most feel 'like a kid in a sweetshop'?

What nostalgic memory transports you totally 'into the moment' – a childhood holiday perhaps, or an adventure, or simply the perfect day...? And are there special sights, sounds, smells, flavours or objects that you associate with it?

Please list the full names of each of your guests below and any dietary requirements:

We would love to learn something special about each one of your guests. Please let us know if you would have information you would like to share:

Is this visit a special occasion?

Have you been to The Fat Duck before?

- Yes No

Is the meal a secret for one or more of your guests?

- Yes - shhh! No

Please let us know if anyone in your party is affected by any of the allergies listed below:

- | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Celery and celeriac | <input type="checkbox"/> Lupin | <input type="checkbox"/> Soya |
| <input type="checkbox"/> Gluten | <input type="checkbox"/> Dairy | <input type="checkbox"/> Sulphites |
| <input type="checkbox"/> Crustaceans | <input type="checkbox"/> Molluscs | <input type="checkbox"/> Sesame Seeds |
| <input type="checkbox"/> Eggs | <input type="checkbox"/> Mustard | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Fish | <input type="checkbox"/> Tree nuts | |
| <input type="checkbox"/> Shellfish | <input type="checkbox"/> Peanuts | |

Let us know if anyone in your party has any of the dietary requirements listed below:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Vegan | <input type="checkbox"/> Pescatarian |
| <input type="checkbox"/> Vegetarian | <input type="checkbox"/> Other |

Please let us know how you'd prefer to be contacted:

- Phone Email

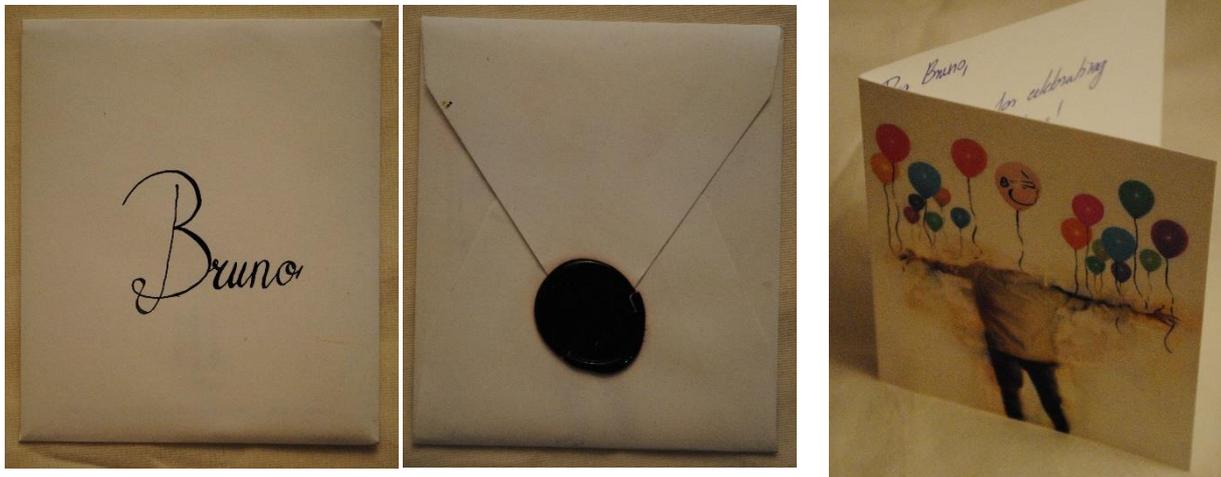
If you would rather talk on the phone (and why not? We like the personal touch), please tell us what would be the best time to call you:

- | | | |
|--|--|-----------------------------|
| <input type="radio"/> Morning (between 9am-12pm UK Time) | <input type="radio"/> Afternoon (between 12pm-5pm UK Time) | <input type="radio"/> Other |
|--|--|-----------------------------|

Submit your answers

Your responses help us better prepare for your arrival. If you have questions or need to make an edit, please contact us.

Anexo X - Carta tailor-made



Envelope e cartão com uma mensagem personalizada para o cliente e assinado pela equipa do The Fat Duck.



Anexo XI– Receitas de extrações em líquidos

HOW TO Make Stock Sous Vide

For many vegetable and seafood stocks, extraction at low temperature yields a better flavor than high-temperature pressure-cooking does. In such cases, prepare the stock sous vide, which minimizes turbulence while accurately controlling the temperature for hours at a time.

- 1** Prepare ingredients. Grind meat finely, and slice vegetables thinly. Use ratios recommended in the table of Best Bets for Stocks on page 296. Roast bones.
- 2** Vacuum seal ingredients together.
- 3** Cook sous vide in 85 °C / 185 °F bath for 3 h.
- 4** Cavitate in ultrasonic cleaning bath for 30 min (optional). If the ultrasonic bath has a temperature setting, put it at the highest degree available, typically 60 °C / 140 °F.
- 5** Refrigerate for 12 h, then strain.
- 6** Vacuum seal again, and refrigerate or freeze until needed.

If you have an ultrasonic bath (below), we highly recommend combining sous vide cooking with ultrasonic treatment. The high-frequency vibrations accelerate extraction and yield a stock with fuller flavor. The vibrations do unfortunately cloud the stock slightly. Filtering or using a centrifuge can improve the clarity (see page 351).



EXAMPLE RECIPE

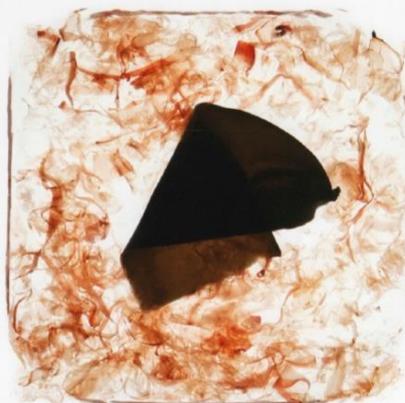
HON DASHI ADAPTED FROM YOSHIHIRO MURATA

Yields 360 g

| INGREDIENT | QUANTITY | SCALING | PROCEDURE |
|---|----------|---------|---|
| Water | 475 g | 100% | ① Vacuum seal together. |
| Rishiri kombu, or best quality seaweed available (brown kelp) | 12 g | 2.5% | ② Cook sous vide at 60 °C / 140 °F for 1 h. ③ Cool, and refrigerate for 2 h. ④ Strain. |
| Bonito flakes (katsuobushi) | 25 g | 5.3% | ⑤ Heat broth to 85 °C / 185 °F. ⑥ Add bonito flakes, and steep for 10 s. ⑦ Strain. ⑧ Cool. ⑨ Vacuum seal, and refrigerate until needed. |

The kombu flavor can be increased by extending the refrigerator time from 2 h to as long as 12 h. The longer the time, the stronger the flavor.

