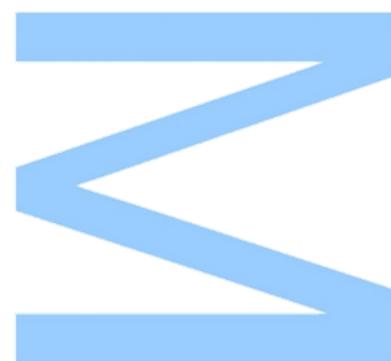
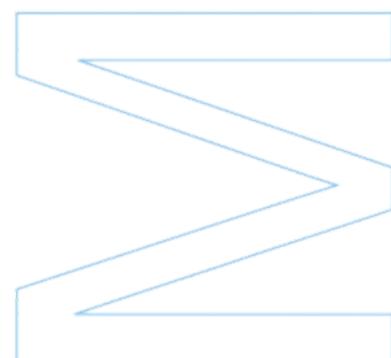


Avaliação de tecnologias de preservação em flores comestíveis frescas

João Carlos da Cunha Azevedo Fidalgo
de Matos

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Mestrado em Engenharia Agronómica

2020



Avaliação de tecnologias de preservação em flores comestíveis frescas

João Carlos da Cunha Azevedo Fidalgo
de Matos

Mestrado em Engenharia Agronómica

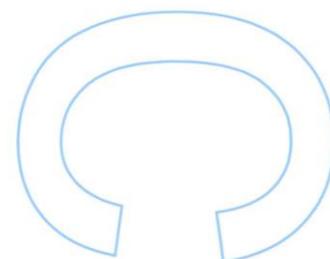
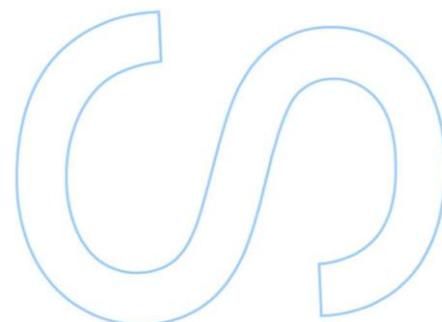
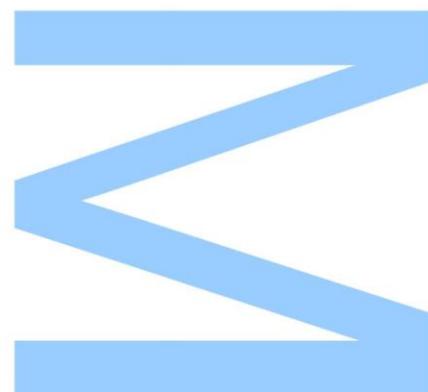
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

2020

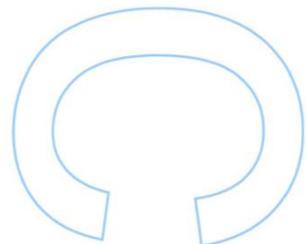
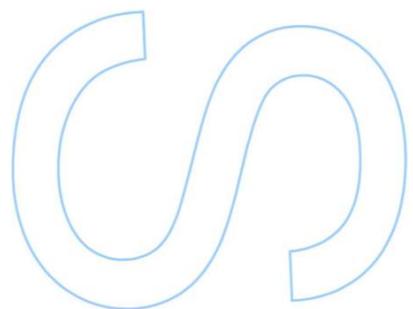
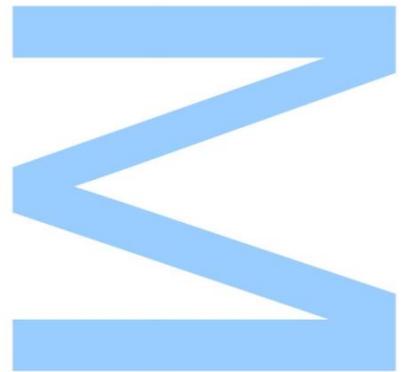
Orientador

Doutora Susana Caldas Fonseca, Professora Auxiliar Convidada,
Faculdade Ciências da Universidade do Porto



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Para começar agradeço à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e à Summer School Hands on “Sustainable Agrifood Production: from soil to fork” do Centro de Investigação GreenUPorto da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que proporcionaram as condições e infraestruturas necessárias para o desenvolvimento desta investigação numa altura conturbada devido à pandemia mundial e também à bolsa recebida pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT).

Um agradecimento especial à Doutora Susana Caldas Fonseca, pela sua disponibilidade e ajuda ao longo deste ano, que apesar de conturbado não foi impedimento para demonstrar a sua disponibilidade para me ajudar e trabalhar este projeto comigo sempre que necessário e por isso lhe agradeço muito.

Estendo também este agradecimento à D. Fernanda pela incansável ajuda que me deu durante todo o período de elaboração deste trabalho.

Também deixo o meu agradecimento à empresa Alípio Dias por ter cedido parte das sementes utilizadas no ensaio.

Agradeço à minha mãe e ao meu irmão, por todas as pequenas, mas essenciais ajudas diárias que me deram neste percurso, sem eles nada disto teria sido possível.

Um agradecimento especial ao grupo que já me acompanha desde a licenciatura e incluindo também os que se juntaram a este grupo no mestrado, sem vocês isto não teria sido nem metade da experiência, e fica aqui o meu agradecimento por todo o vosso apoio, mas também por tudo o resto que compôs esta jornada.

Um agradecimento especial também à Mariana todo o apoio, paciência e compreensão durante este período e também por toda a ajuda na realização deste trabalho.

Sumário

As flores comestíveis são utilizadas desde a antiguidade, para acompanhar e embelezar os pratos culinários. Mais recentemente, observa-se que a procura por este produto no mercado alimentar tem aumentado, por parte do público em geral. Apesar deste interesse crescente, em particular na gastronomia mais requintada, este produto apresenta como problema ser extremamente perecível, ou seja, ter uma vida de prateleira muito curta, entre 7 e 10 dias após a colheita das flores. Existe ainda muito pouca investigação sobre métodos para a preservação de flores comestíveis, que possibilitem o aumento do tempo de vida e que mantenham as propriedades organolépticas destes produtos desde o período pós colheita até ao consumidor.

Neste trabalho serão aplicadas tecnologias de liofilização, congelação, secagem por via de ar quente e refrigeração nas espécies *Viola wittrockiana* e *Tropaeolum majus* com o objetivo de aumentar o tempo de vida do produto, minimizando as suas alterações de qualidade, por via da comparação com flores frescas. Foi efetuada a determinação do teor em água, da cor, do diâmetro e a avaliação do aspeto visual das flores ao longo do tempo de armazenamento (até 28 dias), após aplicação dos métodos de preservação. Os melhores resultados foram obtidos pelo armazenamento refrigerado das flores em ambas as espécies utilizadas, pelo que ocorreu uma atenuação da perda dos fatores observados ao longo do tempo devido a este tratamento. No entanto os tratamentos de liofilização e secagem por via de ar quente também se revelaram interessantes pois apesar destes tratamentos terem induzido inicialmente alterações marcadas nas flores, após a aplicação do tratamento foram constantes na maioria dos parâmetros observados ao longo do tempo sendo possível a utilização destes tratamentos para potenciar a longevidade das flores noutros mercados como o das infusões.

No questionário realizado obtiveram-se os melhores resultados ao nível da refrigeração e congelação, e observou-se uma relação positiva entre a manutenção do aroma e a tendência para provar ou consumir flores comestíveis.

Palavras-chave

Congelação, liofilização, refrigeração, secagem por ar quente, tempo de vida, *Tropaeolum majus*, *Viola wittrockiana*.

Abstract

Edible flowers have been used since ancient times to serve as a side dish and beautify culinary dishes. More recently, it is observed that the demand for this product in the food market has been increasing by the general public. Despite this growing interest, particularly in the finest cuisine, this product has the problem of being extremely perishable, that is, having a very short shelf life between 7 to 10 days after harvest. However, there is few research into methods for preserving edible flowers, and increase their longevity. Thus, there is a need to evaluate preservation technologies that enable the increase of life and maintain their organoleptic properties of these products from the post-harvest period to the consumer.

In this work, lyophilization, freezing, hot air drying and refrigeration technologies will be applied to the species *Viola wittrockiana* and *Tropaeolum majus* in order to increase the product's life span, minimizing its quality changes, by comparison with fresh flowers. The best results were obtained by the cold storage of flowers in both species used, so there was an attenuation of the loss of the parameters observed over time due to this treatment. However, freeze drying and hot air drying treatments also proved to be interesting because although these treatments initially induced marked changes in the flowers, after the treatment application they were constant in most of the parameters observed over time, making it possible to use these treatments to enhance the longevity of flowers in other markets such as for infusions.

In the survey conducted, the best results were obtained in terms of refrigeration and freezing, and a positive relationship between the maintenance of the aroma and the tendency to taste or consume edible flowers was observed.

Keywords

Cooling; Freezing, freeze-drying, hot air drying, shelf life, *Tropaeolum majus*, *Viola wittrockiana*.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Estado da Arte.....	4
2.1. Produção e regulamentação.....	4
2.2. Listagem de flores comestíveis.....	6
2.3. Modelos Biológicos.....	11
2.3.1. Viola wittrockiana.....	11
2.3.2. Tropaeolum majus.....	12
2.4. Mercado.....	15
2.5. Tecnologias de conservação.....	18
2.5.1. Revestimento comestível.....	19
2.5.2. Refrigeração.....	19
2.5.3. Tipos de embalagem.....	20
2.5.3.1. Embalagens de atmosfera modificada.....	20
2.5.3.2. Embalagens ativas.....	21
2.5.4. Secagem.....	23
2.5.4.1. Secagem solar (natural).....	23
2.5.4.2. Secagem por micro-ondas.....	23
2.5.4.3. Secagem por ar quente.....	24
2.5.5. Liofilização.....	24
2.5.6. Congelação.....	25
2.5.7. Alta pressão hidrostática (HHP).....	26
3. Material e Métodos.....	29
3.1. Sementeira.....	29
3.2. Transplantação.....	33
3.3. Métodos de preservação.....	35
3.4. Avaliação de parâmetros de qualidade das flores.....	37
3.4.1. Teor em água.....	37
3.4.2. Cor.....	39

3.4.3.	Variação relativa do diâmetro	41
3.4.4.	Aspeto global e hábitos de consumo de flores comestíveis	42
3.5.	Análise estatística.....	45
4.	Resultados e Discussão	46
4.1.	Viola wittrockiana.....	46
4.1.1.	Tratamentos de liofilização, secagem, refrigeração e controlo.....	47
4.1.2.	Tratamento de congelação	64
4.2.	Tropaeolum majus.....	70
4.2.1.	Tratamentos de liofilização, secagem, refrigeração e controlo.....	71
4.2.2.	Tratamento de congelação	89
4.3.	Avaliação do aspeto visual das flores ao longo do tempo após os diferentes tratamentos	96
4.3.1.	Viola wittrockiana.....	96
4.3.2.	Tropaeolum majus.....	98
4.4.	Inquérito “Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis”	100
5.	Conclusão.....	112
6.	Referências bibliográficas.....	115
7.	Anexos	125

Lista de Tabelas

Tabela 1- Algumas espécies de flores comestíveis e os benefícios medicinais que lhes são atribuídos.	1
Tabela 2- Resíduos de pesticidas e limites máximos de resíduos passíveis de se encontrar em flores comestíveis, definidos pela UE.....	5
Tabela 3 – Listagem de flores comestíveis e suas características ao nível do sabor e cor habitual das flores.....	6
Tabela 4 – Alguns exemplos de propriedades de embalagens ativas e o seu modo de atuação.....	21
Tabela 5 – Tipos de embalagens ativas e seus efeitos sobre os alimentos para as quais são utilizadas.....	22
Tabela 6 – Tabela síntese de todos os métodos de conservação abordados e suas principais vantagens e desvantagens.	27

Lista de Figuras

Figura 1 – Viola wittrockiana (amor perfeito) utilizada no ensaio.....	12
Figura 2 – Tropaeolum majus (capuchinhas) utilizada no ensaio.....	14
Figura 3 – Gráfico representativo das fases pelas quais a água passa durante o processo de liofilização. Adaptado de Hammami & René, 1997.	25
Figura 4 – Processo de sementeira de Viola wittrockiana em tabuleiros alveolados utilizando turfa negra.	29
Figura 5 – Etiquetas utilizadas para identificar a espécie, variedade e data de sementeira nos tabuleiros alveolados utilizados.....	30
Figura 6 – Sementes de Viola wittrockiana provenientes da Sakata seeds das variedades Dynamite®, cor “Deep Blue” (B) e da variedade Premier, cor “Red” (A). ..	31
Figura 7 – Rega realizada durante a fase de germinação.....	31
Figura 8 – Sementes de Tropaeolum majus utilizadas na experiência.....	32
Figura 9 – Início da germinação de Viola wittrockiana.....	33
Figura 10 – Transplantação de Viola wittrockiana com um compasso de 20 cm X 20 cm	34
Figura 11 – Talhão para onde se transplantou as plântulas de Viola wittrockiana num esquema de plantio em quincôncio e compasso de 20 cm x 20 cm, devidamente identificado com etiquetas referentes à variedade e data de transplantação.	34
Figura 12 – Equipamentos utilizados para os tratamentos e no decorrer da experiência. A – desidratador Klarstein Fruit Jerky Pro 6, utilizado na secagem das flores; B – liofilizador da Telstar, modelo LyoQuest -55 Plus, utilizado para liofilizar as flores; C – câmara de ultracongelação ColdFAST 400U, utilizada na congelação das flores; D – câmara refrigeradora Bosch KGE36AW41 utilizada para o armazenamento todas as flores exceto as dos grupos de congelação e grupo controlo.....	36
Figura 13 – Exemplo de caixa “clamshell” utilizada na experiência para o armazenamento das flores em ambiente refrigerado, devidamente etiquetada com a identificação individual das flores, referência ao tratamento utilizado e o dia a que se fará a leitura dos parâmetro nestas flores.	37
Figura 14 – Equipamentos utilizados para a obtenção do teor em água das flores.....	38
A – estufa de laboratório marca Binder GmbH, modelo ED23 utilizada no final do processo para garantir a inexistência de água na flor de forma a obter o P4; B – Balança analítica de precisão Ohaus Explorer E02140, utilizada para obter a massa das flores em todas as etapas do processo de aferição do teor em água das flores.	38

Figura 15 – Representação do sistema CIE L*C*h* utilizado nesta experiência para avaliar as componentes da cor.	40
Figura 16 – Colorímetro CR-400 da Konica Minolta Sensing utilizado na experiência para a medição da cor das flores.	40
Figura 17 – Imagem do funcionamento do programa ImageJ onde se pode observar uma régua com 1 cm marcado como escala e as medições tiradas pelo programa a parte das flores utilizadas	41
Figura 18 – Exemplo de uma das questões do inquérito realizado onde foi pedida uma classificação da flor consoante a escala apresentada, em relação à aparência global da mesma flor.....	44
Figura 19 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.....	47
Figura 20 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos ao observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.	48
Figura 21 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.	49
Figura 22 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.	51
Figura 23 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.	52
Figura 24 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.....	53
Figura 25 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.....	54
Figura 26 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.	55
Figura 27 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.....	56

Figura 28 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias..... 57

Figura 29 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias. 58

Figura 30 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias. 59

Figura 31 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias..... 60

Figura 32 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias. 61

Figura 33 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias. 62

Figura 34 –Diferença total de cor dos amores perfeitos ao longo dos 28 dias de ensaio, para os métodos de conservação: liofilização, secagem, refrigeração e para o grupo controlo..... 63

Figura 35 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação. 65

Figura 36 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação. 66

Figura 37 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação..... 67

Figura 38 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação..... 68

Figura 39 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação..... 69

Figura 40 –Diferença total de cor dos amores perfeitos ao longo dos 45 minutos que sucederam a aplicação da congelação. 70

Figura 41 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias. 72

Figura 42 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias..... 73

Figura 43 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias..... 74

Figura 44 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias. 75

Figura 45 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias. . 76

Figura 46 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias. 77

Figura 47 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias..... 78

Figura 48 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias. 79

Figura 49 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias. 81

Figura 50 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias. 82

Figura 51 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias. 83

Figura 52 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias. 84

Figura 53 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.	85
Figura 54 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.	86
Figura 55 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.	87
Figura 56 – Diferença total de cor das capuchinhas ao longo dos 28 dias de ensaio, para os métodos de conservação: liofilização, secagem, refrigeração e para o grupo controlo.	89
Figura 57 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação....	90
Figura 58 – Média e respetivo desvio padrão referente ao diâmetro das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação....	91
Figura 59 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L^* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.	92
Figura 60 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C^* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.	93
Figura 61 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.	94
Figura 62 – Diferença total de cor das capuchinhas ao longo dos 45 minutos que sucederam a aplicação da congelação.	95
Figura 63 – Sequência temporal dos amores perfeitos liofilizados, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	96
Figura 64 – Sequência temporal dos amores perfeitos desidratados/secos, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	96
Figura 65 – Sequência temporal dos amores perfeitos armazenados em ambiente refrigerado, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	97
Figura 66 – Sequência temporal dos amores perfeitos armazenados em ambiente não refrigerado (controlo), onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	97

Figura 67 – Sequência temporal dos amores perfeitos após a sua congelação, onde foi escolhida para cada tempo a flor que melhor representava o grupo desse minuto.	97
Figura 68 – Sequência temporal das capuchinhas liofilizados, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	98
Figura 69 – Sequência temporal das capuchinhas desidratados/secos, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	98
Figura 70 – Sequência temporal das capuchinhas armazenados em ambiente refrigerado, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	98
Figura 71 – Sequência temporal das capuchinhas armazenados em ambiente não refrigerado (controlo), onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.	99
Figura 72 – Sequência temporal das capuchinhas após a sua congelação, onde foi escolhida para cada tempo a flor que melhor representava o grupo desse minuto.	99
Figura 73 – Distribuição entre géneros feminino e masculino dos participantes do inquérito.	100
Figura 74 – Distribuição dos participantes do inquérito pelas diferentes faixas etárias.	101
Figura 75 – Distribuição dos participantes do inquérito segundo o seu grau de habilitações.	102
Figura 76 – Distribuição dos participantes do inquérito segundo o seu rendimento mensal aproximado.	103
Figura 77 – A – Utilização ou não por parte dos participantes do inquérito de flores comestíveis para fazer infusões. B – Prova ou não por parte dos participantes do inquérito de flores comestíveis no prato.	104
Figura 78 – Avaliação da experiência de consumo de flores comestíveis dos participantes que já tinham provado flores comestíveis, numa escala de 0 a 10.	105
Figura 79 – Momento da refeição em que o participante que já consumiu flores comestíveis as consumiu de facto.	105
Figura 80 – Local ou locais onde o inquirido que já consumiu flores comestíveis costuma consumir este produto.	106
Figura 81 – Frequência com que o participante que já provou flores comestíveis consome flores comestíveis.	106
Figura 82 – Motivos que levaram o grupo de participantes que afirmou já ter consumido flores comestíveis, a experimentar consumir flores comestíveis.	107
Figura 83 – Motivos que poderiam levar o grupo de participantes que afirmou nunca ter consumido flores comestíveis, a experimentar consumir flores comestíveis.	107

Figura 84 – Média e respetivo desvio padrão referente à avaliação dos inquiridos da qualidade dos amores perfeitos ao longo do tempo observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo nos dias 0, 14 e 28..... 109

Figura 85 – Média e respetivo desvio padrão referente à avaliação dos inquiridos da qualidade dos amores perfeitos aos 0, 30 e 45 minutos após a retirada das flores do ambiente de ultracongelção..... 110

1. Introdução

As flores comestíveis podem ser definidas como flores provenientes de culturas em modo de produção biológico sem utilização de pesticidas, que podem ser consumidas inteiras (ex. amores perfeitos) ou apenas partes da flor (ex. pétalas de rosa) pelo ser humano, visto serem consideradas seguras para o seu consumo; ou seja, são flores que aquando da ingestão terão os seus componentes absorvidos pelo intestino, sem que estes se provem tóxicos para o organismo (Chen & Wei, 2017; Filippe, 2004; Mourão & Brito, 2013; Nicolau & Gostin, 2016; Guiné, et al., 2019).

As flores comestíveis são utilizadas desde a antiguidade, para acompanhar e embelezar os pratos culinários (Newman & O'Connor, 2013) um pouco por todo o globo, sendo utilizadas na gastronomia chinesa ancestral, bem como no Médio Oriente, Índia e até mesmo pelos romanos (Fernandes, *et al.*, 2017a).

Além da sua utilização na gastronomia, as flores comestíveis também são associadas a certos benefícios para a saúde, sendo utilizadas na medicina tradicional para diversos fins, como por exemplo pelas suas funções diuréticas, laxantes, anti-inflamatórias (pétalas de rosa); antissépticas, sedativas (amores perfeitos - *Viola tricolor*); antibacterianas, antifúngicas (capuchinhas – *Tropaeolum majus*), depurativas, expetorantes (*Tulipa spp*), entre muitas outras (Bruneton, 1999; Duke et al., 2002). Na Tabela 1 encontram-se algumas espécies de flores comestíveis e os benefícios medicinais que lhes são atribuídos.

Tabela 1- Algumas espécies de flores comestíveis e os benefícios medicinais que lhes são atribuídos.

Espécie	Uso medicinal
<i>Tulipa spp.</i>	Antifebril, depurativa, expetorante, laxante
<i>Calendula officinalis</i>	Colagogo, antissético, anti-inflamatório, antiespasmódico, sudorífico, homeopático, utilizado para curar feridas.
<i>Rosa spp.</i>	Analgésica ao nível do estômago, antirreumático, antifebril
<i>Tropaeolum majus</i>	Anti bacterial, antifúngica, antisséptica, depurativa, diurética, expetorante, laxante
<i>Viola wittrockiana</i>	Fitoterapia, condições de pele

Adaptado de Mlcek & Rop (2011).

Mais recentemente (desde a década de 80 do século anterior), observa-se que a procura por este produto no mercado alimentar tem aumentado, por parte do público em geral devido ao aumento de livros de receitas, utilização por parte de chefes de cozinha, pela maior presença em artigos de revistas ou websites, entre outros (Rop et al., 2012) e também pelas alegações ligadas à saúde do consumidor que têm sido atribuídas às flores comestíveis, pelo seu elevado teor em antioxidantes e reduzido teor calórico (valor energético) (Evans, 1993; Skowyra, et al., 2014). Adicionalmente também se pode acrescentar o facto de serem produtos minimamente processados, prontos a serem consumidos, uma característica procurada pelo cliente atual nos produtos que consome (Chen & Wei, 2017).

Atualmente são utilizadas, no âmbito alimentar, numa grande diversidade de pratos, quer utilizando as flores e as pétalas em saladas, sopas, bebidas ou mesmo sobremesas (Mlcek & Rop, 2011); ou utilizadas outras partes como no caso da *Tropaeolum majus* onde os caules da planta são utilizados para a produção de vinagres (Grzeszczuk, et al., 2010). No entanto é necessária uma maior informação do cliente acerca de quais as flores que são próprias para o consumo, bem como a produção destas não se restringir à distribuição para o sector de restauração, existindo também a venda pelos canais retalhistas destinados ao público em geral (Evans, 1993; Whitman, 1991).

Além da procura por parte do setor alimentar, também a indústria farmacêutica tem procurado incluir mais compostos naturais, como alcaloides, flavonoides, esteroides taninos, entre outros, obtidos de plantas de forma a obter uma melhor utilização dos compostos naturais das flores, de forma a responder à demanda por parte dos consumidores que pretendem produtos de origem natural. Estes compostos poderão ser incluídos numa grande variedade de medicamentos, dependendo do seu princípio ativo (atividade biológica), como poderá ser exemplo a síntese de novos anticoagulantes com diversas aplicações (De Medeiros et al., 2000).

Apesar deste interesse crescente, as flores comestíveis apresentam como problema o facto de serem um produto extremamente perecível, ou seja, terem uma vida de prateleira muito curta, entre 7 a 10 dias após a colheita das flores (Fernandes, et al., 2019b).

Assim torna-se necessária uma maior investigação sobre métodos para a preservação das diferentes espécies de flores comestíveis, evitando os processos de degradação semelhantes aos que ocorrem noutros alimentos, como a oxidação, deterioração microbiana e deterioração metabólica (Han, et al., 2018), processos estes responsáveis pela limitação do tempo de vida em prateleira das flores, com o objetivo

final de preservar as componentes que atestam qualidade às flores: o seu aspeto, aroma e sabor (Mlcek & Rop, 2011), aumentando a sua longevidade em prateleira.

Existe assim a necessidade de avaliar tecnologias de preservação que possibilitem o aumento do tempo de vida das flores e que preservem o mais possível as propriedades organoléticas destes produtos desde o período pós colheita até ao consumidor.

Neste trabalho pretende-se analisar e comparar os métodos de congelação, liofilização, refrigeração e secagem por ar quente, relativamente ao seu impacto no aumento do tempo de vida e manutenção da qualidade das flores comestíveis de duas espécies: *Viola wittrockiana* e *Tropaeolum majus*. Será efetuada a análise da qualidade das flores por via da determinação do teor em água, avaliação da cor e pela observação do estado físico das flores ao longo do tempo de armazenamento, após aplicação dos métodos de preservação em comparação com o armazenamento em caixas “clamshell” à temperatura ambiente (controlo).

Será efetuada uma análise crítica aos aspetos positivos e negativos destas tecnologias de preservação nas diferentes vertentes associadas a este mercado.

2. Estado da Arte

2.1. Produção e regulamentação

O cultivo de flores comestíveis enquadra-se normalmente na produção biológica, uma vez que não existem pesticidas homologados para serem utilizados no cultivo de flores comestíveis, sendo recomendada a utilização de estratégias alternativas como técnicas preventivas para o controlo de pragas e doenças (Acikgoz, 2017; Kosztolnyik, 1996). Este tipo de cultivo e as técnicas preventivas (recomendadas), assumem grande relevância no que diz respeito ao combate (prevenção) a potenciais surtos associados à presença de agentes patogénicos ou de compostos químicos não autorizados nestes produtos (Fernandes, et al., 2017a).

Além das estratégias utilizadas para o cultivo, também a escolha da própria flor a cultivar torna-se de extrema importância, sendo desejável que a variedade da flor conjugue características como, por exemplo, as de resistência a pragas e doenças e a danos mecânicos, com o facto de ter procura no mercado e de poder ser cultivada em grande escala (Neugebauerova & Vabkova, 2009).

Como todas as áreas alimentares, também o ramo das flores ornamentais comestíveis se encontra regulamentado.

A União Europeia (UE) apresenta duas alternativas para a regulação: obter uma certificação como alimento novo (*novel food*), que demonstre que este alimento não apresenta efeitos nocivos; ou demonstrar que se trata de um produto tradicional que já era consumido antes da entrada em vigor da regulamentação europeia 258/1997, a 15 de Maio de 1997 (Torrado, 2010; Regulamento (UE) 2283/2015). Sendo que a primeira alternativa se apresenta como mais demorada e dispendiosa, a segunda opção torna-se mais viável para a produção (Lara-Cortés, et al., 2013).

Existem ainda limites definidos pela UE quanto aos resíduos de pesticidas e limites máximos de resíduos passíveis de se encontrar nas flores comestíveis, apresentados em seguida na tabela 2.

No entanto ainda não existe regulamentação estabelecida quanto ao marketing ou métodos standardizados para o armazenamento de flores comestíveis (Kelley, et al., 2003).

Tabela 2- Resíduos de pesticidas e limites máximos de resíduos passíveis de se encontrar em flores comestíveis, definidos pela UE.

Composto	Quantidade (mg/kg)
Acibenzolar-S-metilo (somado acibenzolar-S-metiloeácido de acibenzolar (livres e conjugados) expressa e macibenzolar-S-metilo	0,3
Benzovindiflupir	0,02 (*)
Bifentrina (soma dos isómeros) (L)	0,02 (*)
Deltametrina (cis-deltametrina) (L)	2
Fonicamida (soma de fonicamida, TFNA e TFNG, expressa em fonicamida) (R)	6
Fluazifop-P (soma de todos os isómeros constituintes do fluazifop, respetivos ésteres e conjugados, expressa em fluazifop)	0,02
Isofetamida	20
Metrafenona (L)	0,02 (*)
Pendimetalina (L)	---
Teflubenzurão (L)	0,02 (*)

Adaptado de: Regulamento (UE) 2018/687.

(*) – limite de deteção analítica.

2.2. Listagem de flores comestíveis

Nem todas as flores ornamentais são comestíveis, sendo sempre necessária a identificação correta destas, dado que certas flores são venenosas ou podem causar reações alérgicas, não sendo apropriadas para o consumo humano (Mlcek & Rop, 2011; Osimitz, et al., 2006). Existe discordância entre os diversos autores que abordam esta temática acerca das flores aptas para o consumo humano, havendo opiniões tão dispares como, segundo Lim (2014) existirem entre 80 espécies, ou segundo Lu *et al.* (2016) serem consideradas 180 espécies. Não existe nenhuma fonte oficial que compile todas as espécies comestíveis presentes em todo o globo (Fernandes, et al., 2017a).

Em seguida são apresentadas na tabela 3 algumas das flores comestíveis, ou seja, flores passíveis de ser consumidas pelo Homem, sem que após a sua ingestão os seus componentes se revelem tóxicos para o organismo humano (Chen & Wei, 2017; Filippe, 2004; Mourão & Brito, 2013; Nicolau & Gostin, 2016; Guiné, et al., 2019):

Tabela 3 – Listagem de flores comestíveis e suas características ao nível do sabor e cor habitual das flores.

