



CATÓLICA

UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

ANÁLISE SENSORIAL DE INFUSÕES DE ERVAS AROMÁTICAS – DETERMINAÇÃO
DAS CONDIÇÕES ÓTIMAS DE PREPARAÇÃO DE INFUSÕES

por

Carla Filipa da Silva Ferreira

Dezembro de 2015



CATÓLICA
UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA | PORTO
Escola Superior de Biotecnologia

ANÁLISE SENSORIAL DE INFUSÕES DE ERVAS AROMÁTICAS – DETERMINAÇÃO
DAS CONDIÇÕES ÓTIMAS DE PREPARAÇÃO DE INFUSÕES

Tese apresentada à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa
para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Alimentar

por

Carla Filipa da Silva Ferreira

Local: Sense Test – Sociedade de Estudos de Análise Sensorial a Produtos Alimentares, Lda.

Orientador: Eng. Rui Costa Lima

Tutor: Prof. Doutora Manuela Pintado

Dezembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho
Aos pilares da minha vida,
Aos meus pais e ao meu namorado.

RESUMO

Com o objetivo de obter o melhor de cada infusão em termos sensoriais, é necessário otimizar os fatores que mais influenciam a sua preparação, desde a qualidade da água, a qualidade da matéria-prima, a concentração, a temperatura da água e o tempo de infusão. Para além disso, torna-se necessário estudar se existe alguma correlação entre a preferência dos consumidores e a variação de cor, que possa resultar de diferentes modos de preparação de infusões.

Desta forma, o principal objetivo deste trabalho é a otimização das condições de preparação de infusão temperatura da água e tempo de infusão para as ervas aromáticas limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão. Para tal foram utilizados um total de dez binómios tempo de infusão / temperatura da água, apresentados aos consumidores de forma balanceada para a avaliação da sua aceitação, aplicando um método estatístico Superfície de Resposta. Recorreu-se à metodologia de colorimetria, utilizando o sistema CIELAB, para medição complementar da cor.

Diferentes infusões ervas aromáticas requerem diferentes condições de preparação, sendo possível identificar que os pontos ótimos de infusão se situam entre os 4 e 8,5 minutos e entre os 92 e os 99 °C, respetivamente para o tempo e temperatura de infusão. Para além disso, binómios tempo / temperatura com maior aceitação, estão associados a um maior número de características positivas.

Através da colorimetria, verificou-se que existe relação entre a cor e a preferência do consumidor, tendo-se verificado que para qualquer uma das ervas aromáticas, os binómios tempo / temperatura destacados com maior número de atributos positivos, apresentaram menores valores de luminosidade. Relativamente aos valores de cromaticidade, quando estes são mais elevados, há uma maior preferência, embora tal fato seja apenas constatável nas infusões de limonete e erva-príncipe. No que diz respeito à tonalidade, os resultados demonstraram que embora diferentes binómios de tempo / temperatura resultem em intensidades de cor diferentes, para todas as ervas aromáticas, exceto na erva-príncipe, todos se encontram numa zona de cor característica.

Em conclusão, a máxima aceitação sensorial ocorre nas combinações tempo / temperatura: 6 min / 96 °C, 8,5 min / 99 °C, 4 min / 95 °C e 7 min / 92 °C para as infusões de limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão, respetivamente.

Palavras-chave: Infusão, ervas aromáticas, tempo de infusão, temperatura da água, aceitação sensorial, colorimetria.

ABSTRACT

In order to obtain the best out of each infusion in sensory experience, it is necessary to optimize the factors that influence their preparation, such as the water quality, the quality of the raw material, concentration, temperature of the water and the infusion time. Moreover, it becomes necessary to study whether there is any correlation between consumer preference and color variation that can result from different forms of preparation of infusions.

Thus, the main objective this work is to optimize the preparation conditions (water temperature and infusion time) for lemon verbena, lemongrass, white peppermint and lemon thymus. To this end, we have used a total of ten binomials “infusion time / temperature of the water” presented to acceptance evaluation in a random order, by applying the statistical method Response Surface. Resorted to the colorimetry method using the CIELAB system, to complement the color measurement.

Different herbs require different conditions of preparation, it is possible to identify that the optimal points of infusion are between 4 and 8.5 minutes and between 92 and 99 °C.

Through the analysis of open-ended comments it was possible to study the positive and negative attributes associated with each of the time / temperature infusion preparation.

In addition, time / temperature binomials with greater acceptance, are associated with a greater number of positive characteristics.

By colorimetry, it was found that there is relationship between color and consumer preference, and it was found that for any of herbs, the time / temperature binomials highlighted with higher ratio values and / or more of positive attributes had lower brightness values. With regard to chromaticity values, there is a greater preference when they are higher, although this fact is only noticeable in the infusions of verbena and lemongrass. With regard to the hue, although the combinations of different time and temperature gave a different colour intensity samples, for all the herbal plants, excluding lemongrass, the colours is in an expectable and characteristic range.

Thus, the maximum sensory acceptance occurs in the following infusion time / temperature of the water combinations: 6 min / 96 °C, 8,5min / 99 °C, 4min / 95 °C and 7 min / 92 °C for infusions of lemon verbena, lemongrass, white peppermint and lemon thymus, respectively.

Keywords: herbal tea, herbs, infusion time, water temperature, sensory acceptance, colorimetry.

AGRADECIMENTOS

A proximidade da conclusão de mais uma etapa académica exige que eu aproveite este espaço para agradecer a todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram para a concretização da mesma.

Quero começar por agradecer à Sense Test e em especial, ao Engenheiro Rui Costa Lima, por me ter acolhido, pela oportunidade e pela transmissão de conhecimentos.

À Professora Doutora Manuela Pintado, enquanto orientadora deste trabalho, pela disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio e rigor que me inculuiu.

À Célia Rocha, que me acompanhou durante todo este percurso e que desde o início demonstrou o seu total apoio. Um sincero obrigado por todos os conhecimentos partilhados, pelas sugestões de melhoria, pelas críticas, pela revisão cuidada deste documento, mas mais do que isso, pela paciência, por toda a dedicação e pela amizade.

À toda Equipa Sense Test, que me fizeram sentir que eu também pertencia a esta equipa, que contribuíram para a minha integração.

Aos meus pais, por tudo que me ensinaram, por me acompanharem, por nunca terem desistido de mim, por não me terem deixado desistir, por terem confiado e acreditado sempre em mim.

Por fim, quero agradecer ao Ulisses, por acreditar em mim, por me fazer acreditar que é possível, pela enorme paciência, por me acompanhar em todo este percurso sem qualquer condição. Obrigada por me teres ajudado a chegar até aqui, pelo amor incondicional, por todos os dias me fazeres sentir que sou tão especial.

A todos, muito Obrigada!

ÍNDICE

DEDICATÓRIA	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
AGRADECIMENTOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABELAS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS	xvi
1. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO – SENSE TEST	1
2. INTRODUÇÃO	3
2.1. Enquadramento	3
2.2. Organização da dissertação	3
2.3. Infusões	4
2.3.1. Chá versus Infusões	4
2.3.2. Consumo de ervas aromáticas na forma de infusões	8
2.3.3. Fatores que influenciam a preparação de ervas aromáticas, na forma de infusões	11
2.3.4. Análise Sensorial	15
2.3.5. Colorimetria	21
2.4. Objetivos	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Desenho Experimental	29
3.2. Amostras	31
3.3. Provedores	33
3.4. Análise Sensorial	34
3.4.1. Aceitação com Comentários	34
3.5. Colorimetria	34
3.6. Análise Estatística	35
3.6.1. Aceitação	35
3.6.2. Colorimetria	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

4.1.	Caracterização dos Paineis de Provadores -----	37
4.2.	Aceitação -----	37
4.2.1.	Otimização do tempo e temperatura de infusão -----	37
4.2.2.	Análise de Comentários Livres -----	40
4.3.	Colorimetria -----	48
5.	CONCLUSÕES GERAIS -----	55
6.	TRABALHO FUTURO -----	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	59
	ANEXOS -----	67
	Anexo I – Questionário da prova de aceitação com escala hedónica de 9 pontos -----	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Limonete (<i>Aloysia triphylla</i>) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).	5
Figura 2.2 - Erva-príncipe (<i>Cymbopogon citratus</i>) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).	6
Figura 2.3 - Hortelã-pimenta (<i>Mentha x piperita officinalis</i>) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).	7
Figura 2.4 - Tomilho-limão (<i>Thymus x citriodorus</i>) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).	8
Figura 2.5 - Sistema de cores CIELAB de 1976, onde a coordenada L* é perpendicular ao plano das coordenadas a* e b*.	24
Figura 2.6 - Sistema de cores L*C*h°, onde a cor varia do 90 em 90° (Ângulo de 0°: cor vermelha; Ângulo de 90°: cor amarela; Ângulo de 180°: cor verde; Ângulo de 270°: cor azul).	25
Figura 3.1 - <i>Central Composite Design - Design</i> esférico (dois fatores).	29
Figura 3.2 - Coordenadas de todos os pontos (binómios) resultantes das variáveis tempo de infusão e temperatura da água.	30
Figura 3.3 - Amostras utilizadas para a preparação das infusões – limonete, erva-príncipe, hortelã- pimenta e tomilho-limão.	31
Figura 3.4 - Fase final da preparação das dez infusões de limonete com a concentração de 3 g/L.	32
Figura 3.5 - Fase final da preparação das dez infusões de erva-príncipe com a concentração de 3 g/L.	32
Figura 3.6 - Fase final da preparação das dez infusões de hortelã-pimenta com a concentração de 3 g/L.	33
Figura 3.7 - Fase final da preparação das dez infusões de tomilho-limão com a concentração de 3 g/L.	33
Figura 3.8 - Medição da cor através do colorímetro Minolta CR-400.	35
Figura 4.1 - Superfície de resposta da variação da aceitação em função do tempo de infusão e da temperatura da água para as quatro infusões em estudo: (A) Limonete, (B) Erva-príncipe, (C) Hortelã-pimenta e (D) Tomilho-limão.	39
Figura 4.2 - Atributos positivos das amostras da infusão de limonete.	41
Figura 4.3 - Atributos negativos das amostras da infusão de limonete.	42
Figura 4.4 - Atributos positivos das amostras da infusão de erva-príncipe.	43
Figura 4.5 - Atributos negativos das amostras da infusão de erva-príncipe.	44

Figura 4.6 - Atributos positivos das amostras da infusão de hortelã-pimenta.	45
Figura 4.7 - Atributos negativos das amostras da infusão de hortelã-pimenta.	45
Figura 4.8 - Atributos positivos das amostras da infusão de tomilho-limão.....	46
Figura 4.9 - Atributos negativos das amostras da infusão de tomilho-limão.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Sistematização dos tipos de testes utilizados em Análise Sensorial.	19
Tabela 3.1 - Caracterização das coordenadas dos pontos cúbicos, axiais e centrais.	30
Tabela 3.2 - Conversão dos valores dos pontos para cada um dos fatores (tempo de infusão e temperatura da água).	30
Tabela 3.3 - Binómios tempo / temperatura obtidos através do método estatístico <i>Central Composite Design</i> (CCD).....	31
Tabela 4.1 - Características sociodemográficas das quatro infusões em estudo.	37
Tabela 4.2 – Coeficientes de regressão e R^2 para a variável de resposta aceitação para as quatro infusões em estudo.	37
Tabela 4.3 - Otimização das condições de preparação, Temperatura da água e Tempo de infusão, através do método Superfície de Resposta.	40
Tabela 4.4 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de limonete.	42
Tabela 4.5 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de erva-príncipe.....	44
Tabela 4.6 - Número total de atributos positivos e negativos, média e rácio para a infusão de hortelã-pimenta.....	46
Tabela 4.7 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de tomilho-limão.....	47
Tabela 4.8 - Resultados da leitura da componente luminosidade (L^*) das quatro ervas aromáticas em estudo.	48
Tabela 4.9 - Resultados da leitura da componente a^* das quatro ervas aromáticas em estudo.	49
Tabela 4.10 - Resultados da leitura da componente b^* das quatro ervas aromáticas em estudo.	50
Tabela 4.11 - Resultados do cálculo de saturação (C^*) para as quatro ervas aromáticas em estudo.	52
Tabela 4.12 - Resultados do cálculo do ângulo de tonalidade (h°) para as quatro ervas aromáticas em estudo.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

UE – União Europeia

CBI - *Centre for the Promotion of Imports from developing countries*

g/L – gramas por litro

°C – graus Celsius

min – minutos

ANOVA – *Analysis of Variance*

QDA - *Quantitative Descriptive Analysis*

CATA - *Check-All-That-Apply*

UFP - *Ultra Flash Profile*

UV – Ultra Violeta

CIE - *Commission Internationale de l'Eclairage*

ISO - *International Organization for Standardization*

L* - Luminosidade

C* - croma

h° - ângulo de matriz

CCD – *Central Composite Design*

mL – mililitros

SPSS - *Statistical Package for Social Sciences*

MSR – Metodologia de Superfície de Resposta

LSD - *Least Significant Difference*

1. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO – SENSE TEST

O presente estágio foi realizado na empresa Sense Test – Sociedade de Estudos de Análise Sensorial a Produtos Alimentares, Lda, no concelho de Vila Nova de Gaia, num período de 22 semanas, de 15 de Setembro de 2014 a 13 de Fevereiro de 2015.

A Sense Test iniciou a sua atividade no ano 2000 e foi a primeira empresa dedicada à análise sensorial em Portugal. A partir de 2006, a gama de soluções deixou de estar restrita apenas aos produtos alimentares, sendo esta alargada para produtos não alimentares, cumprindo sempre com todas as normas internacionais e fornecendo as ferramentas e serviços para a avaliação da qualidade, desenvolvimento e inovação de produtos ou mesmo para a avaliação do desempenho de fornecedores/concorrentes.

Esta empresa apresenta um vasto leque de ferramentas sensoriais, desde testes descritivos, comparativos e de aceitação, análise e definição de atributos de qualidade, avaliação sensorial de *shelf-life* e utilização e treino de provadores peritos para testes sensoriais técnicos detalhados. Ao nível dos serviços, estes são baseados em avaliações laboratoriais, localização central e testes de uso doméstico e são várias as áreas de atuação:

SenseLab - Avaliação da aceitação em sala de prova: são utilizados métodos estatísticos não paramétricos para a deteção de diferenças significativas na pontuação. Os parâmetros de avaliação podem ser globais ou por atributos, não sendo nestas situações garantida a independência entre os fatores.

SenseHome - Testes para uso doméstico: este tipo de testes são especialmente adaptados para produtos de consumo prolongado (ex.: pastilhas elásticas) ou produtos cuja utilização não é adaptável à sala de provas (ex.: fraldas, produtos de higiene pessoal e produtos de limpeza).

SenseSegments - Testes com segmentos especiais: crianças (têm uma perceção diferente comparativamente aos adultos e são em muitos casos, os utilizadores finais); celíacos (criação do “Clube do Provador Celíaco” – formação de um painel de provadores com intolerância ao glúten).

SenseQualitative - Sessões de formação diferentes áreas: análise, treino e desenvolvimento de capacidades sensoriais; orientação de formadores em análise sensorial; desenvolvimento de painéis internos de provadores para os géneros alimentícios; princípios básicos da análise sensorial; análise e caracterização de defeitos; princípios fundamentais para a análise estatística dos dados.

SenseBus – Sala de prova móvel: um automóvel que possui todas as características para a realização de testes sensoriais e que permite que a Análise Sensorial não tenha restrições geográficas, uma vez que este pode circular quer em mercados nacionais, quer internacionais.

SensePet – Testes de preferências e comportamento dos animais (cães e gatos) relacionados com os diferentes tipos de comida: existência de um painel independente com centenas de cães e gatos, segmentados essencialmente por tipo de alimentação, peso, idade e raça. Os testes são realizados em testes de uso doméstico, a fim de minimizar o impacto de variáveis como temperatura, água e luz.

SenseID – Actividades de Investigação e Desenvolvimento, que incluem reformulação de produtos; impacto da análise sensorial e expectativas do consumidor em relação à embalagem, preço e outras características do produto; descrição e avaliação das diferenças sensoriais nos alimentos; análise da relação entre os aspetos físicos e químicos e os atributos sensoriais; estabelecimento da relação entre os atributos e a aceitação do consumidor; determinação dos perfis sensoriais para a comparação entre as referências e estudos de *shelf-life* (Sensetest, 2007-2015).

Nas instalações da Sense Test existem atualmente 15 cabines de provas individuais, todas informatizadas, permitindo aos provadores o acesso ao sistema para avaliação dos produtos em análise. Em cada cabine existem dois tipos de iluminação distintos, a luz branca e a luz vermelha, onde a luz branca é a mais frequentemente utilizada, pois permite que a perceção sobre o produto seja o mais real possível. Para além disso, todas as cabines possuem uma cuspideira e um sinalizador, que consiste num interruptor que permite a ligação entre o provador e o laboratório, sendo apenas ligado em momentos chave, nomeadamente quando o provador quer iniciar/finalizar a prova e quando pretende uma nova amostra.

Para a realização das provas sensoriais, todos os provadores têm à sua disposição um tabuleiro com um copo de água, bolachas de água e sal e um guardanapo, bem como os talheres necessários para a prova em questão.

A seleção de provadores, para cada análise, desenvolve-se através de uma base de dados, que envolve anualmente milhares de provadores. Por cada ensaio efetuado, o provador é premiado consoante o grau de dificuldade, tipo de produto e número de ensaios.

2. INTRODUÇÃO

2.1. Enquadramento

A preparação de infusões a partir de ervas aromáticas é uma prática já utilizada desde a antiguidade com o intuito de que os compostos extraídos das plantas tivessem uma ação terapêutica, onde o caráter sensorial nunca foi uma preocupação (Marcin, 1983; Lasekan e Lasekan, 2012). Nos dias de hoje, o consumo de infusões continua a estar relacionado essencialmente com a preocupação ao nível da saúde, onde as pessoas adotam estilos de vida mais saudáveis, procurando produtos naturais, sem aditivos e corantes. É neste contexto que se enquadram as infusões de ervas aromáticas, que para além de possuírem propriedades benéficas dirigidas aos diferentes sistemas do organismo, não contêm cafeína e possuem níveis baixos de taninos, contrariamente ao que acontece no chá, infusão proveniente apenas da *Camellia sinensis* (Marcin, 1983; Market Survey, 2008b; Monbaliu *et al.*, 2010).

Por outro lado, a análise sensorial de infusões de ervas aromáticas carece ainda de bastante informação, sendo poucos os estudos que abordam este assunto, tornando-se assim necessária a compreensão de todas as componentes envolvidas na preparação de infusões, desde a otimização das condições de preparação, a análise de cada um dos seus atributos, a definição de descritores e a criação de léxicos e rodas de aromas. Só desta forma, é possível sensibilizar o consumidor para o valor sensorial das infusões, para a apreciação dos seus aromas e sabores, tornando o mercado das infusões, um mercado mais competitivo, com padrões de qualidade, e com a possibilidade de desenvolvimento e melhoria dos produtos. No que diz respeito ao chá, já existem alguns estudos que desenvolveram ferramentas e definiram padrões de qualidade (Xia, Shi e Wan, 2006; Lee e Chambers, 2007; Lee, Chambers e Chambers, 2007), mas estes não deverão ser extrapolados para as restantes infusões.

Desta forma, surge a iniciativa da realização deste projeto, em parceria com a empresa *Cantinho das Aromáticas*, onde se pretende estudar quais as condições de preparação de infusões que resultam numa maior preferência por parte dos consumidores. Para além disso, dado que a aparência, e em particular a cor, é o primeiro atributo que entra em avaliação de qualquer produto alimentar, torna-se também fundamental a medição da cor das infusões através da colorimetria.

2.2. Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada essencialmente em três partes principais. Na primeira parte é apresentada uma revisão bibliográfica sobre as quatro ervas aromáticas em

estudo (limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão), os fatores que influenciam a preparação de infusões de ervas aromáticas, a análise sensorial e a colorimetria (capítulo 2). Posteriormente, numa segunda parte, são descritas as metodologias delineadas para o alcance dos objetivos previamente definidos (capítulo 3). Por fim, são apresentados os principais resultados e a sua discussão, as principais conclusões obtidas (capítulos 4 e 5) e no final, uma pequena reflexão do trabalho que poderá ser desenvolvido no futuro (capítulo 6).

2.3. Infusões

2.3.1. Chá versus Infusões

Qualquer bebida que resulte da imersão de determinada parte de uma planta em água quente é comumente designada como chá. Contudo, o termo chá só deverá ser aplicado, quando a planta usada é da espécie *Camellia sinensis*, pertencente à família *Theaceae*, capaz de produzir cinco tipos de chás diferentes, sendo eles: preto (totalmente fermentado), vermelho e *oolong* (semi-fermentados), verde (não processado) e branco (semi-fermentado ou não fermentado). Quando são utilizadas outras plantas, o termo correto a aplicar será infusões, como é o caso das infusões de ervas aromáticas, uma bebida com informação bibliográfica escassa, ao nível dos efeitos terapêuticos, mas principalmente a nível sensorial (Pinto, 2010).

Qualquer que seja a erva aromática utilizada, o consumo de infusões está fortemente associado aos efeitos ao nível da saúde, às suas propriedades e à ausência de compostos como a cafeína (presente no chá) (Marcin, 1983; Lasekan e Lasekan, 2012).