(original 2010, adapted 2010)



EXAMPLE RECIPE

SOUS VIDE LEMON HERB OIL

Yields 400 g

| INGREDIENT | QUANTITY | SCALING | PROCEDURE |
|-----------------------------|----------|---------|---|
| Grapeseed oil | 400 g | 100% | ① Combine. |
| Lemongrass, thinly sliced | 80 g | 20% | ② Vacuum seal. |
| Lemon thyme leaves | 50 g | 12.5% | ③ Cook sous vide in 60 °C / 140 °F bath for 1½ h. |
| Lemon balm leaves | 20 g | 5% | ④ Chill and refrigerate for 12 h. |
| Makrud (kaffir) lime leaves | 20 g | 5% | ⑤ Strain. |
| | | | ⑥ Refrigerate until use. |

(2010)



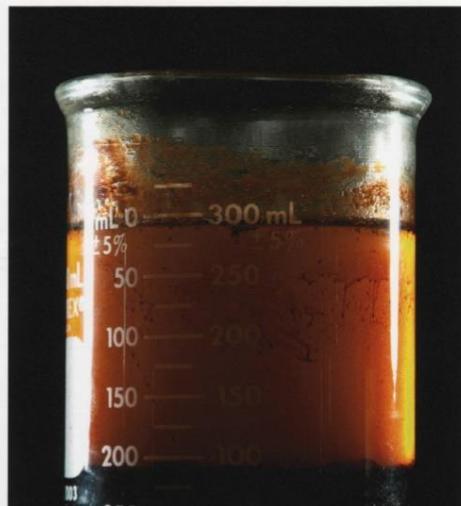
EXAMPLE RECIPE

MOLASSES BUTTER ADAPTED FROM MICHEL BRAS

Yields 200 g

| INGREDIENT | QUANTITY | SCALING | PROCEDURE |
|-------------------------|----------|---------|--|
| Unsalted butter, melted | 200 g | 200% | ① Blend together. |
| Molasses | 100 g | 100% | ② Transfer mixture to Mason jar, and seal. |
| | | | ③ Place sealed Mason jar in 85 °C / 185 °F bath for 30 min. |
| | | | ④ Remove jar from bath, and take off lid. |
| | | | ⑤ Rest in jar at room temperature for 30 min to allow butter and molasses to separate. |
| | | | ⑥ Pour butter into sealable container, and discard molasses. |
| | | | ⑦ Seal, and refrigerate infused butter for 4 d. |
| | | | ⑧ Decant butter, and refrigerate for use. |

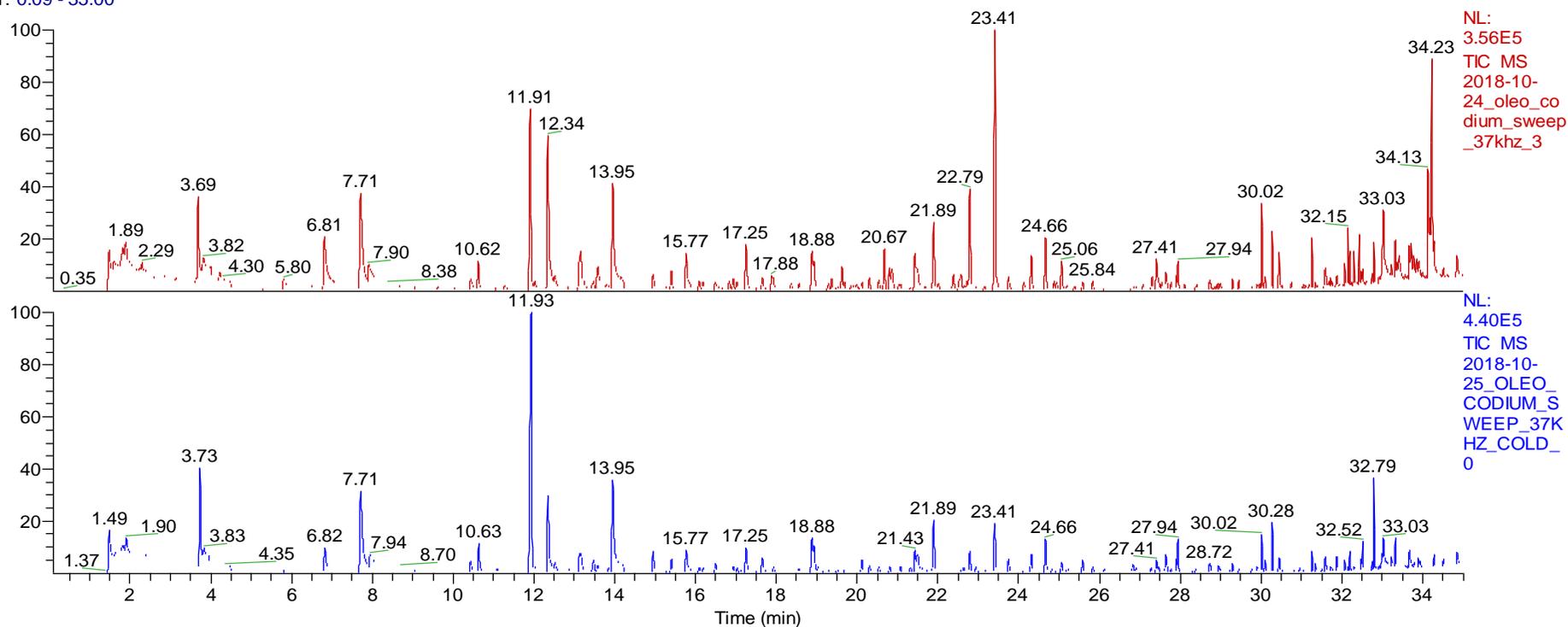
(published 2002)



Fonte: Myhrvold, N., Young, C., & Bilet, M. (2011). *Modernist Cuisine - The Art and Science of Cooking* (1st ed.). The Cooking Lab. Páginas 302,306, 330 e 331 (respectivamente).