Nome comum	Nome científico	Cor da flor	Sabor	Referência
Abóbora	<i>Cucurbita spp.</i>	Cor-de-Laranja, amarelo	Suave, polpa crua	Newman & O'Connor (2009)
Açafrão-bastardo	<i>Carthamus tinctorius</i>	Amarelo a vermelho intenso	Amargo	Newman & O'Connor (2009)
Alcachofra	<i>Cynara scolymus</i>	Verde	Alcachofra	Newman & O'Connor (2009)
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Azul suave, azul escuro, cor-de-rosa	Rosmaninho suave	Newman & O'Connor (2009)
Alfazema	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda, roxo, cor-de-rosa, branco	Fortemente perfumado	Newman & O'Connor (2009)
Amor-perfeito	<i>Viola x wittrockiana</i>	Depende da variedade	Doce	Rop <i>et al.</i> (2012)

Aspérula-odorífera	<i>Galium odoratum</i>	Branco	Doce, folhas e baunilha	Newman & O'Connor (2009)
Avenca	<i>Impatiens walleriana</i>	Rosa	Doce	Rop <i>et al.</i> (2012)
Begónia	<i>Begonia x tuberhybrida</i>	Depende da variedade	Ligeiramente a limão	Newman & O'Connor (2009)
Boca-de-leão	<i>Antirrhinum majus</i>	Amarelo	Amarga	Rop <i>et al.</i> (2012)
Borragem	<i>Borago officinalis</i>	Azul, roxo	Pepino	Newman & O'Connor (2009)
Calêndula	<i>Calendula officinalis</i>	Amarelo, dourado/laranja	Apimentado	Newman & O'Connor (2009)
Camomila-romana	<i>Anthemis nobilis</i>	Pétalas brancas e centro amarelo	Maça doce	Newman & O'Connor (2009)
Capuchinha	<i>Tropaeolum majus</i>	Várias	Agrião; apimentado	Newman & O'Connor (2009)
Cebolinho	<i>Allium schoenoprasum</i>	Lavanda, vermelho a roxo	Cebola, Forte	Newman & O'Connor (2009)
Cebolinho chinês	<i>Allium tuberosum</i>	Amarelo até às geadas	Cebola, Forte	Newman & O'Connor (2009)
Cerefólio	<i>Anthriscus cerefolium</i>	Branco	Salsa, frutas cítricas, estragão	Newman & O'Connor (2009)
Chicória	<i>Cichorium intybus</i>	Azul e lavanda	Agradável, leve amargo semelhante a endívia	Newman & O'Connor (2009)

Cravo	<i>Dianthus spp.</i>	Cor-de-rosa, branco e vermelho	Picante, tipo alho	Newman & O'Connor (2009)
Cravo-de-burro	<i>Tagetes erecta</i>	Branco, dourado, amarelo e vermelho	Varia; alguns cultivares são fortes e amargos	Newman & O'Connor (2009)
Dente-de-leão	<i>Taraxacum officinale</i>	Amarelo	Azedo	Newman & O'Connor (2009)
Endro	<i>Anethum graveolens</i>	Amarelo	Mais forte que as folhas	Newman & O'Connor (2009)
Erva-cidreira	<i>Melissa officinalis</i>	Branco cremoso	Limonada, doce	Newman & O'Connor (2009)
Ervilha	<i>Pisum sativum</i>	Branco, cor-de-rosa tingido	Ervilhas cruas	Newman & O'Connor (2009)
Feijão-da-espanha	<i>Phaseolus coccineus</i>	Cor-de-laranja brilhante a vermelho	Feijão cru, mas suave	Newman & O'Connor (2009)
Feijoa	<i>Feijoa sellowiana</i>	Branco a cor-de-rosa profundo	Sabor floral; papaia ou melão	Newman & O'Connor (2009)
Funcho	<i>Foeniculum vulgare</i>	Amarelo pálido	Alçaçuz, doce	Newman & O'Connor (2009)
Gadíolo	<i>Gladiolus spp.</i>	Várias exceto azul	Vulgar	Newman & O'Connor (2009)
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Laranja, vermelho e roxo	Cítrico	Newman & O'Connor (2009)

Hibisco-da-síria	<i>Hibiscus syriacus</i>	Azul, branco, cor-de-rosa	Amargo; similar a tónico	Newman & O'Connor (2009)
Hissopo-anis	<i>Agastache foeniculum</i>	Lavanda	Anis forte, doce, alcaçuz	Newman & O'Connor (2009)
Lúcas	<i>Yucca filamentosa</i>	Branco cremoso com tons de roxo	Alcachofra, levemente amargo	Newman & O'Connor (2009)
Jacinto comum	<i>Muscari atlanticum</i>	Cor-de-Rosa ou Azul	Uva, ligeiramente azedo e amargo	Newman & O'Connor (2009)
Laranjeira	<i>Citrus sinensis</i>	Branco	Cítrico, doce	Newman & O'Connor (2009)
Levístico	<i>Levisticum officinale</i>	Amarelo a branco	Aipo suave	Newman & O'Connor (2009)
Lilás	<i>Syringa vulgaris</i>	Branco, cor-de-rosa, roxo, lilás	Ligeiramente perfumado	Newman & O'Connor (2009)
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	Branco	Cítrico, levemente amargo	Newman & O'Connor (2009)
Lírios de um dia	<i>Hemerocallis fulva</i>	Laranja tawny	Combinação de aspargos e abobrinha	Newman & O'Connor (2009)
Malmequer	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Amarelo a branco	Suave	Newman & O'Connor (2009)
Malva-rosa	<i>Alcea rosea</i>	Várias	Suave, ligeiramente amargo	Newman & O'Connor (2009)
Manjerona	<i>Origanum majorana</i>	Rosa pálido	Picante, doce	Newman & O'Connor (2009)

Margarida	<i>Bellis perennis</i>	Branco a roxo	Levemente amargo	Newman & O'Connor (2009)
Margarida	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Branco com centro amarelo	Suave	Newman & O'Connor (2009)
Menta	<i>Mentha spp.</i>	Lavanda, cor-de-rosa a branco	Mentolado; mais suave que as folhas	Newman & O'Connor (2009)
Quiabeiro	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Amarelo, Vermelho	Suave, doce e levemente mucilaginoso	Newman & O'Connor (2009)
Rosa	<i>Rosa spp.</i>	Depende da variedade	Muito perfumado; doce a suave	Newman & O'Connor (2009)
Salva-ananás	<i>Salvia elegans</i>	Vermelho	Ananás; tons de sálvia	Newman & O'Connor (2009)
Sálvia	<i>Salvia officinalis</i>	Azul, roxo, branco, cor-de-rosa	ligeiramente almiscarado	Newman & O'Connor (2009)
Segurelha-anual	<i>Satureja hortensis</i>	Cor-de-rosa	Suavemente apimentado, picante	Newman & O'Connor (2009)
Segurelha-das-montanhas	<i>Satureja montana</i>	Azul pálido	Suavemente apimentado, picante	Newman & O'Connor (2009)
Tagetes Anão	<i>Tagetes tenuifolia</i>	Branco, dourado, amarela, vermelho	Cítrico; mais suave que <i>T. erecta</i>	Newman & O'Connor (2009)
Tanaceto	<i>Chrysanthemum parthenium</i>	Branco ou amarelo	Levemente amargo	Rop <i>et al.</i> (2012)
Trevo vermelho	<i>Trifolium pratense</i>	Cor-de-rosa, lilás	Feno	Newman & O'Connor (2009)

Adaptado de: Newman & O'Connor (2009) e Rop, et al. (2012).

2.3. Modelos Biológicos

Neste estudo pretendeu-se visar dois bons exemplos já comercialmente estabelecidos como viáveis no mercado atual. Para tal foram escolhidas de entre as flores comestíveis os amores perfeitos (*Viola spp.*) e as capuchinhas (*Tropaeolum majus L.*), dado serem das flores mais consumidas (Fernandes et al., 2019a; Rop et al., 2012).

2.3.1. *Viola wittrockiana*

Neste estudo pretende-se utilizar a *Viola wittrockiana* (Família Violaceae), uma espécie derivada do cruzamento de viola tricolor, *V. lutea* e *V. altaicaque*, conhecida vulgarmente como amor perfeito, sendo muito utilizada em jardinagem exterior e das mais consumidas flores comestíveis. Esta espécie caracteriza-se por possuir grande resistência a temperaturas baixas, uma grande janela temporal de floração, por apresentar pétalas com uma vasta paleta de cores e flores de dimensões entre 5 a 13 cm, arredondadas e achatadas, com pétalas por vezes manchadas com diversas cores (Lorenzi, 2001; Wang & Bao, 2005).

Morfologicamente, a *Viola wittrockiana* apresenta características muito semelhantes à *Viola tricolor*, destacando-se principalmente pela maior altura da planta (10-30 cm), flores maiores e maior resistência a temperaturas baixas (Nauenburg & Buttler, 2007). Ao nível da composição nutricional, estas flores destacam-se pelo seu alto teor vitamínico e pelo elevado teor em antocianinas. Quanto ao teor vitamínico apesar dos amores perfeitos apresentarem um maior teor em vitaminas, em massa seca, quando comparadas com as laranjas, o seu valor nutricional não é relevante para a dieta dada a quantidade necessária de ingerir para suprimir as necessidades nutricionais diárias (Kosztolnyik, 1996).

Assim, reside nas antocianinas o grande interesse a nível nutricional da *Viola wittrockiana*, uma vez que as antocianinas têm uma elevada capacidade antioxidante. No caso da *Viola wittrockiana* as antocianinas que se destacam são a quercetina, a rutina, a isoquercetina, violanina e a luteolina-7-O- β -glucosídeo, sendo o fenómeno de copigmentação entre a rutina e a violanina o principal responsável pelo carácter antioxidante da flor (Papp, 2004; Skowyra, 2014).

Estando a antocianinas ligadas à pigmentação das flores (sendo pigmentos solúveis) é natural que as diferentes concentrações destes compostos fenólicos promovam diferentes colorações das pétalas, o que terá uma implicação direta no grau antioxidante destas. Assim as flores vermelhas e violeta terão um potencial antioxidante maior

quando comparadas com as flores amarelas, uma vez que têm uma maior relação entre violanina e rutina (Papp, 2004; Skowrya, 2014).

Em termos organoléticos possuem uma textura aveludada e sabor doce e refrescante, servindo como acompanhamento ou apenas como decoração de vários pratos como saladas, sopas ou mesmo em bebidas e sobremesas (Creasy, 1999; Koike, et al., 2015; Mlcek & Rop, 2011; Newman & O'Connor, 2013).

São também plantas associadas a usos medicinais, auxiliando no tratamento de condições variadas como problemas de pele como por exemplo alergias ou inflamações, mas também utilizadas em casos de gripes, indigestão, ou mesmo em casos de artrite (Roberts, 2014; Vukics, et al., 2008).



Figura 1 – Viola wittrockiana (amor perfeito) utilizada no ensaio.

2.3.2. *Tropaeolum majus*

A *Tropaeolum majus* L., também conhecida pelo nome comum de capuchinha, é uma planta da família Tropaeolaceae, nativa do Perú e da Bolívia e foi introduzida na Europa no século XVII (Sparre & Andersson, 1991). Trata-se de uma planta de floração anual, com flores comestíveis e geralmente de cor vermelha, laranja (o mais comum) ou

amarela (Garzón & Wrolstad, 2009) e muito popular na sua utilização culinária, tanto por profissionais da área como pelo público em geral (Kelley et al., 2001).

Morfologicamente a *T. majus* apresenta folhas alternas, de limbo simples membranáceo, liso e pouco ceroso. São folhas de margem inteira, com reentrâncias pouco pronunciadas junto às nervuras maiores, tendo na sua face superior um grande número de pontuações translúcidas e na face inferior apresenta pilosidade esbranquiçada dispersa. O caule é arredondado, de cor verde clara, com a base com pintas vermelhas e apresenta-se caracteristicamente em “zig-zag” (Zanetti, Manfron & Hoelzel, 2004).

Esta planta distingue-se de espécies semelhantes pela forma das suas folhas e pelas nervuras do limbo. Possuindo ainda folhas orbiculares e “espalmadas” enquanto planta jovem, o que contribui também para a identificação desta espécie por características observáveis a olho nu. Possui ainda características não macroscópicas como os estomas xerofíticos, o esclerênquima junto aos feixes vasculares e a medula com células parenquimáticas com pontuação primária (Zanetti, Manfron & Hoelzel, 2004).

A nível nutricional destacam-se a presença de ácido erúxico, um metabólito com ação antimicrobiana (Bailey et al., 1993), os elevados níveis de luteína, um carotenoide importante para prevenir a cegueira em pessoas mais velhas por via da senescência das células oculares (Izumi & Elia, 2005; Snodderly, 1995), presença de isotiocianato de benzila, metabólito relacionado a atividade antiviral, antimicrobiana e também com a atividade antibacteriana e antifúngica para herpes simplex I e II (Kjaer, et al., 1978; Vichanova, et al., 1972), sendo assim um alimento interessante também no ponto de vista do seu uso funcional (benefício para a saúde). Destaca-se ainda neste ponto a elevada concentração de mirosinase, uma enzima presente nas células de mirosina importante na formação de tio-glicosídeos em isotiocianatos, sendo das duas últimas substâncias que caracterizam quimicamente a família das tropeoláceas. (Metcalf & Chalk, 1950; Lykkesfeldt & Moller, 1993).

Organoleticamente, estas flores têm um sabor picante e semelhante ao agrião, sendo utilizado em termos de culinária em saladas e molhos (Creasy, 1999; Mlcek & Rop, 2011). Toda a planta é comestível, além das flores também as folhas e os caules são passíveis de ser consumidos, sendo utilizados na produção de vinagres. No entanto, as flores desta planta são a forma mais comum de utilização em culinária, como por exemplo no Canadá onde são consumidas recheadas com queijo (Grzeszczuk, et al., 2010).

Assim como as *Viola wittrockiana*, as *Tropaeolum majus* também se encontram associadas a tratamentos de medicina tradicional como por exemplo o tratamento de

condições de pele como queimaduras e inflamações, ou mesmo para tratar doenças respiratórias ou do trato urinário (Bruneton, 1999).



Figura 2 – Tropaeolum majus (capuchinhas) utilizada no ensaio.

2.4. Mercado

O mercado global das flores comestíveis apresenta-se como um mercado de nicho e semelhante ao das ervas aromáticas, sendo necessária uma maior aposta no *marketing* deste produto, de forma a melhor informar o consumidor para o uso alimentar das flores (Rusnak, 1999).

Em Portugal, o uso de flores comestíveis é reduzido, sendo mais relevante no que diz respeito a infusões e chás e não na cozinha tradicional, exceção feita na utilização de brócolos ou couve-flor, que são flores comestíveis que o consumidor não percebe como tal (Guiné, et al., 2019). No entanto, o mercado das flores comestíveis encontra-se em expansão em Portugal, podendo assumir-se até como uma tendência. Este produto é cada vez mais divulgado, quer, pela sua incorporação em pratos por *chefs* de cozinha, quer pela sua inclusão em livros de receitas (Chen & Wei, 2017; Guiné, et al., 2019). Em Portugal já existem várias espécies disponíveis no mercado, como amores perfeitos, rosas ou centáurea, sendo estas vendidas em fresco, secas ou cristalizadas (congeladas), numa gama de preços que varia entre os 2,40 euros, por 20 g de calêndula fresca até 39 euros por uma embalagem com 12 porções (saquetas) de misturas de ervas e flores secas, consoante a espécie da planta e o tratamento desta. Tanto na vertente de custo das flores comestíveis como a nível das espécies vendidas, Portugal tem um mercado semelhante ao mercado dos restantes países Europeus (Fernandes, et al., 2019a).

De entre os estudos realizados sobre a perceção dos consumidores acerca das flores comestíveis um estudo realizado na Tailândia revelou que os fatores que influenciam a atitude dos consumidores em relação às flores comestíveis são a curiosidade, o aroma e a preocupação com a saúde (Chen & Wei, 2017), no entanto, no que à escolha do consumidor diz respeito, Kelley *et al.* (2001) evidencia a cor das flores como o fator mais preponderante na escolha do consumidor (entre tanto *chefs* como consumidores “comuns”).

Existem também outros aspetos considerados pelo consumidor como pontos atrativos à compra e consumo de flores comestíveis, tais como o facto de serem produtos não processados ou minimamente processados (Chen & Wei, 2017); também o facto de apresentarem um nível calórico residual (maioria é constituída por mais de 95% de água), se revela como um fator atrativo para o consumidor com interesse em ter um estilo de vida mais saudável (Evans, 1993) e também pelo elevado teor em antioxidantes associados aos pigmentos das pétalas das flores comestíveis (Skowrya, et al., 2014).

Porém o interesse por parte do consumidor nas flores comestíveis partirá sempre da qualidade destas quando expostas para compra, verificando-se a predisposição para pagar mais por um produto com maior tempo de vida, maior variedade e mais qualidade no seu sentido lato (Shaw, 1998). No entanto o conceito de qualidade é um conceito muito subjetivo, estando constantemente em evolução e sendo diferente de pessoa para pessoa, pelo que não tem uma definição única e consensual. Assim sendo entende-se que a qualidade pode ser definida pelo conjunto das características de um produto ou serviço fornecido por uma organização que permitam satisfazer as necessidades explícitas e implícitas de um cliente e das partes interessadas relevantes. Sendo de esperar que quanto maior for a correspondência entre as características do produto ou serviço e os requisitos dos seus utilizadores maior será a qualidade desse mesmo produto/serviço (AIP, 2006).

A norma NP EN ISO 9000:2015 (que define fundamentos e vocabulário relacionados com sistemas de gestão da qualidade), define qualidade como “grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas de um objeto” (IPQ, 2015), tornando-se assim essencial saber a quem se destina o produto ou serviço, quais as suas expectativas e o custo que o cliente estará disposto a pagar (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2012).

Pelos motivos supracitados é possível denotar a grande importância que a qualidade adquire num mercado global e com consumidores cada vez mais exigentes e informados, que exigem produtos inovadores e melhores. Sendo que a capacidade de uma empresa antecipar e satisfazer as necessidades dos seus clientes lhes trará uma vantagem competitiva acrescida (AIP, 2006).

Neste âmbito surgem as tecnologias de conservação aplicadas às flores comestíveis (tanto de embalamento, conservação, como de pré-tratamento). Estas técnicas visam o aumento do tempo de vida de prateleira destes produtos, enquanto mantêm o mais possível as características de qualidade apreciadas pelo cliente nas flores. Tendo em conta que as flores comestíveis são produtos extremamente perecíveis, com um tempo de vida de prateleira entre sete a dez dias (dependendo da espécie), (Fernandes, et al., 2017a; Fernandes, et al., 2019a; Fernandes, et al., 2019b ; Kou, *et al.*, 2012), um período de tempo ainda menor do que o das flores de corte, derivado do corte das flores destinadas ao consumo ser feito no pedicelo o que provoca um stress acrescido nestas. Este decréscimo na longevidade pós colheita advém de, após a colheita, se iniciar o emurchecimento da flor, os mecanismos de oxidação continuam ativos, contribuindo para o acastanhamento da flor, ocorre a abscisão das pétalas e a perda de cor destas, ocorre também a perda de água da flor continuamente após a colheita (e consequente

amolecimento desta), sendo todos estes fatores agravados pelo maior stress a que a flor é sujeita pelo tipo de corte anteriormente referido. Todos os fatores anteriormente referidos encontram-se diretamente ligados ao declínio da cor, aspeto e textura, critérios estes intrinsecamente ligados à qualidade que o consumidor confere a este tipo de produto (Reid 1997; Serek & Reid 2000).

Existem diferentes tipos de pré-tratamentos que se podem aplicar às flores comestíveis sendo exemplos os tratamentos por liofilização (Chen, et al., 2000; Jain, et al., 2016), congelação (Wang, 2002), secagem (por diferentes vias) (Mao et al., 2006), aplicação de revestimentos edíveis (Souza, et al., 2010), entre outros como será explorado mais adiante neste trabalho.

No que diz respeito ao embalamento e conservação destes produtos ainda não existem linhas de apoio/orientadoras (*guidelines*) definidas. No entanto, por exemplo em superfícies comerciais, atualmente são utilizadas pelo sector pequenas caixas plásticas, semelhantes às utilizadas para os frutos silvestres, mantidas em zonas refrigeradas com a temperatura de aproximadamente 4 °C (Fernandes, et al., 2017a; Fernandes, et al., 2019a; Kelley, et al., 2003). Esta via permite a manutenção da integridade física das flores conferindo proteção contra danos mecânicos neste produto de extrema fragilidade, enquanto também previne a perda de água neste produto (Landi, et al., 2015), estando os fatores referidos intrinsecamente ligados ao aumento da longevidade em prateleira e manutenção da qualidade do produto. Apesar destas vantagens, o sucesso da venda de embalagens de flores comestíveis é influenciado pela cor, tamanho, design e preço destas (Kelley, et al., 2002; Newman & O'Connor, 2013), sendo que a utilização de caixas plásticas representa uma necessidade de maior mão de obra, o que se traduzirá num custo adicional elevado para a cadeia de comercialização (Fernandes, et al., 2019a).

Como referido anteriormente, as flores comestíveis são um produto extremamente perecível, com uma vida de prateleira muito curta, entre 7 a 10 dias após a colheita (Fernandes, et al., 2019b), sendo então necessária a investigação de métodos que previnam os processos de degradação como a oxidação, deterioração microbiana e deterioração metabólica (Han, et al., 2018), de forma a preservar as componentes que conferem qualidade às flores: o seu aspeto, aroma e sabor (Mlcek & Rop, 2011).

Existe assim a necessidade de avaliar tecnologias de preservação que possibilitem o aumento do tempo de vida e que mantenham as propriedades organoléticas destes produtos desde o período pós colheita até ao consumidor.

2.5. Tecnologias de conservação

Existe uma grande dificuldade no que diz respeito ao armazenamento das flores em geral, tendo as flores comestíveis a agravante de sofrerem mais stress devido ao corte destas ser executado no pedúnculo (ao contrário das flores ornamentais de corte), stress esse que se traduz em sintomas como o acastanhamento dos tecidos, abscisão e descoloração das pétalas (Fernandes et al., 2019a).

Desta dificuldade advém a necessidade de se melhorar as técnicas de preservação e desenvolver novas técnicas de forma a que seja possível manter as qualidades organoléticas e estéticas das flores comestíveis aumentando, em simultâneo, a sua longevidade em prateleira. Todas as melhorias possíveis de aplicar à conservação das flores comestíveis ofereceriam também vastos benefícios económicos, como por exemplo na diminuição de custos de transporte, o que melhora as margens de lucro para tanto os produtores como os retalhistas (Fernandes et al., 2019a; Rop, et al., 2012).

Como métodos já explorados que implicam o processamento mínimo das flores comestíveis, são exemplo o embalamento em atmosfera modificada (Church & Parsons, 1995), a aplicação de revestimentos comestíveis (Alboofetileh et al., 2014), ou a refrigeração (Kelley, et al., 2003).

Em alternativa a estes processos, existem também tecnologias que implicam um maior processamento através de tratamentos pós-colheita das flores (operações que envolvem a aplicação ou remoção de calor do produto), sendo exemplo destes a congelação (Wang, 2002), a liofilização (Chen, et al., 2000; Jain, et al., 2016) ou a secagem por ar quente das flores comestíveis (Afzal & Abe, 1999), apesar destes últimos processos poderem implicar alterações na qualidade ou nas características físicas das flores (Yaldagard, et al., 2008).

Todos os métodos que serão descritos posteriormente envolvem a aplicação ou remoção de calor e/ou a remoção ou imobilização da água de forma a influenciar positivamente a longevidade das flores, por via do controlo dos fatores como o conteúdo de água, taxa respiratória, produção de etileno, ou crescimento microbiano, sendo estes os fatores que condicionam mais fortemente o tempo de vida das flores após a sua colheita (da Silva Vieira, 2012).

Por todos os pontos referidos anteriormente, torna-se então interessante o estudo de tecnologias de tratamento, para o armazenamento pós-colheita, mesmo que estas envolvam o aumento/diminuição da temperatura, e o seu impacto no produto, de forma a aumentar o tempo de vida em prateleira das flores. Em seguida serão apresentadas as tecnologias consideradas com maior potencial de sucesso nas flores comestíveis.

2.5.1. Revestimento comestível

A aplicação de revestimentos comestíveis é uma tecnologia relativamente recente, em que o revestimento aplicado atua como barreira, protegendo fisicamente o produto, enquanto também atua na diminuição da alteração da cor e na redução da respiração, transpiração e crescimento microbiano do produto (Ansorena, et al., 2011; Meneghel, et al., 2008), o que consequentemente potencia o aumento do tempo de prateleira das flores enquanto mantem a sua aparência física (Alboofetileh et al., 2014; Alvarez, et al., 2013; Contreras-Oliva, et al., 2012; Li, et al., 2012).

Estes revestimentos consistem normalmente em polissacarídeos como o quitosano (muito utilizado em diversos estudos) ou alginato, sendo estes revestimentos equivalentes quanto às características acima referidas, distinguindo-se o quitosano por atuar melhor como barreira para impedir a perda de água, podendo, no entanto, originar reações alérgicas a pessoas sensíveis a marisco (por via de ser proveniente da quitina do exoesqueleto de crustáceos) o que não acontece no caso do alginato.

A utilização destes revestimentos ainda é uma novidade no que diz respeito à sua utilização em flores comestíveis, sendo maioritariamente utilizados em legumes e frutas, como por exemplo cenouras ou maçãs laminadas (Amanatidou et al., 2000; Fernandes, et al., 2018; Moldão-Martins et al., 2003).

2.5.2. Refrigeração

De entre os métodos de processamento mínimo, a refrigeração destaca-se por ser o método mais utilizado pelo setor na distribuição e no retalho em grandes superfícies para a preservação de flores comestíveis frescas, embora em alguns casos as baixas temperaturas aplicadas neste método possam causar danos como lesões superficiais, perda de cor ou amolecimento (perda turgescência) dos tecidos, em determinadas espécies (Kelley, et al, 2003; Wang, 2002).

A temperatura é o fator com maior impacto na qualidade das flores no seu armazenamento, por via de inibir a ação de fungos e bactérias, reduzir a produção de etileno, reduzir a transpiração e respiração, retardar todos os processos relacionados com o crescimento e reduzir a atividade enzimática (Nowak & Rudnick, 1990; Ashrae, 1994), diminuindo a velocidade do metabolismo da flor e consequente senescência da mesma, o qual é inversamente proporcional ao seu tempo de vida útil (Cachín, 2002; Watada & Qui, 1999).

No entanto, a temperatura média dos equipamentos de refrigeração em superfícies comerciais ronda os 7,6 - 8,4 °C (LeBlanc et al., 1996), logo nem todas as flores terão a sua longevidade aumentada a estas temperaturas, sendo que, por exemplo, os amores-

perfeitos mantêm-se conservados em bom estado durante o período de uma semana nas temperaturas referidas enquanto que a temperaturas entre 0 e 2,5 °C manteriam a sua qualidade durante o período de duas semanas (Kelley, et al., 2003).

2.5.3. Tipos de embalagem

Atualmente as embalagens mais utilizadas pelo setor são embalagens plásticas do tipo “clamshell box” semelhantes às utilizadas para os frutos silvestres (Fernandes, et al., 2019a), sendo que estas embalagens também podem ser vistas como uma tecnologia de conservação, uma vez que proporcionam uma proteção contra danos mecânicos nas flores e ainda potenciam uma menor perda de água por parte das mesmas (Landi, et al., 2015). Em alternativa a estas embalagens surgem embalagens com tecnologia de barreiras aplicada para potenciar um aumento ainda maior da longevidade em prateleira, sendo estas as embalagens de atmosfera modificada e as embalagens ativas.

2.5.3.1. Embalagens de atmosfera modificada

As embalagens de atmosfera modificada consistem no embalamento do produto numa atmosfera gasosa alterada de forma a potenciar a qualidade e o aumento do tempo de vida em prateleira do produto por via da inibição de agentes deteriorativos (Izumi, et al., 2005; Young et al, 1988). Esta alteração da atmosfera gasosa pode ser feita por via de embalamento a vácuo, onde o produto é embalado com uma película pouco permeável ao oxigénio, sendo o oxigénio removido da embalagem e esta hermeticamente selada (Smith et al, 1990), no entanto este método não pode ser aplicado a flores comestíveis, uma vez que não é adequado para produtos respirantes. Outra via é a das embalagens de permuta gasosa, sendo que estas já se aplicam a produtos respirantes e podem ser do tipo ativo ou passivo. Nas embalagens de atmosfera modificada do tipo ativo ocorre a troca do ar existente na embalagem por gases como azoto, oxigénio ou dióxido de carbono, combinados ou em pequenas quantidades (Church & Parsons, 1995). Enquanto que nas embalagens do tipo passivo a atmosfera inicial é a atmosférica e ao longo do tempo se cria uma atmosfera ótima, por via da respiração dos alimentos embalados combinada com a permeabilidade dos materiais que constituem a embalagem, que se reflete em última instância na alteração da constituição gasosa na embalagem (definida pelo produto embalado e pelo material utilizado na embalagem) (Rodriguez-Aguilera & Oliveira, 2009).

Esta tecnologia apresenta-se como promissora e já se encontra a ser estudada para a sua aplicação ao sector das flores comestíveis, apresentando resultados melhores

quando comparado com a embalagem utilizada atualmente pelo sector (“clamshell box”) potenciando a longevidade em prateleira e a manutenção de água por parte do produto (Kou, et al., 2012; Friedman, et al., 2005).