Atualmente existe no mercado alguma variedade de ervas aromáticas para infusões, das quais algumas estão associadas a regiões específicas e outras, são ubíquas na natureza. A infusão de *rooibos* é um exemplo de elevada popularidade, que embora seja produzida na África do Sul, é abundantemente consumida na Europa, em países como a Alemanha, Reino Unido e Holanda. Outros exemplos de elevado sucesso são as infusões de hortelã-pimenta, camomila, limonete, tília e *honeybush* (Market Survey, 2008b; Lasekan e Lasekan, 2012).

2.3.1.1. Limonete

A infusão de limonete, também vulgarmente conhecida de verbena, lúcia-lima, bela-alóisia, bela-luísa e erva-luísa, provém da espécie *Aloysia triphylla* (*Lippia citriodora*, *Lippia triphylla*, *Aloysia citriodora* (Cav.) Ort, *Verbena triphylla* L'Hérit, *Verbena citriodora* Cav.).

A planta limonete cresce espontaneamente na América do Sul e é atualmente cultivada na África do Norte e na Europa Meridional, nomeadamente em Portugal (Infante *et al.*, 2010).

Esta espécie caracteriza-se por ser um arbusto de médio porte, com folhas lanceoladas, subsésseis, ligeiramente ásperas e em cada nó do caule estão agrupadas em número de duas a três (Figura 2.1). As suas flores são pequenas, de cor lilás ou violácea pálida de corola bilabiada e estão dispostas em ramalhetes na axila das folhas superiores (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

O limonete é uma planta termófila, pouco resistente ao frio, onde o ensombramento e o vento excessivo são fatores não favoráveis à síntese e acumulação de óleo essencial presente nas folhas. As suas folhas, que espalham um agradável aroma a limão, para além de possuírem óleo essencial, têm presente na sua constituição compostos como furanocumarinas, flavonoides, iridóides, taninos e sais minerais. A sua aplicação em infusões deriva das suas propriedades aromáticas, digestivas e antiespasmódicas. No âmbito terapêutico, esta planta é utilizada em inúmeras situações, nomeadamente na falta de apetite, flatulência, cólicas gastrointestinais, gastrites, ansiedade e insónias (Infante *et al.*, 2010; Mourão, 2012; Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).



Figura 2.1 - Limonete (*Aloysia triphylla*) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

2.3.1.2. Erva-príncipe

A erva-príncipe (*Cymbopogon citratus*), da família das Poáceas (Gramíneas) é atualmente cultivada um pouco por todo o país, mas numa pequena escala para o uso doméstico, sobretudo para infusões. Em termos mundiais, é bastante cultivada na Ásia, África e Brasil (Mourão, 2012).

Esta erva aromática possui um porte elevado, podendo atingir um metro de altura e em termos de inflorescência, tem uma panícula composta por vários pares de cachos espiciformes, parcialmente envolvidos por bainhas espatáceas, espiguetas aos pares, uma séssil (uma flor

inferior masculina ou estéril e uma flor superior hermafrodita) e outra pedunculada (duas flores masculinas ou estéreis) (Figura 2.2) (Morujo, 2010).

Para que não ocorra uma diminuição da produção do óleo essencial, o solo não deverá ter falta de água, pelo que deve ser bem drenado e o clima deverá ser quente e húmido. A colheita deverá ser realizada quando o ápice das folhas apresentar uma cor castanho-amarelado, entre os 9 e 11 meses após a plantação, pois é nesta fase que as folhas apresentam o máximo teor de óleo essencial. As suas folhas são usadas em infusões como calmante e em problemas digestivos, especialmente na flatulência, tendo na sua constituição óleo essencial, flavonoides, taninos, ácidos, ésteres aromáticos e sais minerais (Mourão, 2012; Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

Para além disso, esta planta possui propriedades antimicrobianas e antifúngicas e é rica no composto químico citral, um ingrediente ativo presente na casca de limão, sendo por isso útil no tratamento de indigestão, no alívio de espasmos, câibras musculares, reumatismo, bem como dores de cabeça suaves (Dagupen *et al.*, 2009).



Figura 2.2 - Erva-príncipe (*Cymbopogon citratus*) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

2.3.1.3. Hortelã-pimenta

A hortelã-pimenta (*Mentha x piperita officinalis*), da família das Lamiáceas (Labiadas) é uma espécie híbrida estável e infecunda, pelo cruzamento das espécies *Mentha longifolia*, *Mentha suaveolens* e *Mentha aquatica*, não tendo origem fitogeográfica e por isso, foi obtida artificialmente. Esta planta herbácea vivaz é cultivada na Europa, Ásia e América do Norte por via vegetativa. As suas folhas são ovado-lanceoladas, a subcordiformes e longamente pecioladas, geralmente serradas e a sua inflorescência é caracterizada por numerosos

verticilastros densos, com brácteas rudimentares que formam uma espiga terminal e oblonga (Figura 2.3) (Morujo, 2010; Rocha, 2011; Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

As folhas possuem na sua constituição óleo essencial (na zona aérea florida), flavonoides, taninos, triterpenos, resinas, ácidos fenólicos e constituintes amargos. Quando aplicada em infusões, esta planta para além de proporcionar um sabor doce e refrescante, a mentol e pimenta, é indicada para o tratamento de bronquite, inflamações da mucosa oral, flatulência, diarreia, náuseas e vômitos (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).



Figura 2.3 - Hortelã-pimenta (*Mentha x piperita officinalis*) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

2.3.1.4. Tomilho-limão

Por fim, relativamente ao tomilho-limão (*Thymus x citriodorus*), embora a informação bibliográfica seja diminuta, sabe-se que esta espécie pertence à família *Lamiaceae*, sendo resultante da combinação entre *Thymus pulegioides* e *Thymus vulgaris*. Esta erva aromática é caracterizada como sendo uma planta subarbusiva e perene, muito cultivada em jardins, pelo seu intenso e agradável aroma cítrico, sendo também usada em infusões. As folhas desta planta são de tamanho reduzido, estreitas, ovais e lanceoladas e a inflorescência pode ser de cor rosa ou branca (Figura 2.4). A colheita desta planta poderá ser realizada em qualquer altura do ano, mas preferencialmente antes da floração. O óleo essencial proveniente desta espécie caracteriza-se por possuir propriedades antimicrobianas e antifúngicas (Omidbaigi, Sefidkon e Hejazi, 2005; Lopes, 2013; Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

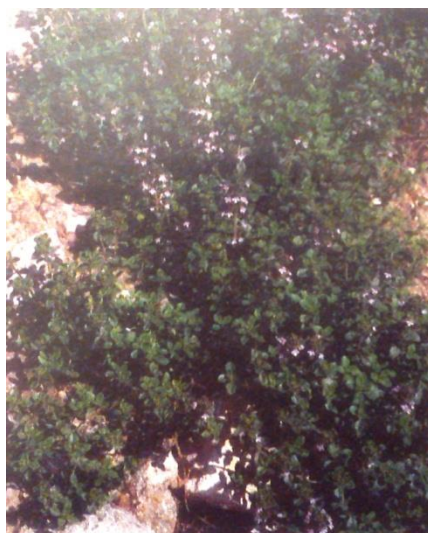


Figura 2.4 - Tomilho-limão (*Thymus x citriodorus*) (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

2.3.2. Consumo de ervas aromáticas na forma de infusões

Os dados mais antigos sobre o consumo de infusões são de 410 AC, onde Platão mencionou as infusões nos seus escritos e posteriormente, após 70 anos, Teofrasto, discípulo de Aristóteles, escreveu “On the History of Plants” onde descreveu as aplicações das infusões. A parti daí, têm surgido alguns documentos sobre o tema das infusões, mas mais relacionados com os seus efeitos medicinais (Marcin, 1983).

A maioria das infusões estão associadas a regiões específicas, como é o caso por exemplo, da infusão *rooibos*, consumida na África do Sul, existindo no entanto, infusões que são ubíquas na natureza, nomeadamente as infusões de hortelã-pimenta, pimenta-vulgar, erva príncipe e alecrim. Contudo, independentemente da erva utilizada para a infusão, o seu consumo continua a ser maioritariamente por razões medicinais, pelas suas propriedades estimulantes, relaxantes ou sedativas, do que pelo prazer que possa proporcionar a sua degustação (Lasekan e Lasekan, 2012).

As infusões mais populares incluem as de hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), equinácea (*Echinacea purpurea*), trevo vermelho (*Trifolium pratense*) e ginseng siberiano (*Eleutherococcus senticosus*), existindo no entanto, outras infusões de plantas potencialmente importantes como dente de leão (*Taraxacum officinale*), folha de framboesa vermelha (*Rabus idaeus*) e folha de mirtilo (*Vaccinium spp.*) (Gallaher *et al.*, 2006).

Na Tailândia, existem também muitas infusões amplamente consumidas, sendo as mais populares jiaogulan (*Gynostemma pentaphyllum*) e amoreira branca (*Morus Alba*), infusões amplamente consumidas nos países asiáticos. Mais uma vez, as infusões são consumidas por razões medicinais e terapêuticas. A espécie *G. pentaphyllum* para além de ser cultivada na

região norte da Tailândia, é também habitualmente cultivada no sul da China, Japão, Coreia e Índia (Nookabkaew, Rangkadilok e Satayavivad, 2006).

Muitos estudos têm demonstrado o efeito positivo das infusões ao nível da saúde, nomeadamente sobre os sistemas respiratório, digestivo, esquelético, cardiovascular e imunológico, sendo comumente utilizadas para reduzir a hipertensão arterial, colesterol e concentração de glicose (Suliburska e Kaczmarek, 2012).

O consumo de infusões de ervas é impulsionado principalmente pelas tendências de estilos de vida mais saudáveis e diversificação de produtos, associadas a um maior consumo de produtos naturais (Monbaliu *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, o consumo deste tipo de produtos tem aumentado, provavelmente devido a fatores culturais ou psicossociológicos, pelo que as pessoas estão cada vez mais informadas dos possíveis benefícios para a saúde que o consumo de produtos naturais traz (Monbaliu *et al.*, 2010). Tal tendência contribui para a crescente valorização de ervas aromáticas, não devendo estas conter aditivos, corantes artificiais, sabores produzidos quimicamente, ou cafeína (Marcin, 1983).

Como resultado da evolução da tecnologia, há uma maior facilidade em obter informação, nomeadamente sobre os efeitos de determinados ingredientes. No caso da cafeína, ingrediente importante nas bebidas café e chá, existem várias notícias dos seus efeitos negativos quando ingerida em excesso, nomeadamente: ritmo cardíaco acelerado, dificuldade em adormecer (pode gerar-se num ciclo vicioso, uma vez que não dormir à noite, implica consumir mais cafeína durante o dia), náuseas, dores de cabeça, ansiedade, tremores musculares e diminuição da densidade óssea (cafeína interfere com a capacidade do organismo em absorver cálcio). Por outro lado, cada vez são mais divulgados os efeitos positivos provenientes do consumo de infusões, nomeadamente infusões de *rooibos* que possuem entre outros compostos aspalatina e notofagina, que previnem o envelhecimento celular e infusões de erva príncipe, reconhecidas como um ótimo calmante e desinfectante, muito recomendadas também na existência de problemas urinários. Outro aspeto favorável ao consumo de infusões são os níveis baixos de taninos presentes, o que não acontece no caso do chá, não desencadeando assim um sabor tipicamente mais amargo, para além de não impedir a absorção de minerais, como o ferro (Market Survey, 2008b).

Finalmente, o envelhecimento crescente da população da UE é também um fator importante, uma vez que os consumidores tornam-se mais conscientes sobre a sua saúde e estilos de vida relacionados (Market Survey, 2008b).

Apesar do consumo de infusões ser devido essencialmente aos seus efeitos terapêuticos, há infusões que são consumidas pelo prazer que proporcionam, sendo denominadas como bebidas aromáticas e refrescantes e nesta situação, os consumidores procuram novos e exóticos sabores, exigindo que haja alguma diversificação (Market Survey, 2008b).

Na Europa, incluindo os países pós-soviéticos, leste e Europa Mediterrânea, as famílias nomeadas como as mais importantes são *Lamiaceae* e *Asteraceae*, enquanto *Rosaceae* é popular apenas na Europa Central e Oriental. As espécies mais populares são *Origanum vulgare* L., *Rubus idaeus* L., *Thymus serpyllum* L., *Rosa canina* L., *Hypericum perforatum* L. e *Chamaemelum nobile* (L.) (Söukand *et al.*, 2013).

Segundo um estudo de mercado realizado pela CBI (Agência do Ministério dos Negócios Estrangeiros dos Países Baixos) em 2008, a disponibilidade de infusões tem aumentado rapidamente nos últimos anos, estando estas a tornarem-se cada vez mais populares, o que oferece oportunidades aos produtores das ervas utilizadas para infusões.

Destaca-se o consumo da infusão *rooibos*, que tem mostrado um forte aumento nos últimos anos, tornando-se uma das principais ervas usadas em infusões, especialmente no Noroeste da Europa embora seja produzida quase exclusivamente na África do Sul (Market Survey, 2008a). Apesar da popularidade das infusões de ervas aromáticas, verifica-se que há uma redução anual de 0,1% entre os anos 2002 a 2006 na União Europeia (UE). Tais valores mostram que apesar de existirem algumas inovações em termos de introdução de novas ervas e embalagens, o mercado encontra-se cada vez mais saturado. Desta forma, não é esperado que no futuro ocorra um grande crescimento em termos de volume deste mercado, mas sim alguns desenvolvimentos em termos de valor, qualidade e diversificação (Market Survey, 2008b).

Embora a Áustria não faça parte do grupo dos seis maiores mercados da UE (Alemanha, França, Reino Unido, Espanha, Itália e Holanda), é considerada um mercado interessante para as infusões de ervas aromáticas, pois é o terceiro maior consumidor de bebidas quentes na UE. Em 2006, verificou-se que no mercado austríaco, o consumo de infusões aumentou 0,4%, tornando-se as infusões o maior segmento na categoria chá (Market Survey, 2008b).

A Alemanha regista o maior consumo de infusões de ervas aromáticas na UE, uma bebida que abrange grande parte da população alemã, desde os jovens aos mais idosos. A infusão de hortelã-pimenta é considerada a mais popular, embora exista uma boa adesão também para outras infusões, nomeadamente de camomila e *rooibos* (Market Survey, 2008b).

Na França, segundo maior mercado de infusões (apesar de apresentar um consumo muito menor do que a Alemanha), as infusões são tradicionalmente preparadas e consumidas pelos seus benefícios medicinais. Contudo, no último par de décadas, o mercado evoluiu para misturas

mais criativas, com sabores exóticos, com o intuito de que estas proporcionem prazer na sua degustação e bem-estar. O perfil de consumo abrange infusões como verbena, tília e hortelã-pimenta, mas também algumas combinações com alcaçuz, limão e frutos vermelhos, estando as infusões mais frutadas a tornarem-se a tendência de consumo. Este tipo de bebida é preferencialmente consumida no período da noite, durante a época de inverno (Market Survey, 2008b).

Apesar do Reino Unido ser o terceiro maior mercado da UE para infusões de ervas aromáticas, é um mercado comparável à Itália e Espanha. O Reino Unido tem uma longa tradição de beber chá, geralmente misturado com leite, mas experimentou um declínio no mercado de chá, verificando-se um maior consumo para infusões de ervas aromáticas e frutos. A variedade de infusões disponíveis no mercado é importante para os consumidores deste país e as tendências emergentes incluem infusões como *rooibos* e *honeybush* e, o inverno é novamente a época preferida para consumir este tipo de bebida (Market Survey, 2008b).

Relativamente à Espanha, o consumo de infusões foi impulsionado por uma crescente consciencialização para as questões de saúde e bem-estar, bem como pelo envelhecimento da população espanhola. Uma das vias mais comuns de compra é através da Internet, onde é possível encontrar inúmeras e diversificadas ofertas. As infusões mais populares são as de camomila, hortelã e rosa mosqueta (Market Survey, 2008b).

Na Itália, a infusão de camomila destaca-se como a infusão mais comum, geralmente bebida no período da noite, embora existam outras também populares como de erva-doce, de frutos, de malva e de hibisco (Market Survey, 2008b).

Por fim, a Holanda apesar de ter um consumo relativamente pequeno, apresenta uma tendência de consumo crescente. A infusão de *rooibos* é considerada como a mais popular, juntamente com a de alcaçuz, apesar de este ingrediente ter recebido alguma atenção negativa, em 2008, pelo fato de ter sido encontrado glicirrizina em alcaçuz, que tem como efeito o aumento da pressão sanguínea (Market Survey, 2008b).

2.3.3. Fatores que influenciam a preparação de ervas aromáticas, na forma de infusões

No processo de preparação de infusões existem fundamentalmente cinco fatores-chave que podem influenciar as suas propriedades sensoriais: a qualidade da água, a qualidade da matéria-prima, a concentração, a temperatura da água e o tempo de infusão. A otimização destes fatores permite aos consumidores apreciar as infusões a nível sensorial, sem a adição de adoçantes que

mascarem sabores desagradáveis, ingerindo-as pelo prazer que proporcionam e não apenas pelos seus efeitos medicinais (Cardoso, 2012).

A referência dos fatores que influenciam a preparação de infusões, mas principalmente de chás, surge em alguns estudos (Xia, Shi e Wan, 2006; Lee *et al.*, 2008; Komes *et al.*, 2010; Jäger *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2012), embora na sua maioria não exista uma justificção fundamentada e extensiva do impacto destes mesmos fatores, e nos casos em que há, a fundamentação é muito mais a nível químico do que sensorial.

Um aspeto que também poderá influenciar a qualidade das infusões, apesar de não ser tão significativo, como os já referidos, é o tamanho dos filtros, uma vez que grandes filtros oferecem mais espaço para que a água possa fluir em torno das folhas, obtendo-se um sabor mais aromático e conseqüentemente mais agradável (Tea, 2014).

2.3.3.1. Qualidade da água

A qualidade da água a utilizar na preparação de infusões influencia diretamente o resultado final sensorial, uma vez que a água possui na sua constituição outras substâncias dissolvidas que alteram as suas características físico-químicas.

Koch e seus colaboradores (2012), no estudo sobre a infusão de *rooibos*, referem que o pH, a concentração de iões e a dureza da água são alguns dos fatores que influenciam a qualidade da água e por conseqüência, a qualidade final da infusão, afetando a sua transparência e aceitação. No que diz respeito ao valor do pH, se o valor for acima de 7, será aconselhável que a água seja filtrada, pois um pH elevado implica uma água mais mineralizada e pesada, conferindo assim um sabor amargo e até metálico. O valor de pH ideal deverá ser aproximadamente 7, um pH neutro, para que o sabor seja igualmente neutro, não influenciando o sabor próprio de cada infusão.

Recentemente, Huang e colaboradores (2014) num estudo sobre o efeito da qualidade da água na infusão de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), onde utilizaram duas diferentes fontes de água, água da torneira e água desionizada, os resultados demonstraram que para uma mesma concentração, a infusão preparada com a água da torneira possuía uma cor mais intensa, evidência atribuída ao quelante de iões existente entre o ácido tânico e iões metálicos.

A água filtrada e a água engarrafada constituem duas hipóteses de fonte de água aconselháveis, uma vez que ambas garantem que o solvente não se encontra contaminado, sendo que desta forma, a escolha poderá resultar da consideração de variáveis associadas ao impacto ambiental e custos associados.

2.3.3.2. Qualidade da matéria-prima

Qualquer que seja a matéria-prima, esta terá, na sua constituição, compostos que irão definir o perfil aromático das infusões provenientes, para além de conferirem habitualmente efeitos terapêuticos.

A garantia da qualidade da matéria-prima depende de vários fatores, desde o modo de produção, época de colheita, processos de secagem e armazenamento e ausência de microrganismos e compostos tóxicos. No cultivo das diferentes espécies existem vários parâmetros relativos ao clima, solo, irrigação, propagação vegetativa, colheita e controlo de infestantes, de insetos e de doenças. Atualmente, há um maior cultivo de espécies com interesse na sua obtenção, existindo assim plantas com maior uniformidade relativamente à natureza, uma maior facilidade na satisfação da procura no mercado e a extinção das espécies em causa são evitadas.

O modo de produção biológico é uma prática corrente na cultura de ervas aromáticas, principalmente quando cultivadas com o intuito de serem utilizadas em infusões (Proença Da Cunha, Ribeiro e Roque, 2014).

As ervas aromáticas antes de seguirem para a fase do embalamento, passam por um rigoroso controlo de qualidade, que pode envolver também a quantificação do teor de óleos essenciais, bem como a verificação da presença de resíduos de pesticidas. Para além disso, é fundamental garantir que o processo de secagem é realizado de forma adequada, de forma a atingir valores de atividade de água inferior a 0,9 para garantir a inativação da maioria dos microrganismos (Lopes, 2014).

2.3.3.3. Concentração da planta

A concentração de ervas aromáticas pode ser variável consoante a preferência sensorial dos consumidores, sendo que uma maior quantidade pelo mesmo volume de água irá implicar uma maior concentração de compostos aromáticos e bioativos na infusão resultante. Assim, a concentração pode ser determinada não só pelo carácter sensorial, mas também pelo carácter terapêutico, cujo aumento de concentração nem sempre pode conduzir a um aumento do prazer na degustação da infusão.

A quantidade de matéria-prima por um determinado volume de água influencia diretamente a temperatura da água e o tempo de infusão associadas à extração e por isso, estas três variáveis deverão estar sempre correlacionadas.

Num estudo recentemente realizado sobre infusões de ervas aromáticas, foi definida uma concentração de 3 g/L, uma quantidade que está aproximadamente contida numa “mão” e por isso, facilita a sua reprodução para o consumidor (Cardoso, 2012).