Anexo XII – Cromatogramas de Óleo-US_Frio e Óleo-US_Quente

RT: 0.09 - 35.00



A vermelho: Óleo-US_Quente a 40-58±2° C.

A azul: Óleo-US_Frio a 20-40±2° C.

Anexo XIV – Número de amostras necessárias para os testes discriminativos 2-AFC, duo-trio, tétrade e triangular com diferentes graus de discrepâncias sensoriais (delta ou δ) e nível alfa (α) de 0,05.

TABLE 2. SAMPLE SIZES REQUIRED FOR THE 2-AFC, DUO-TRIO, TETRAD AND TRIANGLE METHODS WITH α -LEVEL = 0.05 AND POWER VALUES AT VARIOUS LEVELS OF SENSORY DISCRIMINATION (δ)

| Delta | Power = 0.8 | | | | Power = 0.85 | | | | Power = 0.9 | | | | Power = 0.95 | | | |
|-------|-------------|--------|-------|--------|--------------|--------|-------|--------|-------------|--------|-------|--------|--------------|--------|-------|--------|
| | 2AFC | DT | TET | TRI | 2AFC | DT | TET | TRI | 2AFC | DT | TET | TRI | 2AFC | DT | TET | TRI |
| 0.30 | 237 | 23,293 | 5,311 | 20,704 | 273 | 27,010 | 6,159 | 24,047 | 319 | 32,171 | 7,307 | 28,625 | 394 | 40,563 | 9,229 | 36,148 |
| 0.35 | 173 | 12,687 | 2,919 | 11,314 | 201 | 14,709 | 3,389 | 13,125 | 237 | 17,491 | 4,022 | 15,603 | 296 | 22,080 | 5,066 | 19,692 |
| 0.40 | 137 | 7,508 | 1,753 | 6,709 | 156 | 8,713 | 2,025 | 7,792 | 184 | 10,365 | 2,397 | 9,247 | 226 | 13,088 | 3,019 | 11,676 |
| 0.45 | 111 | 4,753 | 1,116 | 4,246 | 126 | 5,522 | 1,293 | 4,933 | 143 | 6,561 | 1,540 | 5,843 | 182 | 8,253 | 1,934 | 7,369 |
| 0.50 | 89 | 3,160 | 752 | 2,825 | 102 | 3,661 | 870 | 3,286 | 122 | 4,350 | 1,029 | 3,901 | 150 | 5,473 | 1,293 | 4,898 |
| 0.55 | 76 | 2,203 | 531 | 1,972 | 87 | 2,553 | 611 | 2,271 | 100 | 3,018 | 723 | 2,696 | 124 | 3,799 | 902 | 3,398 |
| 0.60 | 65 | 1,579 | 386 | 1,415 | 74 | 1,828 | 440 | 1,642 | 87 | 2,162 | 528 | 1,940 | 104 | 2,713 | 657 | 2,435 |
| 0.65 | 56 | 1,170 | 290 | 1,049 | 65 | 1,348 | 332 | 1,206 | 74 | 1,591 | 389 | 1,427 | 89 | 2,003 | 491 | 1,800 |
| 0.70 | 49 | 891 | 223 | 792 | 56 | 1,020 | 251 | 919 | 65 | 1,213 | 301 | 1,084 | 78 | 1,524 | 372 | 1,360 |
| 0.75 | 42 | 689 | 173 | 614 | 49 | 792 | 198 | 706 | 56 | 936 | 234 | 841 | 69 | 1,174 | 293 | 1,055 |
| 0.80 | 37 | 542 | 140 | 488 | 42 | 627 | 162 | 565 | 49 | 734 | 187 | 660 | 60 | 928 | 234 | 827 |
| 0.85 | 33 | 436 | 113 | 389 | 40 | 496 | 129 | 451 | 47 | 596 | 151 | 531 | 56 | 736 | 187 | 663 |
| 0.90 | 30 | 357 | 94 | 318 | 35 | 409 | 110 | 366 | 40 | 484 | 124 | 434 | 49 | 602 | 154 | 545 |
| 0.95 | 28 | 294 | 78 | 262 | 33 | 338 | 89 | 304 | 35 | 394 | 105 | 355 | 44 | 494 | 129 | 443 |
| 1.00 | 26 | 241 | 65 | 220 | 28 | 279 | 78 | 251 | 33 | 334 | 89 | 301 | 40 | 413 | 110 | 369 |
| 1.05 | 23 | 205 | 57 | 184 | 26 | 237 | 65 | 212 | 30 | 279 | 78 | 251 | 37 | 346 | 94 | 310 |
| 1.10 | 21 | 173 | 47 | 154 | 26 | 203 | 57 | 179 | 28 | 237 | 65 | 212 | 35 | 296 | 81 | 265 |
| 1.15 | 21 | 152 | 42 | 135 | 23 | 173 | 47 | 154 | 26 | 203 | 57 | 184 | 33 | 254 | 70 | 231 |
| 1.20 | 18 | 135 | 39 | 116 | 21 | 152 | 42 | 135 | 26 | 175 | 47 | 157 | 28 | 220 | 60 | 198 |
| 1.25 | 18 | 113 | 34 | 102 | 21 | 135 | 39 | 116 | 23 | 154 | 42 | 140 | 28 | 190 | 52 | 173 |
| 1.30 | 16 | 100 | 29 | 89 | 18 | 115 | 34 | 102 | 21 | 137 | 39 | 121 | 26 | 169 | 47 | 151 |
| 1.35 | 16 | 89 | 27 | 81 | 16 | 102 | 29 | 94 | 21 | 122 | 34 | 110 | 23 | 150 | 42 | 132 |
| 1.40 | 16 | 78 | 22 | 70 | 16 | 91 | 29 | 81 | 18 | 109 | 32 | 94 | 23 | 135 | 39 | 116 |
| 1.45 | 13 | 74 | 22 | 65 | 16 | 80 | 23 | 73 | 18 | 96 | 29 | 86 | 21 | 117 | 34 | 105 |
| 1.50 | 13 | 65 | 20 | 57 | 16 | 74 | 22 | 65 | 16 | 87 | 25 | 78 | 21 | 109 | 32 | 94 |
| 1.55 | 13 | 58 | 16 | 52 | 13 | 67 | 20 | 60 | 16 | 78 | 22 | 70 | 18 | 98 | 29 | 86 |
| 1.60 | 11 | 51 | 15 | 47 | 13 | 60 | 18 | 52 | 16 | 69 | 22 | 60 | 18 | 87 | 27 | 78 |
| 1.65 | 11 | 49 | 15 | 42 | 13 | 56 | 16 | 47 | 13 | 65 | 20 | 57 | 16 | 78 | 23 | 70 |
| 1.70 | 11 | 47 | 15 | 39 | 13 | 49 | 15 | 42 | 13 | 58 | 18 | 52 | 16 | 74 | 22 | 65 |
| 1.75 | 11 | 40 | 13 | 37 | 11 | 47 | 15 | 42 | 13 | 56 | 16 | 47 | 16 | 67 | 22 | 60 |
| 1.80 | 11 | 37 | 13 | 34 | 11 | 42 | 15 | 39 | 13 | 49 | 15 | 42 | 16 | 60 | 18 | 53 |
| 1.85 | 11 | 35 | 11 | 30 | 11 | 40 | 13 | 34 | 11 | 47 | 15 | 40 | 13 | 56 | 18 | 50 |
| 1.90 | 11 | 33 | 11 | 29 | 11 | 35 | 13 | 34 | 11 | 42 | 15 | 39 | 13 | 51 | 16 | 47 |
| 1.95 | 11 | 30 | 9 | 29 | 11 | 35 | 11 | 29 | 11 | 40 | 13 | 34 | 13 | 49 | 15 | 42 |
| 2.00 | 8 | 28 | 9 | 23 | 11 | 33 | 11 | 29 | 11 | 37 | 13 | 34 | 13 | 47 | 15 | 39 |