2.5.3.2. Embalagens ativas

As embalagens ativas são um método de conservação que se baseia na interação entre o produto a conservar e a embalagem onde este se encontra conservado, de forma a aumentar o tempo de vida em prateleira do produto, a sua segurança alimentar e a manutenção das suas qualidades (Labuza & Breene, 1989).

De forma a servir os pressupostos anteriormente referidos, estas embalagens contêm mecanismos que possibilitem a libertação de agente ativos de forma a que estes interajam com o produto de forma direta, como por exemplo com recurso a materiais antimicrobiais em contacto direto com o produto, ou indiretamente como por exemplo emissores ou absorvedores de CO₂ que alteram a atmosfera presente na embalagem auxiliando a preservação do produto, tendo sempre como finalidade o aumento do tempo de vida em prateleira dos produtos (European Commission, 2009; Han *et al.*, 2018).

Na tabela 4, em baixo apresentada, encontram-se alguns exemplos de propriedades de embalagens ativas e o seu modo de atuação:

Tabela 4 – Alguns exemplos de propriedades de embalagens ativas e o seu modo de atuação.

Ação	“Resposta”/aplicação
Absorção	Oxigénio, dióxido de carbono, etileno, radiação UV, humidade, sabores/aromas.
Emissão	Etanol, dióxido de carbono, antioxidantes, dióxido de enxofre, conservantes, sabores/aromas.
Remoção	Remoção de componentes catalisadores no produto: lactose, colesterol.
Controlo de temperatura	Materiais isolantes, embalagem Termossensível, embalagem “self cooling” e “self-heating”.
Controlo microbiano	UV e agentes antimicrobianos.

Adaptado de: Prasad & Kochhar (2014).

Um exemplo de embalagens ativas e sua ação sobre o produto são as embalagens com sequestradores de etileno, utilizados de forma a aumentar o tempo de vida em prateleira de vegetais, ou frutos sensíveis ao etileno, como a maçã (Prasad & Kochhar,

2014). No entanto existem diferentes embalagens ativas com diferentes ações sobre os alimentos a conservar, como é demonstrado na tabela 5.

Tabela 5 – Tipos de embalagens ativas e seus efeitos sobre os alimentos para as quais são utilizadas.

Tipo de embalagem	Exemplos de ação em alguns produtos	Referência
Sequestrador de oxigénio	Aumento do tempo de vida em prateleira de bolos; Aumento da qualidade e tempo de vida em prateleira em chocolate negro; Inibição da degradação de ácido ascórbico em bebidas.	Baian, et al. (2004) Gomes et al. (2009) Guynot et al. (2013) Mexis, et al. (2010)
Antimicrobiano	Aumento do tempo de vida em prateleira em porco grelhado e carne fresca; Atividade antimicrobiana perante <i>Rhizopusstolonifer</i> em pão fatiado; Fungos filamentosos e leveduras em manteigas; <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Pseudomonas fluorences</i> , <i>Listeria innocua</i> , e <i>Echerichia coli</i> em produtos de peixe cru e salmão.	Gomez-Estaca, et al. (2009) Moraes, et al. (2007) Rodriguez, et al. (2008) Yingyuad, et al. (2006) Zinoviadou, et al. (2010)
Antimicrobiano e libertador de odor	Aumento de qualidade e ação antimicrobiana em carne assada.	Gutierrez, et al. (2009)
Sequestrador de etileno	Reduz a rapidez de perda de firmeza em tomates.	Bailen, et al. (2006)
Antioxidante	Aumento de qualidade em leites em pó; Aumento de qualidade em maçãs fatiadas.	de Oliveira, et al. (2008) Granda-Restrepo, et al. (2009)

Adaptado de: Prasad & Kochhar (2014).

2.5.4. Secagem

A secagem como método de conservação consiste na aplicação de calor a um determinado produto levando por sua vez à remoção da maior parte da sua água, com o objetivo de aumentar o tempo de vida em prateleira deste. Este aumento do tempo de vida em prateleira é conseguido uma vez que a aplicação de calor e a redução da atividade da água irão inibir a atividade enzimática, diminuindo conseqüentemente a atividade metabólica (responsável pela senescência dos tecidos dos alimentos) e limitarão também o crescimento microbiano (responsável pela deterioração dos alimentos) (Aherné, et al., 2009; Pan, et al., 1999).

No entanto existem desvantagens associadas a este método, como por exemplo a alteração da textura e o encolhimento das flores, perda de cor, possível perda de sabor e degradação ao nível nutricional (Pan, et al., 1999). Estas desvantagens poderão ser mais ou menos evidentes consoante a severidade da secagem aplicada, sendo que a aplicação de uma secagem mais suave (temperaturas mais baixas e menores tempos de exposição) induzirá menores alterações na flor. A temperatura de secagem recomendada para a maior preservação da qualidade das mesmas é entre 45°C e 60°C (Rani & Reddy, 2015).

Alguns exemplos de secagem são a secagem por via solar, secagem por micro-ondas, ou a secagem por via de ar quente, que serão abordadas nos tópicos seguintes.

2.5.4.1. Secagem solar (natural)

A secagem ao sol apresenta-se como o método tradicional de secagem mais simples e económico, que permite a manutenção dos compostos que não sejam fotossensíveis por via do tratamento térmico suave que é aplicado ao produto (Rani & Reddy, 2015; Tanko et al., 2005). Neste processo apenas é necessário que se mantenham as flores num local seco exposto ao sol, que permita a secagem natural do material vegetal, durante 1 a 3 semanas (Rani & Reddy, 2015). Contudo, a secagem por esta via não é aconselhada, uma vez que a qualidade obtida não é constante em todas as flores, em especial pela degradação da cor e devido ao facto de não ser uma tecnologia viável na utilização numa maior escala (média escala) (ÖGztekin, et al., 1999).

2.5.4.2. Secagem por micro-ondas

A secagem por micro-ondas é um processo que promove a perda de água por parte das flores por via do aquecimento por agitação das moléculas de água sujeitas à radiação micro-ondas, fazendo deste processo mais rápido e onde se obtêm produtos

finais de melhor qualidade quando comparados aos produtos finais obtidos do método tradicional anteriormente descrito (Jain, et al., 2016).

Este método de conservação destaca-se por se aliar à utilização de vácuo, o que permite uma boa manutenção da forma, textura e cor dos produtos finais, dada a ausência de oxidação (Yousif, et al., 1999) e pelo facto de ser um bom método de conservação de compostos como a vitamina C, flavonoides, ou açúcares solúveis (Shi, et al., 2017); além de promover um maior potencial de reidratação por parte dos produtos após serem sujeitos a este método de conservação (Lin, et al., 1998). Esta tecnologia poderá ser interessante, por exemplo, na sua utilização na secagem de flores para serem utilizadas em infusões, o que conferirá um aspeto estético mais apreciável às flores aquando da sua reidratação na infusão.

2.5.4.3. Secagem por ar quente

Na secagem por ar quente, é induzida a remoção da água presente nos alimentos por via da exposição destes a ar aquecido a temperaturas acima da temperatura ambiente (Afzal & Abe, 1999), sendo um processo mais rápido e de baixo custo (Mao et al., 2006). No entanto, este processo provoca perdas no que diz respeito à qualidade do produto, como por exemplo, no caso das flores comestíveis, pode promover alterações no que diz respeito à cor, sabor e dimensão da flor (ocorre encolhimento/diminuição diâmetro da flor) (Tanko, et al., 2005), além da possibilidade de provocar alterações ao nível nutricional e bioquímico (Fernandes, et al., 2017b). Apesar das desvantagens descritas este processo revela-se mais vantajoso quando comparado com a secagem solar, uma vez que permite um maior controlo das variáveis do processo, dado que não depende de fatores climáticos, permitir uma melhor preservação dos componentes fotossensíveis e sendo também mais rápido e mais apto à utilização numa maior escala.

2.5.5. Liofilização

Por fim a liofilização apresenta-se como um método de secagem, onde são utilizadas temperaturas baixas aliadas à utilização de vácuo de forma a retirar a água dos produtos por via da sua sublimação (Tanko, et al., 2005).

Este processo ocorre por três etapas principais, uma primeira onde ocorre o abaixamento da temperatura até ao ponto de congelação, sendo seguida pela criação de vácuo e, finalmente, uma última etapa onde a temperatura é novamente elevada até temperaturas próximas da temperatura ambiente o que leva a que o gelo presente no

produto (por exemplo nas flores) passe ao estado gasoso sem que passe pelo estado líquido (sublimação) (Figura 3) (Hammami & René, 1997).

Por via deste processo é possível manter a cor, o aroma, estrutura e textura original das flores (Jain, et al., 2016; Chen, et al., 2000), mantendo a qualidade destas em termos nutricionais e visualmente semelhante ao original (Babic, et al., 2009; Voda, et al., 2012). De facto, a elevada qualidade do produto final deve-se à maior parte da atividade microbiológica e dos processos de deterioração cessarem devido à ausência de água, aliada às baixas temperaturas que ocorrem neste processo (Ratti, 2001).

No entanto este processo tem como desvantagens o facto de apresentar custos elevados (Chan, et al., 2009; Donsi & Ferrari, 2001; Litvin et al., 1998).

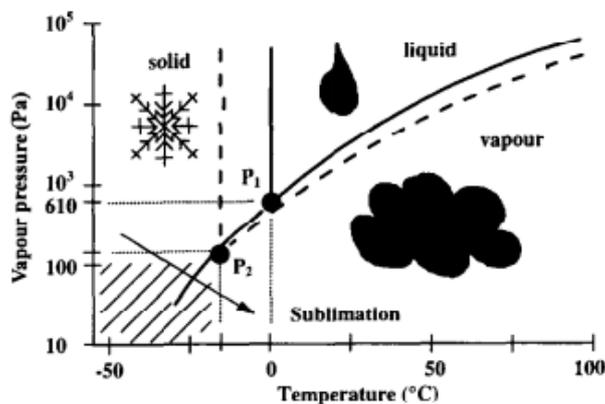


Figura 3 – Gráfico representativo das fases pelas quais a água passa durante o processo de liofilização. Adaptado de Hammami & René, 1997.

2.5.6. Congelação

No tratamento de congelação a água existente no produto passa ao seu estado sólido, mantendo a estrutura física do produto enquanto que, pelo facto de a água se encontrar congelada (imobilizada), a atividade microbiana é severamente diminuída e os processos metabólicos são retardados, deixando de existir degradação por esta via, tratando-se assim de um método que potencia o aumento da longevidade em prateleira e que produz produtos finais de qualidade (Silva, et al., 2008).

No entanto, este método de conservação também apresenta desvantagens, como por exemplo as lesões provocadas pela congelação, devido à formação de cristais de gelo nos tecidos vegetais que provocam descoloração e lesões necróticas (escaldão/queimaduras pelo frio), perda de turgidez das células e aparecimento de exsudado (aparência mole e encharcada) após descongelação, estando estas lesões sempre

dependentes do tempo de exposição (exposição rápida ou lenta) e da temperatura utilizados (Skog, 2008; Wang, 2002).

2.5.7. Alta pressão hidrostática (HHP)

Apresenta-se como um método de conservação que se baseia na aplicação de altas pressões hidrostáticas (normalmente entre 100-1000 MPa) ao produto, por via da compressão da água (normalmente usada como fluido hidráulico neste processo) que o envolve, aplicando assim uma pressão uniforme e rápida ao produto. Durante o processo a temperatura poderá variar entre temperaturas negativas e superiores a 100 °C, durante períodos de poucos segundos variando até tempos de exposição superiores a 20 minutos (Earnshaw, 1996; Hyashi, 1989; Yaldagard, et al., 2008).

Este processo promove o aumento da longevidade em prateleira das flores comestíveis e a sua segurança alimentar, por via da inativação de microrganismos e enzimas (Corbo et al., 2009)., enquanto mantém propriedades como, o aroma, o sabor, ou mesmo os compostos das mesmas (Fernandes, et al., 2017b; Yaldagard, et al., 2008), podendo ser aplicada independentemente da massa ou geometria/forma do produto (Yaldagard, et al., 2008).

No entanto o método de aplicação de altas pressões hidrostáticas apresenta também desvantagens como o facto do equipamento ser dispendioso, o facto de necessitar de embalagens específicas, o facto de poder induzir alterações na cor (acastanhamento), ou pelo facto de poder afetar a integridade dos poros das flores (Fernandes, et al., 2017b).

Além das desvantagens referidas, o método de altas pressões hidrostáticas ainda tem como desvantagem o facto de carecer de comprovação da sua eficiência para todas as espécies de flores, tendo apresentado resultados benéficos em algumas espécies, como é o exemplo da *Viola wittrockiana*, enquanto que noutras espécies como *Camellia japónica* ou *Borago officinalis* apresenta resultados opostos (Fernandes, et al., 2017c).

Em seguida é apresentada uma tabela resumo (tabela 6) com todos os métodos de conservação abordados e suas respetivas vantagens e desvantagens:

Tabela 6 – Tabela síntese de todos os métodos de conservação abordados e suas principais vantagens e desvantagens.

Método de conservação	Vantagens	Desvantagens
Revestimento comestível	Proteção física; Diminui alteração da cor Reduz respiração, transpiração e crescimento microbiano.	Em alguns casos pode provocar reações alérgicas, alterar o aspeto ou sabor do produto.
Refrigeração	Inibe ação de fungos e bactérias, Reduz produção de etileno; Reduz transpiração e respiração; Reduz atividade enzimática; Diminui velocidade de senescência	Pode provocar lesões superficiais, perda de cor ou amolecimento dos tecidos. Apenas retarda as alterações negativas
Embalagens de atmosfera modificada	Inibição de agentes deteriorativos Manutenção de água por parte do produto	Aumento do custo do produto
Embalagens ativas	Aumento do tempo de vida em prateleira, da segurança alimentar e manutenção das qualidades do produto	Aumento do custo do produto
Secagem solar	Método simples e económico	Qualidade obtida não é constante; Degradação da cor; Utilização inviável em grande escala
Secagem por micro-ondas	Boa manutenção da forma, textura e cor, flavonoides, açúcares solúveis; Promove um maior potencial de reidratação	Método insuficiente para utilização a grande escala

<p>Secagem por ar quente</p>	<p>Rápido e de baixo custo</p>	<p>Provoca alterações ao aspeto do produto (cor, dimensão, sabor); Possibilidade de provocar alterações ao nível nutricional e bioquímico</p>
<p>Liofilização</p>	<p>Manutenção das qualidades nutricionais e visualmente semelhante ao original</p>	<p>Processo dispendioso</p>
<p>Congelação</p>	<p>Elevada qualidade Aparência semelhante ao original</p>	<p>Descoloração e lesões necróticas; Perda de rigidez; Aparência mole e encharcada após descongelação</p>
<p>HHP</p>	<p>Mantem propriedades como, o aroma, o sabor, ou mesmo os compostos das flores Pode ser aplicada independentemente da massa ou geometria/forma do produto</p>	<p>Equipamento dispendioso, Necessárias embalagens específicas; Acastanhamento; Pode afetar a integridade dos poros das flores</p>

3. Material e Métodos

Foi elaborado, para esta investigação, um desenho experimental de forma a possibilitar o estudo dos quatro métodos de preservação: congelação, liofilização, refrigeração e secagem por via de ar quente. Como controlo realizou-se o armazenamento das flores, após a sua colheita, em caixas tipo “clamshell”, dado ser o método atualmente utilizado neste setor e deixadas num local sem incidência direta do sol à temperatura ambiente.

Para este estudo comparativo foram medidos os teores de água, a variação relativa do diâmetro e a cor das amostras de flores ao longo de quatro semanas e foram fotografadas as flores ao longo deste tempo de forma a analisar o seu aspeto visual (pedindo por questionário a sua avaliação a um número mais alargado de consumidores), critério considerado importante para este setor.

Foram realizadas duas experiências utilizando como modelos biológicos a *Tropaeolum majus* e a *Viola wittrockiana*, nomeadamente as flores destas plantas. Irão de seguida ser descritos os procedimentos na sementeira, transplantação, métodos de preservação, parâmetros avaliados e análise estatística. Apenas quando o procedimento for diferente entre a *Viola wittrockiana*, e a *Tropaeolum majus* é que este será mencionado no texto.

3.1. Sementeira

O procedimento de sementeira e germinação foi executado em tabuleiros alveolados de dimensões 8 X 5 nas estufas do Campus de Vairão. Nesta parte da experiência foi utilizada turfa negra como substrato (Figura 4) para preencher os alvéolos e colocada uma semente por alvéolo.

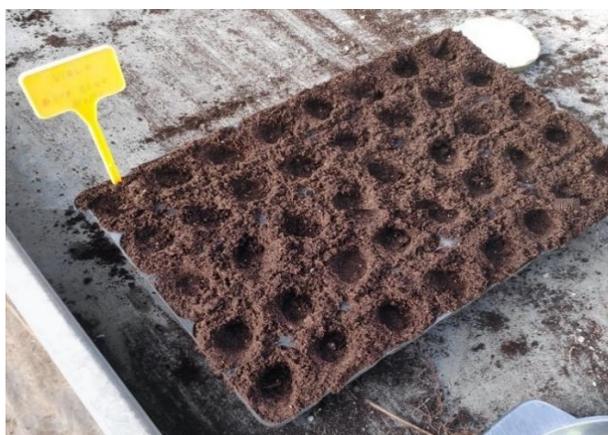


Figura 4 – Processo de sementeira de *Viola wittrockiana* em tabuleiros alveolados utilizando turfa negra.

Após a colocação das sementes em todos os alvéolos do tabuleiro, estes foram identificados (Figura 5) com a espécie, variedade e a data em que foi semeada.



Figura 5 – Etiquetas utilizadas para identificar a espécie, variedade e data de sementeira nos tabuleiros alveolados utilizados.

No caso da sementeira de *Viola wittrockiana*, foram semeadas 240 sementes certificadas provenientes da empresa Sakata Seed (Japão): 120 sementes da variedade Dynamite®, da cor definida como “Deep Blue” e as restantes 120 da variedade Premier, da cor definida como “Red” (Figura 6). Foram semeadas estas duas variedades pelo facto de terem cores diferentes, de forma a ter diversidade no momento da escolha das flores a estudar, possibilitando a escolha de flores que estejam menos danificadas e mais homogéneas possível, alvejando evitar situações de enviesamento do estudo e acautelar também eventuais perdas por não germinação ou morte devido às condições climáticas e/ou abióticas estas variedades foram semeadas em excesso.

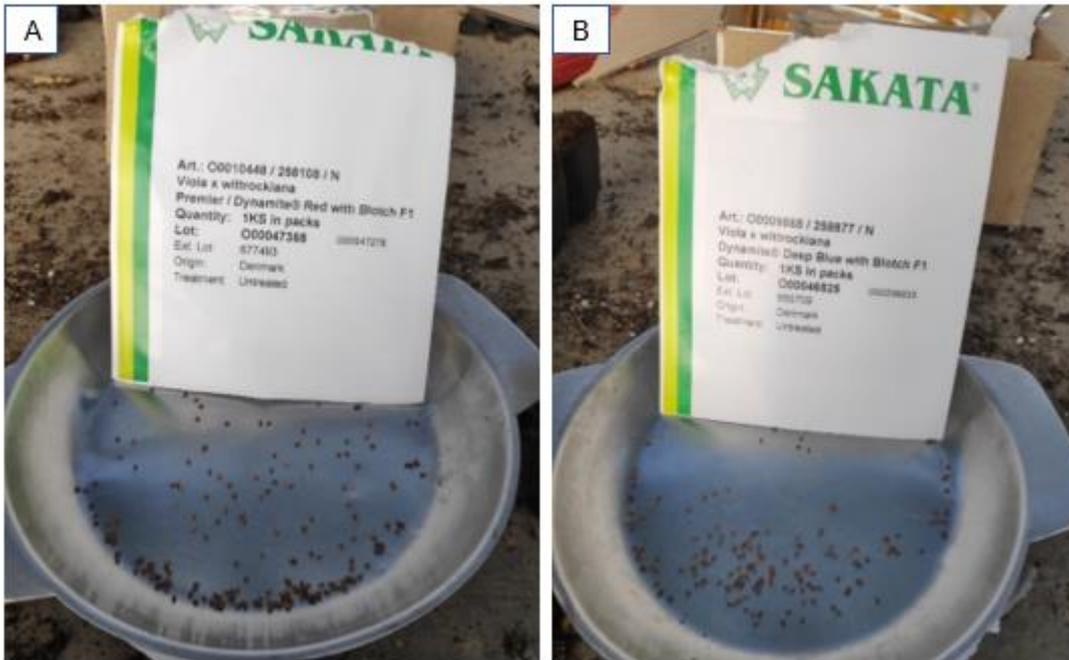


Figura 6 – Sementes de *Viola wittrockiana* provenientes da Sakata seeds das variedades Dynamite®, cor “Deep Blue” (B) e da variedade Premier, cor “Red” (A).

Durante a fase de germinação foi realizada a rega dos alvéolos a cada dois dias até à capacidade de campo destes (Figura 7).



Figura 7 – Rega realizada durante a fase de germinação.

No final foi obtida uma taxa de germinação de aproximadamente 96,7% em ambas as variedades utilizadas.

No caso da sementeira de *Tropaeolum majus* foram semeadas 40 sementes certificadas provenientes da empresa Fitó (Figura 8), sendo de uma variedade definida pela marca como “Trepadora Variada” ou “Climbing”. Foram semeadas estas flores com várias cores possíveis, de forma a ter variedade no momento da escolha das flores a estudar, possibilitando a escolha de flores que estejam menos danificadas e o mais homogêneas possível. Durante a fase de germinação foi realizada a rega dos alvéolos a cada dois dias até ao encharcamento/à capacidade de campo destes e foi obtida uma taxa de germinação de aproximadamente 97%.

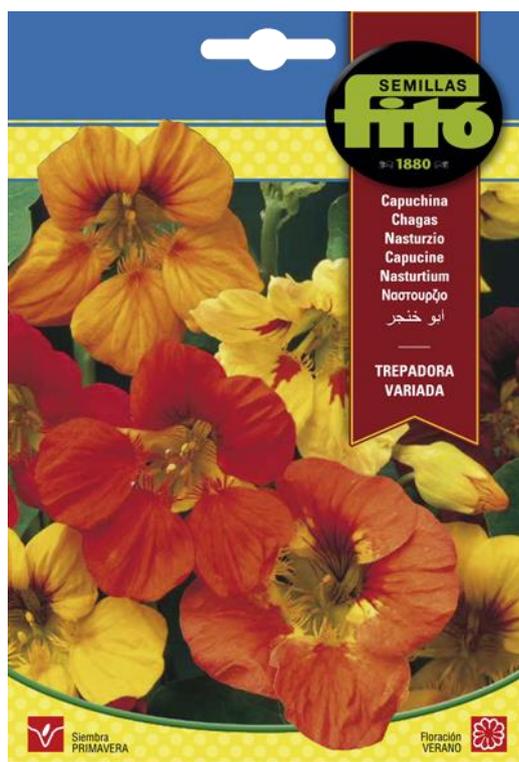


Figura 8 – Sementes de *Tropaeolum majus* utilizadas na experiência.

3.2. Transplantação

Após a germinação as plântulas foram mantidas nos alvéolos onde germinaram até atingirem o vigor necessário para a sua transplantação. A Figura 9 apresenta as plântulas já germinadas, mas ainda sem terem atingido o vigor necessário para a transplantação.



Figura 9 – Início da germinação de *Viola wittrockiana*.

Relativamente aos amores-perfeitos, após estes terem atingido o vigor necessário para a sua transplantação, (aproximadamente 2 meses após as sementes terem sido semeadas) as plantas foram então transplantadas para uma estufa no campus de Vairão, tendo sido utilizado um esquema de plantio em quincôncio com um compasso de 20 cm X 20 cm (20 cm entre linha e 20 cm entre plantas), como apresentado na Figura 10. No caso das capuchinhas, após terem atingido o vigor necessário para a sua transplantação (aproximadamente 2 meses após as sementes terem sido semeadas), as plantas foram então transplantadas para a estufa no Campus de Vairão num esquema de plantio em quincôncio com um compasso de 40 cm x 40 cm (40 cm entre linha e 40 cm entre plantas).



Figura 10 – Transplantação de *Viola wittrockiana* com um compasso de 20 cm X 20 cm

O talhão utilizado para esta plantação foi devidamente identificado (com “etiquetas” com a Variedade respetiva e a data de transplantação) e foi feita uma divisão maior a cada quatro linhas de forma a posteriormente facilitar o processo de colheita (Figura 11).



Figura 11 – Talhão para onde se transplantou as plântulas de *Viola wittrockiana* num esquema de plantio em quincôncio e compasso de 20 cm x 20 cm, devidamente identificado com etiquetas referentes à variedade e data de transplantação.

As plantas foram mantidas com rega por aspersão diária ou bi-diária, sendo a rega ajustada consoante as condições abióticas registadas diariamente, como por exemplo a temperatura e humidade, até à sua floração. Não foi necessária a aplicação de fitofármacos.

Após a floração foi avaliado o melhor momento para a recolha das flores, aguardando o momento com mais flores de forma a permitir a escolha das flores mais homogêneas possível e finalmente foi realizado o corte manual das flores.

3.3. Métodos de preservação

Após a floração e corte manual, as flores foram divididas por 5 grupos: 4 métodos de preservação (congelação, liofilização, refrigeração e secagem por via de ar quente) e um grupo controlo, que por sua vez terão, todos estes, 3 réplicas.

No grupo controlo e nos tratamentos de secagem por ar quente, refrigeração e liofilização foram utilizadas, para cada, 21 flores da população inicial tendo sido testados os parâmetros de teor em água, cor, variação relativa do diâmetro e aspeto físico ao longo de 28 dias. Os parâmetros referidos foram testados nos dias 0, 3, 7, 10, 14, 21 e 28, contados a partir do dia da colheita da flor, por via da utilização de três flores em cada dia.

Apesar do período definido de 28 dias, é espectável, segundo a bibliografia, que as flores do grupo controlo e as flores do grupo colocado em ambiente refrigerado não tenham uma longevidade pós colheita maior que 10 dias (3 a 7 dias no caso do controlo e até 10 dias para o caso da refrigeração) (Fernandes *et al.*, 2019b). Pelo contrário é espectável o aumento da longevidade pós colheita no caso das flores tratadas por via de liofilização ou secagem por ar quente.

Para o caso das flores congeladas foram analisados os parâmetros de teor em água, cor, variação relativa do diâmetro e aspeto físico de 3 flores no dia 0, dia em que as flores foram colhidas, antes das flores serem congeladas e ao fim de 28 dias após a colheita e congelação, sendo que neste dia se analisou o estado das flores logo após a retirada da câmara de ultracongelação, e também 30 e 45 minutos após esta retirada. Este tratamento diferenciado deve-se ao facto de apenas serem relevantes as características da flor aquando da descongelação, sendo para esse facto recolhidos os parâmetros utilizados nesta experiência (cor, teor em água, diâmetro máximo e aspeto físico) ao longo dos 45 minutos subsequentes à retirada das flores do ambiente de congelação, de forma a avaliar a possível degradação das qualidades da flor enquanto esta descongela.

Os tempos de aplicação dos tratamentos de liofilização e de secagem por via de ar quente definiram-se com base num ensaio preliminar onde se avaliaram as componentes de interesse tendo-se chegado à conclusão da aplicação de 2 horas de secagem por ar quente a uma temperatura de 60 °C num desidratador Klarstein Fruit Jerky Pro 6 (Figura 12 A) e liofilização num liofilizador da Telstar, modelo LyoQuest -55 Plus (Figura 12 B), durante 3 dias (1:30 horas para o processo de congelação; meia hora de aplicação de vácuo e 72 horas para o processo de aquecimento – foram mantidos os valores de temperatura e pressão standard do equipamento (-55 °C no

processo de congelação e 70 °C no processo de aquecimento e pressão de 0,100 mBar) e apenas alterado o tempo de exposição nas diferentes fases do processo).

A congelação foi realizada à temperatura de -82 °C, numa câmara de ultracongelação ColdFAST 400U (Figura 12 C), permitindo uma maior conservação, dado que a congelação rápida do produto potenciará a formação de cristais de menores dimensões, provocando menos danos à estrutura das flores.

A refrigeração foi realizada à temperatura de 4 °C numa câmara refrigeradora Bosch KGE36AW41 (Figura 12 D).

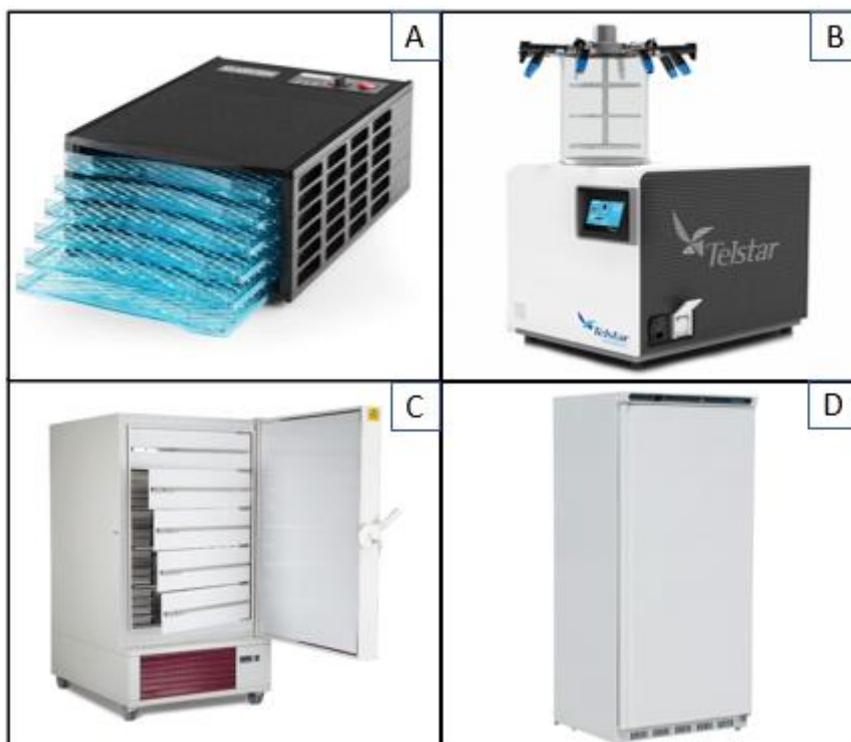


Figura 12 – Equipamentos utilizados para os tratamentos e no decorrer da experiência. A – desidratador Klarstein Fruit Jerky Pro 6, utilizado na secagem das flores; B – liofilizador da Telstar, modelo LyoQuest -55 Plus, utilizado para liofilizar as flores; C – câmara de ultracongelação ColdFAST 400U, utilizada na congelação das flores; D – câmara refrigeradora Bosch KGE36AW41 utilizada para o armazenamento todas as flores exceto as dos grupos de congelação e grupo controlo.