2.3.3.4. Temperatura da água

Para que uma infusão seja sensorialmente agradável, é necessário, para além de outros fatores, que na sua preparação seja aplicada uma temperatura de água correta, uma vez que esta variável é diretamente proporcional à velocidade e concentração dos compostos extraídos pelas ervas aromáticas (Cardoso, 2012).

Contudo, existem ainda vários estudos (Ozbey e Uygun, 2007; Danrong *et al.*, 2009; Jäger *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2012) que ignoram as consequências inerentes à temperatura da água demasiado elevada, utilizando a habitual água em ebulição (100 °C). O ato de ferver a água proporciona a redução do teor de oxigénio dissolvido na água, prejudicando a qualidade da infusão, uma vez que para se obter um sabor agradável é necessário uma boa oxigenação da água (Xia, Shi e Wan, 2006).

Em termos químicos, num estudo realizado com o chá verde, concluiu-se que uma temperatura de água mais elevada origina maior teor de polifenóis e flavonoides totais e a degradação das catequinas. Para além disso, foi concluído que a eficiência máxima de extração de compostos bioativos no chá verde é conseguida à temperatura de 80 °C, temperatura esta que varia de planta para planta (Komes *et al.*, 2010).

Wright e colaboradores (2007) concluíram que os compostos voláteis não se comportam todos da mesma forma em função da temperatura, uma vez que depende das características de dissolução e voláteis de cada composto, por exemplo, a libertação do sulfureto de dimetilo, ao contrário do benzaldeído, é muito influenciada pela temperatura de infusão, existindo um grande aumento entre os 70 e os 100 °C.

Segundo Da Silveira e colaboradores (2014), para 2 g de erva-mate, num volume de 100 mililitros, a temperatura ótima é de 72 °C, concluindo também que o aumento da temperatura de infusão proporciona o aumento da solubilidade e do coeficiente de difusão dos compostos fenólicos, o que resulta numa maior taxa de extração. Contudo, num outro estudo com a infusão de erva-mate, os resultados demonstraram que a temperatura não altera significativamente o rendimento da extração na gama de temperaturas analisadas (40-70 °C) (Linares *et al.*, 2010). Por fim, Cardoso (2012) reporta que para as infusões limonete, erva príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão, utiliza o intervalo de temperatura 75-90 °C, intervalo este que permite que

estas infusões sejam sensorialmente mais agradáveis. Assim, o compromisso de tempo / temperatura de infusão que origine máxima bioatividade com máxima qualidade sensorial, nem sempre é possível conciliar.

2.3.3.5. Tempo de infusão

O intervalo de tempo de contato entre a matéria-prima e a água quente é denominado como tempo de infusão, momento onde ocorre a extração dos compostos aromáticos (Cardoso, 2012). No caso do chá verde, Lee e colaboradores (2008) concluem que à temperatura de água de 60 °C, o tempo de infusão é de 3 minutos, mas ao elevar a temperatura para 80 °C, o tempo de infusão é de apenas 1 minuto. Tais resultados induzem que as variáveis temperatura da água e tempo de infusão, são inversamente proporcionais, até porque um aumento de temperatura de água e um curto tempo de infusão, bem como uma baixa temperatura de água e um maior tempo de infusão, segundo Komes e seus colaboradores (2007), são a melhor combinação para a extração de compostos bioativos de chá verde, o que implica uma maior eficiência de extração. No entanto, esta relação pode não ser linear para os compostos termosensíveis, pelo que, elevados valores de temperatura e tempo, podem levar à perda de compostos, diminuindo assim o rendimento de extração.

A partir dos estudos já realizados, é possível verificar que as infusões de ervas aromáticas, comparativamente com o chá, exigem um maior tempo de infusão, igual ou superior a 5 minutos (Lee e Chambers, 2007; Lee *et al.*, 2008; Infante *et al.*, 2010; Komes *et al.*, 2010; Jäger *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2012; Da Silveira *et al.*, 2014).

Por fim, Cardoso (2012) conclui que um tempo de infusão inferior a 5 minutos não é suficiente para que os compostos aromáticos sejam extraídos, bem como, que tempos superiores a 10 minutos estão na origem do aumento excessivo do sabor amargo e adstringente.

2.3.4. Análise Sensorial

A análise sensorial é denominada como uma ciência que evoca, mede, analisa e interpreta as propriedades organolépticas e/ou sensoriais dos alimentos e utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, tato, paladar e audição) como instrumento de medida (Stone e Sidel, 2004a; Lawless e Heymann, 2010). Desta forma, a análise sensorial tem como objetivos a manutenção de critérios de qualidade, a identificação de possíveis defeitos, a avaliação do impacto, em termos de alterações sensoriais, aquando da reformulação ou modificação de processamento, a avaliação da aceitação/preferência, bem como a definição do perfil sensorial dos diferentes produtos.

A avaliação dos alimentos através dos sentidos é uma técnica utilizada pelo Homem há milhares de anos, pois esta permitia distinguir os bons dos maus alimentos. Ao longo dos tempos foram desenvolvidos testes e metodologias de medição e análise (Drake *et al.*, 2009) e em 1971, instituiu-se que a qualidade sensorial não é uma característica intrínseca do produto alimentar, mas o resultado da interação entre o Homem e o alimento (Costell e Duran, 1981).

Atualmente, para a avaliação sensorial existe um conjunto alargado de técnicas que permitem que a resposta humana aos alimentos seja exata, sendo por isso utilizada quer na indústria, quer na investigação. A técnica a utilizar deverá ser escolhida para que as perguntas sobre o produto em teste sejam respondidas com clareza e efetividade (Lawless e Heymann, 2010). No entanto, a perceção sensorial poderá ser influenciada por fatores fisiológicos (auto adaptação, adaptação cruzada, potenciação, sinergia e supressão) e psicológicos (erros de expectativa, de habituação, de estímulo, lógico, de conjunto/associação e ordem de apresentação de amostras) que aumentam a variabilidade nos resultados (Meilgaard, Civille e Carr, 2010).

Na realização de ensaios sensoriais existem várias questões práticas a ter em consideração, desde as instalações, o horário de realização de provas, a preparação e a apresentação das amostras, a seleção e a condução dos ensaios e os provadores. As instalações deverão ser essencialmente confortáveis e sossegadas, a iluminação uniforme e adequada e a temperatura controlada. Relativamente ao horário de provas, deverão ser evitadas fundamentalmente duas situações: altura do dia em que os provadores estão mais fatigados e logo após as refeições principais. Na preparação e apresentação das amostras existem alguns aspetos que deverão estar pré-definidos, controlados e mantidos constantes, tais como: forma de preparação e apresentação, quantidade, temperatura, codificação e ordem de prova. Quanto aos provadores, existem três tipos de provadores: provador *naif* (consumidor), provador treinado e provador perito. No caso dos provadores *naif*, estes não possuem experiência relevante ou treino em análise sensorial e o recrutamento e seleção são baseados na representatividade, hábitos e frequência de consumo, características económicas e sociais, etc. Os provadores treinados, são treinados na metodologia do teste e são utilizados em testes discriminativos ou descritivos. Finalmente, os provadores peritos para além de serem capazes de avaliar as diferenças, sabem explicar as suas causas.

Relativamente aos atributos sensoriais, estes são geralmente apercebidos pela seguinte ordem: aparência, odor, textura, sabor e som. Contudo, os estímulos ocorrem em simultâneo e por isso, um provador não treinado é incapaz de realizar uma avaliação independente de cada um desses atributos.

A aparência, um elemento tão importante no momento de decisão de compra, é um atributo que permite avaliar desde logo a cor, o tamanho, a forma e a textura superficial do alimento.

O odor é definido como um conjunto de sensações olfativas provenientes das substâncias voláteis dos alimentos que entram no nariz através das fossas nasais. A percepção de odores poderá ser alterada por fatores como fadiga, adaptação, velocidade de inspiração e temperatura do produto. A fim de evitar a adaptação, dever-se-á cheirar o produto por curtos períodos de tempo e para clarificar as vias respiratórias, inspirar e expirar rapidamente em ambientes não odorados.

A percepção da textura pode ser denominada como a manifestação sensorial da estrutura e/ou composição interna dos produtos. Diferenças químicas e térmicas, de força e de tamanho de partículas são facilmente detetáveis, uma vez que a sensibilidade da superfície dos lábios, língua, face e mãos é maior do que as restantes superfícies corporais (Meilgaard, Civille e Carr, 2010).

Relativamente ao sabor, este provém do conjunto de sensações apercebidas pelo órgão gustativo quando estimulado por certas substâncias químicas dissolvidas na saliva – doce, amargo, ácido, salgado, umami e metálico. A sensibilidade para os diferentes sabores básicos distribui-se por toda a língua e inclui outras regiões, nomeadamente o palato ou a epiglote. Embora, algumas áreas da língua sejam mais sensíveis do que outras relativamente a alguns sabores básicos, a língua não está dividida por zonas de sabores básicos, uma vez que em cada botão gustativo localizado na língua existem recetores para os diferentes sabores (Meilgaard, Civille e Carr, 2010). Torna-se aqui também relevante diferenciar o sabor do *flavour*, um termo que engloba três componentes, o odor, a sensação na boca e o sabor (Lawless e Heymann, 2010).

O som que é produzido durante a mastigação ou manipulação de um alimento é uma característica sensorial que apesar de ter um menor impacto não é negligenciável. Os sons produzidos estão em muitas situações associados a outras propriedades como a textura, a dureza ou a frescura. Quando o som está associado à mastigação, pode ser medido pela sua frequência, intensidade e duração.

2.3.4.1. Técnicas Sensoriais

Para a aplicação da análise sensorial existem vários métodos que podem ser adotados, podendo estes serem agrupados em três classes: testes afetivos, testes discriminativos e testes descritivos (Stone e Sidel, 2004b; Lawless e Heymann, 2010).

Os testes afetivos (hedônicos) são utilizados com o intuito de avaliar a aceitação ou a preferência do consumidor de um determinado produto. Este tipo de testes permite que a indústria possa melhorar e/ou manter os seus produtos alimentares, desenvolver novos produtos e estudar o mercado potencial em relação ao produto que pretende comercializar. A fim de medir a aceitação ou a preferência de um produto, é utilizada frequentemente uma escala hedónica de 9 pontos, onde o número de categorias positivas e negativas é o mesmo (Stone e Sidel, 2004d; Meilgaard, Civille e Carr, 2010). O número de consumidores habitualmente requerido compreende os 75 a 100, devido à variabilidade das preferências interindividuais (Lawless e Heymann, 2010).

Os testes discriminativos, baseados na perceção que o provador tem da diferença qualitativa e/ou quantitativa entre produtos, subdividem-se em dois grupos: testes de diferenciação global (avaliação da existência de diferenças, de uma forma global entre as amostras) e testes de diferenciação por atributos (uma dada amostra é comparada com outra/(as) apenas para um dado atributo). Contudo, é de notar que a não deteção de uma diferença para um dado atributo, não implica que não se verifique uma diferença global entre as amostras.

A facilidade de análise de dados é uma grande vantagem que está associada a este tipo de testes, uma vez que os resultados são avaliados segundo uma distribuição binomial proveniente de um número mínimo de respostas, em função do número de provadores, que permita determinar diferenças com significado estatístico (Lawless e Heymann, 2010).

Por fim, nos testes descritivos, para além de serem identificadas quais as diferenças existentes entre produtos, é reconhecida a magnitude dessas mesmas diferenças, que são também caracterizadas e descritas detalhadamente. Para a aplicação deste teste são utilizados painéis de provadores treinados, de tamanho muito variável (entre 5 a 100 provadores). De uma forma geral, quanto maior for a valorização das diferenças existentes entre produtos, maior será o painel de provadores, ou por outro lado, para produtos recorrentes nos supermercados é necessário um painel de pequena dimensão (entre 5 a 10 provadores) (Lawless e Heymann, 2010; Meilgaard, Civille e Carr, 2010).

Qualquer que seja a técnica utilizada, neste tipo de testes, numa fase inicial, os descritores a serem utilizados para descrever um dado produto são previamente definidos pelo painel em conjunto, seguindo-se posteriormente provas individuais com a utilização desses mesmos descritores (Stone e Sidel, 2004c).

Os provadores constituintes do painel, para além de detetarem e descreverem os atributos de um produto, deverão diferenciar os produtos de uma forma quantitativa, uma vez que dois produtos poderão possuir os mesmos descritores qualitativos, mas a intensidade de cada um

pode diferir marcadamente, o que resulta em perfis de produto sensoriais diferentes (Meilgaard, Civille e Carr, 2010).

Tabela 2.1 – Sistematização dos tipos de testes utilizados em Análise Sensorial.

Tipo de teste		Testes utilizados	
Afetivos		Teste de preferência	
		Teste de aceitação	
Discriminativos	Diferenciação global	Teste triangular	
		Teste Duo-trio	
		Teste 2 em 5	
		Teste Diferença Simples	
		Teste A não A	
		Teste Diferença para o controlo	
	Diferenciação por atributos	Comparação por pares (direcional)	
		Comparação múltipla	
		Teste de ranking (Prova de ordenação)	
		Teste de rating (Classificação)	
		Estimativa de magnitude	
		Grading (Classificação por classes)	
	Discritivos		Perfil de flavor
			Perfil de textura
Quantitative Descriptive Analysis (QDA)			
Perfil de livre escolha			
Perfil Flash (Flash Profile)			
Método Spectrum			
Free listing			
Check-All-That-Apply (CATA)			
Napping® e Ultra Flash Profiling (UFP)			

2.3.4.2. Análise Sensorial de Infusões

A aceitação de infusões depende de vários fatores, embora o sabor tenha um papel determinante e por isso, uma infusão de elevada qualidade deverá possuir um sabor robusto e bastante característico. No caso do chá, a sua complexidade deve-se essencialmente aos seus compostos voláteis do aroma e não voláteis do sabor, e por isso, há um grande empenho na ligação destes compostos nas propriedades sensoriais reconhecidas no chá (Lasekan e Lasekan, 2012).

A produção de ervas aromáticas com elevada qualidade sensorial requer desde logo, uma excelente matéria-prima, o que implica boas práticas agrícolas, data de colheita correta e

condições de processamento e armazenamento industriais adequadas (Infante *et al.*, 2010). Tais aspetos irão refletir diretamente sobre a quantidade e qualidade de substâncias ativas presentes na matéria-prima. Segundo Infante e seus colaboradores (2010), a aplicação de temperaturas elevadas diminuem o tempo necessário para a secagem de ervas aromáticas, embora esta ação afete negativamente a qualidade final do produto.

Neste trabalho serão abordados principalmente 4 plantas, limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão, as quais se descrevem em mais detalhe seguidamente.

No caso da infusão de limonete, a quantidade de citral que a planta apresenta justifica o caráter aromático da infusão e sua implicação na atividade digestiva (Carnat *et al.*, 1999). Para além disso, a qualidade do óleo essencial proveniente do limonete é determinada essencialmente pela fusão dos dois isómeros de citral (neral e geranial) e limoneno. A concentração destes compostos varia de acordo com a fonte de origem, parte da planta recolhida e estágio de desenvolvimento da planta (Nematian *et al.*, 2014).

Num estudo de aceitação da infusão de erva-príncipe, associada a características florais e perfumadas, a sua infusão foi caracterizada como sendo de cor clara, com um intenso aroma citral e um sabor distinto (Dagupen *et al.*, 2009). Os principais compostos voláteis presentes numa infusão proveniente desta espécie são β -pineno, mirceno, β -citronelol, citral e geraniol (Lasekan e Lasekan, 2012).

Quanto às infusões de hortelã-pimenta, considerada como uma das infusões mais populares, os seus principais compostos voláteis são o mentol e a mentona, embora possua outros também importantes como acetato de metila, limoneno, eucaliptol e pineno (Lasekan e Lasekan, 2012). As maiores quantidades de mentol e mentona podem ser encontradas na parte basípeta das folhas e na parte acrópeta das folhas ou nas flores, respetivamente. Desta forma, a ideia de que a colheita desta erva aromática deverá ser realizada quando atinge a floração e não no estágio vegetativo é reforçada, pois tal ação resultará numa maior qualidade do óleo essencial, proveniente de maiores concentrações de mentol e mentona (Rohloff, 1999). O principal e mais importante ingrediente ativo na matéria-prima é o óleo essencial de menta - *Oleum Menthae piperitae*, que se acumula nas folhas numa quantidade até 2,9%. As características sensoriais são afetadas significativamente pelo teor de óleo essencial e amostras que apresentem um maior teor de óleo essencial, obtêm em estudos sensoriais classificações mais elevadas (Guz, 2013), pelo que a parte da planta utilizada é determinante para obter uma boa qualidade sensorial nesta infusão.

Por fim, o óleo essencial proveniente da erva aromática tomilho-limão é rico em geraniol (até 60%) e contém outros compostos como nerol, acetato e butirato de geranilo e citronelol. A

fragância do limão é devida essencialmente às concentrações dos compostos geraniol e nerol (Omidbaigi, Sefidkon e Hejazi, 2005).

Para além da procura de ligação entre os compostos inerentes às diferentes plantas com as suas propriedades sensoriais, no caso do chá outros aspetos são alvo de estudo, nomeadamente a criação de léxicos e a definição das melhores condições de infusão (Xia, Shi e Wan, 2006; Lee e Chambers, 2007; Lee *et al.*, 2008; Komes *et al.*, 2010). Contudo, no que se refere às infusões de ervas aromáticas, existe ainda um longo caminho a percorrer, uma vez que são poucos os estudos associados a estes temas.

Os léxicos ou rodas sensoriais oferecem uma variedade de termos descritivos que permitem descrever os diferentes atributos de um produto, o que permite a padronização da terminologia usada, facilitando assim a comunicação entre os diferentes intervenientes do setor. Uma vez que a variedade de infusões tem aumentado no mercado de bebidas quentes, torna-se imprescindível a criação de rodas sensoriais para que seja possível fazer a diferenciação das diferentes infusões, bem como segmentá-las em termos de qualidade (Koch *et al.*, 2012).

2.3.5. Colorimetria

2.3.5.1. Conceitos de Cor e Colorimetria

A cor é um dos atributos fundamentais a ter em consideração na avaliação da aparência, existindo outros como a translucidez, o brilho, o reflexo e a opacidade. Para que seja possível a perceção da cor são necessários essencialmente três elementos: luz, visão e objeto. Parte da luz de uma dada fonte de iluminação é refletida por um objeto, que entra no olho humano e o resultado da sua estimulação sobre a retina é reconhecida pelo cérebro como a cor do objeto. Diferentes cores podem resultar da mistura e variação da intensidade dos comprimentos de onda pertencentes à região visível (aproximadamente entre 380 a 770 nm). No caso de se tratar de corpos brancos, estes difundem todas as componentes simples da luz branca, contrariamente aos corpos coloridos que difundem uma única componente de luz branca que incide sobre eles, absorvendo todas as outras. Por último, os corpos negros absorvem todo o tipo de radiação luminosa, sem qualquer difusão (Minolta, 2007; X-Rite, 2007).

Contudo, a perceção da cor pode ser afetada por vários fatores, nomeadamente pela fonte de luz, pelo efeito de contraste, pelo observador (como por exemplo, diferenças ao nível da sensibilidade do olho ou da idade), por mudanças de ângulos de observação ou até pelo efeito de área. Desta forma, é essencial manter todos estes fatores e condições constantes na visualização de cores (Minolta, 2007).

Tal como outras grandezas, como a temperatura, o comprimento ou o peso, a cor deve ser quantificada para ser controlada e a colorimetria permite essa mesma quantificação, através do estudo dos métodos de medição da cor.

A colorimetria é assim, uma técnica utilizada para a quantificação e descrição numérica das percepções humanas da cor, através da medição dos três componentes primários da luz visível ao olho humano, vermelho, verde e azul (também conhecido como "RGB" – *red, green, blue*). Para a medição da cor, existem vários métodos, desde uma simples comparação visual com um padrão, a instrumentos mais robustos como os colorímetros e os espectrofotômetros, que têm a vantagem de eliminar o aspeto subjetivo da avaliação visual (Minolta, 1998; 2007; Martinazzo *et al.*, 2008).

No caso da não utilização de qualquer instrumento de medida, é necessário recorrer à expressão verbal, um método não suficientemente preciso para a determinação de cores por várias razões, nomeadamente pelo fato da percepção de cor diferir de pessoa para pessoa, de existir uma grande variedade de formas para expressar uma cor, bem como pelo fato de existirem formas de interpretação diferentes (Minolta, 2007).

Já no método colorimétrico, recorre-se a um colorímetro de refletância, utilizado quer em produtos sólidos, quer em líquidos, possuidor de iluminantes normalizados que simulam a luz do dia, o D65 (inclui a região UV), C (não inclui a região UV) e A (luz incandescente) (Santos, 2011). Através da utilização de um colorímetro é possível obter resultados instantâneos em diferentes espaços de cores, onde as cores são expressas na forma numérica em função de padrões internacionais (Minolta, 2007).

2.3.5.2. CIE – História

No sentido da expressão de cores na forma numérica, foram desenvolvidos vários métodos, entre os quais, foi criado o *Sistema de Notação Munsell*, onde qualquer cor é expressa com a combinação de letras e números, em que a tonalidade, a luminosidade e a saturação são representadas pelas letras H, V e C, respetivamente, através da avaliação visual comparativa, com o recurso aos livros de cor *Munsell* (Minolta, 2007).