Fonte: Ennis, J. M., & Jensionka, V. (2011). The Power of Sensory Discrimination Methods.

Journal of Sensory Studies, 8(4), 353–370. DOI: [10.1111/j.1745-459X.1993.tb00225.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1993.tb00225.x)

Anexo XV – Teste Discriminativo (1/3 de probabilidade de adivinhar a resposta correta): Número crítico (mínimo) de respostas corretas para níveis de significância diferentes (níveis α)

| Significance level (%) | | | | | Significance level (%) | | | | |
|------------------------|----|----|----|-----|------------------------|----|----|----|-----|
| n | 10 | 5 | 1 | 0.1 | n | 10 | 5 | 1 | 0.1 |
| 3 | 3 | 3 | - | - | 26 | 13 | 14 | 15 | 17 |
| 4 | 4 | 4 | - | - | 27 | 13 | 14 | 16 | 18 |
| 5 | 4 | 4 | 5 | - | 28 | 14 | 15 | 16 | 18 |
| | | | | | 29 | 14 | 15 | 17 | 19 |
| | | | | | 30 | 14 | 15 | 17 | 19 |
| 6 | 5 | 5 | 6 | - | 31 | 15 | 16 | 18 | 20 |
| 7 | 5 | 5 | 6 | 7 | 32 | 15 | 16 | 18 | 20 |
| 8 | 5 | 6 | 7 | 8 | 33 | 15 | 17 | 18 | 21 |
| 9 | 6 | 6 | 7 | 8 | 34 | 16 | 17 | 19 | 21 |
| 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 35 | 16 | 17 | 19 | 22 |
| 11 | 7 | 7 | 8 | 10 | 36 | 17 | 18 | 20 | 22 |
| 12 | 7 | 8 | 9 | 10 | 42 | 19 | 20 | 22 | 25 |
| 13 | 8 | 8 | 9 | 11 | 48 | 21 | 22 | 25 | 27 |
| 14 | 8 | 9 | 10 | 11 | 54 | 23 | 25 | 27 | 30 |
| 15 | 8 | 9 | 10 | 12 | 60 | 26 | 27 | 30 | 33 |
| 16 | 9 | 9 | 11 | 12 | 66 | 28 | 29 | 32 | 35 |
| 17 | 9 | 10 | 11 | 13 | 72 | 30 | 32 | 34 | 38 |
| 18 | 10 | 10 | 12 | 13 | 78 | 32 | 34 | 37 | 40 |
| 19 | 10 | 11 | 12 | 14 | 84 | 35 | 36 | 39 | 43 |
| 20 | 10 | 11 | 13 | 14 | 90 | 37 | 38 | 42 | 45 |
| | | | | | 96 | 39 | 41 | 44 | 48 |
| 21 | 11 | 12 | 13 | 15 | | | | | |
| 22 | 11 | 12 | 14 | 15 | | | | | |
| 23 | 12 | 12 | 14 | 16 | | | | | |
| 24 | 12 | 13 | 15 | 16 | | | | | |
| 25 | 12 | 13 | 15 | 17 | | | | | |

Fonte: FAO. (n.d.-a). Appendix A - Triangle Test for Difference. Retrieved August 22, 2018, from <http://www.fao.org/docrep/V7180E/V7180E12.HTM>

Anexo XVI – Número de Respostas Corretas Necessárias para se Identificar Diferenças Significativas nos Testes Tétrade.