De forma a reduzir fatores não controlados todas as flores tratadas foram embaladas em caixas do tipo “clamshell” idênticas (Figura 13) após a aplicação do método de preservação e colocadas numa câmara refrigeradora, com exceção do controlo que foi mantido fora da câmara refrigeradora de forma a simular a situação mais favorável para a deterioração do produto, em que não são aplicadas tecnologias de preservação a este produto (exceto a embalagem).



Figura 13 – Exemplo de caixa “clamshell” utilizada na experiência para o armazenamento das flores em ambiente refrigerado, devidamente etiquetada com a identificação individual das flores, referência ao tratamento utilizado e o dia a que se fará a leitura dos parâmetro nestas flores.

3.4. Avaliação de parâmetros de qualidade das flores

De forma a avaliar de forma mesurável a qualidade das flores foram definidos parâmetros, de forma a poder aferir quanto à longevidade em prateleira das flores. Foram então selecionados como parâmetros a medir: i) a cor, um fator com grande impacto na qualidade atribuída às flores; ii) a variação relativa do diâmetro, que permitiu avaliar a manutenção do aspeto da flor tanto após os tratamentos como também ao longo do tempo; e iii) o teor em água, uma característica muito importante do ponto de vista do aumento da longevidade da flor, uma vez que a água se encontra envolvida em todos os mecanismos responsáveis pela deterioração e senescência da flor, e assim também intimamente ligada à qualidade das flores.

Foi ainda avaliado outro critério relativo ao aspeto geral das flores por fotografias tendo por base a opinião de potenciais consumidores, como será desenvolvido em seguida.

3.4.1. Teor em água

Foi escolhido o parâmetro de teor em água, dado que a quantidade de água presente na flor é um fator fundamental para a ocorrência dos processos metabólicos ligados à senescência da mesma, assumindo assim a água um papel central no que à longevidade diz respeito, pela sua influência no que ocorre ao aspeto da flor.

O teor em água será obtido pela equação seguinte:

$$\frac{P3 - P4}{P2 - P1}$$

em que:

- P1 (g) representa a massa da placa de petri;
- P2 (g) representa a massa da placa de petri com a flor antes do tratamento;
- P3 (g) a massa da placa de petri com a flor após a aplicação de um dos tratamentos (liofilização, secagem por via de ar quente, congelação, refrigeração ou controlo)
- P4 (g) a massa da placa de petri com a flor após tratamento e depois de três dias numa estufa de laboratório a 80 °C (marca Binder GmbH, modelo ED23) (Figura 14 A), de forma a garantir a inexistência de água na flor.

Todas as massas foram obtidas utilizando uma balança analítica de precisão Ohaus Explorer E02140 (Figura 14 B). O teor em água é assim uma medida adimensional ($m.m^{-1}$).

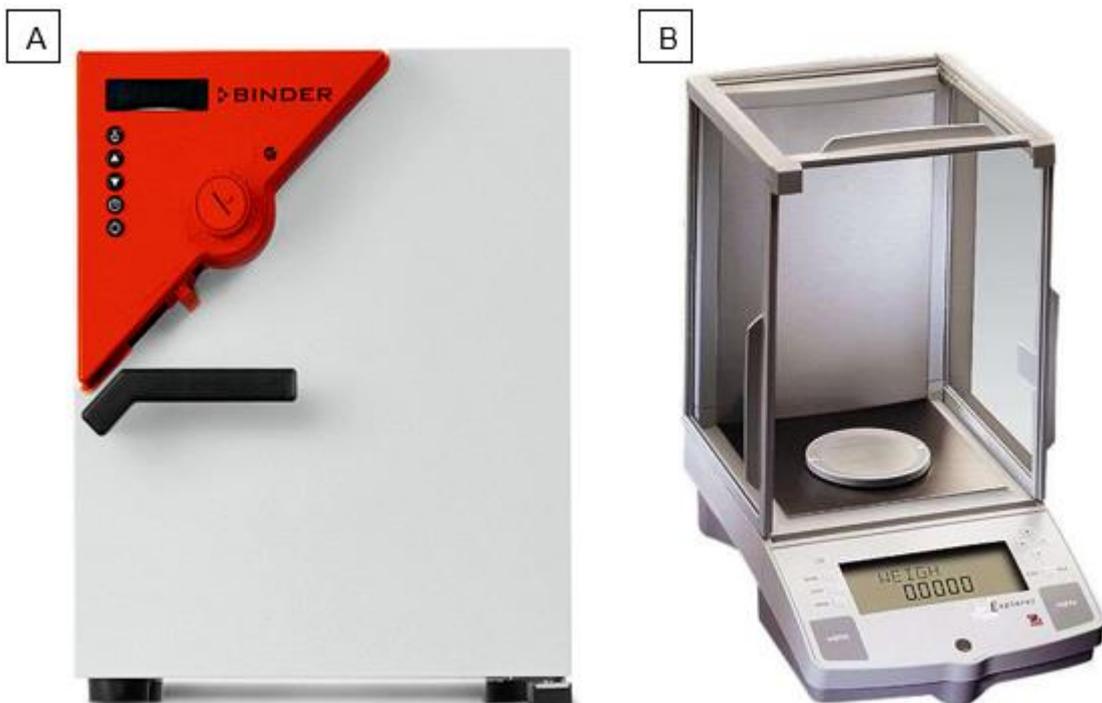


Figura 14 – Equipamentos utilizados para a obtenção do teor em água das flores.

A – estufa de laboratório marca Binder GmbH, modelo ED23 utilizada no final do processo para garantir a inexistência de água na flor de forma a obter o P4; B – Balança analítica de precisão Ohaus Explorer E02140, utilizada para obter a massa das flores em todas as etapas do processo de aferição do teor em água das flores.

3.4.2. Cor

O parâmetro da cor foi avaliado de forma a obter uma forma mesurável de avaliar a qualidade, que no caso das flores comestíveis é muitas vezes atribuída tendo em conta a cor que as flores apresentam, sendo este parâmetro um dos principais fatores influenciadores para o cliente no momento da escolha ou rejeição do produto (Koike, et al., 2015).

Esta medição teve como objetivo avaliar a perda ou manutenção da cor por parte da flor, tanto após os tratamentos, como também ao longo do tempo em que se encontra armazenada, de forma a aferir à posteriori quanto à sua qualidade.

A cor das flores foi avaliada por via de um colorímetro CR-400 da Konica Minolta Sensing utilizando o sistema L^* , a^* , b^* (modelo de cor CIE); um sistema que define a cor numericamente, por via de três coordenadas, sendo elas L^* , a^* e b^* .

Foram então transformados os valores obtidos para o sistema CIE $L^*C^*h^*$, por via das fórmulas: $C^* = \sqrt{(a^{*2}) + (b^{*2})}$ e $(h^* = \arctan(\frac{b^*}{a^*}))$.

O sistema CIE $L^*C^*h^*$ foi o sistema utilizado para expressar as cores obtidas, dado ser o sistema que se considerou ser mais facilmente perceptível (Figura 15).

Neste sistema o valor de L^* define a luminosidade da cor (mais clara ou mais escura) tendo como limites o preto e o branco e expressando-se em valores entre 0 (preto) e 100 (branco); o valor de C^* (croma) a saturação da cor, mais saturada para valores maiores e menos saturada para valores menores, sendo que $C=0$ expressa cores acromáticas, ou seja dentro do eixo do cinzento; o valor de h^* representará a tonalidade da cor (0° o vermelho; 90° o amarelo; 180° o verde e 270° o azul) (Mattsson & Sonesson, 2003).

De forma a quantificar a variação total na cor foi feita a transformação para ΔE^* - um número absoluto que indica a diferença de “sensação” na totalidade da cor, incluindo as componentes da luminosidade, tonalidade e saturação da cor - por via da fórmula:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.$$

Na fórmula anterior ΔL^* , Δa^* e Δb^* são calculados por via das fórmulas:

$\Delta L^* = (L^*i - L^*0)$, $\Delta a^* = (a^*i - a^*0)$ e $\Delta b^* = (b^*i - b^*0)$, e nas três fórmulas anteriores os valores representados por L^*0 , a^*0 e b^*0 representam a média dos valores iniciais da cor da flor logo após a sua colheita consoante os parâmetros L^* , a^* ou b^* da cor e os valores representados por L^*i , a^*i e b^*i representam a média dos valores obtidos nos dias 0, 3, 7, 10, 14, 21 ou 28 da experiência para os parâmetros L^* , a^* ou b^* em cada dia.

No caso da liofilização, da secagem por via de ar quente e da congelação os valores de L^*0 , a^*0 e b^*0 são os valores obtidos da cor da flor após a sua colheita, ou seja, antes da aplicação do tratamento, sendo possível a existência de diferença total de cor, na cor registada no dia 0 (após o tratamento) nestes casos.

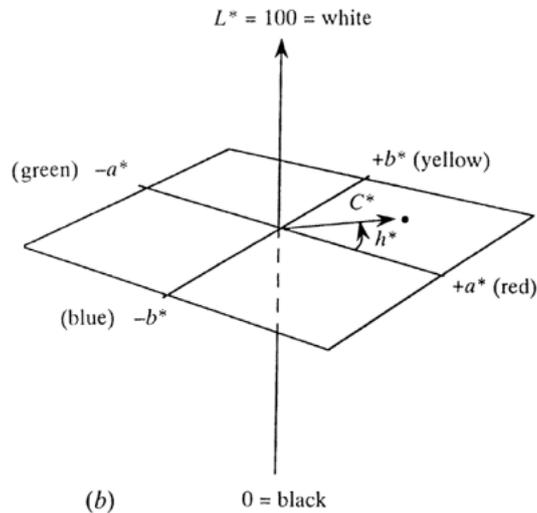


Figura 15 – Representação do sistema CIE $L^*C^*h^*$ utilizado nesta experiência para avaliar as componentes da cor.

De forma a obter uma medição da cor das flores foram efetuadas, sempre que possível, três medições em pétalas diferentes de cada flor, por via de um colorímetro CR-400 da Konica Minolta Sensing (Figura 16) e compilando os dados obtidos de cada leitura de forma a tratar estatisticamente mais tarde.



Figura 16 – Colorímetro CR-400 da Konica Minolta Sensing utilizado na experiência para a medição da cor das flores.

3.4.3. Variação relativa do diâmetro

O parâmetro da variação relativa do diâmetro foi utilizado alvejando medir o impacto do método de conservação utilizado na flor e seu aspeto (diminuição do tamanho/enrugamento da flor), sendo por isso um parâmetro mensurável para avaliar a qualidade da flor.

Para realizar estas medições foi utilizado o programa ImageJ versão 1.52a como demonstrado na Figura 17.

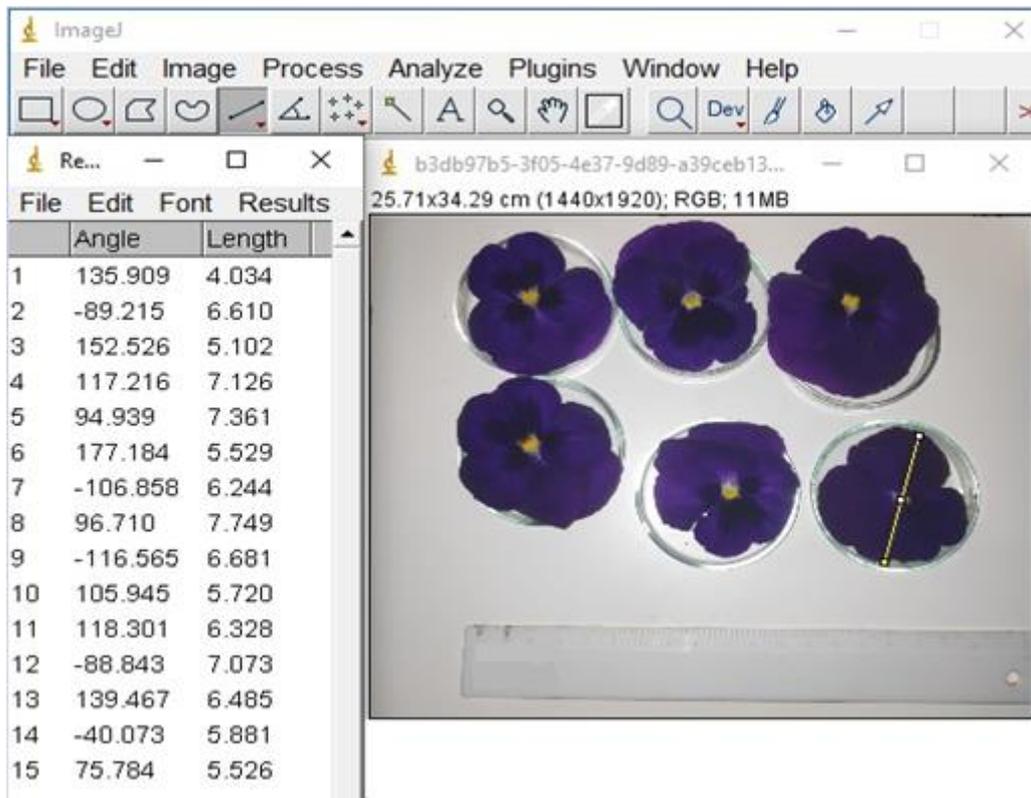


Figura 17 – Imagem do funcionamento do programa ImageJ onde se pode observar uma régua com 1 cm marcado como escala e as medições tiradas pelo programa a parte das flores utilizadas

Com os dados obtidos a partir das medições do programa ImageJ foi então realizado o cálculo da variação relativa do diâmetro por via da fórmula:

$$\frac{\text{Diâmetro}_{final} - \text{Diâmetro}_{inicial}}{\text{Diâmetro}_{inicial}}$$

Sendo neste caso o “Diâmetro inicial” o diâmetro da flor logo após esta ser colhida, antes da aplicação de qualquer tratamento e o “Diâmetro final” o diâmetro da flor após a aplicação de um dos tratamentos e ao fim de um dado período de tempo.

3.4.4. Aspeto global e hábitos de consumo de flores comestíveis

Como referido anteriormente, o aspeto global de uma flor é uma característica tida como subjetiva, uma vez que irá sempre depender do critério e expectativas de cada consumidor. Assim sendo, de forma a avaliar este parâmetro muito importante na comercialização das flores comestíveis foram efetuados registos fotográficos, com recurso a uma câmara fotográfica Sony Exmor RS, das flores (amores perfeitos e capuchinhas) durante o período do seu armazenamento.

A partir destes registos fotográficos foi tomada a decisão de descartar a hipótese de realizar um inquérito com as imagens captadas das capuchinhas, tendo esta decisão por base a grande degradação da aparência física das capuchinhas ao ponto de se ter considerado que as flores não serem apelativas para venda.

Com esta recolha de dados fotográficos, foram então concebidos questionários (na plataforma Google Forms) onde foi solicitado aos participantes que observassem um conjunto de 15 fotografias de amores perfeitos tendo sido pedido que o participante observasse em primeiro lugar todas as 15 flores deste segmento do questionário, avaliando apenas de seguida a qualidade de cada flor em termos da sua aparência global, consoante a escala fornecida – uma escala entre 0 e 10, sendo que nesta escala 0 representa péssima qualidade, 5 o limite de aceitabilidade e 10 representa excelente qualidade. Após cada imagem foi concedido aos participantes um espaço para que pudessem adicionar comentários relativamente a cada fotografia, caso achassem necessário, não sendo obrigatória a resposta neste campo.

As fotografias representavam amores perfeitos nos dias 0, 14 e 28 dos tratamentos de liofilização, secagem, refrigeração e controlo e ainda fotografias dos amores perfeitos após a retirada do ambiente de ultracongelação, nos momentos 0, ao fim de 30 minutos e ao fim de 45 minutos.

Não foram dadas indicações quanto à existência destes tratamentos aos participantes e as fotografias foram dispostas de forma aleatória no questionário, de forma a não influenciar a avaliação dos participantes. Foi também permitido aos participantes visualizar todas as flores em simultâneo e permitida a alteração da avaliação conferida em cada caso até ao momento em que o participante concluísse este capítulo, de forma a que fosse possível a visualização das 15 fotografias e só então dada uma avaliação final por parte do participante, novamente de forma a permitir uma avaliação sem condicionantes e o mais imparcial possível.

Desta forma esperava-se obter a perceção do consumidor acerca do produto após o seu tratamento pelos vários métodos e a aceitação do produto em função do seu tempo

de armazenamento (longevidade aceite pelo cliente – até que ponto é que o cliente acha o produto aceitável).

Além da avaliação da qualidade por via de imagens já referida, foram ainda acrescentadas à parte inicial do inquérito perguntas de carácter sociodemográfico, para que fosse possível definir o grupo de participantes a partir dessas mesmas questões, sendo elas: “Sexo do participante?”; “Em que faixa etária se inclui?”; “Grau de habilitações?”; “Rendimento mensal aproximado?”; “Já utilizou flores comestíveis para fazer infusões?”; “Já provou flores comestíveis no prato?”.

A partir destas duas últimas questões o participante foi direcionado consoante a sua resposta. Em caso afirmativo (já provou flores comestível no prato e/ou utilizou flores comestíveis em infusões) o participante passaria para uma secção do inquérito onde avaliaria a sua experiência de consumo de flores comestíveis e teria que responder a questões acerca dos seus hábitos de consumo de flores comestíveis, sendo elas: “Como avalia a sua experiência?”; “Em que momento(s) da refeição consumiu?”; “Que motivo(s) o levou a experimentar consumir flores comestíveis?”; “Qual o local(ais) onde costuma consumir?”; “Com que frequência consome?”.

Em caso de resposta negativa ou “Talvez/Não sei” assumiu-se que o participante nunca tinha consumido flores comestíveis (nem no prato nem utilizado em infusões), sendo encaminhado para uma secção onde apenas lhe era perguntado “O que o levaria a provar flores comestíveis?”. Todas as perguntas destes segmentos do inquérito eram de resposta múltipla.

Todo o questionário será disponibilizado em anexo para consulta das questões e opções de resposta.

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

*Obrigatório

Avaliação da qualidade

Na secção seguinte serão apresentadas 15 flores.

Pedimos que primeiro observe todas as flores deste questionário, avaliando apenas de seguida a qualidade de cada flor em termos da sua aparência global, consoante a escala fornecida.

Tenha em consideração que na escala 0 representa péssima qualidade, 5 o limite de aceitabilidade e 10 representa excelente qualidade.

Após cada imagem poderá fazer um comentário adicional sobre a mesma, não sendo obrigatória a resposta neste campo.

1. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

Figura 18 – Exemplo de uma das questões do inquérito realizado onde foi pedida uma classificação da flor consoante a escala apresentada, em relação à aparência global da mesma flor.

3.5. Análise estatística

No final da experiência, com os dados recolhidos foi realizada uma análise exploratória, de forma a retirar os outliers antes de proceder à análise estatística. Seguidamente, foram realizadas análises estatísticas ANOVA a dois fatores (tratamento e tempo) no software IBM® SPSS® Statistics versão 26.0.0.0 e consequentemente testes post-hoc de Tukey, sempre que foram detetadas diferenças significativas nos testes ANOVA ($p \leq 0,05$).

Quando foi verificada uma interação tratamento x tempo significativa foi posteriormente realizada para cada tratamento uma ANOVA a um fator para avaliar a influência do fator tempo e sempre que foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) foram realizados testes post-hoc de Tukey.

Foram igualmente analisados os dados resultantes do inquérito “Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis” realizado na plataforma Google Forms, com o intuito de inferir acerca dos hábitos de consumo de flores comestíveis e da qualidade das flores comestíveis após estas serem sujeitas a diferentes tratamentos com o intuito de aumentar a sua longevidade em prateleira. Nesta vertente foram obtidas 346 respostas num período de um mês tendo a parte do questionário referente à avaliação, por parte dos inquiridos, da qualidade das flores comestíveis após estas serem sujeitas a diferentes tratamentos sido tratada estatisticamente no final deste período utilizando novamente o programa IBM® SPSS® Statistics versão 26.0.0.0. Este tratamento estatístico baseou-se na realização de uma análise estatística dos dados recolhidos no questionário por via de um Teste não paramétrico de Kruskal Wallis (tratamento e tempo) no software IBM® SPSS® Statistics versão 26.0.0.0 e consequentemente testes post-hoc de comparação múltipla, sempre que foram detetadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$).

4. Resultados e Discussão

A partir deste momento passarão a ser apresentados e interpretados todos os dados resultantes da metodologia descrita anteriormente.

Primeiramente serão apresentados os dados relativos ao teor de água, variação do diâmetro e cor no caso dos amores perfeitos e posteriormente no caso das capuchinhas, sendo que neste caso será feita uma distinção para o caso da congelação, pela questão do tempo decorrido não ser igual aos restantes tratamentos. Posteriormente será apresentado um capítulo com todas as imagens das flores ao longo do tempo após os diferentes tratamentos, de forma a permitir uma imagem mais global sobre as conclusões que serão tiradas posteriormente sobre o ensaio. Por fim será apresentado um capítulo referente ao inquérito “Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis” realizado de forma a complementar este estudo.

4.1. *Viola wittrockiana*

Nesta secção serão abordados os dados obtidos após a exposição dos amores perfeitos aos diferentes métodos de conservação e posterior armazenamento a que foram alvo neste estudo – liofilização seguida de armazenamento refrigerado, secagem por via de ar quente (a partir deste momento referida apenas como secagem) seguida de armazenamento refrigerado, armazenamento em ambiente refrigerado a 4 °C (a partir deste momento referida apenas como refrigeração), armazenamento em ambiente não refrigerado (a partir de agora referido como controlo) e armazenamento em ambiente de ultracongelação (a partir deste momento referida como congelação).

Primeiramente, serão analisados em conjunto os efeitos dos tratamentos e do tempo e em caso da interação ter um efeito significativo entre a tecnologia de conservação e o tempo será realizada uma análise ANOVA a um fator para cada tecnologia para melhor compreensão.

4.1.1. Tratamentos de liofilização, secagem, refrigeração e controlo

- Teor em água

Quanto ao teor em água as flores sujeitas aos tratamentos de secagem e liofilização apresentaram um teor muito mais baixo que os outros tratamentos nos dias iniciais ($0,017 \pm 0,003 \text{ m.m}^{-1}$ e $0,014 \pm 0,004 \text{ m.m}^{-1}$, respetivamente), caso óbvio derivado dos tratamentos implicarem aplicação de calor e remoção da água de forma a potenciar a preservação, e mantiveram esses mesmos valores ao longo de toda a experiência (Figura 19). No caso do controlo foi possível observar um decréscimo muito acentuado ao longo dos 10 primeiros dias (de $0,94 \pm 0,06 \text{ m.m}^{-1}$ para $0,14 \pm 0,05 \text{ m.m}^{-1}$), que culminou com valores semelhantes aos obtidos na secagem e liofilização ($0,018 \pm 0,001 \text{ m.m}^{-1}$), podendo assim concluir que ocorreu uma secagem rápida das flores após a colheita quando estas foram armazenadas em ambiente não refrigerado, sendo que esta secagem também teve impacto no aspeto das flores dado estas serem maioritariamente constituídas por água (Figura 19). Por outro lado, nas flores sujeitas a refrigeração a 4 °C foi possível observar um declínio muito mais suave em termos de teor em água, mantendo valores acima de 50% ao longo da maior parte dos dias, apenas baixando desse valor após 28 dias, registando mesmo assim os valores mais elevados ($0,33 \pm 0,03 \text{ m.m}^{-1}$) (Figura 19).

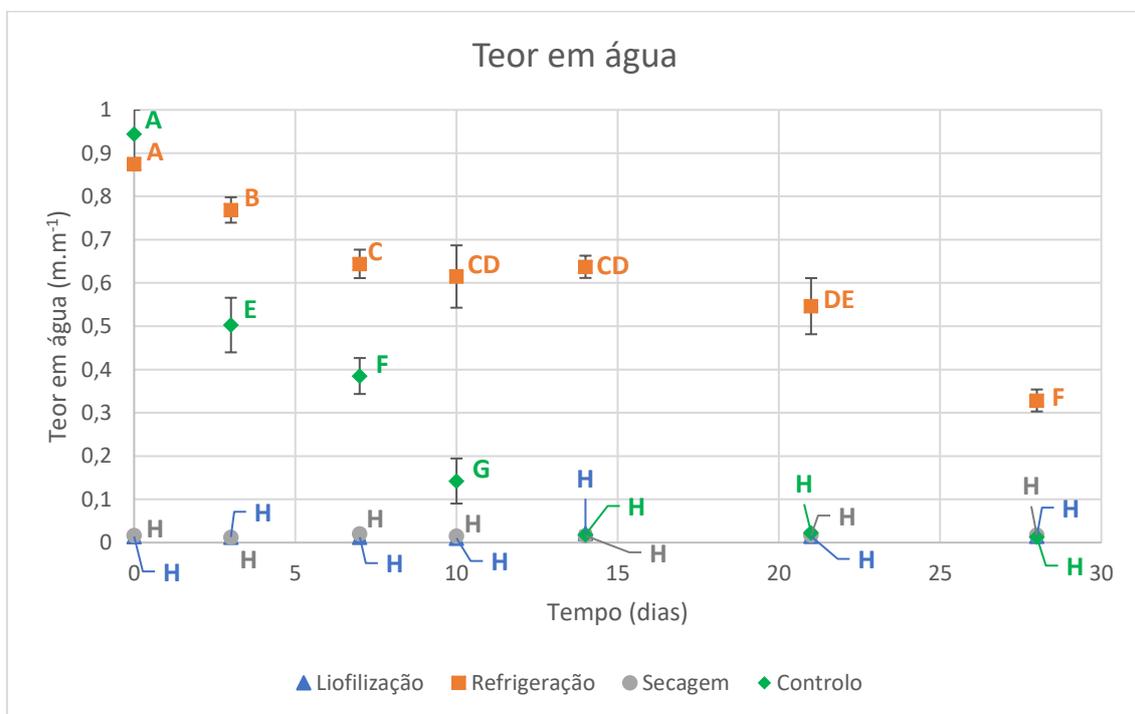


Figura 19 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

Assim podemos concluir que a refrigeração é de facto benéfica na manutenção da água na flor, que potenciará a manutenção da sua estrutura física, uma vez que as flores são maioritariamente constituídas por água, mas poderá também levar a mais rápida deterioração dada a maior atividade da água favorecer as reações enzimáticas e o crescimento microbiano.

Individualizando os casos do teor de água dos amores perfeitos após liofilização e acondicionamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 (Figura 20A) e dos amores perfeitos após secagem e acondicionamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 dias (Figura 20B), podemos concluir que em ambos os casos não ocorreram diferenças significativas no teor de água das flores ao longo do tempo tendo no caso da liofilização apresentado um teor de água médio de $0,014 \pm 0,0036 \text{ m.m}^{-1}$, e no caso da secagem um teor de água médio de $0,016 \pm 0,004 \text{ m.m}^{-1}$. Sendo observável em ambos os casos que os tratamentos de liofilização e secagem são responsáveis pela perda de água inicial, para valores muito inferiores aos registados inicialmente nas flores refrigeradas ou do controlo, mantendo no entanto esses valores de teor de água ao longo dos 28 dias de experiência que se seguiram ao tratamento.

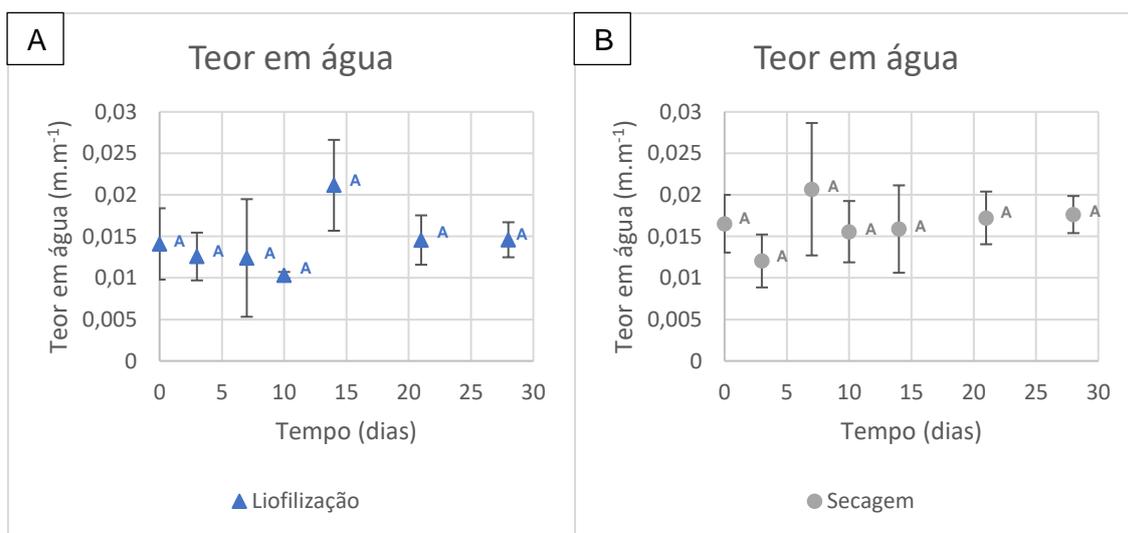


Figura 20 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos ao observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

A manutenção do teor em água dos amores perfeitos é um bom indicador ao nível da manutenção aspeto físico da flor, apesar de não se poder julgar o aspeto físico tendo apenas por base este resultado. No entanto as flores liofilizadas e secas poderão ter finalidades distintas das refrigeradas e do grupo controlo, podendo ser mais propícias para a venda para infusões, até pelo seu potencial de reidratação quando em contacto com a água. A diminuição inicial do teor em água obtida devido aos tratamentos de

liofilização e secagem vai de encontro ao que é defendido por Pržić, *et al.* (2004) e Orikasa, *et al.* (2014), respetivamente.