A Comissão Internacional de Iluminação (CIE - *Commission Internationale de l'Eclairage*) dedica-se a todos os assuntos relacionados com a ciência e a arte da luz e iluminação, cor e visão, fotobiologia e tecnologia de imagem. A CIE tornou-se uma organização aceite como representante da melhor autoridade no assunto e reconhecida pela ISO como um organismo de normalização internacional (Cie, 2000).

Diversos sistemas de cor foram desenvolvidos e regulamentados pela CIE, mas independentemente do sistema adotado, os dados são projetados num sólido de cor tridimensional, denominado espaço de cores. Desta forma, a medição da cor é realizada através da localização da cor em termos de coordenadas, dentro de um espaço de cores (Minolta, 2007). Em 1931, a CIE elaborou o sistema colorimétrico xyY que representa as cores de acordo com a sua cromaticidade (eixos x e y) e luminosidade (eixo Y). Contudo, este modo de representação, que resulta num diagrama de cromaticidade, não considera os fatores fisiológicos de percepção da cor ao olho humano (Minolta, 2007).

Em 1976, a fim de proporcionar uma maior uniformidade nas diferenças de cores em relação às avaliações visuais, a CIE recomendou a utilização da escala de cor CIELAB (ou CIE $L^*a^*b^*$), sistema de cor que representa a sensibilidade humana para a cor, sendo a escala de cor mais uniforme e linear (Malheiros, 2007).

2.3.5.3. Valores Tristímulus XYZ e Sistema de cor Yxy

Os valores tristímulus XYZ e o sistema de cores Yxy formam a base do atual espaço de cores CIE. O conceito dos valores tristímulus está baseado no fato do olho humano possuir três recetores primários de cores (vermelho, verde e azul) e de todas as cores serem misturas das cores primárias. A fim do cálculo dos valores tristímulus XYZ são utilizadas funções de relação de cor $x(l)$, $y(l)$ e $z(l)$, que foram definidas pela CIE em 1931 (Minolta, 2007).

Apesar dos valores tristímulus XYZ serem úteis na definição de uma cor, os resultados não são facilmente interpretáveis. Assim, a CIE definiu o espaço de cores Yxy, onde Y representa a luminosidade (com valor idêntico ao valor tristímulo Y) e x e y são as coordenadas de cromaticidade, calculadas com os valores tristímulus XYZ (Minolta, 2007).

2.3.5.4. Sistema de cores CIELAB

O sistema de cores CIELAB é atualmente um dos mais populares e foi definido com o intuito de reduzir os problemas do espaço de cor original Yxy, onde as distâncias do diagrama de cromaticidade não representam as diferenças visuais de cores (Minolta, 2007).

O espaço de cor tridimensional CIELAB representa as cores visíveis ao olho humano, possuindo três coordenadas cartesianas, L^* , a^* e b^* , o que permite posicionar uma cor no espaço. Este sistema de cores separa a luminosidade (L^*) num eixo vertical, que varia de 0 (preto) a 100 (branco) e a cromaticidade num eixo horizontal xy . A cromaticidade é representada por dois parâmetros, o a^* que varia entre o verde ($-a^*$) e o vermelho ($+a^*$) e o b^*

que varia entre o azul (- b*) e o amarelo (+ b*) (Schaade, 2003; Guler *et al.*, 2005; Farinhoto, 2012).

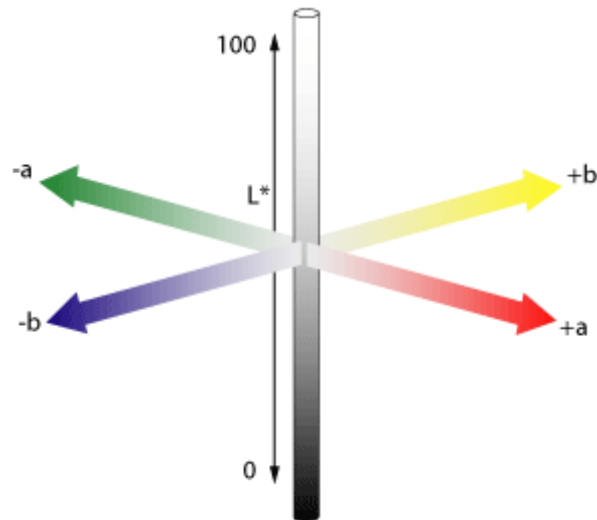


Figura 2.5 - Sistema de cores CIELAB de 1976, onde a coordenada L* é perpendicular ao plano das coordenadas a* e b*.

Na aplicação deste sistema, no caso de existir um padrão, torna-se útil a determinação dos valores de ΔL^* , Δa^* , e Δb^* , a fim de perceber qual a tendência de uma dada amostra em relação ao padrão:

Se ΔL^* negativo: a amostra é mais escura do que o padrão.

Se ΔL^* positivo: a amostra é mais clara do que o padrão.

Se Δa^* é negativo: a amostra é mais esverdeada do que o padrão.

Se Δa^* é positivo: a amostra é mais avermelhada do que o padrão.

Se Δb^* é negativo: a amostra é mais azulada do que o padrão.

Se Δb^* é positivo: a amostra é mais amarelada do que o padrão.

Para a comparação de duas cores, pode-se recorrer à diferença total de cor (ΔE ou DTC), através da Equação 1 (Schaade, 2003; Guler *et al.*, 2005; Malheiros, 2007):

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$$

(Equação 1)

A avaliação quantitativa da diferença de cor (ΔE) com um colorímetro confere vantagens como a repetibilidade, sensibilidade e objetividade, apesar de existirem também algumas limitações. Em princípio, se um material possui uma cor completamente estável, ou sem manchas por colorações, o ΔE deverá ser nulo. No entanto, vários estudos têm relatado diferentes limiares de valores de diferença de cor, acima do qual a mudança de cor é perceptível e aceitável para o olho humano. Uma diferença total de cor inferior ou a igual a 3,7 implica que a cor não seja perceptível visualmente (Guler *et al.*, 2005).

As tolerâncias $L^*a^*b^*$ são limites de aceitabilidade de cor, onde se especifica uma permissividade de variação nos eixos a^* , b^* e L^* , denominados por da^* , db^* e dL^* , respectivamente.

Estas tolerâncias podem ser simétricas, ou seja, com os mesmos valores no sentido positivo ou negativo, ou então assimétricas, quando se pode permitir variações para determinada cor. Por exemplo, se porventura se está a comparar duas cores azuis, é extremamente problemática uma variação de amarelo neste azul, contudo se uma variação de azul ocorrer, não será tão problemática assim. Desta forma, é possível aumentar a tolerância para o lado do azul, que seria para o lado do $-b^*$ (b^* negativo) (X-Rite, 1997).

2.3.5.5. Sistema de cores $L^*C^*h^\circ$

Apesar de CIELAB ser considerado um sistema padrão, outros sistemas podem ser adotados para facilitar a comparação ou compreensão de cores. O sistema de cor $L^*C^*h^\circ$ utiliza coordenadas polares em vez de coordenadas cartesianas, sendo composto pelas coordenadas Luminosidade (L^*), Saturação (C^*) e Ângulo de Tonalidade (h°), o que é compreendido de forma mais intuitiva pelo cérebro humano.

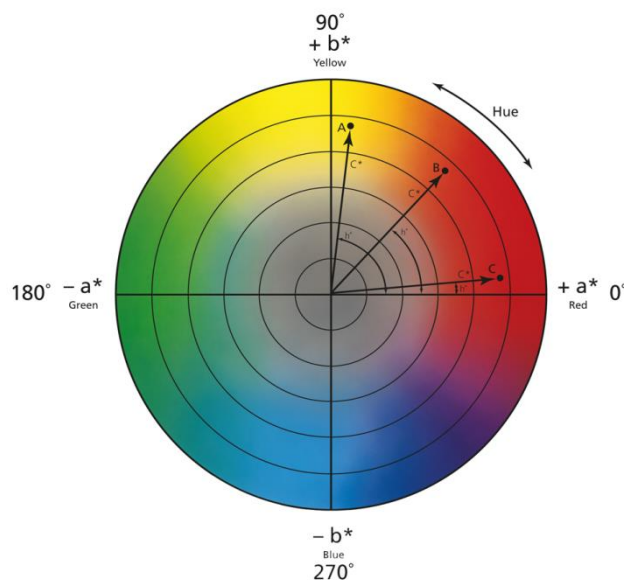


Figura 2.6 - Sistema de cores $L^*C^*h^\circ$, onde a cor varia do 90 em 90° (Ângulo de 0°: cor vermelha; Ângulo de 90°: cor amarela; Ângulo de 180°: cor verde; Ângulo de 270°: cor azul).

A luminosidade é tipicamente denominada como o brilho e indica a relação entre luz refletida e absorvida, não tendo em conta o comprimento de onda específico envolvido.

A saturação, também denominada como croma e cromaticidade, está relacionado com a quantidade de cor existente e descreve a extensão pela qual a cor difere de um cinza com a mesma luminosidade.

Por fim, o ângulo de tonalidade/matiz resulta da absorção e reflexão dos comprimentos de onda da energia radiante pelo objeto (Schaade, 2003; Malheiros, 2007). Através da especificação angular do tom é possível saber se um padrão, quando comparado com uma amostra, possui ou não o mesmo tom. Se forem utilizados os mesmos corantes ou pigmentos no padrão e na amostra, o ângulo de tonalidade terá de ser o mesmo. Já a saturação é definida como a distância radial do centro do espaço até ao ponto da cor. No centro do espaço $L^*C^*h^\circ$, encontram-se os valores mínimos de saturação e há medida que se avança para as extremidades, os valores de saturação aumentam (Schaade, 2003; X-Rite, 1997; X-Rite, 2007).

Uma das grandes vantagens do espaço $L^*C^*h^\circ$ é a possibilidade da especificação de tolerâncias com pesos diferentes, isto é, se for considerado que o olho humano tem um maior choque visual para variações de tom do que de saturação e luminosidade, então pode-se dizer que no espaço $L^*C^*h^\circ$, é possível restringir mais a possibilidade da variação de tom através do ângulo de tonalidade (h°), e permitir uma maior variação de saturação e luminosidade nas coordenadas C^* e L^* .

Embora o espaço $L^*C^*h^\circ$ seja um grande passo para o desenvolvimento de especificações de tolerâncias colorimétricas, o problema relativo à necessidade de especificação de tolerâncias diferentes para cada cor ainda permanece. Para se suprir ou minimizar este problema, têm sido feitos estudos para possibilitar uma maior adequação para aquilo que é observado e para aquilo que é aprovado ou reprovado por instrumentos de medição (Schaade, 2003).

Para determinar a direção da diferença de cor entre duas amostras numa mesma situação ou entre uma mesma amostra em duas situações diferentes, é habitual calcular os seus ângulos de matriz (h°) e cromas (C^*) como segue (Martinazzo *et al.*, 2008) (Equações 2 e 3):

$$h^\circ = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

(Equação 2)

$$C^* = \sqrt{[(a^*)^2 + (b^*)^2]}$$

(Equação 3)

2.3.5.6. Aplicação da medição da cor no controlo da qualidade

Uma vez que a cor é um dos aspetos que é permanentemente avaliado pelos consumidores na decisão de compra, uma característica organolética e um atributo de qualidade nos produtos alimentares, torna-se muito importante medir a cor e integrar esta ação quer para a determinação da conformidade da qualidade de acordo com as especificações, quer para a análise das alterações da cor, resultantes de fatores como o processamento ou o armazenamento.

Vários são os estudos (nacionais e internacionais) que incluem a medição de cor na avaliação dos seus alimentos, nos quais é possível constatar que o instrumento de medida e sistema de cor mais utilizados são o modelo CR-400 e o CIELAB, respetivamente. Vários trabalhos têm sido desenvolvidos recorrendo à utilização desta técnica no desenvolvimento e caracterização de alimentos, a título de exemplo: estudo de *smoothies* com diferentes tempos de conservação, desenvolvimento do bacalhau demolido ultracongelado com diferentes tempos de cura ou estudo de processamento de sumo de maçã com diferentes concentrações de ozono (Nunes, 2012; Torres *et al.*, 2011; Viegas, 2014). Porém, existem também estudos que utilizam outros modelos de colorímetros como é o caso das dissertações de café verde (grão e moído) de diferentes zonas geográficas e estudos de erva-mate armazenada em dois tipos de embalagens (Malheiros, 2007; Farinhoto, 2012).

2.3.5.6.1. Aplicação da medição da cor na avaliação de chás e infusões

Para a avaliação da qualidade do chá e das infusões, a cor é mais uma vez um parâmetro importante que é diretamente afetado pelas condições ambientais das plantas, nomeadamente precipitação, fertilizantes e luz. A luz é a fonte de energia utilizada para a regulação do crescimento e desenvolvimento da planta, sendo absorvida pelos cloroplastos para produzir energia através da fotossíntese. Desta forma, Lee e seus colaboradores (2013) submeteram amostras de chá sob diferentes períodos de sombra, 0, 15, 18 e 20 dias e concluíram que a aplicação de algum tempo de sombra implica uma ligeira diminuição dos valores de L^* , a^* e b^* , verificando-se por outro lado, um ligeiro aumento dos valores de C^* e h° . Após 15 dias de sombra, constatou-se que os níveis de clorofila aumentaram, observando-se consequentemente uma maior intensidade de cor verde do chá (valor de a^* negativo) e por isso, uma maior aceitação em termos visuais.

Para além disso, a fim da avaliação da alteração de cor de chá preto [*Camellia sinensis* (L.) *O. Kuntze*], este foi submetido a diferentes temperaturas de extração, onde verificaram que o valor de L^* tende a diminuir, principalmente dos 50 para os 60 °C, que o valor de b^* aumenta até à

temperatura 40 °C e depois tendem a diminuir com o aumento da temperatura de extração e no valor de a^* ocorre a situação inversa. Estes valores permitem concluir que quanto maior a temperatura de extração, mais escura e mais vermelha se torna o chá preto, mas o seu amarelecimento torna-se mais fraco acima de 50 °C (Liang e Xu, 2003).

Um outro estudo foi também realizado com o intuito da avaliação colorimétrica de amostras de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) submetidas a diferentes condições de humidade e temperatura na câmara de maturação, onde os autores concluíram que o aumento da humidade e redução do pH provocam a perda da cor verde das amostras (Zaions *et al.*, 2014).

Em suma, já existem estudos que avaliam a cor de chá e infusões, mas não demonstram o efeito que diferentes condições de preparação de infusões poderão provocar em termos de cor resultante, para além de não correlacionarem essa variação com a aceitação a nível sensorial. Desta forma, existe um longo caminho a percorrer, a fim da avaliação da qualidade sensorial das infusões disponíveis no mercado, para que seja possível a melhoria desses produtos, bem como o desenvolvimento de produtos diferenciados.

2.4. Objetivos

O presente estudo visa a otimização das condições de preparação de infusão, mais especificamente a determinação dos valores da temperatura de água e tempo de infusão para cada uma das infusões estudadas – limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão. Para este efeito, serão estudadas quatro temperaturas e quatro tempos, combinadas em dez binómios tempo / temperatura, onde cada binómio será avaliado por um painel de consumidores através de um teste de aceitação. O teste de aceitação será complementado com a aplicação da metodologia de colorimetria, com recurso ao sistema de cores CIELAB, de forma a averiguar a relação entre a cor e a preferência do consumidor.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Desenho Experimental

De acordo com Cardoso (2012), foram definidos intervalos de tempo de infusão, 4 a 10 minutos, e temperatura da água, 70 a 100 °C, com o objetivo de posteriormente serem definidos os binômios tempo / temperatura a serem testados.

A partir destes intervalos foram criados binômios tempo / temperatura com recurso ao método estatístico *Central Composite Design* (CCD), um modelo de segunda ordem, criado por Box e Wilson, em 1951, no estudo de superfícies de resposta. Este método é constituído por pontos cúbicos (fatoriais), centrais e axiais (estrela). Os pontos cúbicos caracterizam-se pela colocação de duas variáveis a dois níveis simétricos (-1/+1) e os pontos axiais estão situados nos eixos do sistema de coordenadas com distância $\pm\alpha$ da origem e por isso, o valor de α corresponde à distância entre o ponto axial e o ponto central.

Para a obtenção de um *design* esférico iguala-se o valor de α a \sqrt{k} , em que k representa o número de fatores (variáveis) e quanto maior o seu valor, maior a distância entre os pontos axiais e o ponto central (Figura 3.1).

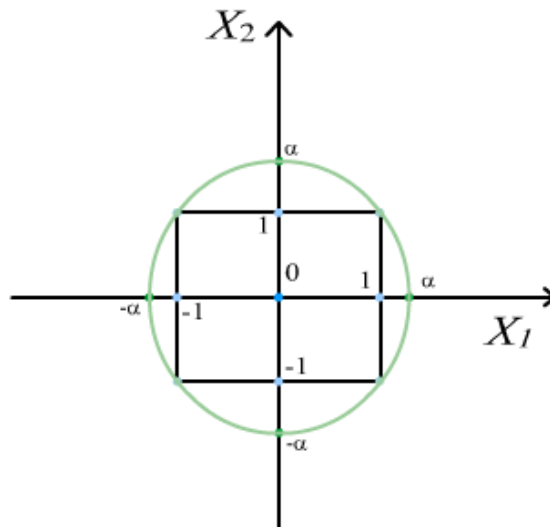


Figura 3.1 - *Central Composite Design* - Design esférico (dois fatores).

Dado que temos dois fatores em estudo, tempo de infusão e temperatura da água, através da Equação 4, foram gerados no total 10 binômios tempo / temperatura, com repetição no ponto central (Tabela 3.1):

$$k^2 + 2k + 1$$

(Equação 4)

Desta forma, os quatro pontos cúbicos irão ser constituídos pelas coordenadas $(-1,1)$, $(-1,-1)$, $(1,-1)$ e $(1,1)$, os quatro pontos axiais por $(-\alpha, 0)$; $(\alpha, 0)$; $(0, -\alpha)$; $(0, \alpha)$ e os dois pontos centrais descritos pelas coordenadas $(0,0)$ (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Caracterização das coordenadas dos pontos cúbicos, axiais e centrais.

	Tempo de infusão	Temperatura da água
Pontos cúbicos	-1	+1
	-1	-1
	+1	-1
	+1	+1
Pontos axiais	$-\alpha$	0
	α	0
	0	$-\alpha$
	0	α
Pontos centrais	0	0
	0	0

Considerando que $\alpha = \sqrt{k}$, o valor de α é 1,4142 e por isso, transpondo toda esta informação para o problema em questão, obtém-se a Tabela 3.2 e Figura 3.2.

Tabela 3.2 - Conversão dos valores dos pontos para cada um dos fatores (tempo de infusão e temperatura da água).

Fator	Nível				
	-1,414	-1	0	+1	+1,414
Tempo de infusão	4	5	7	9	10
Temperatura da água	70	74,5	85	95,5	100

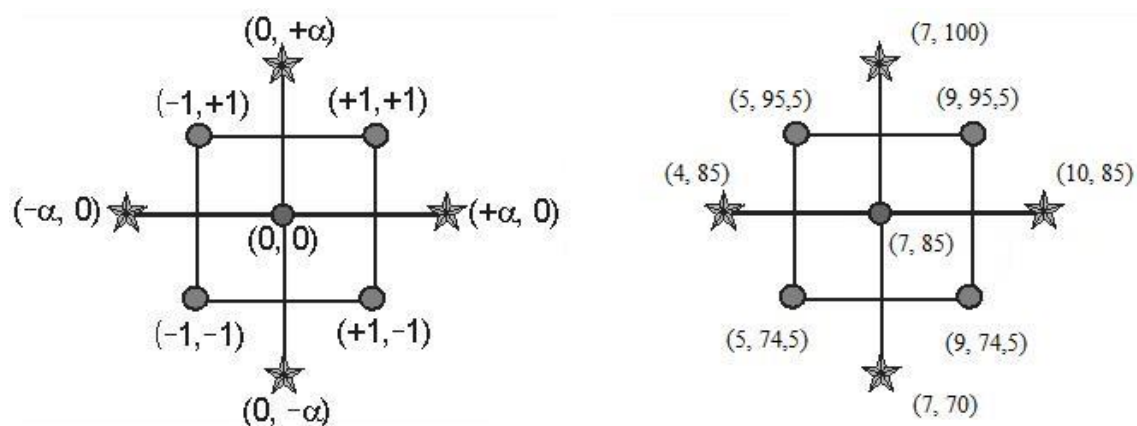


Figura 3.2 - Coordenadas de todos os pontos (binómios) resultantes das variáveis tempo de infusão e temperatura da água.

Considerando o modelo obtiveram-se os seguintes binômios de tempo / temperatura:

Tabela 3.3 - Binômios tempo / temperatura obtidos através do método estatístico *Central Composite Design* (CCD).

Tempo de infusão (min)	Temperatura da água (°C)
4 (- α)	85 (0)
5 (-1)	74,5 (-1)
5 (-1)	95,5 (+1)
7 (0)	70 (- α)
7 (0)	85 (0)
7 (0)	85 (0)
7 (0)	100 (+ α)
9 (+1)	74,5 (-1)
9 (+1)	95,5 (+1)
10 (+ α)	85 (0)

3.2. Amostras

No presente estudo foram utilizadas quatro ervas aromáticas com modo de produção biológico, sendo elas: limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão (Figura 3.3). Para cada uma destas ervas aromáticas foram preparadas infusões de acordo com os dez binômios tempo / temperatura, devidamente codificados com códigos de três dígitos aleatórios.