Note 1: Entries are the minimum number of correct responses required for significance at the stated α -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents, n (i.e., row). Reject the assumption of “no difference” if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.
 Note 2: For values of n not in the table, compute the missing entry as follows: Minimum number of correct responses (x) = nearest whole number greater than $= \frac{n}{3} + z\sqrt{\frac{2n}{9}}$, where z varies with the significance level as follows: 0.25 for $\alpha = 0.40$; 0.52 for $\alpha = 0.30$; 0.84 for $\alpha = 0.20$; 1.28 for $\alpha = 0.10$; 1.64 for $\alpha = 0.05$; 2.33 for $\alpha = 0.01$; 3.09 for $\alpha = 0.001$.

| n | α | | | | | | | n | α | | | | | | |
|-----|----------|-----|-----|-----|------|------|-------|-----|----------|-----|-----|-----|------|------|-------|
| | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.01 | 0.001 | | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
| | | | | | | | | 31 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 |
| | | | | | | | | 32 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | — | — | 33 | 13 | 13 | 14 | 15 | 17 | 18 | 21 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | — | — | 34 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 21 |
| 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | — | 35 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 22 |
| 6 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | — | 36 | 14 | 14 | 15 | 17 | 18 | 20 | 22 |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 42 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 22 | 25 |
| 8 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 48 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 27 |
| 9 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 54 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 27 | 30 |
| 10 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 60 | 22 | 23 | 24 | 26 | 27 | 30 | 33 |
| 11 | 5 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 10 | 66 | 24 | 25 | 26 | 28 | 29 | 32 | 35 |
| 12 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 72 | 26 | 27 | 28 | 30 | 32 | 34 | 38 |
| 13 | 6 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 11 | 78 | 28 | 29 | 30 | 32 | 34 | 37 | 40 |
| 14 | 6 | 7 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 84 | 30 | 31 | 33 | 35 | 36 | 39 | 43 |

Fonte: Rogers, L. (2017). *Discrimination Testing in Sensory Science - A Practical Handbook*. (L. Rogers, Ed.), Elsevier. Elsevier Ltd. DOI: [10.1016/B978-0-08-101009-9.00011-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101009-9.00011-3)

Anexo XVII – Número de Provas Necessárias para o Teste Tétrade.

Note 1: Entries are the minimum number of assessors required to execute a Tetrad test with a prespecified level of sensitivity determined by the values chosen for δ , α , and β . Enter the table in the section corresponding to the chosen value of δ and the column corresponding to the chosen value of β . Read the minimum number of assessors from the row corresponding to the chosen value of α .

| α | | β | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
| | $\delta = 0.50$ | | | | | | | | |
| 0.40 | | 34 | 63 | 110 | 178 | 309 | 463 | 815 | 1346 |
| 0.30 | | 63 | 109 | 170 | 255 | 417 | 588 | 985 | 1561 |
| 0.20 | | 116 | 176 | 254 | 367 | 560 | 759 | 1204 | 1842 |
| 0.10 | | 230 | 307 | 413 | 560 | 806 | 1028 | 1557 | 2274 |
| 0.05 | | 349 | 454 | 577 | 752 | 1029 | 1293 | 1873 | 2649 |
| 0.01 | | 659 | 803 | 979 | 1202 | 1544 | 1867 | 2551 | 3451 |
| 0.001 | | 1138 | 1330 | 1543 | 1822 | 2251 | 2636 | 3444 | 4476 |
| | $\delta = 0.75$ | | | | | | | | |
| 0.40 | | 11 | 17 | 31 | 43 | 78 | 113 | 190 | 306 |
| 0.30 | | 18 | 29 | 43 | 63 | 98 | 141 | 226 | 355 |
| 0.20 | | 32 | 46 | 60 | 88 | 133 | 176 | 277 | 414 |
| 0.10 | | 58 | 77 | 99 | 132 | 185 | 236 | 350 | 508 |
| 0.05 | | 86 | 110 | 135 | 173 | 234 | 293 | 420 | 594 |
| 0.01 | | 156 | 188 | 223 | 272 | 349 | 418 | 569 | 769 |
| 0.001 | | 256 | 298 | 349 | 411 | 501 | 586 | 766 | 995 |
| | $\delta = 1.00$ | | | | | | | | |
| 0.40 | | 8 | 8 | 14 | 17 | 31 | 43 | 72 | 116 |
| 0.30 | | 10 | 15 | 18 | 26 | 40 | 52 | 86 | 130 |
| 0.20 | | 16 | 19 | 27 | 35 | 49 | 68 | 102 | 156 |
| 0.10 | | 24 | 29 | 37 | 50 | 69 | 88 | 132 | 188 |
| 0.05 | | 34 | 42 | 52 | 65 | 89 | 110 | 154 | 220 |
| 0.01 | | 56 | 68 | 81 | 101 | 130 | 156 | 210 | 283 |
| 0.001 | | 97 | 114 | 129 | 152 | 183 | 214 | 280 | 365 |

Continued

TABLE A2.17 Number of Assessors Needed for Tetrad Test—cont'd

| α | | β | | | | | | | |
|----------|-----------------|---------|------|-----------------|------|------|------|------|-------|
| | | 0.50 | 0.40 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
| | $\delta = 1.25$ | | | | | | | | |
| 0.40 | | 5 | 5 | 8 | 11 | 14 | 20 | 37 | 57 |
| 0.30 | | 7 | 7 | 10 | 15 | 21 | 26 | 43 | 66 |
| 0.20 | | 7 | 11 | 14 | 19 | 27 | 35 | 49 | 74 |
| 0.10 | | 14 | 15 | 19 | 24 | 32 | 45 | 66 | 91 |
| 0.05 | | 15 | 22 | 29 | 34 | 42 | 52 | 78 | 105 |
| 0.01 | | 30 | 33 | 40 | 51 | 61 | 76 | 101 | 135 |
| 0.001 | | 47 | 54 | 61 ^a | 75 | 92 | 102 | 135 | 175 |
| | $\delta = 1.5$ | | | | | | | | |
| 0.40 | | 3 | 5 | 5 | 8 | 11 | 14 | 20 | 34 |
| 0.30 | | 3 | 5 | 7 | 8 | 11 | 15 | 26 | 38 |
| 0.20 | | 6 | 6 | 9 | 11 | 16 | 19 | 30 | 43 |
| 0.10 | | 7 | 10 | 14 | 15 | 20 | 25 | 37 | 53 |
| 0.05 | | 11 | 13 | 15 | 20 | 25 | 32 | 42 | 60 |
| 0.01 | | 17 | 21 | 25 | 30 | 37 | 46 | 57 | 76 |
| 0.001 | | 28 | 34 | 36 | 43 | 54 | 61 | 78 | 100 |

^aEditorially corrected.