Ao contrário, o teor em água ao longo dos 28 dias dos amores perfeitos acondicionados em ambiente refrigerado sofreram diferenças significativas com um grau de confiança de 95% (Figura 21A). Os valores de teor em água mais elevados ocorreram nos dias 0 e 3 ($0,88 \pm 0,007 \text{ m.m}^{-1}$ e $0,77 \pm 0,03 \text{ m.m}^{-1}$, respetivamente), diminuindo para os dias 7, 10, 14 e 21 (sem diferenças significativas entre si) e diminuindo novamente para o dia 28 ($0,33 \pm 0,03 \text{ m.m}^{-1}$). O mesmo cenário repete-se no relativamente ao teor em água dos amores perfeitos acondicionados em ambiente não refrigerado ao longo dos primeiros 14 dias do ensaio (Figura 21B), tendo sido obtidos os valores mais elevados de teor em água no dia 0 ($0,94 \pm 0,06 \text{ m.m}^{-1}$) e diminuindo sucessivamente em todos os dias registados até atingir o valor mais baixo no dia 14 ($0,018 \pm 0,001 \text{ m.m}^{-1}$). Do dia 14 até ao dia 28 não se registaram diferenças significativas ao nível do valor do teor de água, tendo-se mantido.

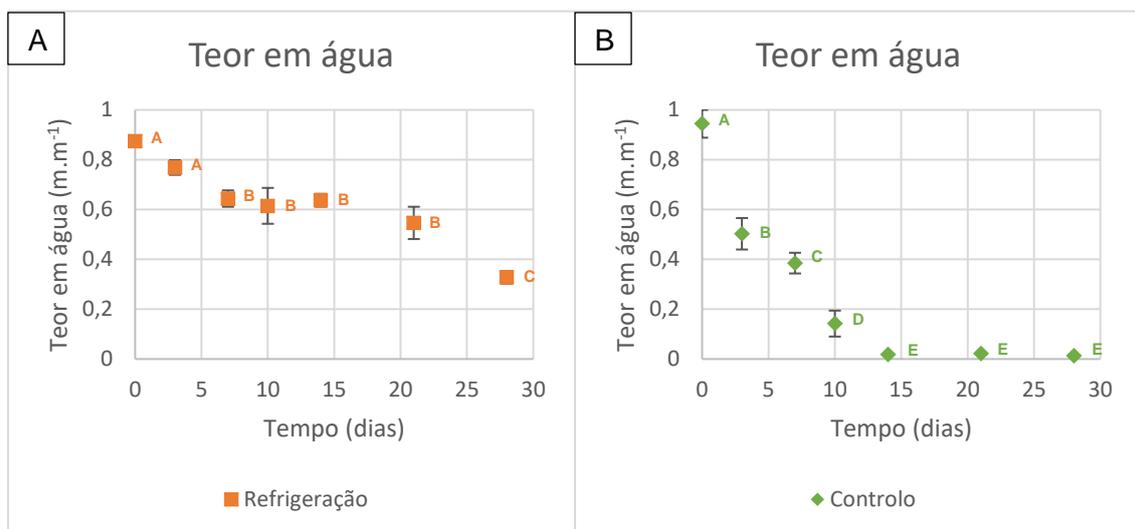


Figura 21 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

De entre os decréscimos do teor em água das flores registados nas flores refrigeradas e nas flores armazenadas em ambiente não refrigerado é possível diferenciar um decréscimo mais tardio e menos acentuado (devido à diminuição da taxa de transpiração das flores neste meio) no caso das flores refrigeradas relativamente ao decréscimo mais acentuado e precoce que ocorreu no caso das flores do grupo controlo, sendo que neste caso as flores apresentam teores de água semelhantes aos da liofilização e secagem ao fim de 14 dias. Assim é possível afirmar que ocorreu uma secagem das flores no caso do controlo e um efeito positivo da refrigeração na

conservação dos amores perfeitos quanto à manutenção do aspeto físico e qualidade da flor, sendo o melhor método de preservação para este caso. O método de refrigeração retardou a perda de água das flores, devido à redução da taxa de transpiração destas, o que lhes permite manter a sua estrutura física (a flor é quase só constituída por água) mantendo a flor com aspeto mais apelativo, tendo no entanto as desvantagens associadas à presença da água no produto (atividade enzimática, desenvolvimento microbiano, etc).

Os resultados obtidos de perda de teor em água ao longo do tempo nos tratamentos de refrigeração e no controlo são corroborados pelos estudos de Galati, *et al.* (2020) e Vilas Boas (2000) onde se obtiveram resultados semelhantes.

- Variação relativa do diâmetro

No caso da variação relativa do diâmetro não ocorreram diferenças significativas ao longo do tempo nos diâmetros registados para os casos da secagem e da liofilização (Figura 22), apresentando-se, contudo, como flores mais pequenas devido ao tratamento recebido (com diminuições médias relativas de diâmetro de $-0,64 \pm 0,03$ e $-0,45 \pm 0,07$ respetivamente). Nos casos da refrigeração e controlo, foi possível observar que as flores iniciam com um tamanho maior, fruto de não sofrerem nenhum tratamento que altere a sua estrutura (sem diminuições ou ganhos de diâmetro neste caso), e ocorrendo um decréscimo a partir do dia 0 que se acentua principalmente nos dias finais do ensaio culminando com variações relativas do diâmetro de $-0,28 \pm 0,004$ no caso da refrigeração e de $-0,39 \pm 0,16$ cm no caso do controlo (perdas de diâmetro).

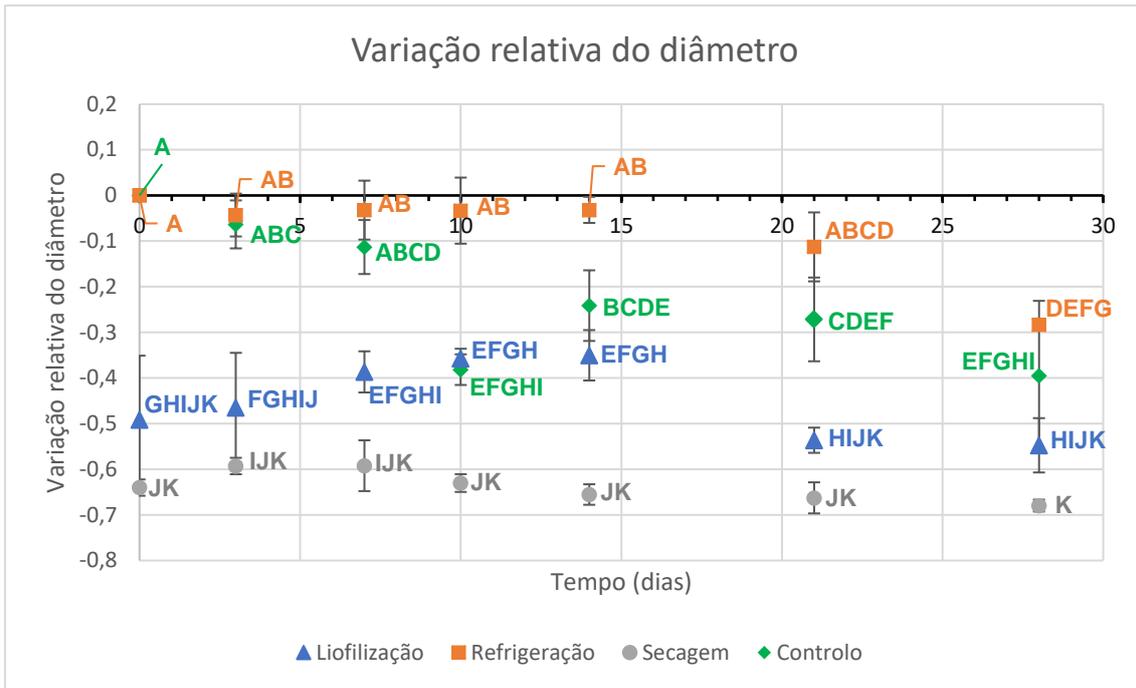


Figura 22 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Apesar de não muito refletido no parâmetro da variação relativa do diâmetro as flores do controlo foram as que sofreram mais alterações ao longo do tempo, não tendo algumas das alterações como acastanhamento ou o facto da flor começar logo nos primeiros dias a enrugar tido impacto significativo que as diferenciasses das flores refrigeradas (que se encontraram constantemente em melhor estado) no critério de diâmetro.

Pode afirmar-se com um grau de confiança de 95% que não ocorreram diferenças significativas relativamente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos após liofilização e acondicionamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 dias de experiência (Figura 23A), tendo estas uma variação relativa de diâmetro média de $-0,45 \pm 0,0671$ (perda de diâmetro).

Por outro lado, ocorreu uma diminuição do diâmetro das flores ao fim de 28 dias após serem secas e acondicionadas em ambiente refrigerado, registando-se as menores perdas de diâmetro nos dias 3 e 7 ($-0,59 \pm 0,02$ e $-0,59 \pm 0,06$ respetivamente) e as maiores perdas de diâmetro no dia 28 ($-0,68 \pm 0,01$). Os valores registados nos dias 0, 7, 14 e 21 não apresentaram diferenças significativas nem entre si, nem relativamente aos restantes dias do ensaio (Figura 23B).

De entre os dois casos supracitados, as flores liofilizadas mantiveram o seu aspeto físico relativamente ao parâmetro do diâmetro após o tratamento, ao contrário da

secagem que registou perdas significativas ao nível do diâmetro, e tiveram uma menor perda de diâmetro em relação à secagem, sendo assim a liofilização o tratamento mais benéfico entre os dois do ponto de vista do aspeto físico da flor que está intimamente relacionado com a qualidade desta.

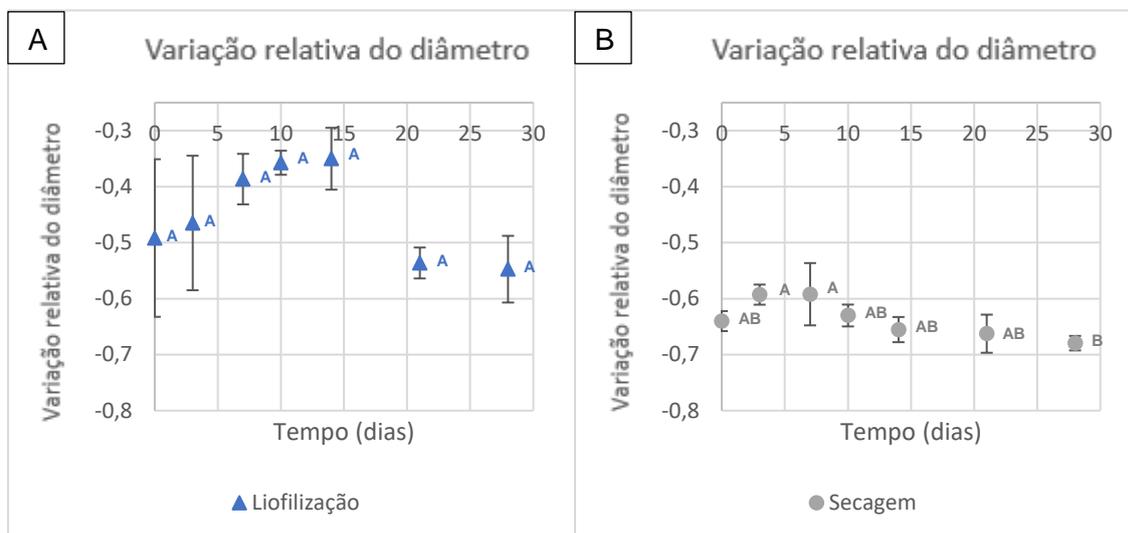


Figura 23 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Em ambos os casos foi possível verificar que os valores obtidos foram bastante inferiores aos obtidos inicialmente na refrigeração e no controlo, o que é natural dado os processos de liofilização e secagem derivado dos métodos aplicados para a secagem e liofilização implicarem esta perda de tamanho, não sendo este facto necessariamente negativo uma vez que as flores liofilizadas e secas poderão ter finalidades distintas das refrigeradas e do grupo controlo, como já referido anteriormente.

Resultados semelhantes aos obtidos, ao nível da perda de diâmetro após a exposição a estes tratamentos foram também obtidos por Chen, *et al.*, (2000) e Singh & Dhaduk (2005), para a secagem e a liofilização, respetivamente.

Quanto aos casos do armazenamento em ambiente refrigerado durante 28 dias (refrigeração) e do armazenamento em ambiente não refrigerado durante 28 dias (controlo), ocorreram nos dois casos decréscimos em relação à variação relativa do diâmetro das flores ao longo do tempo. No entanto, no caso das flores refrigeradas apenas ocorreram diferenças significativas no dia 28, onde se registou a maior perda de diâmetro ($-0,28 \pm 0,00407$). Os dias 0, 3, 7, 10, 14 e 21 apresentaram menores perdas de diâmetro e não diferiram significativamente entre si (Figura 24A).

No caso do grupo controlo o decréscimo de diâmetro observado é sucessivo ao longo do tempo e mais vincado relativamente ao observado na refrigeração, tendo sido

registada a menor variação relativa de diâmetro no dia 0 (onde não ocorreu variação relativa do diâmetro), o dia em que as flores foram colhidas, decrescendo progressivamente até ao dia 10 ($-0,38 \pm 0,0336$) a partir deste dia não foram registadas diferenças significativas até ao dia 28 ($-0,39 \pm 0,164$) (Figura 24B).

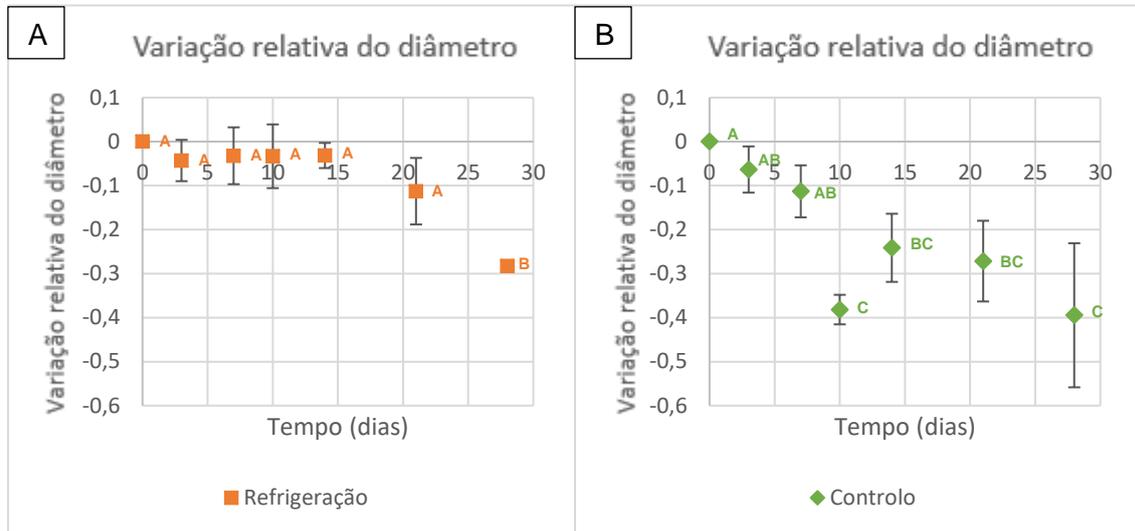


Figura 24 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

Em suma, ocorreu uma diminuição do diâmetro dos amores perfeitos em ambos os casos tratados (refrigeração e controlo), sendo que no caso da refrigeração esta diminuição apenas foi notória no último dia do ensaio (dia 28), enquanto que no caso do controlo a perda de diâmetro foi mais precoce e maior ao longo do tempo. Apesar de em ambos os casos ter ocorrido uma perda relativamente ao aspeto físico da flor, a refrigeração apresenta-se como menos prejudicial neste aspeto, dado que neste tratamento se obtiveram flores com diâmetros muito mais próximos do inicial quando comparado com o controlo.

Os resultados obtidos em ambos os tratamentos são idênticos aos descritos por Biran & Halevy (1974) onde também foi obtida uma diminuição mais acentuada do diâmetro no caso de flores mantidas à temperatura ambiente relativamente às mantidas em ambiente refrigerado.

- Parâmetro L* da cor

No caso do parâmetro da cor L*, foi possível observar uma tendência clara dos tratamentos de liofilização e secagem para a manutenção da luminosidade apresentada depois do dia 0 com o tempo de armazenamento. Por outro lado, é possível observar

um aumento a partir do dia 21 na refrigeração e o controlo apresentou um aumento significativo com o tempo, de $19,52 \pm 0,79$ no dia 0, para $31,30 \pm 10,19$ no dia 28 sendo este o valor mais elevado registado para o parâmetro L^* neste dia, ou seja, no caso do controlo obtiveram-se cores mais luminosas/claras com o tempo.

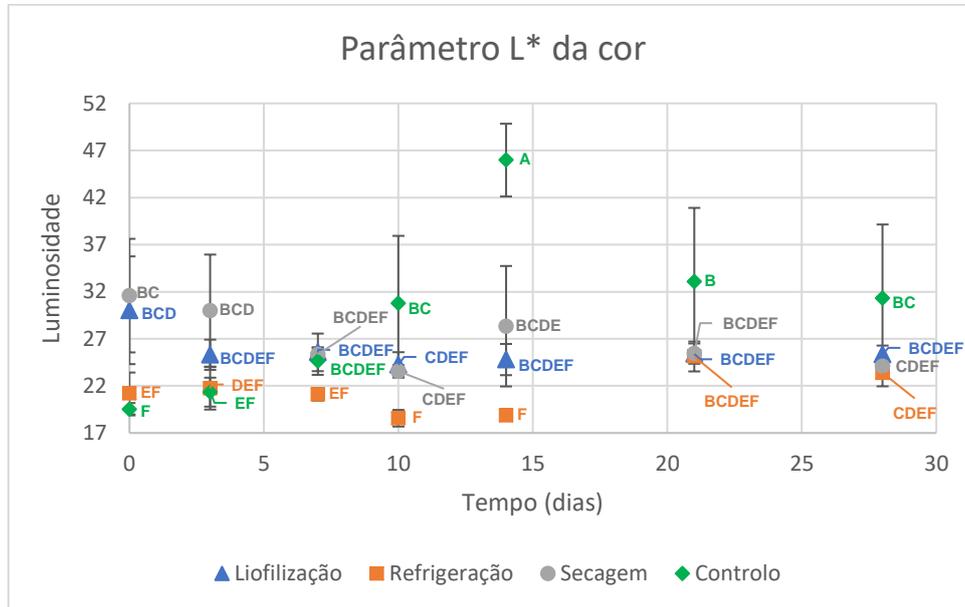


Figura 25 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L^* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

Apesar deste facto, não foram registados valores significativamente diferentes em relação aos restantes tratamentos ao fim de 28 dias (Figura 25), concluindo-se que tendo por base este parâmetro não podemos afirmar nenhum dos tratamentos como melhor em relação aos restantes.

Tendo por base a Figura 26 A e B é possível verificar a diminuição do parâmetro L^* (luminosidade) da cor dos amores perfeitos tanto no caso da liofilização e acondicionamento em ambiente refrigerado após a colheita das flores (Figura 26A) como no caso da secagem e acondicionamento em ambiente refrigerado após a colheita das flores (Figura 26B). No caso da liofilização o valor mais elevado relativo à luminosidade da cor dos amores perfeitos foi registado no dia 0 ($30,03 \pm 5,72$) decrescendo para os dias 10 e 14 ($24,24 \pm 1,34$ e $24,80 \pm 1,66$, respetivamente) onde foram registados os valores mais baixos de luminosidade da cor, não sendo estes dois últimos significativamente diferentes entre si. Todos os valores registados nos restantes dias do ensaio (3, 7, 21 e 28) não se apresentaram significativamente diferentes nem entre si, nem dos restantes valores registados nos dias 10, 14 ou 0.

Da mesma maneira, na secagem foi registado o valor mais elevado da luminosidade da cor dos amores perfeitos no dia 0 ($31,59 \pm 6,03$) e o menor valor no dia 10 ($23,56 \pm 0,649$), não apresentando os restantes dias do ensaio (3, 7, 14, 21 e 28) diferenças significativas entre si ou dos restantes valores registados nos dias 0 ou 10.

Ambos os tratamentos apresentaram valores de luminosidade semelhantes entre si, tendo as flores apresentado cores menos luminosas com o tempo, no entanto os valores registados foram superiores aos valores apresentados inicialmente nas flores do controlo e refrigeradas, sendo este facto explicado pela ação que os tratamentos de liofilização e secagem têm na cor.

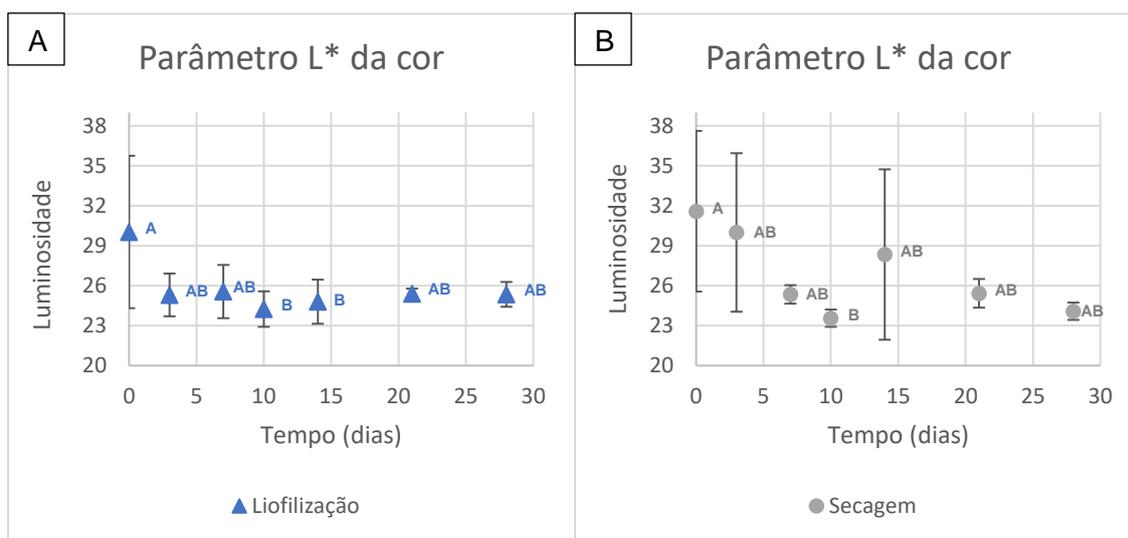


Figura 26 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

A alteração observada da luminosidade da cor dos amores perfeitos não é benéfica do ponto de vista da manutenção do seu aspeto físico, sendo que este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade, uma vez que também a tonalidade e saturação terão impacto na cor da flor, além de outros fatores como o diâmetro, estrutura física, ou lesões nas flores que também terão peso na sua qualidade.

Relativamente à luminosidade da cor dos amores perfeitos após refrigeração e após armazenamento em ambiente não refrigerado (controlo) ocorreu um aumento em ambos os casos, tendo-se registado, no caso da refrigeração os valores os mais baixos nos dias 10 e 14 ($18,57 \pm 0,88$ e $18,86 \pm 0,54$, respetivamente) e os mais elevados no dia 21 ($25,12 \pm 1,59$) não diferindo significativamente do dia 28 (Figura 27A). No caso do controlo os valores mais baixos foram registados no dia 0 ($19,52 \pm 0,656$) e os valores

mais elevados foram registados no dia 14 ($45,98 \pm 3,864$), ocorrendo de seguida um decréscimo significativo para os dias 21 e 28 ($33,08 \pm 7,819$ e $31,30 \pm 7,836$, respetivamente), mantendo-se no entanto como valores significativamente superiores ao registado no dia 0 (Figura 27B). Os valores significativamente superiores registados no dia 14 do controlo poderão ter resultado de fatores não controlados, como por exemplo pela escolha das flores, qualquer anomalia com a caixa onde foram acondicionadas as flores, nomeadamente na selagem destas, ou qualquer outro erro experimental, no entanto estes valores não contrariam os resultados gerais onde se regista um aumento ao longo do tempo em relação aos valores de L*.

No grupo controlo foram obtidas cores mais luminosas dos amores perfeitos ao final de 28 dias relativamente ao dia em que as flores foram colhidas, aproximando-se dos valores obtidos na secagem e na liofilização. É também possível observar uma maior luminosidade da cor dos amores perfeitos armazenados em ambiente não refrigerado relativamente aos amores perfeitos refrigerados, o que, apesar desta alteração ser prejudicial relativamente à manutenção do aspeto físico em ambos os casos, torna o caso da refrigeração superior neste ponto de vista relativamente ao controlo.

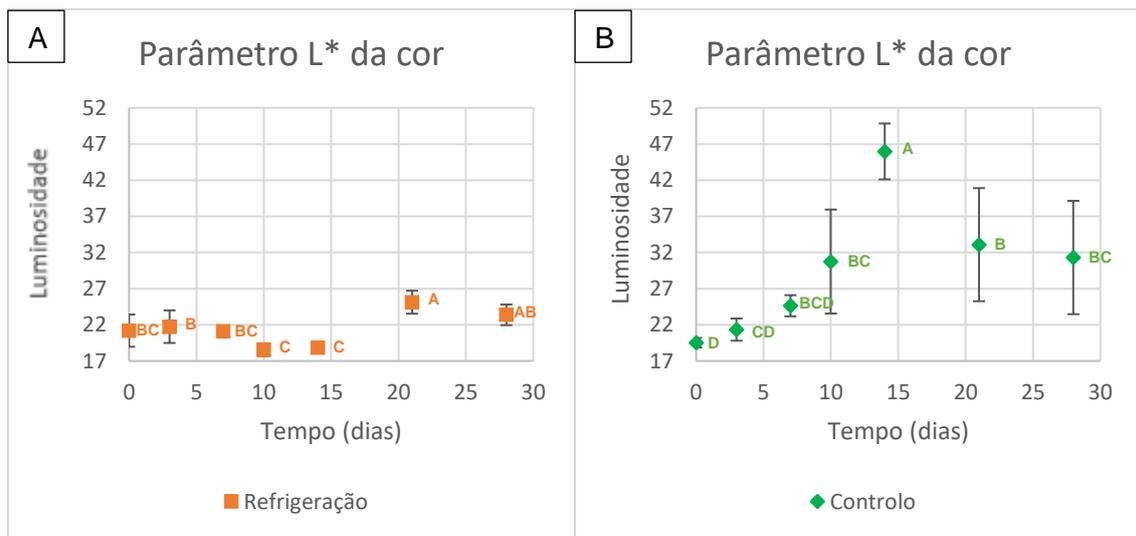


Figura 27 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade, uma vez que também a tonalidade e saturação terão impacto na cor da flor, além de outros fatores como o diâmetro, estrutura física, ou lesões nas flores.

- Parâmetro C* da cor

Em relação ao parâmetro C* da cor foi possível observar, na Figura 28, que os valores tenderam a diminuir significativamente ao longo do tempo tanto no caso do controlo como também no caso da refrigeração, com uma diminuição mais abrupta do controlo em relação à refrigeração. Por outro lado, foi possível observar uma subida dos valores registados no dia 3 em relação ao dia 0 no caso da secagem e liofilização, tendo nos dias seguintes assumido uma tendência de manutenção dos valores até ao final do ensaio.