Figura 3.3 - Amostras utilizadas para a preparação das infusões – limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão.

Cada infusão foi preparada com a quantidade de 4,5 gramas de erva aromática e infusa em 1,5 litros de água engarrafada (Figuras 3.4-3.7). Após esta preparação, cada infusão foi arrefecida a uma temperatura de 65 °C e, em seguida, colocada em recipientes térmicos até ao momento de servir. As amostras foram apresentadas a cada provador em chávena de porcelana branca, identificadas por um número aleatório de três dígitos, em cabines individuais, sob iluminação branca normal.

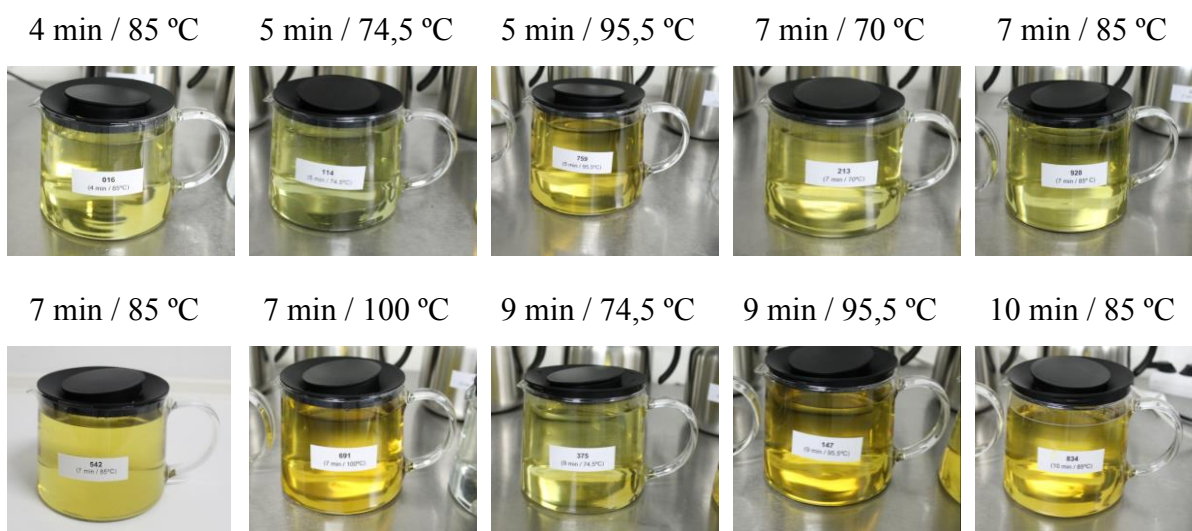


Figura 3.4 - Fase final da preparação das dez infusões de limonete com a concentração de 3 g/L.

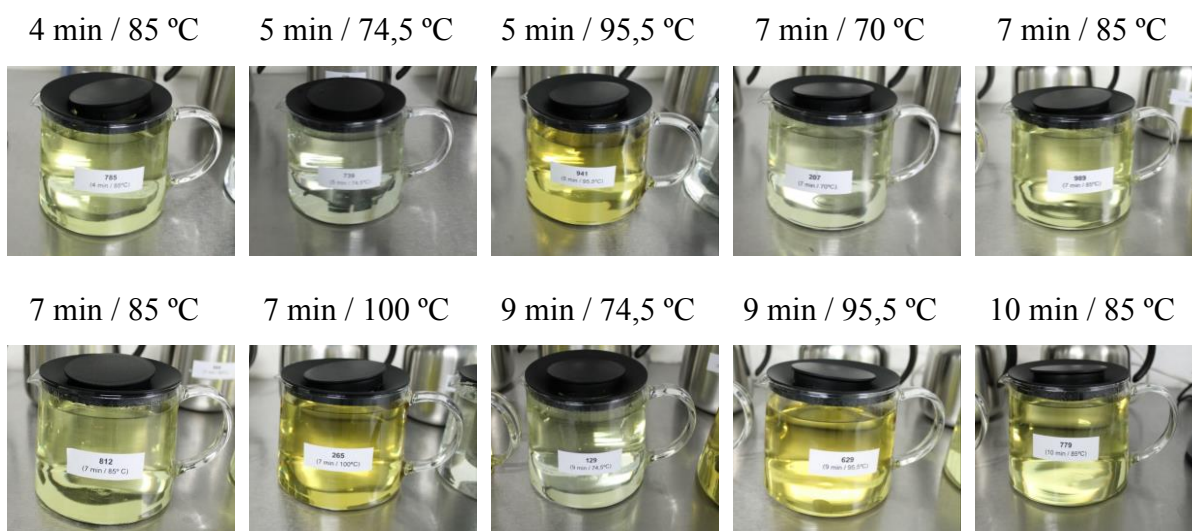


Figura 3.5 - Fase final da preparação das dez infusões de erva-príncipe com a concentração de 3 g/L.



Figura 3.6 - Fase final da preparação das dez infusões de hortelã-pimenta com a concentração de 3 g/L.

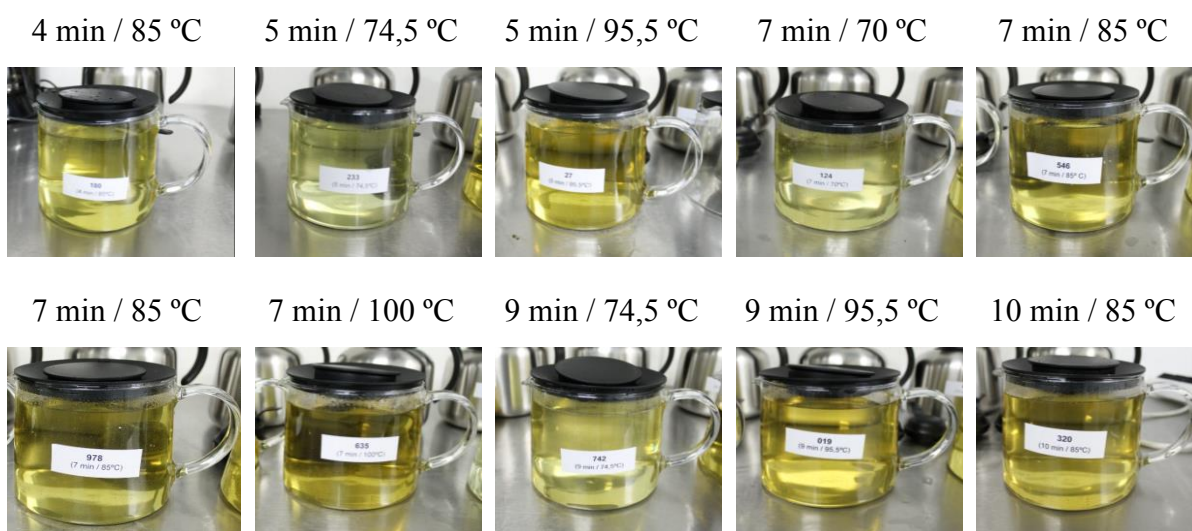


Figura 3.7 - Fase final da preparação das dez infusões de tomilho-limão com a concentração de 3 g/L.

3.3. Provadores

Todos os provadores foram recrutados a partir da base de dados da Sense Test, residentes principalmente na área metropolitana do Porto. A empresa garante a proteção e confidencialidade dos dados através da autorização 2063/2009 atribuído pela Comissão Nacional de Protecção de Dados e de um código interno de conduta.

Toda a atividade experimental foi realizada na sala de provas da Sense Test e conduzida por pessoal técnico devidamente treinado, em conformidade com as normas ISO 8589:2007, ISO

13300-1:2006 e ISO 13300-2:2006, de forma a minimizar qualquer efeito que resulte de fatores psicológicos e/ou de condições físicas.

Em cada cabine de provas foi colocado à disposição dos provadores uma cuspeira, um copo com água e bolachas de água e sal. Todos os provadores foram convidados a utilizarem as bolachas de água e sal e a água, antes da prova de cada amostra, de forma a libertar o sabor da boca. Para além disso, foram autorizados a adicionar cubos de açúcar (2,5g), de acordo com o seu hábito de consumo e foram instruídos para utilizarem a mesma quantidade em todas as amostras em avaliação. De forma a evitar a fadiga sensorial, cada provador recebeu um conjunto de oito amostras, apresentadas individualmente de forma monádica e sequencial, por ordem balanceada (Macfie *et al.*, 1989), na sequência do método estatístico *Central Composite Design* (CCD).

3.4. Análise Sensorial

3.4.1. Aceitação com Comentários

Para a avaliação da aceitação global de cada uma das infusões, as amostras foram apresentadas de forma balanceada e foi solicitado aos 60 consumidores que após a prova, que quantificassem a magnitude do grau de aceitação de cada uma delas, por via de uma escala hedónica estruturada de nove pontos e que através de um espaço livre para comentários descrevessem o que de mais positivo e negativo encontram na amostra (Anexo 1).

3.5. Colorimetria

Para a aplicação da técnica da colorimetria foi utilizado um colorímetro modelo Minolta CR-400, onde se procedeu à sua calibração com uma placa de porcelana branca e o sistema de cor e iluminante selecionados foram CIELAB e C, respetivamente. Após a preparação das infusões foi necessário que estas arrefecessem até à temperatura ambiente. Com o recurso de uma manga branca de papel ao redor de um gobelé com capacidade máxima de 50 mililitros a medição foi realizada, colocando a abertura do colorímetro no topo e no centro do gobelé e foram registadas três leituras.



Figura 3.8 - Medição da cor através do colorímetro Minolta CR-400.

3.6. Análise Estatística

Após a informatização dos dados procedeu-se à sua análise estatística com o recurso aos *softwares* informáticos *Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* – versão 20[®], *XL-STAT 2013*[®] e *STATISTICA* – versão 12.

3.6.1. Aceitação

No que diz respeito à otimização das condições de tempo de infusão e temperatura da água foi utilizado o método estatístico Superfície de Resposta (MSR), que permite analisar o efeito das variáveis independentes deste processo, tempo de infusão (x_1) e temperatura da água (x_2) sobre a variável dependente ou resposta, aceitação (y). Este método é bastante útil, pois considera vários fatores em níveis diferentes e as interações correspondentes entre esses fatores e níveis. Desta forma, os resultados obtidos da variável aceitação foram avaliados através da utilização do modelo empírico de regressão polinomial quadrático (Equação 5):

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$$

(Equação 5)

Os coeficientes do polinómio são representados por b_0 (termo constante), b_1 e b_2 (coeficientes lineares), b_{11} e b_{22} (coeficientes quadráticos) e b_{12} (coeficiente linear da interação x_1x_2). Tais termos foram analisados estatisticamente a uma probabilidade (p) de 0,001, 0,01 ou 0,05. A regressão dos coeficientes foi utilizada para fazer o cálculo estatístico, de forma a gerar os

diagramas de superfície de resposta. De acordo com o intervalo experimental, os pontos ótimos de cada infusão foram determinados utilizando a função “Resolver” do Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, USA). O ajuste global do modelo foi avaliado pelo coeficiente de determinação – R^2 . Como a Equação 5 representa um modelo linear, R^2 apresenta a proporção de variação explicada pelo modelo. Quanto mais perto da unidade for o R^2 , melhor é a representatividade dos dados experimentais no modelo.

Através do teste de aceitação, para além da aplicação da metodologia Superfície de Resposta foi possível, através do espaço de comentários livres, proceder à análise dos atributos positivos e negativos, utilizando uma análise de frequência de menção de cada atributo.

3.6.2. Colorimetria

Para a avaliação da cor foi aplicado o método estatístico ANOVA (Análise de Variância), com um grau de confiança de 95% ($p \leq 0,05$), tendo-se verificado desde logo, as condições de aplicabilidade deste teste (normalidade e homocedasticidade). O teste de comparações múltiplas LSD (*Least Significant Difference*) foi usado quando diferenças estatisticamente significativas eram encontradas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos Painéis de Provedores

A partir dos resultados apresentados, é possível constatar que para as quatro infusões analisadas, as idades mínimas e máximas foram de 18 e 73 anos, respetivamente. Para além disso, embora o número de homens e mulheres seja bastante aproximado, o género feminino é sempre ligeiramente superior (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 - Características sociodemográficas das quatro infusões em estudo.

Caraterísticas		Limonete	Erva-príncipe	Hortelã-pimenta	Tomilho-limão
Dimensão		60	60	60	60
Sexo	Mulheres	32 (53%)	33 (55%)	34 (57%)	32 (53%)
	Homens	28 (47%)	27 (45%)	26 (43%)	28 (47%)
Idade (anos)	Mínima	19	18	22	18
	Máxima	73	69	63	71
	Média (±DP)	39,1 (±14,1)	38,9 (±13,4)	38,4 (±11,9)	40,7 (±15,6)

4.2. Aceitação

4.2.1. Otimização do tempo e temperatura de infusão

A Tabela 4.2 apresenta os coeficientes do modelo de regressão para a variável de resposta aceitação juntamente com o coeficiente de determinação, obtidos a partir dos resultados experimentais.

Tabela 4.2 – Coeficientes de regressão e R^2 para a variável de resposta aceitação para as quatro infusões em estudo.

	b_0	b_1	b_2	b^2_1	b^2_2	b_{12}	R^2
Limonete	-2,63E+1 (±7,33E+0)***	1,58E+0 (±5,17E-1)***	6,06E-1 (±1,51E-1)***	-3,74E-2 (±2,19E-2)*	-2,78E-3 (±8,67E-4)***	-1,18E-2 (±4,88E-3)**	0,137
Erva-príncipe	-2,91E+1 (±8,16E+0)***	6,87E-1 (±5,77E-1)	6,92E-1 (±1,69E-1)***	-2,60E-2 (±2,44E-2)	-3,43E-3 (±9,65E-4)***	-2,65E-3 (±5,46E-3)	0,270
Hortelã-pimenta	-1,19E+1 (±7,55E+0)	-7,48E-3 (±5,33E-1)	4,24E-1 (±1,56E-1)***	2,55E-2 (±2,26E-2)	-2,17E-3 (±8,94E-4)**	-4,22E-3 (±5,03E-3)	0,054
Tomilho-limão	-3,21E+1 (±8,02E+0)***	1,59E+0 (±5,66E-1)***	7,42E-1 (±1,66E-1)***	-4,31E-2 (±2,40E-2)*	-3,61E-3 (±9,48E-4)***	-1,09E-2 (±5,34E-3)**	0,127

b_0 , b_1 , b_2 , b^2_1 , b^2_2 , b_{12} – coeficientes de acordo com a equação 5; *, **, *** = valores significativos a $p < 0,01$, $p < 0,05$ e $p < 0,10$, respetivamente.

Através da Tabela 4.2 verifica-se, desde logo, que os valores de R^2 , em qualquer uma das infusões, não são satisfatórios, uma vez que estão bastante distantes da unidade e quanto maior essa distância, menor é a representatividade dos dados experimentais do modelo. No entanto, deve notar-se que foram utilizadas no ajuste do modelo as avaliações individuais, em vez de valores médios de preferência, que resultam em valores de R^2 mais próximos da unidade (Granato *et al.*, 2010).

O modelo de regressão para a aceitação (Tabela 4.2) indica que o termo constante só não é significativo na infusão de hortelã-pimenta ($p < 0,10$). Relativamente aos termos linear e quadrático do tempo de infusão, apenas nas infusões limonete e tomilho-limão, estes apresentam valores significativos ($p < 0,10$ e $p < 0,01$, respetivamente). Já no que diz respeito aos termos linear e quadrático da temperatura da água, estes são significativos para qualquer uma das infusões em estudo ($p < 0,10$ e $p < 0,05$). Finalmente, para o coeficiente linear da interação entre o tempo de infusão e a temperatura da água, este é significativo, tal como aconteceu nos coeficientes b_1 e b^2_1 , nas infusões de limonete e tomilho-limão, desta vez para $p < 0,50$.

A Figura 4.1. apresenta as estimativas do tempo e temperatura de infusão da água para cada infusão avaliada:

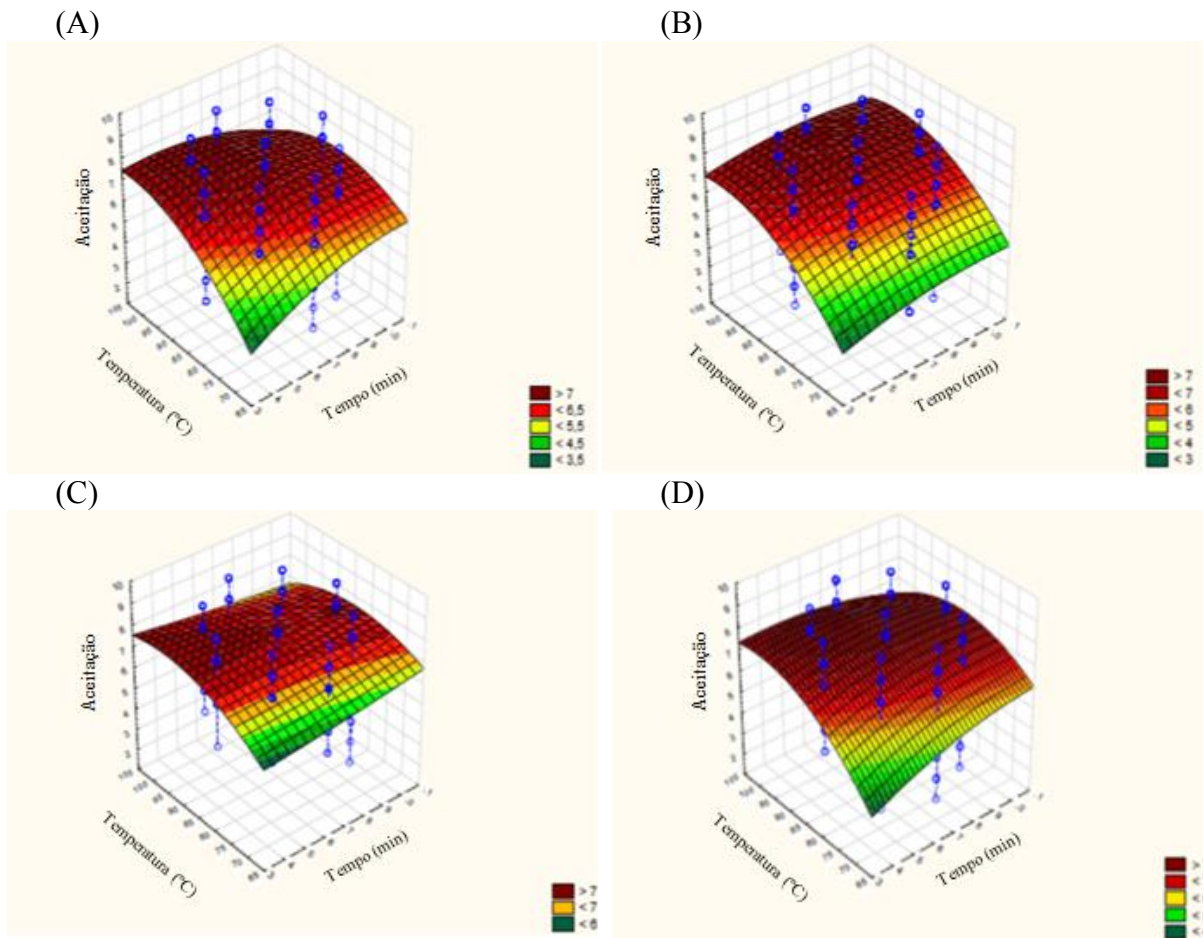


Figura 4.1 - Superfície de resposta da variação da aceitação em função do tempo de infusão e da temperatura da água para as quatro infusões em estudo: (A) Limonete, (B) Erva-príncipe, (C) Hortelã-pimenta e (D) Tomilho-limão.

Na aceitação global do limonete há uma dependência quadrática e uma interação significativa, entre o tempo de infusão e a temperatura da água. Dentro da gama experimental, verifica-se que o aumento do tempo de infusão juntamente com o aumento da temperatura da água, desencadeiam o aumento da preferência, até ao ponto máximo em $x_1 = 6$ min e $x_2 = 96$ °C. Acima destes valores, existe um ligeiro decréscimo na aceitação global.

Na erva-príncipe, verifica-se que há um efeito significativo da temperatura da água, onde a maior preferência incide numa infusão que resulte de um tempo mais longo com uma temperatura mais elevada, bastante próxima do ponto de ebulição, encontrando-se o ponto máximo de aceitação global em $x_1 = 8,5$ min e $x_2 = 99$ °C.

No que diz respeito à hortelã-pimenta, esta apresenta um comportamento bastante distinto das restantes ervas aromáticas, onde os resultados revelam que há uma maior preferência por tempos de infusão mais curtos, num tempo de infusão marcadamente baixo, sendo o valor mais baixo, dentro da gama experimental ($x_1 = 4$ min), acompanhado de uma temperatura de 95 °C. Por fim, no tomilho-limão, observa-se que as variáveis tempo e temperatura interagem entre si de forma significativa, onde o aumento de cada uma destas variáveis desencadeiam uma maior

preferência por parte dos consumidores, atingindo o seu ponto máximo em $x_1 = 7$ min e $x_2 = 92$ °C (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Otimização das condições de preparação, Temperatura da água e Tempo de infusão, através do método Superfície de Resposta.