Fonte: Rogers, L. (2017). *Discrimination Testing in Sensory Science - A Practical Handbook*. (L. Rogers, Ed.), Elsevier. Elsevier Ltd. DOI: [10.1016/B978-0-08-101009-9.00011-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101009-9.00011-3)

Anexo XVIII – Guião dos Grupos de Foco: Introdução e Questionário

Grupos de Foco (*Focus Groups*)

Avaliação Sensorial de Caldos e Óleos Aromatizados

1. INTRODUÇÃO

1.1 Boas-vindas

O moderador e o assistente apresentam-se ao grupo.¹⁰⁶

1.2 Breve explicação acerca dos caldos e infusões em gordura

O caldo (em francês *bouillon*) é parte integrante de qualquer boa cozinha. Em termos técnicos, este pode ser definido como um extrato aquoso obtido através do cozimento de vários ingredientes.

Os caldos servem como base aromática de muitas confecções da cozinha oriental e ocidental (como *pot au feu*, arroz e sopas). Ao se ferver os ingredientes, estes ficam macios, o que faz com que haja a quebra das paredes celulares, e assim, a liberação do seu conteúdo (como sais, açúcares, aminoácidos e moléculas aromáticas) para o meio aquoso. Regra geral, o importante é a solubilização dos compostos (McGee, 2004).

Os óleos aromatizados podem ser definidos como extrações de compostos aromáticos para gorduras líquidas. Estes “óleos” são uma forma eficaz de concentrar os aromas uniformemente. Permitem que se adicionem “essências” sem que se adicione o ingrediente em si, o que pode simplificar (Myhrvold, N., Young, & Bilet, M., 2011) ou “esteticizar” a preparação de um prato.

¹⁰⁶ Quanto ao primeiro, este deve apresentar *background* relativamente ao tópico em questão, e deve ser ele o líder, ainda que controlando o grupo de modo discreto. Para além disso, deve usar questões pré-determinadas, i.e., não deve efetuar questões que não estejam descritas no guião, nem dar azo a casos de subjetividade. Deve ainda estabelecer um ambiente permissivo, aberto e descontraído. O assistente deve lidar com a parte da logística, tomar as devidas notas e monitorizar o equipamento de gravação (Krueger, R. A., 2002).

1.3 Outras explicações

Os resultados serão usados na execução da dissertação da aluna Abigail Lopes Salgado, no qual se pretende saber se existe diferença, e quais, entre os diversos caldos e óleos aromatizados. Posteriormente, os dados serão usados noutros tipos de divulgação científica (e.g. *posters* e/ou *papers*).

Os indivíduos que participam neste grupo de discussão foram devidamente pré-selecionados, tendo em atenção o facto de possuírem um *background* semelhante (Krueger, R. A., 2002; Hennink, M. M., 2014). Em suma, optou-se por escolher pessoas que partilhassem do mesmo tipo de conhecimento sensorial.

1.4 Objetivos

O principal objetivo da presente discussão visa comparar a riqueza de sabores (intensidade de gostos¹⁰⁷ e aromas) de dois caldos e dois óleos aromatizados, obtidos segundo diferentes métodos. Para além disso, pretende-se saber quais as características de cada produto, essencialmente, o seu sabor; e averiguar se os produtos são compatíveis com a dieta portuguesa. Por fim, quais os produtos preferidos e a justificação da sua escolha.

1.4 Diretrizes

Será importante mencionar que, não existem respostas certas ou erradas (o que há são diferentes pontos de vista); que, como a discussão está a ser gravada, convém que apenas fale uma pessoa de cada vez; que cada participante não precisa de concordar com os demais, no entanto, deve ouvi-los e respeitar as opiniões expressas.

¹⁰⁷ É ainda de referir que, durante a entrevista não se citará o termo *umami*, uma vez que, este pode apresentar vários problemas de cariz conceptual, nomeadamente, a que sabe o *umami*? Para isso, apenas nos iremos atentar em descrições que associem a “cheiro a mar” ou “alga”. Segundo Mouritsen o MSG é insípido, e de sabor saponáceo. Apenas se torna saboroso quando combinado com outros ingredientes. O mesmo autor afirma que o *umami* é um conceito muito amplo (Mouritsen, O. G. & Styrbæk, K., 2014).

Referências

- McGee, H. (2004). *On Food and Cooking – The science and lore of the kitchen*. Rev. Upd. Nova Iorque, NY, EUA: Scribner. p. 290. ISBN: 1-4165-5637-0.
- Myhrvold, N., Young, & Bilet, M. (2011). 'Volume 2 – Techniques and Equipment', in *Modernist Cuisine - The Art and Science of Cooking*. 1ª ed. Bellevue, WA, EUA: Cooking Lab (Modernist Cuisine), p. 328. ISBN: 978-0-9827610-0-7.
- Krueger, R. A. (2002). *Designing and Conducting Focus Group Interviews*. University of Minnesota. [Em linha]. Disponível em www.eiu.edu/ihec/Krueger-FocusGroupInterviews.pdf. Consultado a: 17-julho-2018.
- Hennink, M. M. (2014). *Focus Group Discussions*. New York: Oxford University Press, USA. p.10. ISBN: 978-0-19-985616-9.
- Mouritsen, O. G. & Styrbæk, K. (2014). *Umami: Unlocking the Secrets of the Fifth Taste*. Columbia. New York: University Press. ISBN: 978-0-231-16890-8.