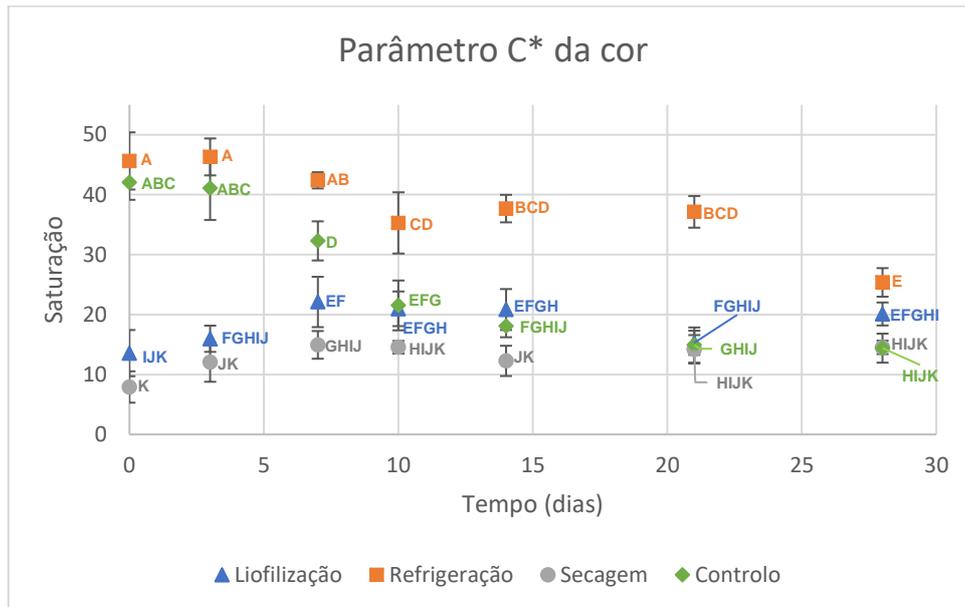


Figura 28 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

No final do ensaio os valores obtidos entre os tratamentos de secagem, liofilização e o controlo não apresentaram diferenças significativas, tendo a refrigeração sido significativamente superior ($25,37 \pm 2,38$) ao nível da saturação da cor em relação aos tratamentos de secagem e controlo, mas não da liofilização ($20,10 \pm 1,92$). Permitindo a conclusão de que as cores obtidas no final da experiência tenderam para valores de saturação semelhantes apesar dos diferentes tratamentos.

Na Figura 29 A e B encontram-se representados os aumentos relativamente ao parâmetro C* (saturação) da cor dos amores perfeitos após terem sido sujeitos aos tratamentos de liofilização e armazenamento em ambiente refrigerado durante 28 dias e secagem e armazenamento em ambiente refrigerado durante 28 dias, respetivamente. No que diz respeito saturação da cor das flores após a liofilização (Figura 29A) os valores mais baixos ocorreram no dia 0 ($13,56 \pm 3,86$) e os mais elevados no dia 7

(22,10 ± 4,20). Os dias 3, 10, 14, 21 e 28 não apresentaram diferenças significativas entre si e apenas os dias 3 e 21 apresentaram valores significativamente menores em relação ao dia 7. Os valores obtidos no dia 21, apesar de significativamente inferiores aos valores obtidos no dia 7, não se apresentam significativamente diferentes dos valores apresentados nos dias 10, 14 e 28. Contribuindo para a conclusão tirada, dada a manutenção da saturação com valores mais elevados do que os obtidos no dia 0, a partir do dia 7 até ao dia 28, sendo este dia (dia 21) apenas um caso que poderá ser explicado por eventuais erros não controláveis, como por exemplo as flores escolhidas inicialmente já terem à partida uma saturação menor que não foi distinguida a olho nu no processo inicial de seleção.

A saturação da cor dos amores perfeitos após serem secas e acondicionadas em ambiente refrigerado durante 28 dias foi menor no dia 0 (7,92 ± 2,62) tendo aumentado significativamente nos dias 7, 10, 14, 21 e 28 que registaram um valor médio de 14,1 ± 1,88. Os valores que se registaram no dia 3 não diferiram significativamente de nenhum dos valores registados nos dias do ensaio (Figura 29B).

Foi notório que os amores perfeitos tanto após a liofilização como também após a secagem, apresentaram saturações da cor menores do que as registadas no controlo e na refrigeração para este parâmetro, o que pode ser explicado pelo impacto dos tratamentos ao nível da cor. Com o tempo ambos os tratamentos registaram aumentos relativamente à saturação da cor apresentando sempre a liofilização uma saturação de cor superior (mais próxima da saturação original) relativamente à secagem.

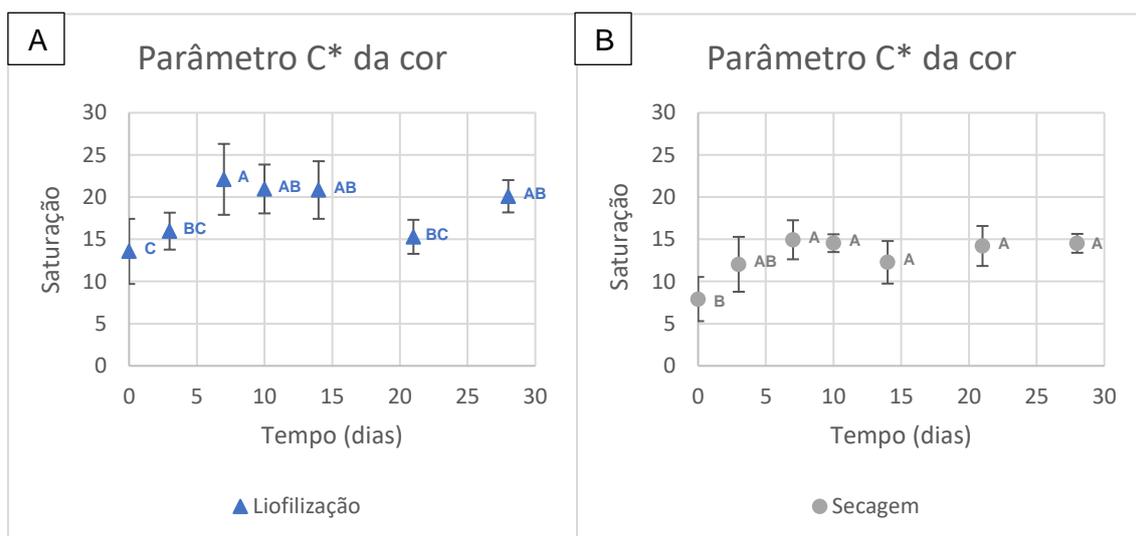


Figura 29 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

As alterações de saturação registadas nos tratamentos não são benéficas do ponto de vista da manutenção da aparência da flor, no entanto este critério só por si não poderá ser utilizado para definir a alteração do aspeto e conseqüentemente o seu impacto na qualidade da flor, tendo que ser conjugado com os restantes parâmetros de cor e outros critérios como o diâmetro, lesões na flor, ou outros parâmetros observáveis *in loco*.

Pelo contrário, ocorreu no caso da refrigeração e do grupo controlo uma diminuição da saturação da cor dos amores perfeitos com o tempo. Os dias onde se registaram os maiores valores de saturação da cor na refrigeração foram os dias 0 e 3 ($45,64 \pm 4,77$ e $46,31 \pm 3,08$, respetivamente) seguindo-se um decréscimo até ao dia 28 onde se registaram os valores mais baixos da saturação da cor das flores ($25,37 \pm 2,38$). Para o caso do controlo os valores mais elevados de saturação da cor registaram-se nos dias 0 e 3 ($42,07 \pm 2,92$ e $41,1 \pm 5,32$, respetivamente) diminuindo sucessivamente em todos os dias registados até atingir os valores mais baixos nos dias 21 e 28 ($14,92 \pm 2,94$ e $14,39 \pm 2,42$, respetivamente), sendo que estes dois dias não registaram diferenças significativas entre si.

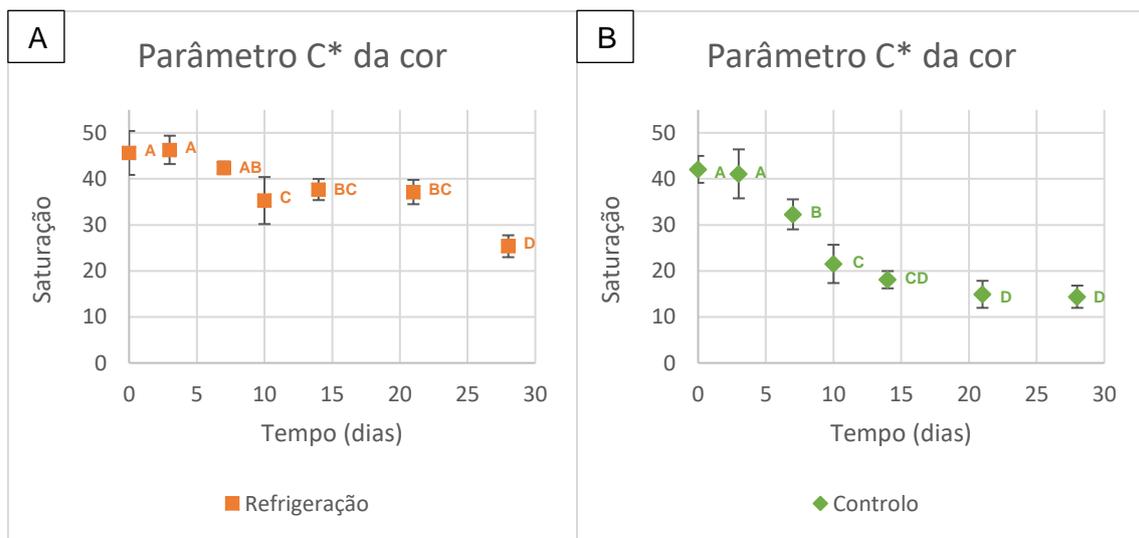


Figura 30 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

De entre os dois casos apresentados a saturação da cor dos amores perfeitos do controlo é a que diminui mais com o tempo, atingindo valores próximos aos registados na liofilização, ao contrário da refrigeração que tem uma diminuição da saturação mais ténue ao longo do tempo e não atinge valores tão baixos. Por este motivo, ter-se-ia de eleger a refrigeração como o tratamento mais benéfico relativamente à saturação da cor dos amores perfeitos, dado que mantém níveis mais elevados, sendo que é possível

afirmar que em ambos os casos a alteração da saturação da cor dos amores perfeitos tem impacto no aspeto físico da flor.

- Parâmetro h^* da cor

Relativamente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade) dos amores perfeitos não foram registadas diferenças significativas entre os 4 tratamentos nem no dia inicial nem ao final de 10 dias, apenas sendo registadas diferenças significativas ao fim de 14, 21 e 28 dias destacando-se os resultados obtidos no controlo para valores mais baixos em relação aos grupos de liofilização, secagem e refrigeração (Figura 31). Os grupos de liofilização, secagem e refrigeração não registaram diferenças significativas entre si em relação à tonalidade da cor das flores ao longo dos 28 dias do ensaio.

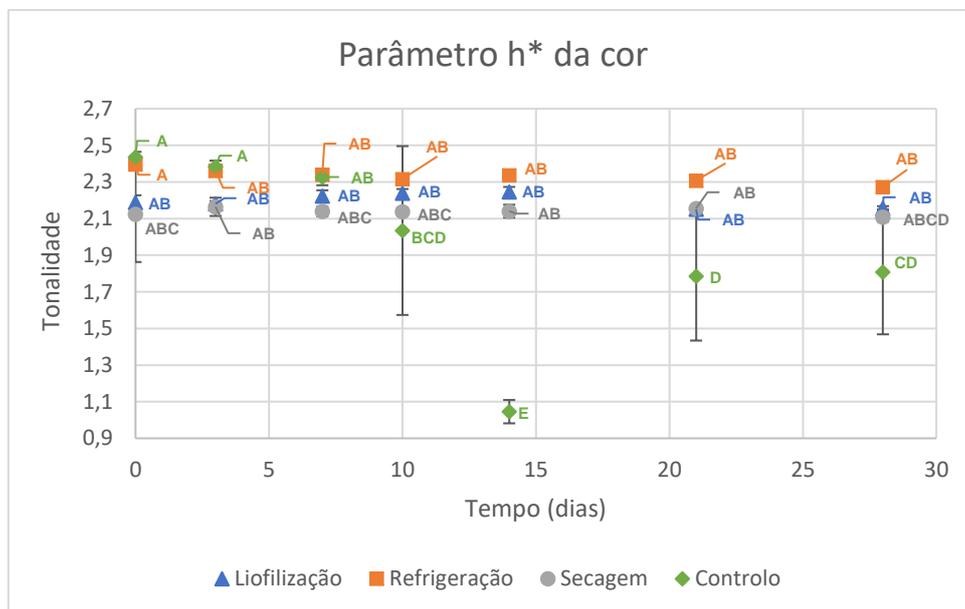


Figura 31 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Pode-se assim afirmar que todos os tratamentos, exceto o controlo, potenciaram a manutenção da tonalidade da cor semelhante à inicial enquanto que o controlo apresentou diferenças na tonalidade da cor apresentada nos últimos dias do ensaio (14, 21 e 28) em relação aos primeiros (0 e 3), sendo o pior tratamento relativamente a este parâmetro.

É possível observar na Figura 32 A e B que tanto na liofilização como na secagem ocorreu uma manutenção da tonalidade da cor dos amores perfeitos, em valores semelhantes nos dois casos, sendo, no entanto, inferiores aos valores da tonalidade inicial da cor das flores (aproximadamente 2,4). Da parte da liofilização (Figura 32A) o

dia 7 apresenta diferenças significativas em relação aos dias 21 e 28, no entanto não difere dos dias 0 e 3, não se opondo assim à hipótese da manutenção da tonalidade dos amores perfeitos neste caso, por outro lado os dias 10 e 14 apesar de significativamente superiores poderão ter sido fruto de fatores aleatórios, como por exemplo pela escolha das flores que a olho nu aparentar serem semelhantes, não o sendo no entanto após uma análise mais rigorosa e instrumental ou, qualquer problema relacionado com o acondicionamento como por exemplo na selagem da caixa onde foram acondicionadas as flores, ou qualquer outro erro aleatório não controlável e fruto do acaso. Na secagem não ocorreram diferenças significativas relativamente ao parâmetro h^* da cor dos amores perfeitos após a colheita, secagem e acondicionamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 dias de experiência (Figura 32B), tendo estas um valor médio para a tonalidade (parâmetro h^* da cor) de $2,14 \pm 0,19$.

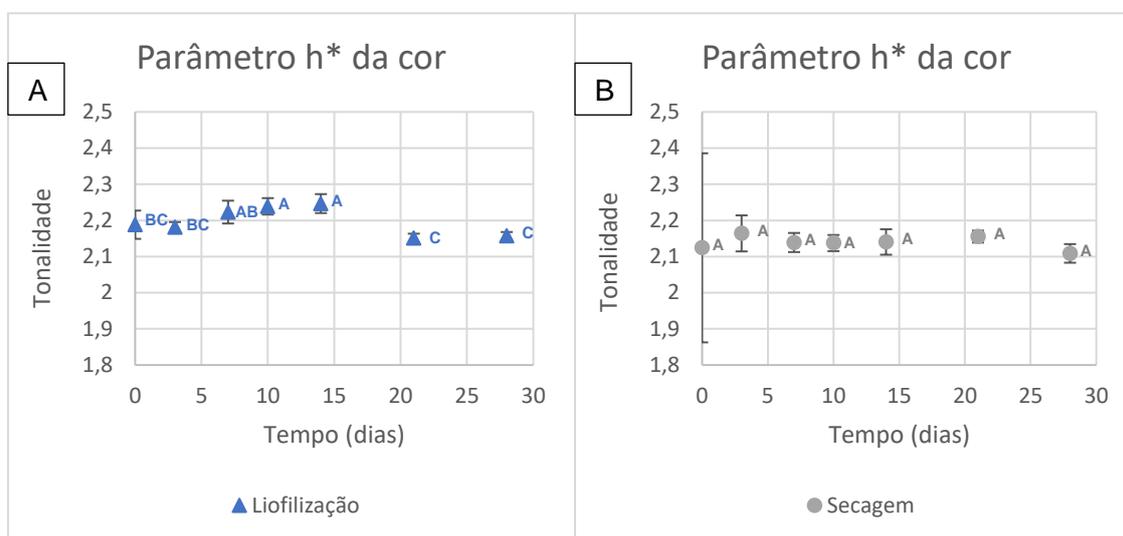


Figura 32 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Em ambos os casos a manutenção da tonalidade inicial da cor dos amores perfeitos é um bom indicador para a manutenção do aspeto físico das flores (intrinsecamente ligado à qualidade). No entanto este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade, uma vez que a também a saturação e a luminosidade terão impacto na cor da flor, além de outros fatores como o diâmetro, estrutura física, ou lesões nas flores que também terão peso na altura de avaliar a flor quanto à sua qualidade.

Por oposição, a refrigeração e o controlo potenciaram um decréscimo na tonalidade da cor dos amores perfeitos após 28 dias, sendo registado no dia 0 os valores mais elevados relativamente à tonalidade da cor em ambos os casos (refrigeração $2,40 \pm$

0,03 e controlo $2,44 \pm 0,03$) e no dia 28 os valores mais baixos de tonalidade da cor, no caso da refrigeração ($2,27 \pm 0,02$) (Figura 33A) e nos dias 14, 21 e 28 ($1,05 \pm 0,06$; $1,78 \pm 0,35$ e $1,81 \pm 0,34$, respetivamente), no caso do controlo (Figura 33B), sendo notória a maior perda de tonalidade e mais precoce no caso do controlo relativamente à refrigeração (perda de tonalidade menor e mais gradual). Os valores mais extremados registados no dia 14 do controlo apesar de significativamente diferentes poderão ter sido fruto de fatores não controlados, como por exemplo pela escolha das flores ou mesmo o facto de algumas flores terem apresentado acastanhamento das suas pétalas de forma prematura, qualquer anomalia com a caixa onde foram acondicionadas as flores, nomeadamente na selagem destas, ou qualquer outro erro não controlável e fruto do acaso. No entanto estes valores, apesar de mais extremados, mantêm-se em linha com a conclusão tirada de diminuição dos valores de h^* ao longo do tempo.

Pelo facto da análise ser feita apenas tendo em conta o tratamento e a sua interação com o tempo, no caso da refrigeração ocorre uma incoerência relativamente ao primeiro gráfico apresentado (Figura 31) onde é apresentada a interação de todos os tratamentos entre si e também relativamente ao tempo, sendo que neste caso obteve-se uma manutenção da tonalidade ao longo dos 28 dias, sendo que numa análise individual é possível distinguir uma diminuição, ainda que pequena quando comparada com o controlo.

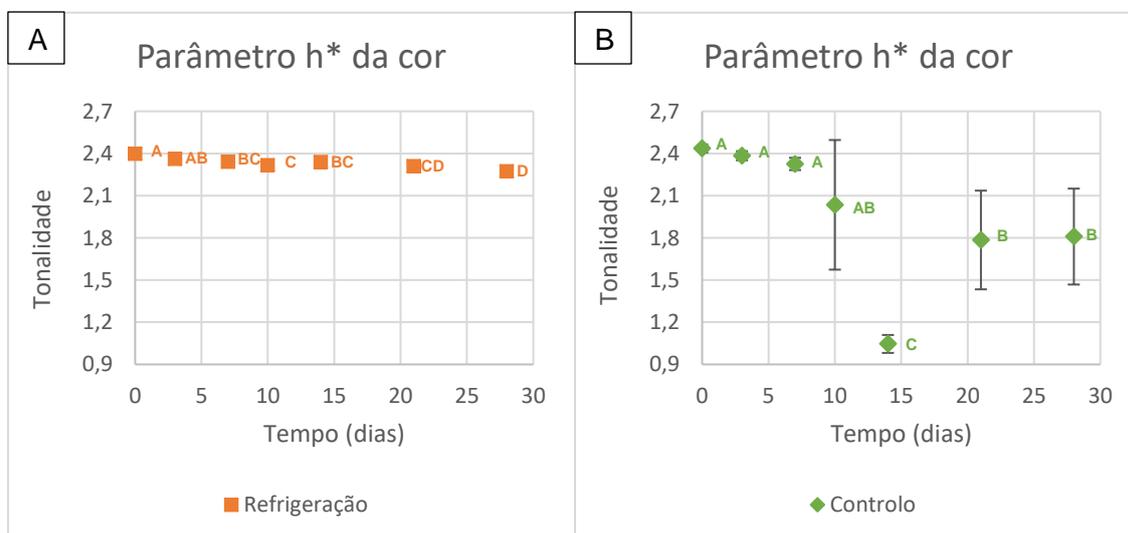


Figura 33 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

A alteração da tonalidade da cor dos amores perfeitos registado na refrigeração e no controlo tem um impacto negativo no que diz respeito à manutenção do aspeto físico das flores ao longo do tempo e conseqüentemente um impacto negativo na manutenção

da qualidade inicial da flor, sendo que de entre os dois tratamentos a refrigeração destaca-se como mais benéfica para a manutenção da tonalidade da cor dos amores perfeitos mais próxima da inicial e conseqüentemente melhor manutenção do aspeto físico da flor.

- Diferença total de cor ΔE

De forma a que fosse mais fácil perceber as alterações da cor dos amores perfeitos ao longo do tempo foi realizado o cálculo da diferença total de cor para todos os dias do ensaio (Figura 34). Assim foi possível observar que o controlo foi o tratamento em que se obtiveram os piores resultados ao nível da cor, registando um aumento crescente das diferenças de cor das flores desde o dia 0 e tendo a partir do 14º dia as diferenças de cor mais elevadas (máximo de 56,1 no dia 14). Ao que aos tratamentos de secagem e liofilização diz respeito a diferença total de cor dos amores perfeitos sofreu um decréscimo nos primeiros 7 dias sendo posteriormente mais constante até ao dia 28 onde se registou um ΔE de 32,0 para a secagem e de 26,8 para a liofilização, sendo mais elevadas na secagem do que na liofilização ao longo dos 28 dias. Os valores elevados registados desde o dia 0 na secagem e na liofilização devem-se ao facto dos tratamentos aplicados terem implicado alterações na cor relativamente à flor original (flor acabada de colher). Por fim a refrigeração registou os valores mais baixos relativamente a todos os outros tratamentos, observando-se, contudo, um aumento ao longo dos 28 dias do valor de ΔE de 0, no dia 0 para 20,7 no 28º dia.

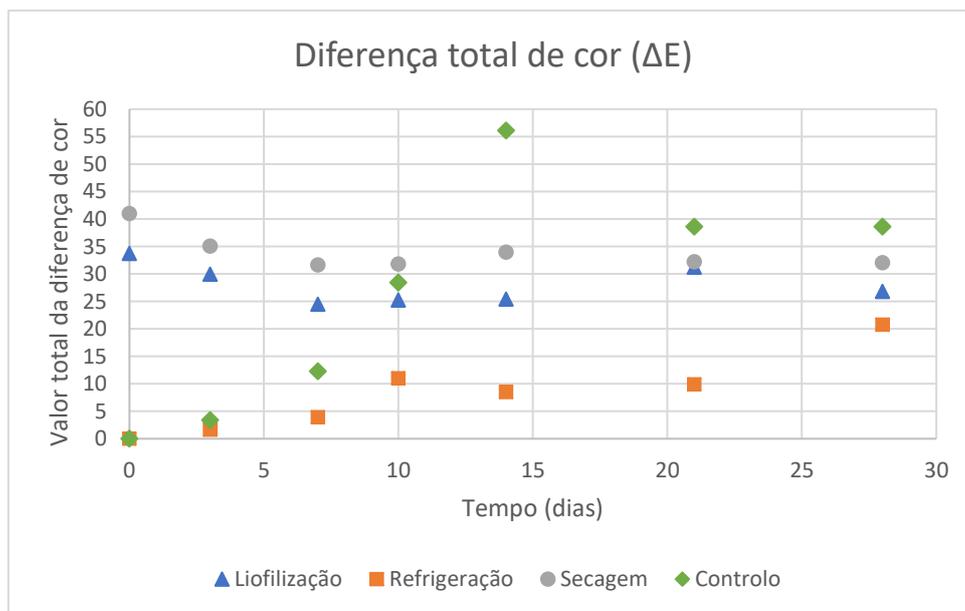


Figura 34 –Diferença total de cor dos amores perfeitos ao longo dos 28 dias de ensaio, para os métodos de conservação: liofilização, secagem, refrigeração e para o grupo controlo.

O aumento inicial da diferença total de cor devido ao efeito dos tratamentos de liofilização e de secagem sobre a cor também foi obtidos por Chen *et al.* (2000) para a liofilização, por Liang *et al.* (2003) para a liofilização e para a secagem e por Orikasa *et al.* (2014) e Shi *et al.* (2019) para a secagem. Costa *et al.* (2011) também obteve resultados que lhe permitiram concluir que ocorre o aumento da diferença total de cor no caso do armazenamento refrigerado e do armazenamento não refrigerado ao longo do tempo e o maior aumento no caso do armazenamento não refrigerado, à semelhança do obtido neste estudo.

4.1.2. Tratamento de congelação

- Teor em água

Relativamente ao teor em água dos amores perfeitos após a sua retirada do ambiente de ultracongelação ao longo de 45 minutos pode afirmar-se com um grau de confiança de 95% que ocorreu um decréscimo significativo deste parâmetro (Figura 35), nomeadamente o decréscimo significativo ao fim de 45 minutos fora do ambiente de ultracongelação ($0,84 \pm 0,02 \text{ m.m}^{-1}$) o menor valor registado, relativamente aos valores obtidos nos tempos de 0 minutos ($0,92 \pm 0,01 \text{ m.m}^{-1}$) e 30 minutos ($0,90 \pm 0,02 \text{ m.m}^{-1}$) após a retirada do ambiente de ultracongelação, não ocorrendo diferenças significativas entres os valores registados nestes dois tempos (0 e 30 minutos).

O teor em água dos amores perfeitos antes da sua congelação ($0,875 \pm 0,007 \text{ m.m}^{-1}$), não se revela significativamente diferentes dos valores obtidos ao fim de 30 minutos, sendo, no entanto, significativamente menores do que os valores registados no minuto 0.

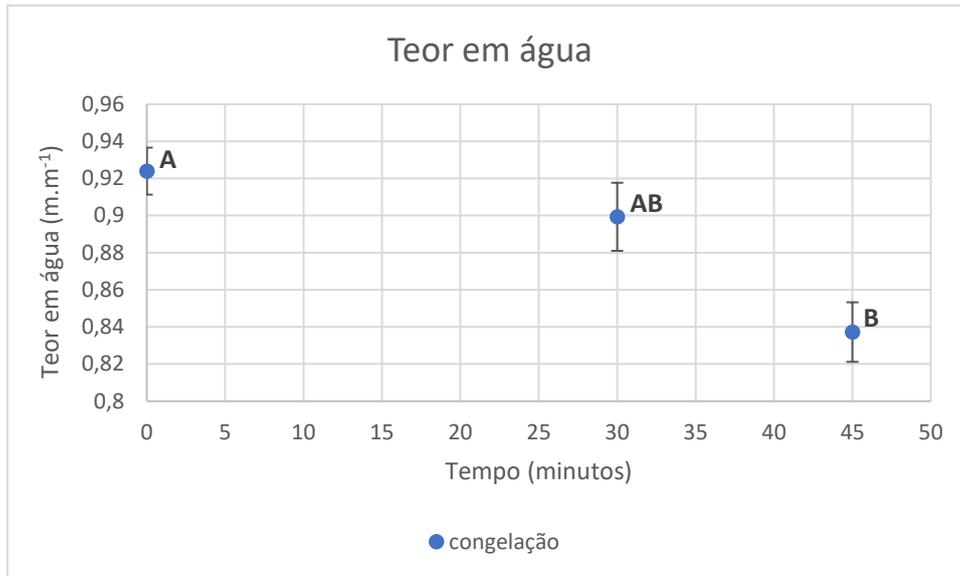


Figura 35 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Assim é possível aferir que o teor em água diminui com o avançar do tempo após a retirada do ambiente de ultracongelação, nomeadamente ao fim de 45 minutos, fator que pode contribuir para a perda da rigidez e estrutura física das flores ao longo do tempo de descongelação, assim como também foi observado no artigo de Cary (1985).

- Variação relativa do diâmetro

Ocorreu um decréscimo significativo do diâmetro dos amores perfeitos ao longo de 45 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelação (Figura 36), nomeadamente entre os 0 minutos onde se obtiveram os valores mais elevados ao nível da variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos ($-0,0147 \pm 0,00748$) fora do ambiente de ultracongelação para com os restantes valores obtidos nos tempos de 30 minutos ($-0,107 \pm 0,039$) e 45 minutos ($-0,110 \pm 0,023$) após a retirada do ambiente de ultracongelação. Não ocorreram diferenças significativas entres os valores registados ao fim de 30 e 45 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelação.

As flores antes de serem congeladas não apresentavam nenhuma variação relativa relativamente ao diâmetro e não diferiram significativamente relativamente à perda obtida no minuto 0 após a retirada do ambiente de congelação.

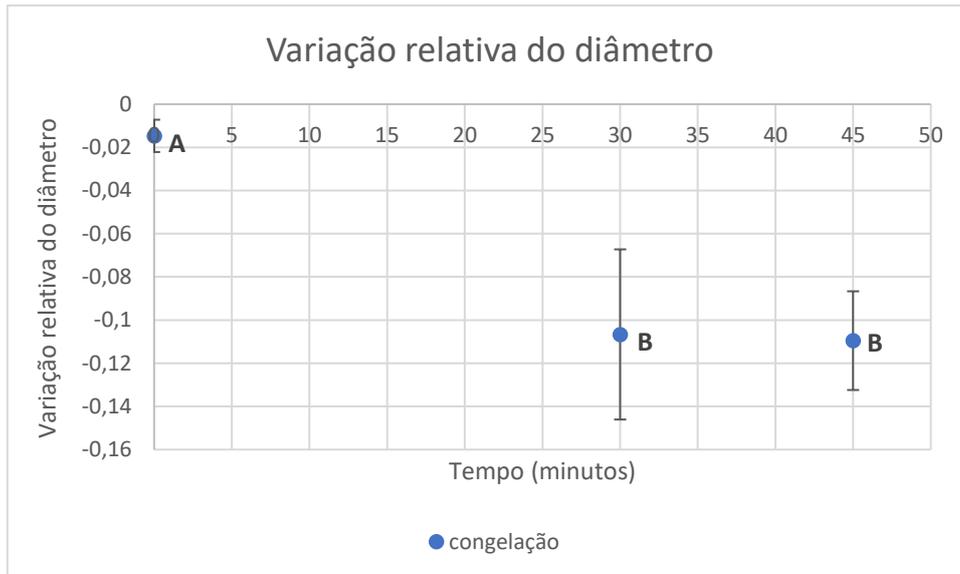


Figura 36 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelamento.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Assim é possível aferir que o diâmetro dos amores perfeitos diminui com o avançar do tempo após a retirada do ambiente de ultracongelamento, nomeadamente ao fim de 30 minutos, fator que tem impacto negativo claro sobre o aspeto físico da flor. A perda de diâmetro observada vai de encontro aos resultados obtidos por Nestby & Bjørgum (1999).