	Temperatura da água (°C)	Tempo de infusão (min)
Limonete	96	6
Erva-príncipe	99	8,5
Hortelã-pimenta	95	4
Tomilho-limão	92	7

Tais resultados vão de encontro às conclusões obtidas por Cardoso (2012), no que diz respeito ao tempo máximo de infusão de ervas aromáticas, que considera que um tempo superior a 10 minutos será excessivo, pois as infusões produzidas serão amargas e adstringentes. Por outro lado, o tempo de infusão ótimo para a hortelã-pimenta foi de 4 minutos, um resultado não concordante com a literatura, que indica que qualquer infusão que não resulte da *Camellia sinensis*, deverá ocorrer durante pelo menos 5 minutos, sendo vários, os estudos que utilizam tempos de infusão iguais ou superiores a 5 minutos (Infante *et al.*, 2010; Jäger *et al.*, 2011; Koch *et al.*, 2012; Da Silveira *et al.*, 2014).

Por fim, verifica-se que para qualquer uma das ervas aromáticas em estudo, as temperaturas de água ótimas são superiores a 90 °C, resultados que refutam a ideia de que infusões preparadas com temperaturas de água inferiores a 90 °C são sensorialmente mais agradáveis (Cardoso, 2012).

4.2.2. Análise de Comentários Livres

No teste de aceitação, para além da escala hedónica de nove pontos, era pedido aos provadores que emitissem, de uma forma livre, um comentário sobre as amostras. Para a sua análise foi realizada uma contagem de atributos positivos e negativos, referentes à aparência, odor, textura e sabor de cada uma das amostras, dos quais serão apresentados apenas aqueles que apresentem contagens superiores a 3, em pelo menos uma das amostras (Figuras 4.2 - 4.9).

Para cada infusão foi também registado o número total de atributos positivos e negativos por amostra e respetivos valores de rácio (atributos positivos / atributos negativos) (Tabelas 4.4 - 4.7).

4.2.2.1. Limonete

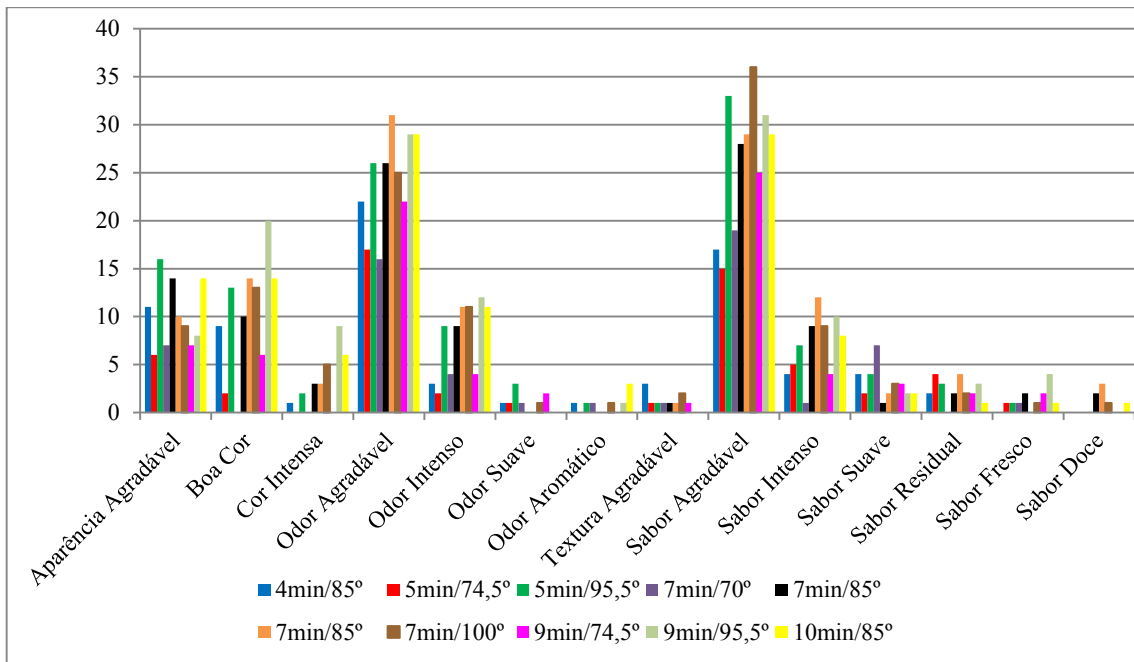


Figura 4.2 - Atributos positivos das amostras da infusão de limonete.

Através da Figura 4.2 é possível verificar que os binómios tempo / temperatura que originaram maiores contagens nos atributos positivos foram os seguintes: 5 min / 95,5 °C, 9 min / 95,5 °C, 7 min / 85 °C e 7 min / 100 °C. O binómio 9 min / 95,5 °C foi aquele que apresentou maior contagem em mais atributos, sendo eles “boa cor”, “cor intensa” e “odor intenso”. Por outro lado, os binómios 5 min / 95,5 °C, 7 min / 85 °C e 7 min / 100 °C geraram infusões de limonete com “aparência agradável”, “odor agradável” e “sabor intenso” e “sabor agradável”, respetivamente. Estes resultados permitem constatar que o tempo e a temperatura ótima de infusão 6 min / 96 °C, está contemplada nos binómios com maior número de características positivas.

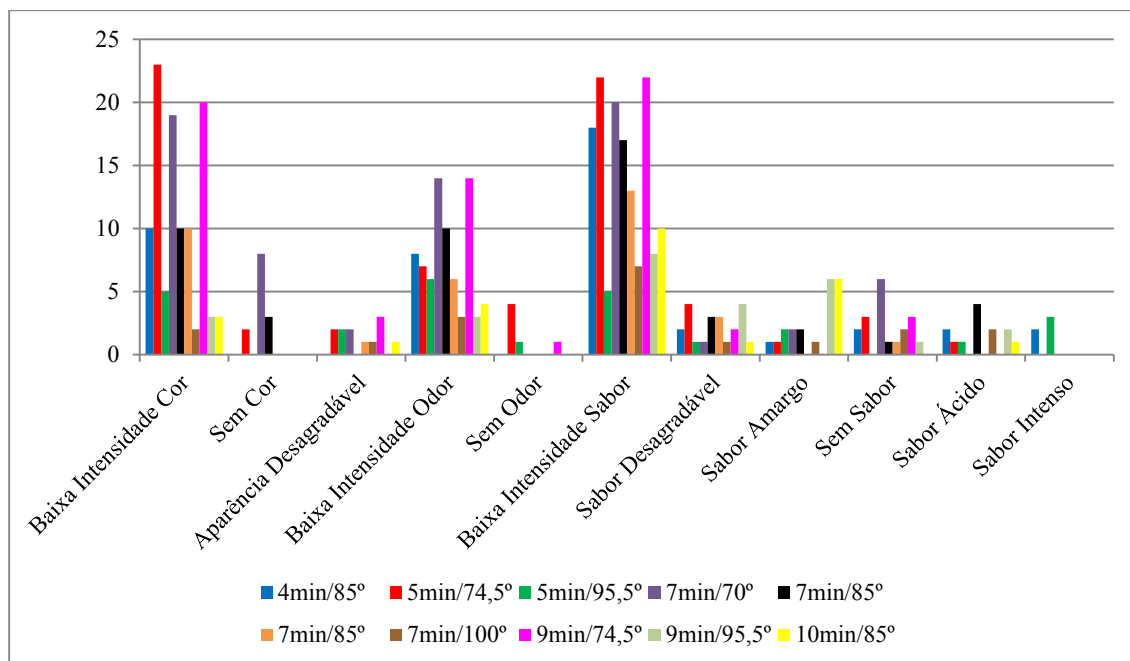


Figura 4.3 - Atributos negativos das amostras da infusão de limonete.

Quanto aos atributos negativos, os mais enunciados foram “sem cor”, “baixa intensidade cor”, “baixa intensidade odor” e “baixa intensidade sabor”, características associadas de uma forma geral às infusões de limonete preparadas pelos binómos 5 min / 74,5 °C, 7 min / 70 °C e 9 min / 74,5 °C (Figura 4.3). Tais resultados sugerem que o intervalo de temperatura da água de 70 a 74,5 °C não é suficiente para gerar uma infusão de limonete sensorialmente agradável, podendo ser justificado também pelo afastamento considerável ao ponto máximo de aceitação (96 °C).

Tabela 4.4 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de limonete.

	4min / 85°	5min / 74,5°	5min / 95,5°	7min / 70°	7min / 85°	7min / 85°	7min / 100°	9min / 74,5°	9min / 95,5°	10min / 85°
Positivos	90	65	131	66	117	137	132	90	144	130
Negativos	49	76	31	80	58	44	28	70	33	32
Rácio	1,84	0,86	4,23	0,83	2,02	3,11	4,71	1,29	4,36	4,06

Através da análise da Tabela 4.4, verifica-se que a amostra com maior rácio de atributos positivos *versus* atributos negativos é a de 7 min / 100 °C, que embora não seja a que apresente o maior número de atributos positivos, tem o menor número de negativos. Relativamente às amostras que apresentam o mesmo binómio tempo / temperatura (7 min / 85 °C), embora apresentem diferentes valores de rácio, em termos de *ranking* têm posições consecutivas.

4.2.2.2. Erva-príncipe

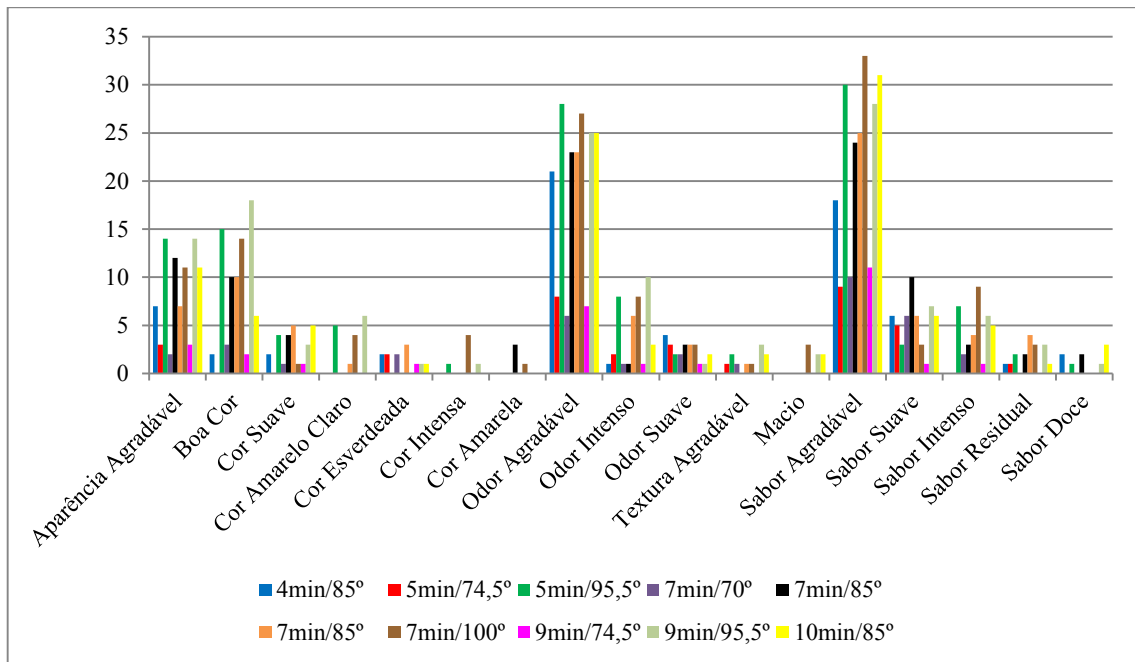


Figura 4.4 - Atributos positivos das amostras da infusão de erva-príncipe.

Para a infusão de erva-príncipe, o mesmo número de consumidores determinou que os binómios 5 min / 95,5 °C e 9 min / 95,5 °C eram aqueles que originavam uma infusão com “aparência agradável”, sinónimo neste caso também de uma “boa cor”. Para além disso, o binómio 5 min / 95,5 °C deu origem a uma infusão com “odor agradável”. Outro binómio a destacar é o 7 min / 100 °C, que apresenta o maior número de contagens para o atributo “sabor agradável” (Figura 4.4). Mais uma vez, os binómios tempo / temperatura com mais características positivas, são bastante próximos da temperatura e do tempo ótimo de infusão determinados para esta infusão, 8,5 min / 99 °C.

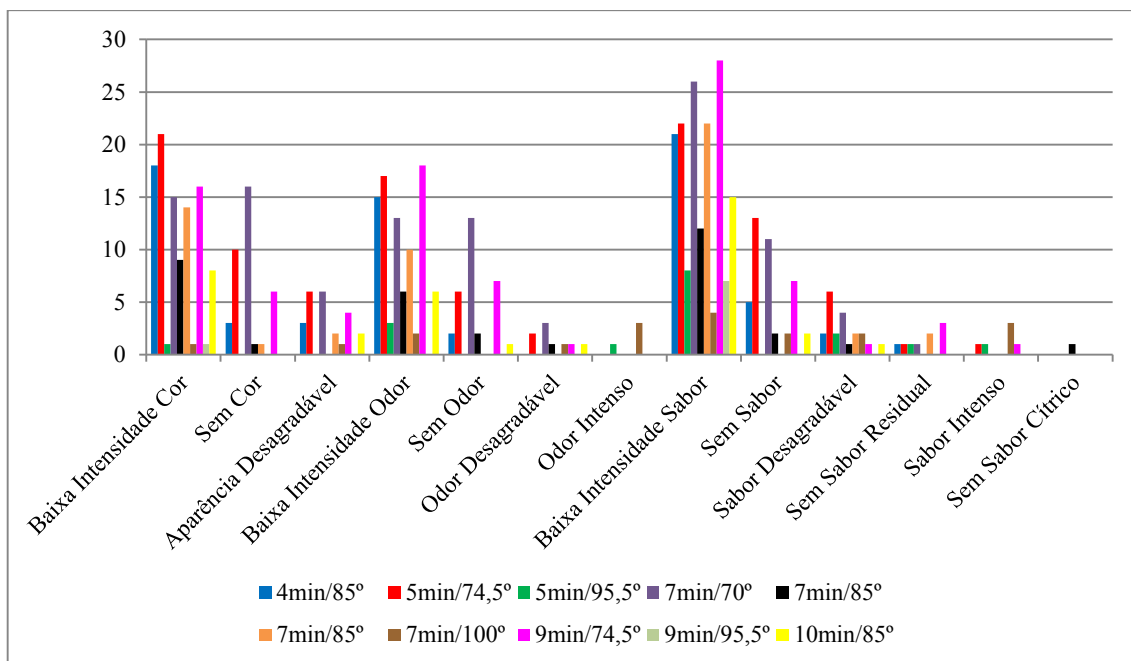


Figura 4.5 - Atributos negativos das amostras da infusão de erva-príncipe.

Através da Figura 4.5, verifica-se que as infusões resultantes dos binómios 5 min / 74,5 °C, 7 min / 70 °C e 9 min / 74,5 °C foram caracterizadas como infusões com “baixa intensidade cor” e “sem sabor”, “sem cor” e “sem odor” e “baixa intensidade odor” e “baixa intensidade sabor”, respetivamente. Tais resultados sugerem que o intervalo de temperatura da água de 70 a 74,5 °C não é suficiente para gerar uma infusão, desta vez de erva-príncipe sensorialmente agradável.

Tabela 4.5 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de erva-príncipe.

	4min / 85°	5min / 74,5°	5min / 95,5°	7min / 70°	7min / 85°	7min / 85°	7min / 100°	9min / 74,5°	9min / 95,5°	10min / 85°
Positivos	77	44	140	45	109	109	144	36	149	113
Negativos	82	108	22	113	39	57	26	99	15	41
Rácio	0,94	0,41	6,36	0,40	2,79	1,91	5,54	0,36	9,93	2,76

De uma forma global, a amostra 9 min / 95,5 °C é aquela que apresenta uma melhor pontuação, uma vez que foi caracterizada com o maior número de vezes de atributos positivos e o menor de negativos, obtendo assim o maior rácio (Tabela 4.5). Quanto às amostras com o mesmo binómio tempo / temperatura, 7 min / 85 °C, estas apresentam o mesmo número de atributos positivos, mas diferem no número total de negativos, apresentando assim valores de rácio diferentes.

4.2.2.3. Hortelã-pimenta

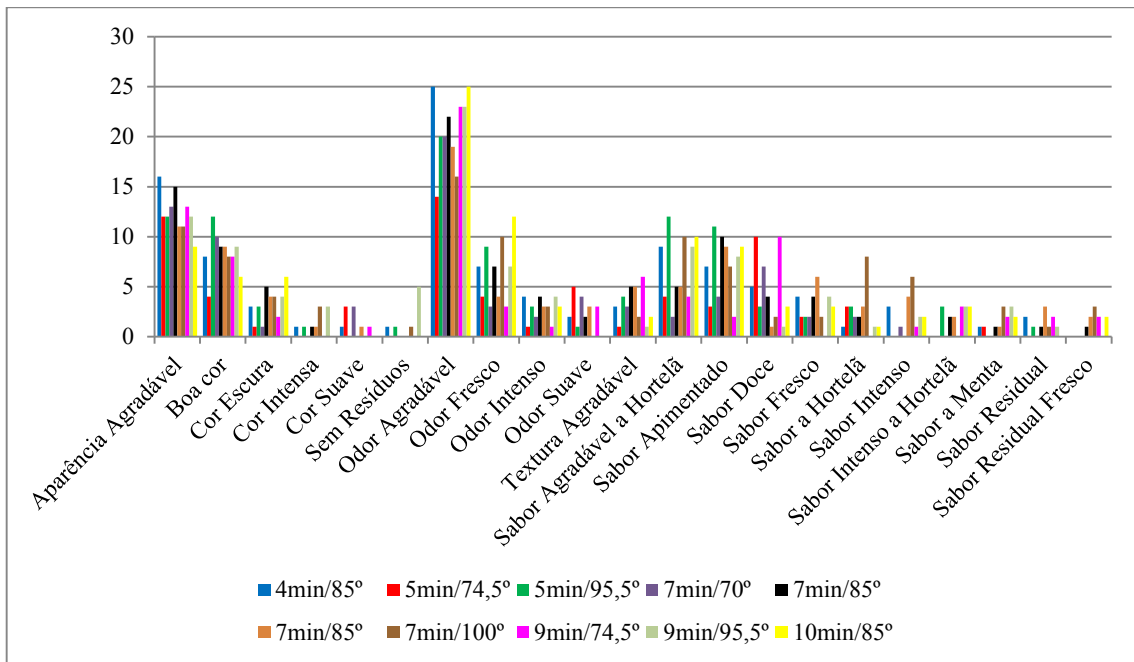


Figura 4.6 - Atributos positivos das amostras da infusão de hortelã-pimenta.

A partir da Figura 4.6 constata-se que o atributo mais enumerado foi, sem dúvida, o “odor agradável”, principalmente nas amostras 4 min / 85 °C e 10 min / 85 °C. Para além deste, foram enunciados atributos como “aparência agradável”, “boa cor”, “odor fresco”, “sabor agradável a hortelã” e “sabor apimentado”, onde surgem os binómios 7 min / 85 °C e 5 min / 95,5 °C.

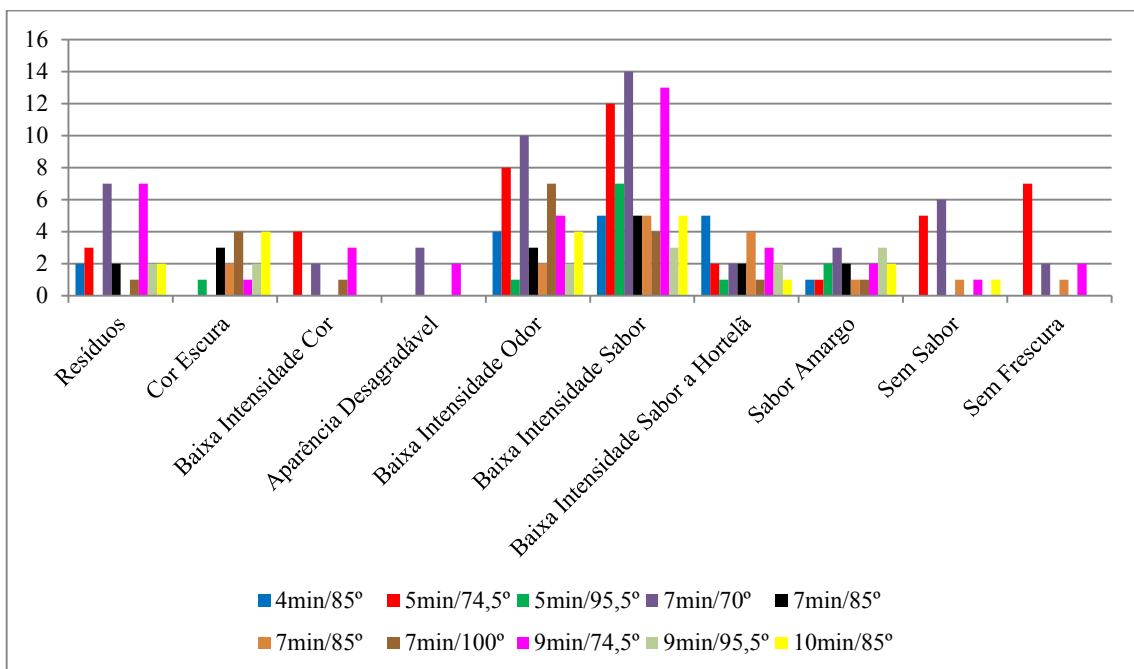


Figura 4.7 - Atributos negativos das amostras da infusão de hortelã-pimenta.