2. GUIÃO

1. Quão importante é um caldo/óleo aromatizado numa preparação culinária?
2. Têm por hábito usar caldos e/ou óleos aromatizados? Em que tipo de preparações?
3. Que fatores acham que são importantes na escolha de um caldo/óleo aromatizado?
4. Em linhas gerais, quais as principais características dos caldos/óleos aromatizados relevantes para o seu uso/consumo?

----- *Análise Discriminativa: Teste Tétrade* -----

5. Existem diferenças significativas entre os caldos/óleos aromatizados apresentados? Se sim, quais?
6. Caracterize cada um dos caldos/óleos aromatizados que se lhe apresentam, ao nível dos vários atributos (aroma, textura, sabor, impressão global ou outros), denotando os seus pontos positivos e negativos.
7. Existe atributo(s) suficientemente forte(s) para que um caldo e/ou óleo aromatizado seja escolhido em prol de outro, independente do seu grau de desempenho nos demais atributos?
8. Usariam algum destes caldos/óleos aromatizados em preparações culinárias? Se sim, em quais?
9. Estes caldos/óleos aromatizados são compatíveis com o gosto dos portugueses? Explique porquê.
10. Quais destes caldos/óleos aromatizados são mais indicados para preparações culinárias? Quais?

Anexo XIX – Fichas para o Teste Tétrade

Ficha de Recrutamento N.º _____

Avaliação Sensorial de Caldos e Óleos Aromatizados

Nome: _____ **Data:** _____

Idade: () 18-25 () 26-35 () 36-50 () > 50 **Sexo:** () Feminino () Masculino

Está a ser convidado(a) a participar como voluntário(a) numa atividade que irá ser inserida na dissertação de mestrado em Ciências Gastronómicas da aluna Abigail Lopes Salgado.

O objetivo do trabalho é comparar as características sensoriais de caldos e óleos aromatizados preparados por processos distintos.

Informa-se que não será remunerado(a) por participar nesta atividade, no entanto o seu contributo é de grande valor no campo da investigação – os seus dados serão importantes na prossecução da dissertação anteriormente citada.

A sua participação não é obrigatória e, a qualquer momento, poderá desistir de participar no estudo. Após ter sido esclarecido(a) com as informações mencionadas acima, e no caso de concordar em fazer participar, assine em baixo por favor.

OBRIGADO PELA SUA PARTICIPAÇÃO!

Ficha N.º _____

Avaliação Sensorial de Caldos

Acaba de receber quatro amostras codificadas de caldos, duas de um tratamento A e duas de um tratamento B. Por favor, cheire e prove atentamente cada uma das amostras, na ordem em que estão sendo apresentadas. De seguida agrupe-as duas a duas, formando dois conjuntos, de acordo com a sua similaridade de características. Registe em baixo as suas conclusões usando os códigos das amostras (indicando as características que permitem a sua distinção, qualquer sensação que considere importante registar a nível de aroma, gosto, sabor ou textura, por exemplo). É conveniente que, entre cada amostra, beba água, de forma a limpar bem o palato, otimizando assim a sua análise sensorial.

536

398

511

987

Primeiro par: _____

Segundo par: _____

Par mais intenso?

 Primeiro Segundo

Característica mais intensa?

 Gosto Aroma

Comentários:

Ficha N.º _____

Avaliação Sensorial de Óleos Aromatizados

Acaba de receber quatro amostras codificadas de óleos aromatizados, duas de um tratamento A e duas de um tratamento B. Por favor, cheire e prove atentamente cada uma das amostras, na ordem em que estão sendo apresentadas. De seguida agrupe-as duas a duas, formando dois conjuntos, de acordo com a sua similaridade de características. Registe em baixo as suas conclusões usando os códigos das amostras (indicando as características que permitem a sua distinção, qualquer sensação que considere importante registar a nível de aroma, gosto, sabor ou textura, por exemplo). É conveniente que, entre cada amostra, coma maçã e beba água de forma a limpar bem o palato, otimizando assim a sua análise sensorial.

456

297

333

560

Primeiro par: _____

Segundo par: _____

Par mais intenso?

 Primeiro Segundo

Característica mais intensa?

 Gosto Aroma

Comentários:

Anexo XX – Procedimento para a Preparação das Provas Sensoriais Tétrade

Amostras:

- Caldos: H₂O-SV e H₂O-US
- Óleos Aromatizados: Óleo-SV e Óleo-US,

Materiais:

- Banho de temperatura controlada
- Tesoura
- Funil doseador de pistão com suporte
- Molas
- Água potável (cerca de 3 litros)
- Copos de servir água
- Maçã cortada em gomos (cerca de 500g)
- Pratos pequenos de servir a maçã
- Guardanapos
- Etiquetas das amostras
- Copos negros opacos de 60 ml
- Suportes para servir as amostras

Procedimento:

- I. Descongelar e aquecer as amostras até 35° C num banho de temperatura controlada.
- II. Etiquetar os copos das amostras.
- III. Dispor os copos devidamente codificados nos suportes de servir as amostras pela ordem apresentada nas fichas da avaliação sensorial dos caldos e dos óleos aromatizados.
- IV. Dividir a maçã em pratos pequenos e reservar no frio até a avaliação sensorial dos óleos.
- V. Servir os copos e a água aos provadores para que possam beber à vontade durante ambas as avaliações sensoriais.
- VI. Avaliação Sensorial dos Caldos:
 - a. Abrir o saco da amostra do caldo H₂O-SV e, com o funil doseador de pistão, distribuir 25 ml de amostra nos respectivos copos codificados (2 copos por prato).
 - b. Fechar o saco da amostra com molas e colocar de novo no banho de temperatura controlada até ao final da análise dos caldos.
 - c. Repetir os processos a. e b. com a amostra do caldo H₂O-US.
 - d. Servir os pratos com os 4 copos ao provador correspondente.
- VII. Avaliação Sensorial dos Óleos Aromatizados:
 - a. Abrir o saco da amostra do óleo aromatizado Óleo-SV e, com o funil doseador de pistão, distribuir 15ml de amostra nos respectivos copos codificados (2 copos por prato).
 - b. Fechar o saco da amostra com molas e colocar de novo no banho de temperatura controlada até ao final da análise dos óleos.
 - c. Repetir os processos a. e b. com a amostra do óleo aromatizado Óleo-US.
 - d. Servir os pratos pequenos com as maçãs aos provadores.
 - e. Servir os pratos com os 4 copos ao provador correspondente.
- VIII. No final de cada Prova Sensorial Tétrade, descartar as sobras das amostras.