- Parâmetro L^* da cor

Pode afirmar-se perante a Figura 37 com um grau de confiança de 95% que ocorreu uma diminuição significativa do parâmetro L^* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos, nomeadamente o decréscimo significativo entre os valores obtidos ao fim de 45 minutos fora do ambiente de ultracongelamento ($15,52 \pm 0,42$), o menor valor registado, para com os restantes valores obtidos nos tempos de 0 minutos ($17,23 \pm 0,90$) e 30 minutos ($18,16 \pm 1,23$) após a retirada do ambiente de ultracongelamento, não ocorrendo diferenças significativas entre os valores registados ao fim de 0 e 30 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelamento.

A luminosidade da cor dos amores perfeitos antes da sua congelação ($21,19 \pm 2,23$) foi a maior registada e significativamente superior à registada no minuto 0, tendo-se registado também neste momento um decréscimo na luminosidade da cor.

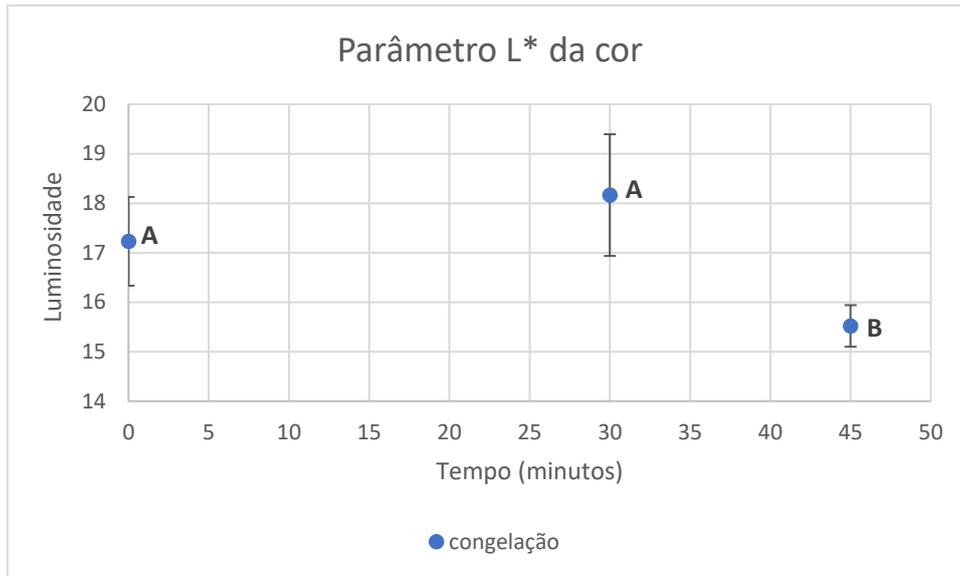


Figura 37 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Assim é possível aferir que ocorre uma diminuição do parâmetro L* da cor, ou seja, da luminosidade da cor dos amores perfeitos com o avançar do tempo devido à congelação e também após a retirada do ambiente de ultracongelação, nomeadamente ao fim de 45 minutos, ou seja a cor das flores começa a ficar menos luminosa/mais escura, tendo impacto no aspeto físico das flores.

- Parâmetro C* da cor

Considerando a Figura 38 pode afirmar-se com um grau de confiança de 95% que não ocorreram diferenças significativas ao nível do parâmetro C* da cor, ou seja, da saturação da cor dos amores perfeitos nos tempos registados após a retirada do ambiente de ultracongelação (0, 30 e 45 minutos) tendo um valor médio de saturação da cor de $27,07 \pm 4,39$.

A saturação da cor dos amores perfeitos antes da sua congelação ($45,64 \pm 4,77$) foi a maior registada e significativamente superior à registada no minuto 0, tendo-se registado neste momento um decréscimo em relação à saturação da cor.

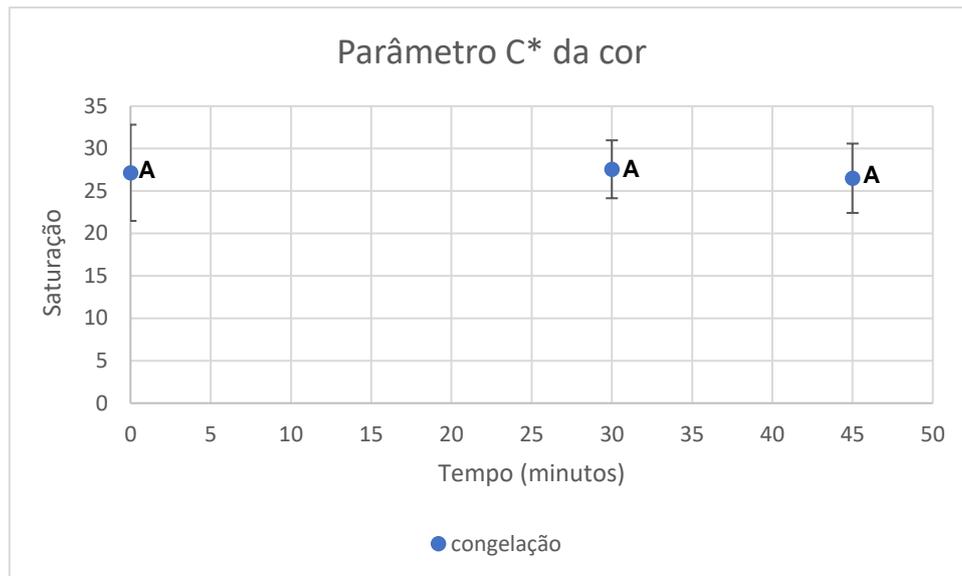


Figura 38 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Pode-se assim concluir que a saturação da cor das flores (parâmetro C* da cor) sofreu um decréscimo com a congelação, mantendo-se posteriormente ao longo do tempo de descongelação dos amores perfeitos, ocorrendo uma alteração relativamente ao aspeto físico inicial da flor.

- Parâmetro h* da cor

Em relação ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos pode afirmar-se que ocorreu um decréscimo significativo (Figura 39). Sendo que se registou no minuto 0 fora do ambiente de ultracongelação ($2,34 \pm 0,02$) um valor superior aos valores registados nos 30 minutos ($2,30 \pm 0,01$) e 45 minutos ($2,30 \pm 0,02$) após a retirada do ambiente de ultracongelação, sendo estes os menores valores registados.

Não ocorreram diferenças significativas entres os valores registados ao fim de 30 e 45 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelação.

A tonalidade da cor dos amores perfeitos antes da sua congelação ($2,40 \pm 0,03$) foi a maior registada e significativamente superior à registada no minuto 0, tendo-se registado também neste momento um decréscimo da tonalidade da cor das flores.

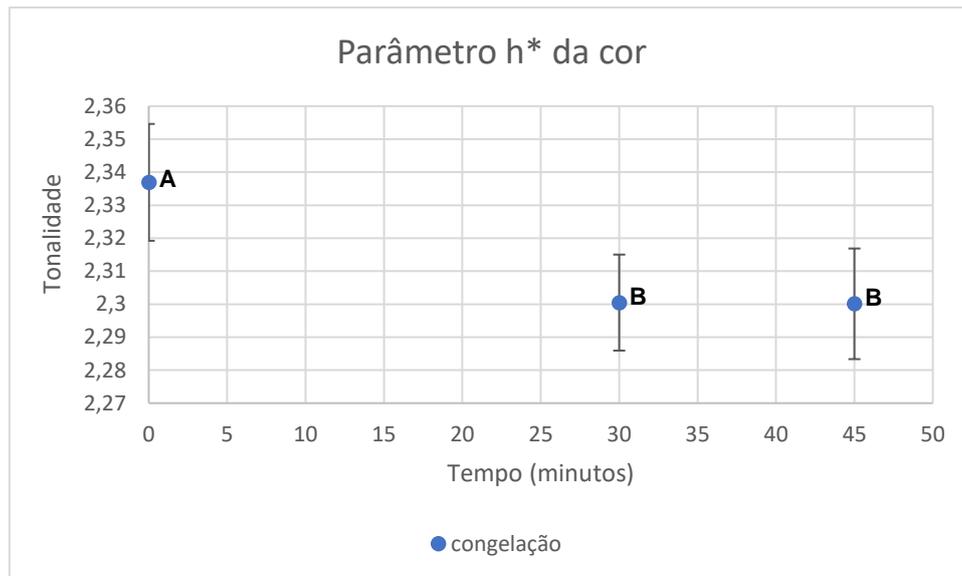


Figura 39 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) dos amores perfeitos observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Desta forma ocorreu uma diminuição nos valores do parâmetro h* da cor dos amores perfeitos com a aplicação da congelação e com o avançar do tempo após a retirada do ambiente de ultracongelação, ao fim de 30 minutos, o que levou à alteração na tonalidade destas flores (parâmetro h* da cor), o que tem um impacto no aspeto visual dos amores perfeitos.

- Diferença total de cor (ΔE)

De forma a que fosse mais fácil de perceber as alterações da cor dos amores perfeitos ao longo do tempo foi realizado o cálculo da diferença total de cor para todos os momentos deste ensaio (0, 30 e 45 minutos) (Figura 40). Sendo possível verificar logo após a retirada do ambiente de ultracongelação uma grande diferença em relação à cor da flor acabada de colher, que se torna ainda mais vincada 45 minutos após esta ser retirada do ambiente de ultracongelação, altura em que atingiu o valor mais elevado de ΔE (20,18).

Pode verificar-se, também, que a diferença de valores entre os 30 minutos e os 45 minutos é reduzida e que a diferença total de cor não assume valores muito elevados, quando comparada com os tratamentos de secagem liofilização e controlo que após 10 dias já possuíam valores superiores, sendo apenas semelhante aos resultados apresentados na refrigeração ao final de 28 dias.

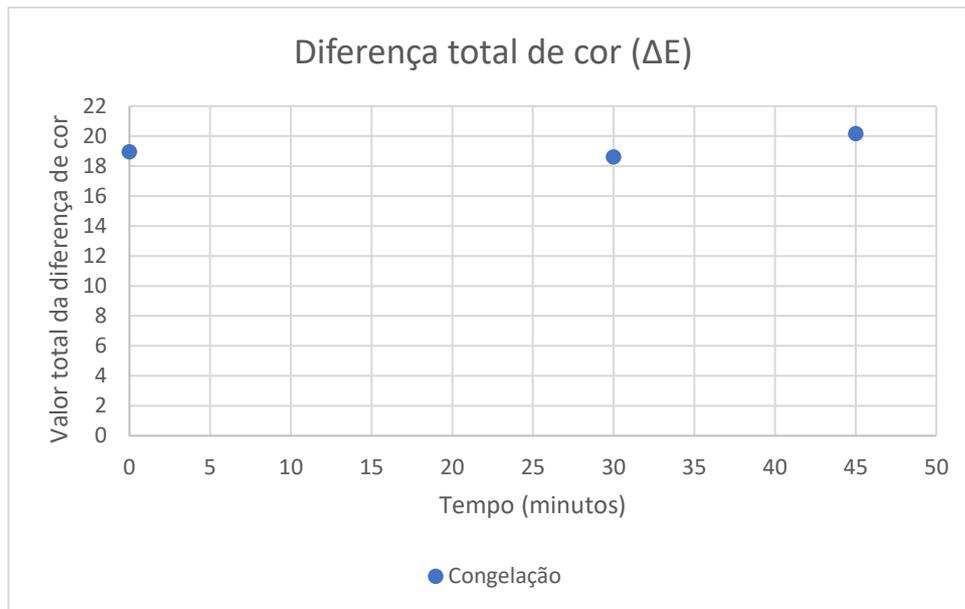


Figura 40 – Diferença total de cor dos amores perfeitos ao longo dos 45 minutos que sucederam a aplicação da congelação.

Segundo este parâmetro a cor não sofreu grandes alterações após se terem retirado os amores perfeitos do ambiente de ultracongelação, sendo que a aplicação do método de congelação durante 28 dias às flores não provocou uma grande diferença total de cor em relação à flor acabada de colher. A reduzida alteração registada ao nível da cor foi também observada por Cooke *et al.* (1976) num estudo análogo.

4.2. *Tropaeolum majus*

Nesta secção serão abordados os dados obtidos após a exposição das capuchinhas aos diferentes métodos de conservação que foram alvo deste estudo – liofilização, secagem por via de ar quente (a partir deste momento referida apenas como secagem), armazenamento em ambiente refrigerado a 4 °C (a partir deste momento referida apenas como refrigeração), acondicionamento em ambiente não refrigerado (a partir de agora referido como controlo) e armazenamento em ambiente de ultracongelação (a partir deste momento referida como congelação).

Serão tratados em primeiro lugar todos em tratamentos em conjunto e em caso da interação ter um efeito significativo entre a tecnologia de conservação e o tempo será realizada uma análise ANOVA a um fator para cada tecnologia em seguida para maior detalhe.

4.2.1. Tratamentos de liofilização, secagem, refrigeração e controlo

- Teor em água

Quanto ao teor em água as capuchinhas sujeitas aos tratamentos de secagem e liofilização apresentaram um teor muito mais baixo que nos outros tratamentos nos dias iniciais ($0,0146 \pm 0,0164 \text{ m.m}^{-1}$ e $0,0248 \pm 0,0059 \text{ m.m}^{-1}$, respetivamente), caso óbvio derivado dos tratamentos implicarem aplicação de calor e remoção da água de forma a potenciar a preservação, e mantiveram valores semelhantes (sem diferenças significativas) ao longo de toda a experiência. No caso da refrigeração e do controlo foi possível observar que iniciam com valores mais elevados ($0,902 \pm 0,004 \text{ m.m}^{-1}$ e $0,881 \pm 0,009 \text{ m.m}^{-1}$, respetivamente) em relação à secagem e à liofilização tendo um decréscimo significativo ao longo do tempo. No entanto o decréscimo no caso do controlo é muito acentuado após o 3º dia, chegando inclusive a valores estatisticamente semelhantes aos apresentados pelos tratamentos de secagem e liofilização desde o dia 7 ($0,237 \pm 0,055 \text{ m.m}^{-1}$) até ao dia 28 ($0,0053 \pm 0,0010 \text{ m.m}^{-1}$), o que leva à conclusão de que ocorreu uma secagem natural das flores e com impacto na sua aparência dado que as flores são quase só constituídas por água. O caso da refrigeração apresenta à semelhança do caso do controlo um decréscimo significativo dos valores de teor em água das capuchinhas, no entanto neste caso o decréscimo é muito menos acentuado, apenas sendo estatisticamente semelhante aos resultados dos demais tratamentos a partir do dia 21 do ensaio ($0,271 \pm 0,0902 \text{ m.m}^{-1}$).

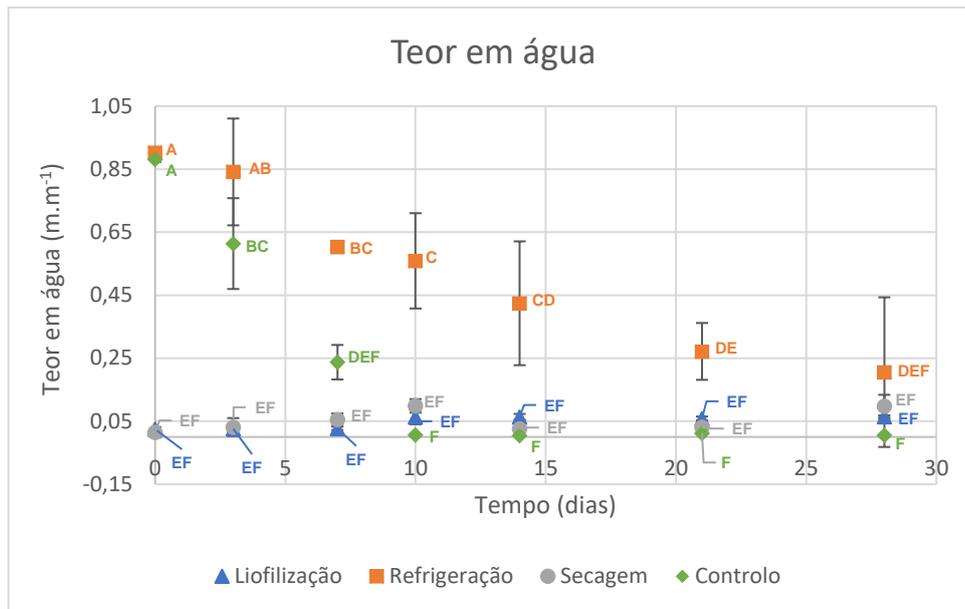


Figura 41 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Ao fim de 28 dias todas as flores tenderam para valores semelhantes de teor em água, independentemente do tratamento aplicado.

Ocorreu no caso da liofilização e da secagem um aumento significativo dos valores de teor em água das capuchinhas ao fim de 28 dias. As flores liofilizadas (Figura 42A) apresentaram no dia 0 os valores mais baixos registados ($0,0248 \pm 0,0059 \text{ m.m}^{-1}$) e no dia 28 os valores mais elevados registados ($0,064 \pm 0,005 \text{ m.m}^{-1}$). Os dias 10, 14, 21 e 28 não apresentaram diferenças significativas entre si. Por sua vez as flores sujeitas ao tratamento de secagem (Figura 42B) registaram os valores mais baixos no dia 0 ($0,015 \pm 0,016 \text{ m.m}^{-1}$) e o valor mais elevado no dia 10 ($0,099 \pm 0,021 \text{ m.m}^{-1}$) que não diferiu significativamente valor registado no dia 28. No entanto, os resultados obtidos no dia 14 e dia 21 e podem-se ter devido a erros experimentais não controláveis, que podem ter passado pela escolha das flores ou por anomalias relativas às caixas onde foram armazenadas as flores.

Ocorre nestes dois casos uma discrepância em relação ao apresentado na Figura 41, no entanto esta diferente apenas acontece pela análise realizada ser específica para cada tratamento ao longo do tempo, sendo uma análise mais focada dentro do próprio tratamento e não invalidando os resultados obtidos aquando do estudo dos 4 tratamentos e suas interação entre si e ao longo do tempo em conjunto.

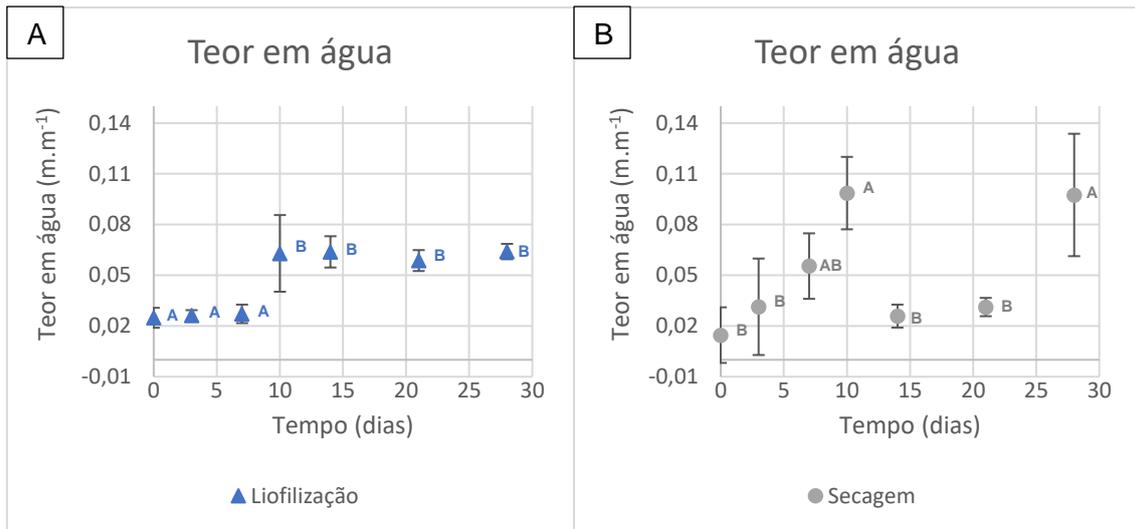


Figura 42 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Tanto na liofilização como na secagem ocorreu o aumento do teor em água e estabilização deste parâmetro num patamar semelhante, próximo de $0,05 \text{ m.m}^{-1}$, facto que se revela natural pela reidratação natural dos tecidos vegetais extremamente desidratados após os tratamentos. Este nível de teor em água não será prejudicial, dada a sua ordem de grandeza, contribuindo apenas para a diminuição da rigidez dos tecidos que os tratamentos de secagem e liofilização potenciam. Estas conclusões, nomeadamente a diminuição do teor em água inicial devido à ação dos tratamentos vai de encontro ao que é defendido por Pržić, *et al.* (2004) e Orikasa, *et al.* (2014).

No entanto, para os casos da refrigeração e do controlo ocorre uma diminuição do teor em água das capuchinhas ao longo do tempo. Na refrigeração registaram-se os valores mais elevados de teor em água no dia 0 ($0,902 \pm 0,004 \text{ m.m}^{-1}$), seguindo-se um decréscimo sucessivo até ao 28 dia, onde se registaram os valores mais baixos em relação ao mesmo parâmetro ($0,206 \pm 0,238 \text{ m.m}^{-1}$) (Figura 43A). A diminuição de valores do teor em água para o grupo controlo foi mais acentuada e ocorreu mais rapidamente, registando-se os valores mais elevados no dia 0 ($0,880 \pm 0,009 \text{ m.m}^{-1}$) e atingindo os valores mais baixos no dia 10 ($0,0063 \pm 0,0010 \text{ m.m}^{-1}$) altura em que os valores estabilizaram num patamar de valores sem diferenças significativas até ao dia 28 ($0,0053 \pm 0,0011 \text{ m.m}^{-1}$) (Figura 43B).

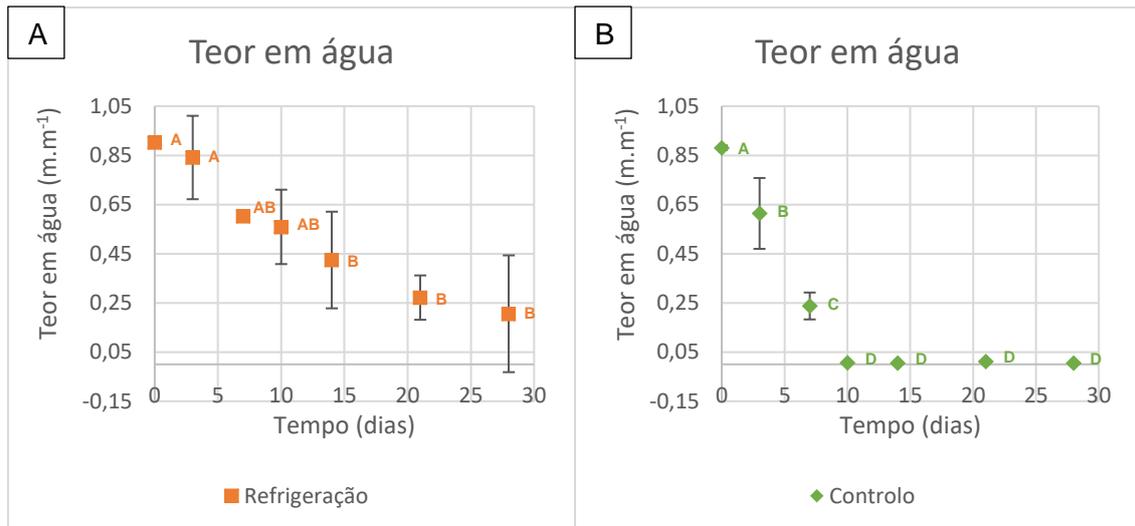


Figura 43 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Os valores mais baixos obtidos no controlo foram valores semelhantes aos obtidos na secagem e liofilização, o que nos permite concluir que ocorreu uma secagem natural das flores armazenadas em ambiente não refrigerado com impactos claros no aspeto das flores uma vez que é possível notar quando observados em conjunto com as imagens destas ao longo do tempo que serão apresentadas mais à frente (Capítulo 4.3.), a perda de estrutura e da forma natural da flor tornando-a menos apelativa pela deterioração do seu aspeto físico. O método de refrigeração revelou-se preferencial, dado que retardou a perda de água das flores, pela redução da taxa de transpiração destas o que lhes permite manter a sua estrutura física mais preservada (a flor é quase só constituída por água) mantendo a flor com aspeto mais apelativo, tendo no entanto as desvantagens associadas à presença da água no produto (atividade enzimática, desenvolvimento microbiano, etc), o que é corroborado pelos estudos de Galati, *et al.* (2020) e Vilas Boas (2000).

- Variação relativa do diâmetro

No caso da variação relativa do diâmetro não foram encontradas diferenças significativas em relação ao diâmetro das capuchinhas ao longo do tempo nos casos da secagem e da liofilização sendo este constante ao longo do tempo. Na refrigeração, ocorreu uma grande diminuição do diâmetro no último dia do ensaio ($-0,538 \pm 0,029$) e no controlo também ocorreu uma diminuição significativa do diâmetro das capuchinhas até ao dia 14 ($-0,403 \pm 0,018$) ocorrendo posteriormente um aumento até ao dia 28

($-0,210 \pm 0,053$), sendo que este acontecimento se pode dever ao facto da desidratação das flores ter feito com que estas ficassem sem estrutura e espalmadas, pelo que ao nível do diâmetro medido não apresentam diferenças significativas ao longo do tempo, no entanto ao nível do aspeto a flor apresenta uma grande degradação, ao contrário do que acontece na refrigeração onde a estrutura da flor foi mantida de melhor forma, sendo também melhor preservado o seu aspeto físico.

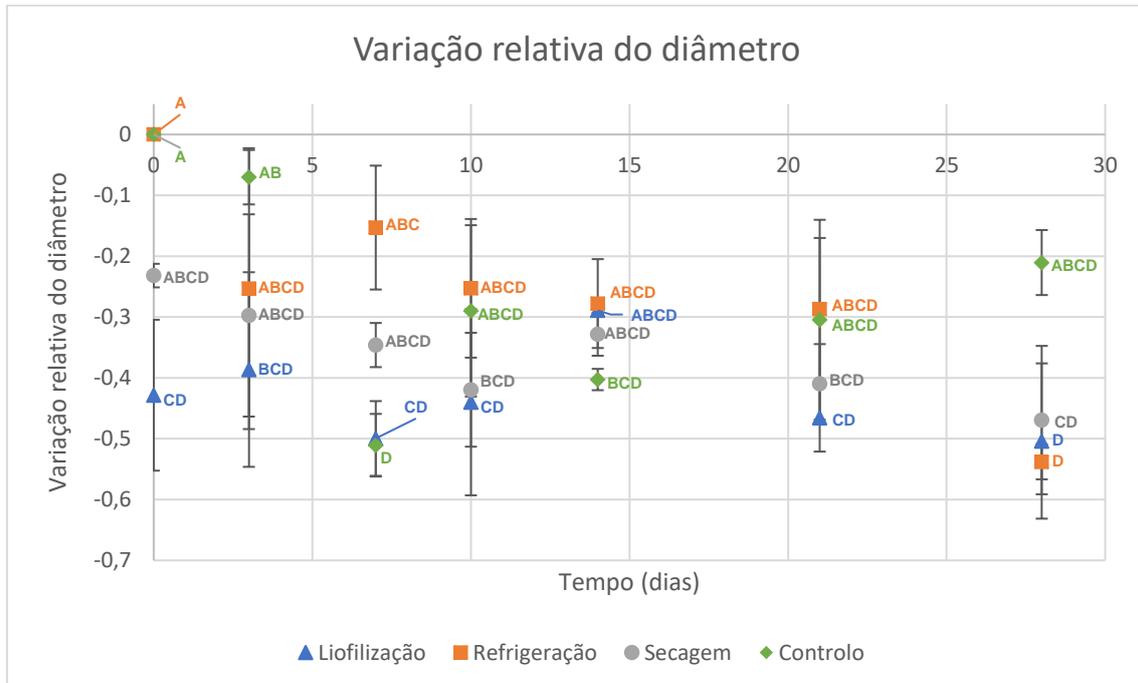


Figura 44 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

Apenas de referir que na refrigeração e no controlo não se registaram variações relativamente ao diâmetro inicial das flores, sendo o maior diâmetro registado em relação aos tratamentos de liofilização ($-0,428 \pm 0,124$) e secagem ($-0,232 \pm 0,019$), derivado destes dois últimos tratamentos provocarem alterações físicas na flor nomeadamente o seu encolhimento.

Nos casos da liofilização e da secagem das capuchinhas, não ocorreram diferenças significativas relativamente à variação relativa do diâmetro das flores ao longo dos 28 dias de ensaio, tendo-se registado uma perda média de diâmetro de $-0,437 \pm 0,098$ após a liofilização e armazenamento em ambiente refrigerado (Figura 45A), e tendo-se registado uma perda média de diâmetro de $-0,357 \pm 0,077$ no diâmetro das capuchinhas após liofilização e armazenamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 dias (Figura 45B).