Relativamente aos atributos negativos, os mais enumerados são “baixa intensidade odor” e “baixa intensidade sabor” na amostra 7 min / 70 °C. Para além disso, nesta erva aromática

surgem os atributos “resíduos” e “sem frescura”, com maior frequência nas amostras 7 min / 70 °C e 9 min / 74,5 °C e 5 min / 74,5 °C, respectivamente (Figura 4.7).

Tabela 4.6 - Número total de atributos positivos e negativos, média e rácio para a infusão de hortelã-pimenta.

	4min / 85°	5min / 74,5°	5min / 95,5°	7min / 70°	7min / 85°	7min / 85°	7min / 100°	9min / 74,5°	9min / 95,5°	10min / 85°
Positivos	143	102	143	105	141	142	147	126	139	140
Negativos	23	52	21	60	24	24	31	48	24	28
Rácio	6,22	1,96	6,81	1,75	5,88	5,92	4,74	2,63	5,79	5,00

Globalmente, as amostras com maior número de atributos positivos são as 7 min / 100 °C, 4 min / 85 °C e 5 min / 95,5 °C. Contudo, a que apresenta maior rácio é a 5 min / 95,5 °C, possuidora também do menor número de atributos negativos, coincidindo com o tempo e temperatura ótimos determinados (4 min / 95 °C) (Tabela 4.6).

4.2.2.4. Tomilho-limão

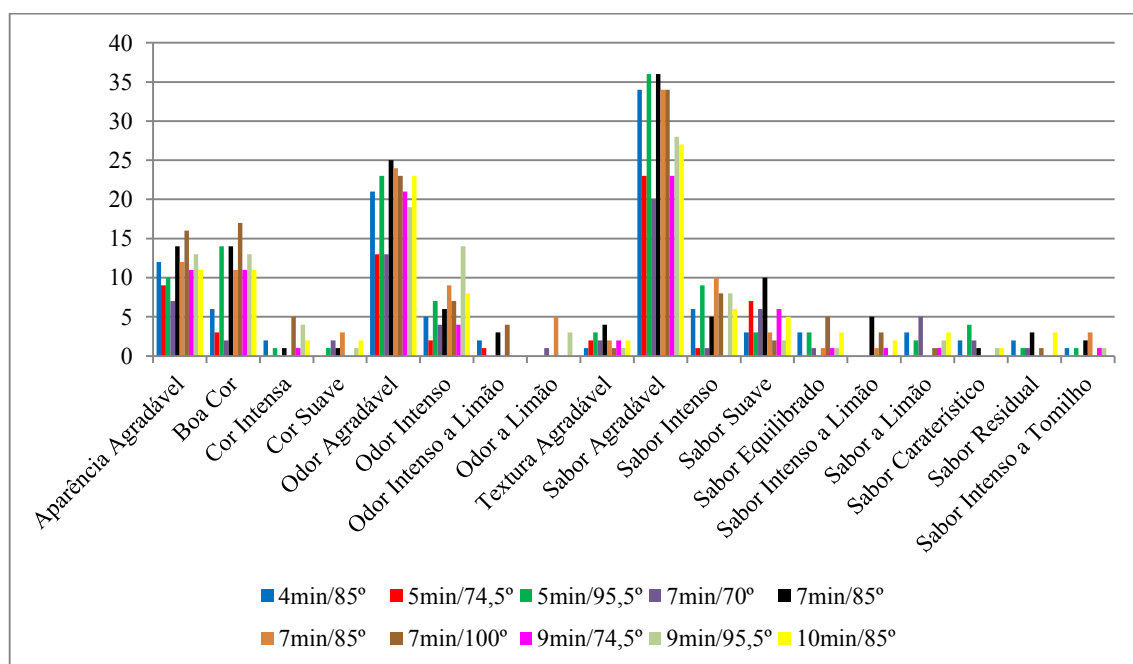


Figura 4.8 - Atributos positivos das amostras da infusão de tomilho-limão.

No que diz respeito ao tomilho-limão, o atributo positivo mais enunciado foi “sabor agradável”, para as amostras 5 min / 95,5 °C e 7 min / 85 °C. Para além deste, também outros atributos foram diversas vezes aplicados nomeadamente “aparência agradável”, “boa cor” e “odor agradável” para as amostras 7 min / 100 °C e 7 min / 85 °C (Figura 4.8). Tais binómios

coincidem com o tempo e temperatura ótimas de infusão alcançados para esta erva aromática, 7 min / 92 °C.

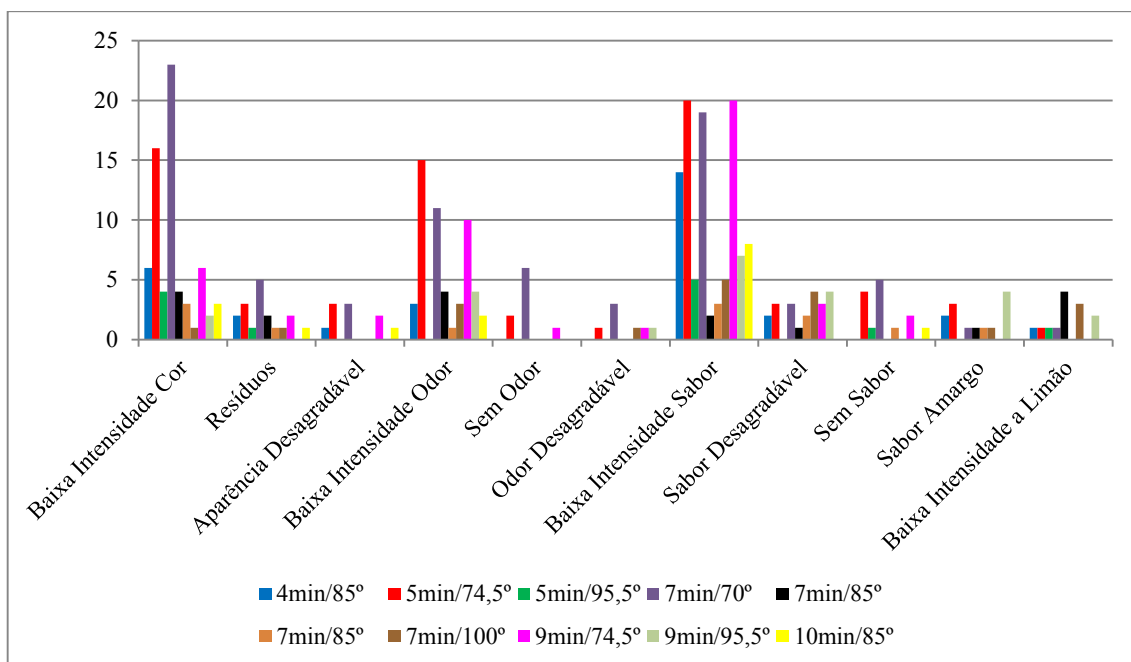


Figura 4.9 - Atributos negativos das amostras da infusão de tomilho-limão.

A Figura 4.9 revela que os atributos com maior destaque são “baixa intensidade cor”, “baixa intensidade odor” e “baixa intensidade sabor”. No atributo “baixa intensidade sabor” foram duas as amostras que obtiveram a maior contagem, 5 min / 74,5 °C e 9 min / 74,5 °C. No que diz respeito à “baixa intensidade cor” e “baixa intensidade odor”, os binómios mais mencionados foram 7 min / 70 °C e 5 min / 74,5 °C, respetivamente.

Tabela 4.7 - Número total de atributos positivos e negativos e rácio para a infusão de tomilho-limão.

	4min / 85°	5min / 74,5°	5min / 95,5°	7min / 70°	7min / 85°	7min / 85°	7min / 100°	9min / 74,5°	9min / 95,5°	10min / 85°
Positivos	110	63	134	67	141	128	138	89	121	115
Negativos	39	77	17	88	24	15	25	52	28	23
Rácio	2,82	0,82	7,88	0,76	5,88	8,53	5,52	1,71	4,32	5,00

Por fim, segundo a Tabela 4.7, a amostra com maior rácio é uma das amostras com binómio 7 min / 85 °C, que mais uma vez, embora não apresente o maior número de atributos positivos, tem o menor de negativos. A outra amostra, embora não apresente o maior rácio, também tem um valor relativamente elevado, distanciando-se apenas dois lugares daquela que lhe é equivalente.

4.3. Colorimetria

Na Tabela 4.8 são apresentados os valores médios da coordenada L* das quatro ervas aromáticas em estudo submetidas a diferentes binómios tempo de infusão / temperatura da água.

Tabela 4.8 - Resultados da leitura da componente luminosidade (L*) das quatro ervas aromáticas em estudo.

Binómios tempo/temperatura	Limonete	Erva-Príncipe	Hortelã- Pimenta	Tomilho- Limão
5 min / 74,5 °C	36,62±(0,14) ^b	39,09±(0,41) ^a	27,10±(0,07) ^a	35,80±(0,07) ^b
9 min / 95,5 °C	30,20±(0,05) ^g	36,18±(0,09) ^f	19,01±(0,09) ^g	32,63±(0,25) ^f
4 min / 85 °C	33,61±(0,45) ^d	37,63±(0,01) ^{d,e}	20,23±(0,07) ^e	36,38±(0,33) ^a
7 min / 70 °C	39,10±(0,24) ^a	38,67±(0,04) ^b	26,19±(0,30) ^b	36,05±(0,20) ^{a,b}
9 min / 74,5 °C	34,03±(0,16) ^c	37,78±(0,02) ^d	23,21±(0,10) ^c	35,93±(0,09) ^b
7 min / 85 °C₍₁₎	32,37±(0,21) ^f	37,36±(0,21) ^e	20,41±(0,13) ^e	34,06±(0,05) ^c
7 min / 100 °C	29,74±(0,03) ^h	34,58±(0,29) ^g	18,37±(0,08) ^h	32,41±(0,05) ^f
5 min / 95,5 °C	32,14±(0,15) ^f	34,93±(0,10) ^g	20,30±(0,04) ^e	34,03±(0,03) ^{c,d}
10 min / 85 °C	32,54±(0,07) ^{e,f}	38,28±(0,14) ^c	19,53±(0,11) ^f	33,06±(0,14) ^e
7 min / 85 °C₍₂₎	32,79±(0,06) ^e	34,70±(0,14) ^g	21,37±(0,08) ^d	33,69±(0,10) ^d

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Para a temperatura de água de 85 °C, nas infusões de erva-príncipe e hortelã-pimenta, a alteração do tempo de infusão de 7 para 4 min não provoca uma alteração significativa nos valores de luminosidade. Contudo, ainda para esta temperatura, na infusão de tomilho-limão, qualquer alteração no tempo implica alterações significativas de luminosidade. No entanto, em termos de luminosidade, o tomilho limão é a erva aromática menos sensível a alterações de temperatura / tempo de infusão da água. A alteração do tempo de infusão de 7 para 5 min, combinada com a alteração da temperatura da água de 85 °C para 95,5 °C não implicou uma alteração significativa nos valores de luminosidade em todas as ervas aromáticas em estudo.

Nas quatro ervas aromáticas, o valor mínimo de luminosidade registado foi obtido no binómio 7 min / 100 °C; já para o valor máximo, as únicas ervas que registaram com o mesmo binómio foram a erva príncipe e a hortelã-pimenta (5 min / 74,5 °C). Através dos resultados obtidos é possível entender que o aumento do tempo de infusão, combinado com o aumento da temperatura de água resulta em valores de luminosidade mais baixos, e por isso há uma intensificação da cor. Tais resultados vão de encontro às conclusões retiradas por Liang e Xu

(2003) que afirmam que quanto maior a temperatura de extração, mais escuro é o produto final, verificando-se um decréscimo nos valores de luminosidade.

Relativamente aos binómios 7 min / 85 °C₍₁₎ e 7 min / 85 °C₍₂₎, embora se tenha registado valores de luminosidade significativamente diferentes nas quatro infusões, no limonete, na hortelã-pimenta e no tomilho-limão, os grupos onde estão inseridos são bastante próximos.

O sistema CIELAB para além de medir a luminosidade também determina os valores da coordenada a*, apresentados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Resultados da leitura da componente a* das quatro ervas aromáticas em estudo.

Binómios tempo/temperatura	Limonete	Erva-Príncipe	Hortelã- Pimenta	Tomilho- Limão
5 min / 74,5 °C	0,63±(0,01) ^g	1,19±(0,14) ^e	6,69±(0,08) ⁱ	0,56±(0,02) ^d
9 min / 95,5 °C	2,70±(0,04) ^b	0,22±(0,05) ^g	14,03±(0,02) ^a	1,64±(0,08) ^a
4 min / 85 °C	1,04±(0,10) ^f	1,19±(0,02) ^e	6,19±(0,02) ^j	0,04±(0,06) ^f
7 min / 70 °C	1,03±(0,05) ^f	1,50±(0,04) ^d	8,20±(0,12) ^h	0,45±(0,02) ^e
9 min / 74,5 °C	0,95±(0,07) ^f	1,84±(0,02) ^c	9,93±(0,12) ^g	0,40±(0,04) ^e
7 min / 85 °C₍₁₎	1,67±(0,08) ^e	2,17±(0,03) ^b	12,42±(0,27) ^e	0,93±(0,02) ^c
7 min / 100 °C	3,12±(0,03) ^a	0,35±(0,08) ^f	13,61±(0,11) ^b	1,28±(0,05) ^b
5 min / 95,5 °C	1,84±(0,10) ^d	0,02±(0,01) ^h	13,02±(0,06) ^c	0,37±(0,01) ^e
10 min / 85 °C	2,07±(0,06) ^c	1,21±(0,02) ^e	12,69±(0,05) ^d	1,32±(0,02) ^b
7 min / 85 °C₍₂₎	1,60±(0,05) ^e	2,58±(0,00) ^a	11,81±(0,09) ^f	0,95±(0,01) ^c

Média ± desvio padrão com letras sobscritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Nas ervas aromáticas limonete e tomilho-limão, a alteração do tempo de infusão de 7 para 9 min, combinada com a alteração da temperatura da água de 70 para 74,5 °C não implicou uma alteração significativa nos valores da coordenada a*. No caso do limonete, o binómio 4 min / 85 °C também não é suficiente para gerar alterações significativas no valor de a* comparativamente aos binómios 7 min / 70 °C e 9 min / 74,5 °C. Já na hortelã-pimenta, qualquer alteração quer do tempo de infusão, quer da temperatura da água é suficiente para gerar valores de a* significativamente diferentes, não sendo registada qualquer igualdade entre binómios.

Relativamente aos extremos obtidos, apenas a hortelã-pimenta e o tomilho-limão estão em concordância, uma vez que apenas estes obtêm os seus valores mínimos e máximos nos binómios, 4 min / 85 °C e 9 min / 95,5 °C, respetivamente. De uma forma global, todas as ervas

aromáticas, têm valores relativamente próximos de 0, exceto a hortelã-pimenta, que apresenta tendencialmente maiores valores de a^* , isto é uma maior direção para a cor vermelha, para valores maiores de tempo de infusão e temperatura da água.

Por fim, através da comparação dos valores médios obtidos de a^* nos binómios 7 min / 85 °C₍₁₎ e 7 min / 85 °C₍₂₎, percebe-se que apenas no limonete e no tomilho-limão é que não existem diferenças significativas.

Finalmente, na Tabela 4.10 são apresentados os valores médios da terceira variável da medição, a coordenada b^* .

Tabela 4.10 - Resultados da leitura da componente b^* das quatro ervas aromáticas em estudo.

Binómios tempo/temperatura	Limonete	Erva-Príncipe	Hortelã- Pimenta	Tomilho- Limão
5 min / 74,5 °C	3,31±(0,04) ^g	-2,33±(0,27) ^{c,d}	6,82±(0,29) ^c	4,91±(0,03) ⁱ
9 min / 95,5 °C	10,49±(0,03) ^c	3,57±(3,96) ^b	3,13±(0,09) ^g	10,18±(0,19) ^c
4 min / 85 °C	9,49±(0,28) ^e	-1,42±(0,00) ^{c,d}	5,16±(0,07) ^e	8,64±(0,16) ^f
7 min / 70 °C	-0,05±(0,06) ^h	-1,76±(0,02) ^{c,d}	12,09±(0,39) ^a	5,42±(0,08) ^h
9 min / 74,5 °C	6,69±(0,09) ^f	-2,02±(0,01) ^{c,d}	8,11±(0,15) ^b	7,23±(0,05) ^g
7 min / 85 °C₍₁₎	10,07±(0,16) ^d	-2,54±(0,05) ^{c,d}	4,42±(0,20) ^f	9,40±(0,03) ^d
7 min / 100 °C	10,78±(0,02) ^b	7,67±(0,20) ^a	2,13±(0,14) ^h	11,01±(0,06) ^b
5 min / 95,5 °C	11,32±(0,13) ^a	5,40±(0,07) ^{a,b}	6,31±(0,10) ^d	12,00±(0,03) ^a
10 min / 85 °C	11,11±(0,08) ^a	-0,11±(0,02) ^c	4,27±(0,16) ^f	9,15±(0,09) ^e
7 min / 85 °C₍₂₎	10,32±(0,07) ^{c,d}	-2,97±(0,03) ^d	6,81±(0,14) ^c	9,47±(0,08) ^d

Média ± desvio padrão com letras sobscritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Através da observação da Tabela 4.10 é possível desde logo verificar que a erva príncipe é pouco sensível nos valores de b^* aos diferentes binómios tempo de infusão / temperatura da água. Por outro lado, o tomilho-limão é bastante sensível, uma vez que não existe qualquer igualdade entre os binómios.

No que diz respeito aos extremos obtidos, os únicos valores que estão em concordância são os valores máximos do limonete e do tomilho-limão resultantes do binómio 5 min / 95,5 °C, embora a erva-príncipe apresente neste binómio o seu segundo maior valor. Outro ponto a destacar é que os valores mínimos do limonete e da hortelã-pimenta correspondem aos valores máximos da hortelã-pimenta e da erva-príncipe, respetivamente. Contudo, apenas na hortelã-

pimenta, o aumento de temperatura da água, para o mesmo tempo de infusão, implicou uma diminuição do valor de b^* .

A hortelã-pimenta é também a única erva aromática em estudo que apresenta valores de b^* significativamente diferentes nos binômios 7 min / 85 °C₍₁₎ e 7 min / 85 °C₍₂₎.

Por fim, é de realçar que no limonete, o binómio 5 min / 95 °C, é aquele que está mais próximo do tempo e da temperatura ótima de infusão e que foi caracterizado como tendo uma “aparência agradável”, deu origem ao maior valor de b^* registado, com uma tonalidade amarela. Já na erva-príncipe as amostras com maiores valores de b^* e simultaneamente com menores valores de a^* e de luminosidade, foram as 7 min / 100 °C e 5 min / 95,5 °C, amostras que foram descritas como tendo uma “aparência agradável” e “boa cor”. Tais valores resultam novamente numa cor amarela esverdeada, mas com menor intensidade de cor amarela. A hortelã-pimenta, das quatro ervas aromáticas é aquela que regista menores valores de luminosidade e maiores valores de a^* , tendo esta erva uma cor substancialmente diferente das restantes, com mais intensidade de cor vermelha, embora combinada com algum esverdeado. Para além disso, a amostra 4 min / 85 °C, possuidora do tempo de infusão com maior preferência e destacada como tendo uma “aparência agradável”, apresenta o valor de a^* mais baixo e também valores quer de luminosidade, quer da coordenada b^* relativamente baixos. Finalmente, no tomilho-limão, a amostra 7 min / 100 °C destacada com os atributos “aparência agradável” e “boa cor” é aquela que apresenta menor valor de luminosidade e o segundo maior valor de ambas as coordenadas, a^* e b^* .

Uma vez registados os valores das coordenadas a^* e b^* , torna-se possível calcular os valores da cromaticidade (C^*) e do ângulo de tonalidade (h°) (Tabelas 4.11 e 4.12).

Tabela 4.11 - Resultados do cálculo de saturação (C*) para as quatro ervas aromáticas em estudo.

Binómios tempo/temperatura	Limonete	Erva-Príncipe	Hortelã- Pimenta	Tomilho- Limão
5 min / 74,5 °C	3,37±(0,04) ^g	2,61±(0,30) ^{c,d,e}	9,56±(0,25) ^e	4,95±(0,02) ^h
9 min / 95,5 °C	10,84±(0,02) ^{b,c}	4,93±(2,05) ^{b,c}	14,37±(0,03) ^a	10,31±(0,17) ^c
4 min / 85 °C	9,55±(0,27) ^e	1,85±(0,01) ^{d,e}	8,06±(0,05) ^f	8,64±(0,16) ^e
7 min / 70 °C	1,04±(0,05) ^h	2,32±(0,04) ^{d,e}	14,62±(0,26) ^a	5,44±(0,08) ^g
9 min / 74,5 °C	6,76±(0,08) ^f	2,74±(0,02) ^{c,d,e}	12,82±(0,07) ^d	7,24±(0,05) ^f
7 min / 85 °C₍₁₎	10,20±(0,15) ^d	3,34±(0,06) ^{b,c,d,e}	13,19±(0,26) ^{c,d}	9,52±(0,08) ^d
7 min / 100 °C	11,22±(0,02) ^{a,b}	7,68±(0,20) ^a	13,78±(0,13) ^b	11,09±(0,06) ^b
5 min / 95,5 °C	11,47±(0,11) ^a	5,40±(0,07) ^{a,b}	14,47±(0,02) ^a	12,01±(0,03) ^a
10 min / 85 °C	11,30±(0,07) ^a	1,22±(0,02) ^e	13,39±(0,09) ^{b,c}	9,24±(0,09) ^d
7 min / 85 °C₍₂₎	10,44±(0,07) ^{c,d}	3,94±(0,02) ^{b,c,d}	13,64±(0,14) ^{b,c}	9,44±(0,03) ^d

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Em termos de cromaticidade, na maioria dos casos, os resultados apresentam uma tendência oposta aos obtidos na luminosidade, o que já era expectável. Quanto menor o grau de escurecimento e turbidez das infusões, menor é a cromaticidade e, conseqüentemente, maior é a luminosidade. Outro aspeto observável é que a erva-príncipe é ligeiramente menos sensível a variações de tempo de infusão / temperatura de água do que as restantes ervas aromáticas.