Anexo XXI – Poster Científico

**The Use of Ultrasound in Culinary Extraction Processes:
A study in stocks and infused oils enriched with
the seaweed *Codium tomentosum***

A. Salgado, B. Moreira Leite¹, B. Campos¹, P. Mata¹ and J. P. Noronha¹
¹LAQV, REQUIMTE, Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnologia/Universidade Nova de
Lisboa
Corresponding author: bm.campos@campus.fct.unl.pt

Campus da Caparica, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal
www.fct.unl.pt
Corresponding author: bm.campos@campus.fct.unl.pt





INTRODUCTION

Broths are savoury liquids (prepared from meat, fish or vegetables) commonly used in Western cuisine for various culinary preparations (e.g. soups and sauces). Flavoured oils (for example with herbs or spices) are considered an effective way of homogeneously concentrating the aromas and flavours, allowing the addition of “essences” to dishes without the ingredient itself [1]. For both, broths and oils, extraction of components from food matrices usually involves the action of heat, which causes softening and rupture of the cell walls and consequently release their contents to the media [2]. New cooking techniques are nowadays used in the extraction of compounds from food matrices. In addition to the traditional long simmering technique, *sous-vide* (vacuum-sealed food cooked at a low temperature) and, more recently, ultrasound-assisted extraction (UAE) have been used. UAE is still rarely used in cooking but, in recent years, has been shown to be a promising technique in the food industry [3]. The comparison of the efficiency of the *sous-vide* and ultrasound extractions for the preparation of *Codium tomentosum* green seaweed broths and flavoured oils was evaluated. The extraction was done using identical time-temperature conditions in both cases (60 °C for 45 minutes) – see Figure 1.

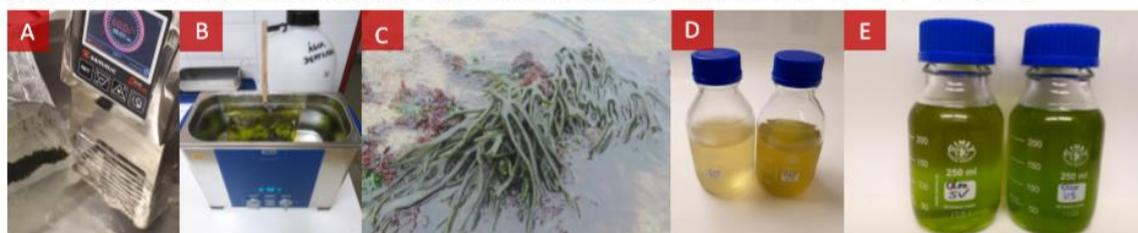


Figure 1: A – Extraction by *sous-vide* technique. B – Ultrasound bath. C – *Codium tomentosum*.
D – Aqueous extraction by *sous vide* (SV) only and ultrasound (US). E – Oil extraction by *sous vide* (SV) only and ultrasound (US)

INSTRUMENTAL ANALYSIS

The headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) followed by gas chromatography-mass spectrometry method (GC-MS) was used to compare the volatiles profiles. It could be noted that UAE (*sweep* modulation and frequency of 37 KHz) is a more efficient technique, particularly for the preparation of broths. The results were not so clear in the case of the infused oils. The UAE seems to improve the richness of the preparation, more than increasing the yield. Despite this, in both cases, the UAE technique proved to deliver different products compared with the *sous-vide* one.

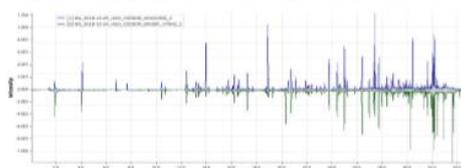


Figure 2: GC-MS Chromatograms –
Comparison between extractions in aqueous medium with and without ultrasounds.



Figure 3: GC-MS Chromatograms –
Comparison between extractions in oil with and without ultrasounds.

SENSORY ANALYSIS

Subsequently, focus groups and differential sensory analysis tests (tetrad tests) were performed for broths and flavoured oils. Significant differences were also encountered. The assessors were able to identify significant differences between the oils prepared with or without ultrasound ($\alpha < 0,1\%$; $\delta = 3,0$; power $> 95\%$). Regarding the broths it is estimated to exist a δ value of 1,1. Although there were identified significant differences between the broths prepared with or without ultrasounds ($\alpha < 0,1\%$; power = 43,5%), it's necessary to increase the sample size for the tetrad test because of the low power of the experiment conducted. The focus groups identified a higher intensity of the global sensory attributes on the products prepared with ultrasounds – both taste (bitter and salty), aroma and *flavour*.

CONCLUSION

Both chromatographic analysis and sensory tests endorse that the UAE can be a differentiating tool in the production of quality extracts from food matrices, allowing in some cases results with better organoleptic characteristics and an increased intensity of *flavour*.

Acknowledgements

The project «MAR-01.03.01-FAAMP-0016 – Alga4Food» has the financial support of the European Maritime and Fisheries Fund and is co-financed by the Operational Program MARE2020 in the field of Sustainable Development of Aquaculture in the domains of Innovation, Advice and Productive Investment - Innovation and Knowledge Action.

References

- [1] Myhrvold, N.; Young, C.; Blizet, M. *Modernist Cuisine – The Art and Science of Cooking, Volume 2 – Techniques and Equipment*, 2011, 473 pp.
- [2] Nicot, H. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*, 2004, 290 pp.
- [3] Chernet, F. et al. Ultrasound Assisted Extraction of Food and Natural Products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review, *Ultrasonics Sonochemistry*. Elsevier, 2017, 34 (540–560). doi: 10.1016/j.ultsonch.2016.06.035.