Relativamente aos binómios 7 min / 85 °C₍₁₎ e 7 min / 85 °C₍₂₎, verifica-se em todas as ervas aromáticas que existe pelo menos um grupo em comum entre eles (Tabela 4.11).

Tabela 4.12 - Resultados do cálculo do ângulo de tonalidade (h°) para as quatro ervas aromáticas em estudo.

Binómios tempo/temperatura	Limonete	Erva-Príncipe	Hortelã- Pimenta	Tomilho- Limão
5 min / 74,5 °C	79,22±(0,26) ^b	296,97±(0,29) ^a	45,53±(1,01) ^b	83,50±(0,28) ^e
9 min / 95,5 °C	75,57±(0,25) ^b	150,90±(88,81) ^b	12,57±(0,35) ^g	80,86±(0,61) ^f
4 min / 85 °C	83,75±(0,77) ^b	310,04±(0,49) ^a	39,83±(0,42) ^c	89,75±(0,37) ^a
7 min / 70 °C	237,38±(167,02) ^a	310,38±(0,44) ^a	55,83±(1,26) ^a	85,21±(0,25) ^d
9 min / 74,5 °C	81,89±(0,66) ^b	312,33±(0,22) ^a	39,24±(0,79) ^c	86,80±(0,37) ^c
7 min / 85 °C₍₁₎	81,18±(0,33) ^b	310,47±(0,23) ^a	29,96±(0,35) ^d	84,25±(0,12) ^{d,e}
7 min / 100 °C	73,88±(0,13) ^b	87,37±(0,65) ^b	8,89±(0,53) ^h	83,37±(0,29) ^e
5 min / 95,5 °C	80,78±(0,58) ^b	89,75±(0,13) ^b	25,85±(0,47) ^e	88,23±(0,07) ^b
10 min / 85 °C	79,46±(0,34) ^b	354,81±(1,00) ^a	18,59±(0,59) ^f	81,81±(0,61) ^f
7 min / 85 °C₍₂₎	80,59±(0,60) ^b	311,02±(0,25) ^a	19,57±(0,92) ^f	84,37±(0,08) ^{d,e}

Média ± desvio padrão com letras sobreescritas iguais, para um mesmo parâmetro, indica que não existe diferenças estatísticas entre as amostras ($p > 0,05$).

Por fim, através da Tabela 4.12, observa-se desde logo, que as variações de tempo de infusão / temperatura da água não provocam alterações significativas em termos de tonalidade na infusão de limonete (exceto o binómio 7 min / 70 °C que deu origem a um valor não esperado e bastante distante dos restantes), contrariamente ao que acontece na hortelã-pimenta, a erva aromática mais susceptível a estas variações. Para além disso, verifica-se que todas as ervas aromáticas, exceto a erva-príncipe apresentam valores de h já esperados, situando-se cada uma destas na sua zona de cor mais característica.

No que diz respeito aos binómios 7 min / 85 °C₍₁₎ e 7 min / 85 °C₍₂₎, não se verificam diferenças significativas em todas as ervas aromáticas, exceto na hortelã-pimenta.

5. CONCLUSÕES GERAIS

A otimização das condições de preparação tempo de infusão e temperatura da água para as infusões de limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão foi alcançada através do método de Superfície de Resposta que permitiu concluir que, de uma forma geral, a aceitação diminui para tempos de infusão mais baixos, simultaneamente com baixas temperaturas. Através deste método, foi possível identificar que os pontos ótimos encontram-se entre os 4 e 8,5 min e entre os 92 e os 99 °C, condições de preparação que variam consoante a erva aromática utilizada. Concretamente, os binómios tempo de infusão / temperatura de água com maior preferência são 6 min / 96 °C, 8,5 min / 99 °C, 4 min / 95 °C e 7 min / 92 °C para as infusões de limonete, erva-príncipe, hortelã-pimenta e tomilho-limão, respetivamente.

Uma vez que o teste de aceitação, para além de possuir uma escala hedónica de 9 pontos, continha um espaço de comentários, foi possível a análise de atributos positivos e negativos resultantes desses mesmos comentários. De uma forma geral, para qualquer uma das ervas aromáticas, o binómio tempo / temperatura com maior aceitação está sempre inserido nos intervalos com maior número de características positivas. Os intervalos mais enumerados nos atributos positivos foram: 5 min / 95,5 °C, 9 min / 95,5 °C, 7 min / 85 °C e 7 min / 100 °C. Especificamente na infusão de hortelã-pimenta surgem os binómios 4 min / 85 °C e 10 min / 85 °C, caracterizadas essencialmente pelo seu “odor agradável”.

Por fim, foi utilizada a colorimetria de forma a averiguar a existência de uma relação entre a preferência dos consumidores com a cor que resulta das condições de preparação. No que diz respeito à luminosidade, verificou-se que o aumento do tempo de infusão, combinado com o aumento da temperatura de água resulta em valores de luminosidade mais baixos, isto é, há uma intensificação da cor e é nestes binómios onde é registada a maior preferência dos consumidores. Relativamente às coordenadas a^* e b^* , na hortelã-pimenta e no tomilho-limão não foi registada qualquer igualdade entre binómios, sendo que qualquer alteração quer do tempo de infusão, quer da temperatura da água é suficiente para gerar valores de a^* e b^* significativamente diferentes, respetivamente.

De uma forma geral, cruzando os valores registados das três variáveis L^* , a^* e b^* com as condições de preparação tempo de infusão e temperatura da água ótimas atingidas e com os atributos destacados para os diferentes binómios, é possível concluir que os binómios mais próximos da zona ótima das condições tempo e temperatura e destacados pelos atributos “aparência agradável” e “boa cor” são tipicamente aqueles que apresentam maiores valores da coordenada b^* e menores de luminosidade.

Uma vez obtidos os valores de a^* e b^* , foi também possível calcular a cromaticidade que apresenta uma tendência oposta à luminosidade, bem como o ângulo de tonalidade, que revela qual a zona da cor que cada amostra apresenta.

Em termos de cromaticidade, nas infusões de limonete e erva-príncipe há uma maior preferência para valores mais elevados. Finalmente, relativamente à tonalidade, os binómios com maior preferência, exceto na hortelã-pimenta, não apresentam diferenças significativas entre si, localizando-se em zonas de cor bastante próximas. Quanto à erva-príncipe, embora se tenha obtido, na sua grande maioria valores de tonalidade não esperados, os binómios com maior preferência situam-se em zonas características.

Em suma, através deste estudo foi possível entender que os consumidores têm maior preferência por infusões preparadas com temperaturas elevadas, bastante próximas da temperatura de ebulição, e que apresentem por consequência, cores com maior intensidade.

6. TRABALHO FUTURO

Uma vez que o consumidor é o maior interessado na qualidade dos produtos, torna-se necessário a sua educação, de forma a que este possa avaliar as características dos produtos. Através deste estudo, foi possível concluir que diferentes combinações de temperatura de água / tempo de infusão para as quatro ervas aromáticas desencadearam diferentes níveis de aceitação pelos consumidores, tornando-se assim necessário a realização de estudos semelhantes para outras ervas aromáticas.

Uma vez que a cor é dos primeiros atributos que entra em avaliação após a preparação de infusões, torna-se necessário a realização de estudos semelhantes que validem a relação existente entre a preferência do consumidor e a alteração de cor, nomeadamente para outras ervas aromáticas, permitindo desta forma, que os resultados obtidos possam, por exemplo, ser utilizados na comunicação de produto através da construção de rótulos cada vez mais completos e apelativos, que aumentem a experiência sensorial do consumidor. Tais estudos irão também possibilitar a criação de mapas de temperatura de água / tempo de infusão para as diferentes infusões de ervas aromáticas disponíveis no mercado, ferramentas fundamentais para que o consumidor possa retirar o melhor partido na sua degustação.

Este estudo dotará a Sense Test de conhecimento científico para que a empresa possa ajudar os produtores de ervas aromáticas a desenvolver e melhorar produtos que proporcionem experiências sensoriais ainda não reveladas. Para além disso, existe a necessidade de entender se diferentes partes da planta proporcionam melhores características sensoriais, criando-se assim infusões com lotes *premium*, estando este estudo nas primeiras tarefas desta necessidade, uma vez que antes de avaliar as condições de colheita deverá ser estabilizado um tempo e temperatura ótima de infusão, normalizando desta forma as avaliações seguintes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cardoso, L. 2012. Avaliação sensorial em infusões de plantas aromáticas e medicinais - influência dos fatores de pós- colheita e processo de preparação. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 70pp.

Carnat, A., Carnat, A. P., Fraisse, D., Lamaison, J. L. 1999. The aromatic and polyphenolic composition of lemon verbena tea. Elsevier. *Fitoterapia*, 70: 44-49.

CBI Market Survey. 2008a. The (organic) coffee, tea and cocoa market in the EU. Disponível: <http://www.bcienegociosverdes.com/Almacenamiento/Biblioteca/70/archivo.pdf> [data da consulta: [27/10/2014].

CBI Market Survey. 2008b. The EU market for herbal infusions. Disponível: <http://www.cbi.eu/system/files/marketintel/200820-20Herbal20infusions1.pdf> [data da consulta: [27/10/2014].

CIE. International Commission on Illumination. 2000. "Advancing knowledge and providing standardization to improve the lighted environment". Disponível: <http://www.cie.co.at/index.php/LEFTMENU/About+us> [data da consulta: [09/01/2015].

Costell, E., Duran L. 1981. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. II Planteamiento y planificación: selección de pruebas. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos*, 21: 149-166.

Da Silveira, T. F. F., Meinhart, A. D., Ballus, C. A., Godoy, H. T. 2014. The effect of the duration of infusion, temperature, and water volume on the rutin content in the preparation of mate tea beverages: An optimization study. *Food Research International*, 60: 241-245.

Dagupen, M. K. T., Januszewska, R., Lino, L. L., Tagarino, D., Viaene, J., Arguelles, R., Bautista, R. 2009. Consumer Behavior Towards Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Tea in Benguet Province, Northern Philippines. *BANWA: A Multidisciplinary Journal*, 6(2): 1-12.

Danrong, Z., Yuqiong, C., Dejiang, N., Ni, D. J., Zhou, D. R., Chen, Y. Q. 2009. Effect of water quality on the nutritional components and antioxidant activity of green tea extracts. *Food Chemistry*, 113(1): 110-114.

Drake M. A., Drake S., Bodyfelt F., Clark S., Costello M. 2009. *History of Sensory Analysis: The Sensory Evaluation of Dairy Products*. pp. 1-6.

Farinhoto, R. J. C. D. R. 2012. *Análise física e química de cafés verdes com diferentes origens geográficas*. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 96pp.

Gallaher, R. N., Gallaher, K., Marshall, A.J., Marshall, A. C. 2006. Mineral analysis of ten types of commercially available tea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: S53-S57.

Granato, D., Ribeiro, J. C. B., Castro, I.A., Masson, M.L. 2010. Sensory evaluation and physicochemical optimisation of soy-based desserts using response surface methodology. *Food Chemistry*, 121(3): 899-906.

Guler, A. U., Yilmaz, F., Kulunk, T., Guler, E., Kurt, S. 2005. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(2): 118-124.

Guz, J. N. 2013. *Essential oil content as a determinant of sensory features of peppermint tea Mentha Piperita*. Gdynia Maritime University, Poland. 79: 48-53.

Infante, R., Rubio, P., Contador, L., Moreno, V. 2010. Effect of drying process on lemon verbena (*Lippia citrodora* Kunth) aroma and infusion sensory quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(1): 75-80.

ISO 8589 (2007) *Sensory Analysis - General guidance for the design of test rooms*. The International Organization for Standardization, Genève.

ISO 13300-1 (2006) *Sensory Analysis - General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory. Staff responsibilities*. The International Organization for Standardization, Genève.

ISO 13300-2 (2006) *Sensory Analysis* - ISO 13300-1 (2006) *Sensory Analysis - General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory. Recruitment and training of panel leaders*. The International Organization for Standardization, Genève.

Jäger, S., Beffert, M., Hoppe, K., Nadberezny, D., Frank, B., Scheffler, A. 2011. Preparation of herbal tea as infusion or by maceration at room temperature using mistletoe tea as an example. *Scientia Pharmaceutica*, 79(1): 145-155.

Koch, I. S., Muller, M., Joubert, E., van der Rijst, M., Næs, T. 2012. Sensory characterization of rooibos tea and the development of a rooibos sensory wheel and lexicon. *Food Research International*, 46(1): 217-228.

Komes, D., Horžić, D., Belščak, A., Ganić, K. K., Vulić, I. 2010. Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds. *Food Research International*, 43(1): 167-176.

Lasekan, O, Lasekan, A. 2012. Flavour chemistry of mate and some common herbal teas. *Trends in Food Science and Technology*, 27(1): 37-46.

Lawless, H. T., Heymann, H. 2010. *Sensory evaluation of food: principles and practices*. Nova Iorque, EUA, Springer, pp. 619.

Lee, J., Chambers, D. H. 2007. A lexicon for flavor descriptive analysis of green tea. *Journal of Sensory Studies*, 22(3): 256-272.

Lee, J., Chambers, D. H., Chambers, E. 2007. Green tea flavor description: a focus on differences in green and brown flavor notes. *Spise*.

Lee, L.-S., Choi, J. H., Son, N., Kim, S.-H., Park, J.-D. Jang, D.-J. Kim, H.-J., Jeong, Y. 2013. Metabolomic analysis of the effect of shade treatment on the nutritional and sensory qualities of green tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(2): 332-338.

Lee, S. M., Chung, S. J., Lee, O. H., Lee, H. S., Kim, Y. K., Kim, K. O. 2008. Development of sample preparation, presentation procedure and sensory descriptive analysis of green tea. *Journal of Sensory Studies*, 23(4): 450-467.

Liang, Y., Xu, Y. 2003. Effect of extraction temperature on cream and extractability of black tea [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze]. *International Journal of Food Science and Technology*, 38(1): 37-45.

Linares, A. R., Hase, S. L., Vergara, M. L., Resnik, S. L. 2010. Modeling yerba mate aqueous extraction kinetics: Influence of temperature. *Journal of Food Engineering*, 97(4): 471-477.

Lopes, A. L. G. 2013. Proteção biológica contra a da mosca do terriço – *Bradysia* sp., na propagação vegetativa de Plantas Aromáticas e Medicinais. Mestrado Agricultura Biológica. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

Lopes, J. 2014. Cultivo e processamento de plantas aromáticas. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 79pp.

Malheiros, G. C. 2007. Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Santa Maria. 104pp.

Marcin, M. M. 1983. *The complete book of herbal teas*. Congdon&Weed. pp. 111.

Martinazzo, A. P., Corrêa, P. C., Melo, E. C., Carneiro, A.P.S. 2008. Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf durante o armazenamento em diferentes embalagens. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10(2): 131-140.

Meilgaard, M.C., Carr, B.T., Civille, G. V. 2010. *Sensory evaluation techniques*, CRC Press.

Minolta, K. 2007. *Precise Color Communication*. Disponível: http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf [data da consulta: [21/12/2014].

Monbaliu, S., Wu, A., Zhang, D., Peteghem, C. V., Saeger, S. 2010. Multimycotoxin UPLC-MS/MS for tea, herbal infusions and the derived drinkable products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(24): 12664-12671.

Morujo, N. F. C. 2010. Caracterização dos produtores de plantas aromáticas e medicinais em modo de produção biológico em Portugal. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior de Agronomia. 103pp.

Mourão, I. 2012. Plantas Aromáticas e Medicinais com interesse para secagem, produzidas no modo de produção biológico. Centro de Investigação de Montanha (CIMO) / Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Disponível: http://www.epam.pt/wp-content/uploads/2012/12/PAM_2_Isabel_Mourao_Jun2012.pdf [data da consulta: [08/12/2014].

Nematian, A., Dalvandi, G. R., Shariati, M. A. 2014. Effect of planting density and sowing date on the essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora*). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 5(2): 56-63.

Nookabkaew, S., Rangkadilok, N., Satayavivad, J. 2006. Determination of trace elements in herbal tea products and their infusions consumed in Thailand. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(18): 6939-6944.

Nunes, M. 2012. Determinação da capacidade antioxidante e parâmetros físico- químicos em smoothies: estabilidade ao longo do tempo de armazenamento. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 95pp.

OCTAVIA TEA. 2015. Brewing Tips. 2014. Disponível: <http://www.octaviatea.com/pages/Tea-Guide-Page-Ten.html> [data da consulta: [18/01/2015].

Omidbaigi, R., Sefidkon, F., Hejazi, M. 2005. Essential oil composition of *Thymus* citriodorus* L. cultivated in Iran. *Flavour and Fragrance Journal*, 20(2): 237-238.

Ozbey, A., Uygun, U. 2007. Behaviour of some organophosphorus pesticide residues in peppermint tea during the infusion process. *Food Chemistry*, 104(1): 237-241, 2007.

Pinto, J. C. C. S. 2010. Análise de metais em infusões de chás e ervas aromáticas por espectrofotometria de absorção atômica de alta resolução com fonte contínua. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto. 89 pp.

Proença da Cunha, A., Ribeiro, J. A., Roque, O. R. 2014. Plantas Aromáticas em Portugal - Caracterização e Utilizações. Fundação Calouste Gulbenkian.

Rocha, J. S. M. 2011. Estudo das propriedades antioxidante e antimicrobiana de extractos de *Mentha cervina*. [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa. 73pp.

Rohloff, J. 1999. Monoterpene composition of essential oil from peppermint (*Mentha x piperita* L.) with regard to leaf position using solid- phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(9), p. 3782-3786.

Santos, C. A. F. D. 2011. Desenvolvimento de um novo produto: “Fruta com iogurte”. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. 98pp.

Schaade, A. 2003. Apostila de Colorimetria. Disponível: http://www.ebah.pt/content/ABAAAakeQAJ/apostila-colorimetria___[data da consulta: [21/12/2014].

SENSETEST. Taking sensory analysis to a new level. 2007-2015. Disponível: [sensetest.pt](http://www.sensetest.pt) [data da consulta: [28/02/2015].

Stone, H., Sidel, J. L. 2004. Sensory Evaluation Practices. Philadelphia, EUA, Academic Press, Elsevier.

Suliburska, J., Kaczmarek, K. 2012. Herbal infusions as a source of calcium, magnesium, iron, zinc and copper in human nutrition. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 63(2): 194-198.

Sõukand, R., Quave, C. L., Pieroni, A., Pardo-De-Santayana, M., Tardío, J., Kalle, R., Łuczaj, Ł., Svanberg, I., Kolosova, V., Aceituno-Mata, L., Menendez-Baceta, G., Kołodziejska-Degórska, I., Pirożnikow, E., Petkevičius, R., Hajdari, A., Mustafa, B. 2013. Plants used for

making recreational tea in Europe: a review based on specific research sites. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 9(1): 58.

Torres, B., Tiwari, B. K., Patras, A., Wijngaard, H. H., Brunton, N., Cullen, P. J., O'Donnell, C. P. 2011. Effect of ozone processing on the colour, rheological properties and phenolic content of apple juice. *Food Chemistry*, 124(3): 721-726.

Viegas, H. I. V. 2014. Caracterização de lombos de bacalhau demolhado ultracongelado produzidos com diferentes tempos de cura. [Dissertação de Mestrado]. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco. 91pp.

X-RITE. 1997. A guide to Understanding Color Tolerancing. Disponível: http://www.xrite.com/documents/literature/en/L10-024_Color_Tolerance_en.pdf [data da consulta: [28/12/2014].

X-RITE. 2007. A guide to Understanding Color Communication. Disponível: http://www.xrite.com/documents/literature/en/L10-001_Understand_Color_en.pdf [data da consulta: [19/01/2015].

Xia, T., Shi, S., Wan, X. 2006. Impact of ultrasonic- assisted extraction on the chemical and sensory quality of tea infusion. *Journal of Food Engineering*, 74(4): 557-560.

Zaions, I. Picolo, A. P., Gonçalves, I. L., Borges, A. C. P., Valduga, A. T. 2014. Physico-chemical characterization of *Ilex paraguariensis* St. Hil. during the maturation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57(5): 663-667.

ANEXOS

Anexo I – Questionário da prova de aceitação com escala hedónica de 9 pontos

Nome.....	Nº da amostra:.....
-----------	---------------------

Avalie a amostra apresentada em termos de aceitação, assinalando a pontuação desejada:

- Gosto extremamente 9
- Gosto muito 8
- Gosto moderadamente..... 7
- Gosto ligeiramente 6
- Não gosto nem desgosto 5
- Desgosto ligeiramente 4
- Desgosto moderadamente 3
- Desgosto muito..... 2
- Desgosto extremamente 1

Comentários (tendo em conta os principais atributos positivos e negativos da amostra):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....