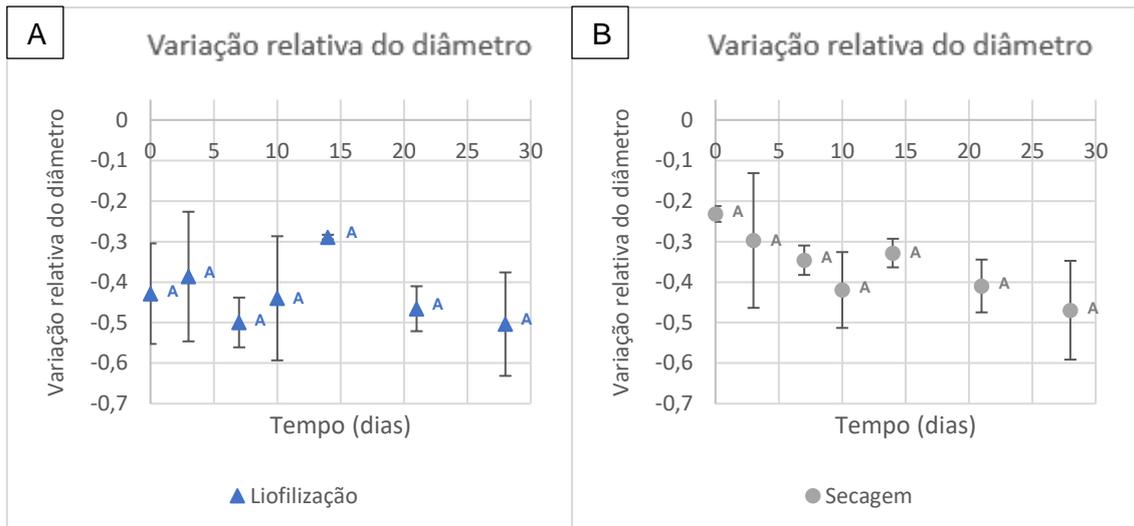


Figura 45 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

A manutenção do diâmetro após a aplicação do tratamento nestes dois casos é um bom indicador ao nível da manutenção aspeto físico da flor, apesar de não se poder julgar o aspeto físico tendo apenas por base este fator.

No entanto, em ambos os casos os valores de perda de diâmetro registados são inferiores aos das flores refrigeradas ou do controlo, derivado dos métodos aplicados para a secagem e liofilização implicarem esta perda de tamanho, o que pode não ser um aspeto negativo pois as flores liofilizadas e secas poderão ter finalidades distintas das refrigeradas e do grupo controlo, sendo mais propícias para a venda para infusões.

Resultados semelhantes aos obtidos, ao nível da perda de diâmetro após a exposição a estes tratamentos também foram obtidos por Chen, *et al.*, (2000) e Singh & Dhaduk (2005) relativamente à secagem e à liofilização, respetivamente.

Analisando a Figura 46A e 46B, é possível notar um decréscimo do diâmetro das capuchinhas ao longo do tempo, tanto aquando do seu armazenamento em ambiente refrigerado, como também quando estas flores são armazenadas em ambiente não refrigerado. No caso tanto da refrigeração (Figura 46A) como no caso do controlo (Figura 46B) não se registaram perdas de diâmetro no dia 0, sendo por isso o dia onde se registou um maior diâmetro das flores. No entanto no caso da refrigeração apenas ocorre uma perda significativa de diâmetro no dia 28, onde se registou a maior perda de diâmetro ($-0,54 \pm 0,029$), ao contrário do controlo onde se verificou uma perda significativa do diâmetro até ao dia 14 ($-0,403 \pm 0,018$), sendo este seguido de um aumento significativo no dia 28 ($-0,210 \pm 0,053$), que não apresenta diferenças significativas em relação ao dia 0. Este acontecimento pode ser explicado pelo facto das

capuchinhas terem secado naturalmente e com isto terem perdido a sua estrutura cónica, passando a estar espalmadas, sendo que ao passar para esta forma plana o diâmetro da flor aumenta em relação à forma original, levando a um aparente aumento do diâmetro após o 14º dia.

Logo podemos afirmar que o diâmetro das capuchinhas do grupo controlo tendeu a manter-se pelo facto das flores terem secado passando a assumir um aspeto espalmado o que contribuiu para um aumento do diâmetro para valores semelhantes aos valores registados inicialmente, sendo de notar que a manutenção do diâmetro pelas flores do controlo apenas foi possível pela perda da sua estrutura física, e por consequência perda completa do seu aspeto físico, o que não é desejável ao nível da qualidade das flores. Pelo contrário as flores refrigeradas apresentaram sempre a sua estrutura física inicial e conservaram melhor o seu aspeto físico apesar da maior perda de diâmetro que regista relativamente ao registados nos dias finais do controlo.

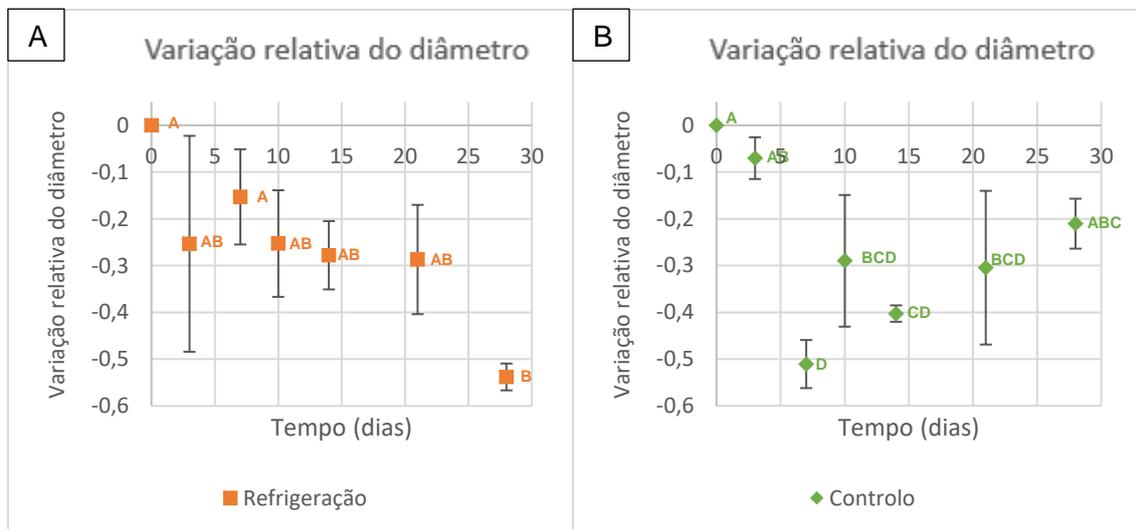


Figura 46 – Média e respetivo desvio padrão referente à variação relativa do diâmetro das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Trata-se de um caso que revela a importância de conciliar vários fatores referentes ao aspeto físico (intimamente associado à qualidade das flores) como o diâmetro ou a cor, com também observações *in loco* e imagens das flores nos diferentes tempos e após os diferentes tratamentos de forma a possibilitar uma avaliação mais correta quanto ao aspeto físico ou mesmo à qualidade das flores após qualquer tratamento. Uma vez que este parâmetro só por si pressuporia uma melhor qualidade ao nível do aspeto físico das flores capuchinhas do controlo (armazenadas em ambiente não refrigerado), facto este que não se verifica dada a perda completa da integridade física destas flores, sendo preferível o aspeto das flores refrigeradas (armazenadas em

ambiente refrigerado a 4 °C) pela manutenção da sua integridade estrutural e da forma, apesar da perda ao nível do diâmetro que apresentam.

Os resultados obtidos na refrigeração e até ao 14º dia do controlo são idênticos aos descritos por Biran & Halevy (1974).

- Parâmetro L* da cor

Em relação ao parâmetro L* da cor da capuchinhas foi possível observar que ocorreu um decréscimo para este parâmetro na liofilização, refrigeração e controlo, podendo-se observar no final dos 28 dias de ensaio que os valores de luminosidade obtidos na liofilização ($56,10 \pm 1,14$) são significativamente superiores aos da refrigeração ($49,58 \pm 3,06$) e do controlo ($50,52 \pm 2,39$). Por outro lado, os valores do parâmetro L* mantiveram-se relativamente constantes ao longo do tempo no caso da secagem, sendo o valor mais elevado ao fim de 28 dias ($62,60 \pm 1,86$).

A conjugação destas evoluções dispares por parte dos tratamentos fez com que ocorresse uma inversão dos tratamentos que apresentavam flores com cores mais luminosas/claras, ao longo do tempo, passando das flores do controlo e refrigeração que apresentavam os valores mais elevados no primeiro dia ($71,00 \pm 0,99$ e $70,8 \pm 0,81$, respetivamente), a apresentar no dia 28 flores com cores menos luminosas/claras ($50,52 \pm 2,39$ e $49,58 \pm 3,06$, respetivamente), quando comparadas com as flores da secagem ou liofilizadas.

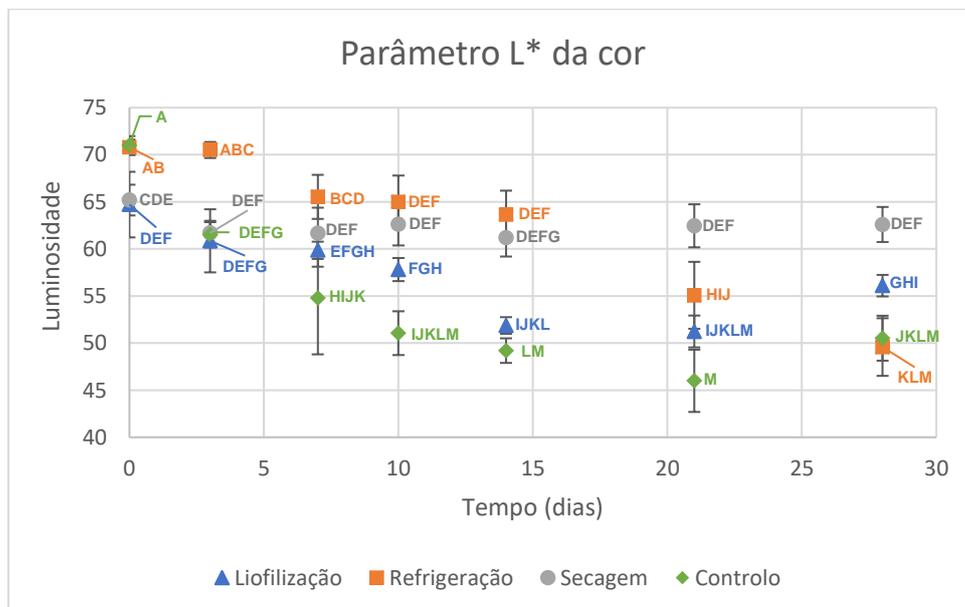


Figura 47 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

A manutenção da luminosidade da cor mais próxima da luminosidade inicial é obtida por via dos tratamentos de secagem e liofilização, sendo estes os tratamentos mais constantes ao longo do tempo para este parâmetro.

Atendendo à Figura 48 A e B podemos observar comportamentos dispares em relação à luminosidade das capuchinhas após a liofilização, onde ocorreu um decréscimo deste parâmetro e após a secagem, onde ocorreu a manutenção do parâmetro L^* da cor das capuchinhas. Em relação à liofilização (Figura 48A) é observável que no dia 0 se registou o valor mais elevado quanto à luminosidade da cor das capuchinhas ($64,71 \pm 3,48$) que decresceu até ao valor mais baixo obtido no dia 21 ($51,24 \pm 1,69$). No dia 28 observou-se uma subida significativa da luminosidade da cor das capuchinhas ($56,1 \pm 1,14$), no entanto provavelmente foi fruto de um erro experimental, não controlável e fruto do acaso que se pode ter prendido com a escolha das flores que a olho nu se apresentavam com uma cor igual entre si, apesar deste presumível erro este valor mais elevado em nada contraria a hipótese da diminuição da luminosidade da cor das capuchinhas ao longo do tempo. Por outro lado, na secagem (Figura 48B) o dia 0 apresentou o valor mais elevado ($65,19 \pm 1,63$) e o dia 14 o mais baixo relativamente à luminosidade da cor das capuchinhas após o tratamento ($61,21 \pm 1,31$). Os dias 3, 7, 10, 21 e 28 não se apresentam significativamente diferentes quer entre si, quer dos dias 0 ou 14. Assim sendo o dia 14 será também um presumível erro proveniente de fatores não controláveis, levando a crer que a luminosidade da cor das capuchinhas após secagem se mantem ao longo dos 28 dias.

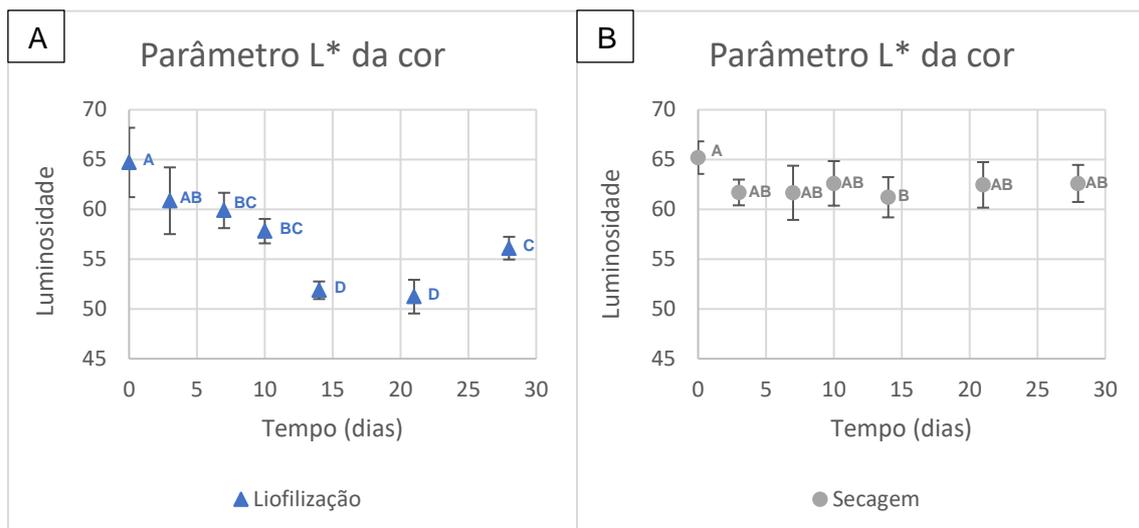


Figura 48 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L^* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

O aspeto físico das capuchinhas em relação aos dois casos tratados anteriormente é melhor preservado na secagem, devido à manutenção da luminosidade da cor das capuchinhas em valores mais próximos dos valores apresentados antes da exposição ao tratamento (entre 70 e 71), contrariamente ao que se verifica após a liofilização pela diminuição da luminosidade da cor das capuchinhas ao longo do tempo. No entanto este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade, uma vez que a também a tonalidade e saturação terão impacto na cor da flor, além de outros fatores como o diâmetro, estrutura física, ou lesões nas flores que também terão peso na altura de avaliar a flor quanto à sua qualidade.

Com base na Figura 49 A e B pode afirmar-se com um grau de confiança de 95% que ocorreu um decréscimo significativo no que diz respeito à luminosidade da cor das capuchinhas após serem armazenadas durante 28 dias em ambiente refrigerado (4 °C) e após terem sido armazenadas em ambiente não refrigerado durante 28 dias. No caso das flores refrigeradas (Figura 49A) os valores obtidos no dia 0 e 3 não registaram diferenças significativas entre si e foram os valores mais elevados registados relativamente à luminosidade da cor das capuchinhas ($70,8 \pm 0,81$ e $70,51 \pm 0,85$, respetivamente), registando-se posteriormente um decréscimo até ao dia 28 onde se registaram os menores valores para este parâmetro ($49,58 \pm 3,06$). No caso da luminosidade da cor das capuchinhas pertencentes ao grupo controlo (Figura 49B) o dia 0 apresenta-se como o dia em que se registou o valor significativamente mais elevado ($71,00 \pm 0,99$) seguindo de um decréscimo significativo até ao dia 21 registou o valor mais baixo para o mesmo parâmetro ($46,00 \pm 3,31$). O dia 28 não diferiu significativamente do dia 21 ($50,52 \pm 2,39$).

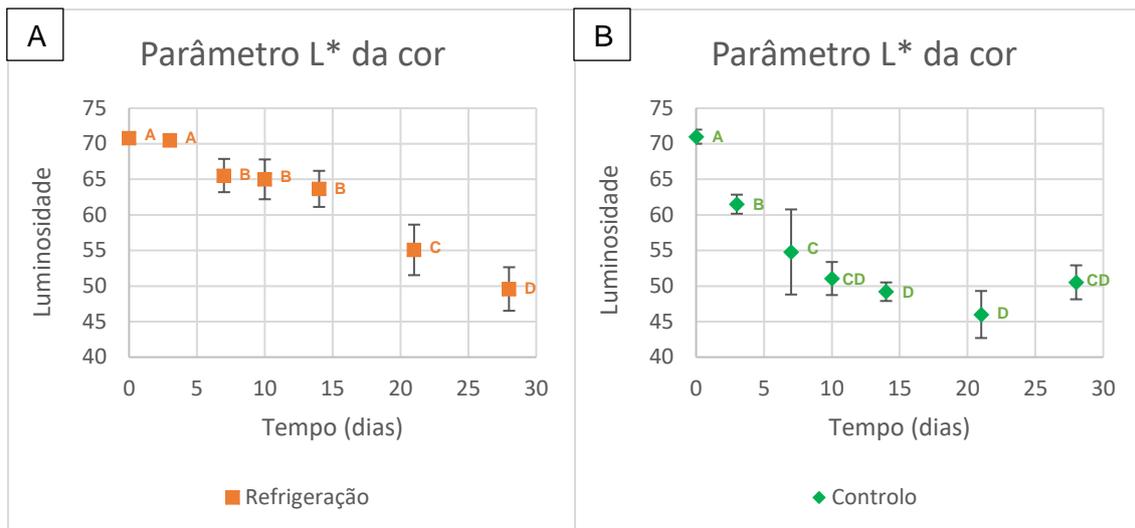


Figura 49 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Resumidamente, quando comparados os resultados da refrigeração com os resultados obtidos para o controlo relativo a este mesmo parâmetro da cor (L*) é possível verificar que a perda de luminosidade da cor das capuchinhas foi retardada pelo facto das flores se encontrarem num ambiente refrigerado, sendo apenas atingido o valor de 50 no dia 28 ao invés de este mesmo valor no dia 10 como foi o caso do controlo. Sendo o tratamento de refrigeração mais benéfico do que o controlo do ponto de vista da menor perda da luminosidade da cor das flores capuchinhas ao longo do tempo, potenciando uma menor alteração do aspeto físico das flores o que também se reflete positivamente na qualidade das flores.

No entanto este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade.

- Parâmetro C* da cor

Observando a Figura 50 é possível aferir a que existiram diferenças significativas no dia 0 entre todos os grupos menos controlo e refrigeração, tendo estes dois apresentados os registos mais elevados ($98,19 \pm 0,94$ e $98,70 \pm 1,69$, respetivamente) e a liofilização o registo mais baixo ($49,62 \pm 10,96$) neste dia.

A partir do dia 0 até ao 28º dia foi possível observar um decréscimo significativo no que à saturação da cor das capuchinhas diz respeito, no controlo e na refrigeração, sendo por outro lado notória uma manutenção deste parâmetro ao longo do tempo no caso da secagem e da liofilização.

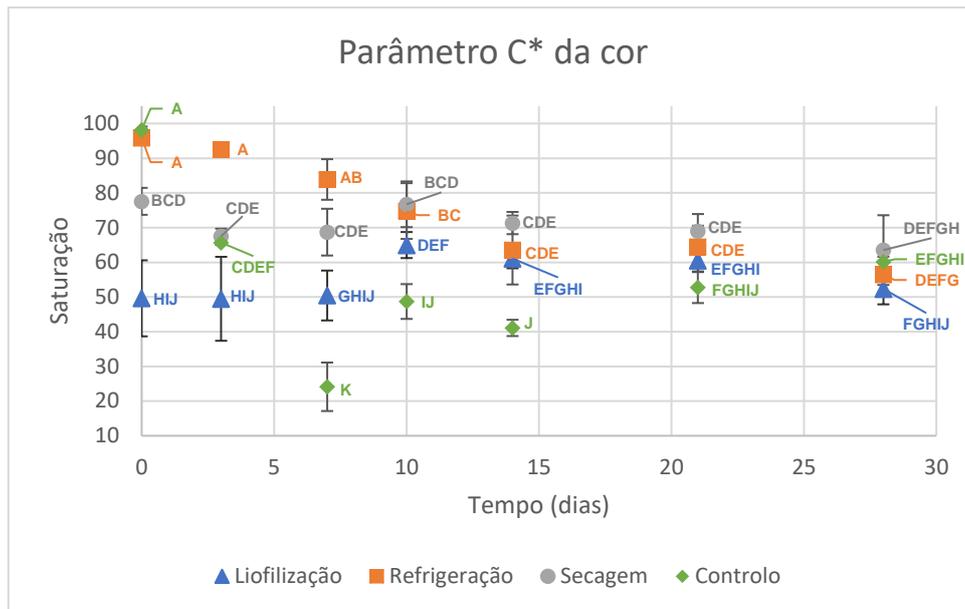


Figura 50 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

No dia 28 não foram registadas diferenças significativas entre todos os tratamentos, sendo possível afirmar que os valores em relação ao parâmetro C* da cor (à saturação) das capuchinhas tenderam para uma saturação da cor igual ao fim de 28 dias, independentemente do tratamento aplicado, tendo, no entanto, ocorrido uma manutenção da saturação ao longo de todo o período experimental quando as flores foram liofilizadas e quando foram secas. Por outro lado, no controlo observa-se uma queda abrupta da saturação da cor das flores capuchinhas logo no 3º dia após a colheita ($24,12 \pm 0,70$) enquanto na refrigeração é possível observar uma diminuição mais suave dos valores da saturação da cor ao longo dos 28 dias.

Na Figura 51 A e B encontram-se representados os resultados relativos à saturação da cor das capuchinhas ao longo de 28 dias após o tratamento de liofilização e após o tratamento de secagem, tendo-se verificado a manutenção relativa da saturação da cor das capuchinhas ao longo do tempo em ambos os tratamentos. A saturação da cor registada após liofilização (Figura 51A) teve valores inferiores relativamente ao mesmo parâmetro após a aplicação da secagem (Figura 51B). Nos dois tratamentos ocorreram dias em que os valores obtidos foram significativamente superiores aos demais dias (dia 10 ($64,97 \pm 3,75$) no caso da liofilização e dias 0 ($77,57 \pm 3,89$) e 10 ($76,72 \pm 6,59$) no caso da secagem) estes valores mais elevados poder-se-ão ter devido a fatores aleatórios que se podem prender com a escolha aleatória das flores iguais a olho nu, ou com danos nas caixas onde foram mantidas as flores, nomeadamente a selagem destas, ou qualquer outro erro derivado de um fator não controlável que poderá ter

influenciado na diferença deste parâmetro nestes dias em relação aos restantes dias da experiência.

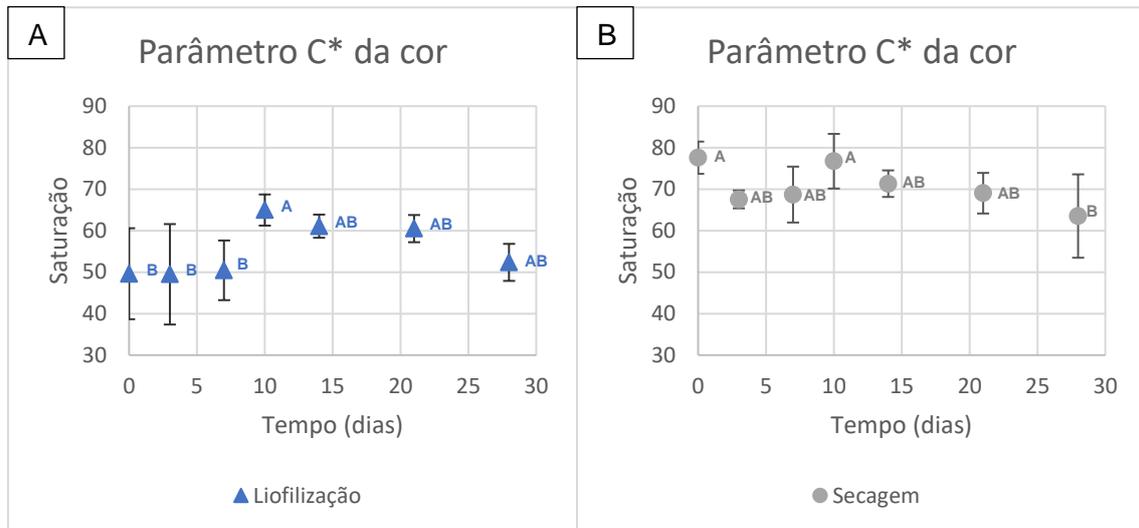


Figura 51 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Em ambos os casos a manutenção da saturação da cor das capuchinhas após o tratamento é um bom indicador para a manutenção do aspeto físico das flores (intrinsecamente ligado à qualidade). No entanto os valores superiores de saturação da cor das capuchinhas registados após o tratamento de secagem em relação aos registados após a liofilização encontram-se mais próximo do valor da saturação da cor inicial das flores (95 a 98), sendo este método melhor na manutenção da saturação da cor relativamente à liofilização.

Pelo contrário, no caso da saturação da cor das capuchinhas refrigeradas e do grupo controlo ocorreram decréscimos significativos. As capuchinhas armazenadas em ambiente refrigerado (Figura 52A) registaram os maiores valores para a saturação da sua cor no dia 0 ($95,80 \pm 1,69$) ocorrendo nos dias seguintes um decréscimo sucessivo até ao dia 28, no qual se registou o valor mais baixo para este parâmetro ($56,48 \pm 5,13$). Enquanto que no caso das capuchinhas armazenadas em ambiente não refrigerado (Figura 52B) foram registados os maiores valores da saturação da cor das capuchinhas no dia 0 ($98,19 \pm 1,69$) ocorrendo a partir daí um decréscimo significativo até ao dia 7, onde se registou o valor mais baixo da saturação da cor das flores ($24,12 \pm 5,85$). Do dia 14 ($41,09 \pm 9,93$) até ao dia 28 ($64,70 \pm 5,13$) ocorreu um aumento da saturação da cor das flores, mas não até aos níveis de saturação inicialmente registados. Este aumento no nível da saturação prende-se com o facto de algumas das flores terem começado a apresentar acastanhamento derivado da necrose do tecido vegetal, ora

esta alteração da cor teve um impacto claro nas leituras da cor realizadas levando ao aumento verificado nos últimos dias do ensaio. Assim sendo, este aumento ao nível da saturação da cor das capuchinhas nos dias finais do ensaio prende-se com a alteração da cor derivada da senescência dos tecidos vegetais da flor, não se podendo atribuir por este facto uma conotação positiva a estes resultados ao nível do aspeto físico e qualidade da flor. Relativamente ao dia 7 o facto de não ter sido possível fazer as leituras da cor numa flor, dado o seu estado de degradação, ou a escolha aleatória das flores ou qualquer outro fator aleatório poderá ter tido influência na diferença no valor registado para este parâmetro neste dia em relação aos restantes dias da experiência.

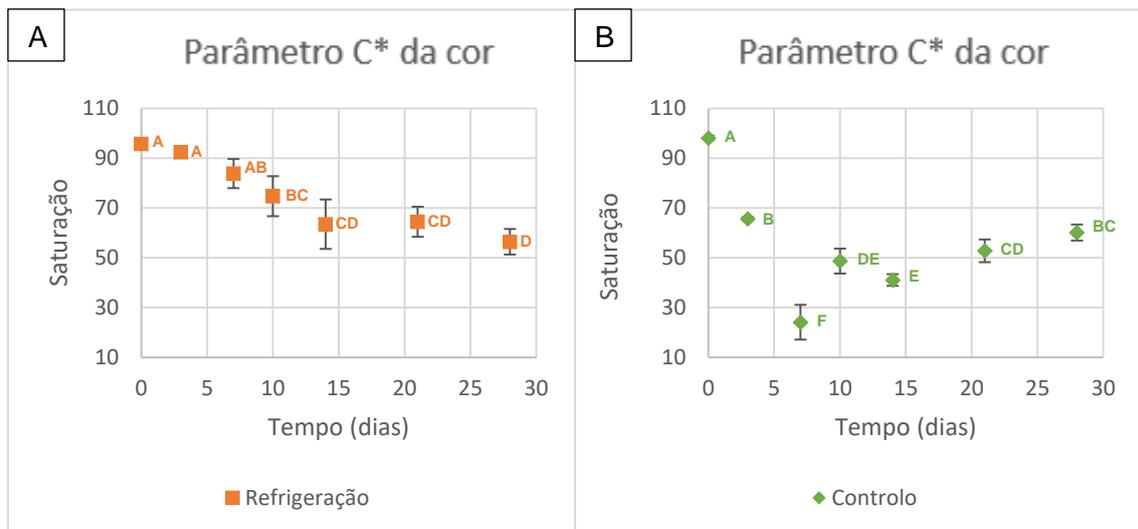


Figura 52 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Pelos motivos enumerados anteriormente e pelo facto da perda de saturação das flores no controlo ser mais precoce e rápida quando comparada com a refrigeração podemos afirmar que a refrigeração se apresenta como um bom método para retardar a perda de saturação da cor das capuchinhas ao longo do tempo, permitindo uma melhor manutenção do aspeto físico inicial relativamente à saturação da cor das capuchinhas.

No entanto este parâmetro não pode ser avaliado de forma isolada de forma a obter uma ideia correta da perda ou ganho da qualidade, aliás neste caso é possível denotar que o aumento da saturação nos dias finais do estudo do grupo controlo poder-se-á prender com o acastanhamento das flores devido à senescência dos seus tecidos, sendo que o aumento dos valores de saturação neste caso não pode ser considerado como positivo, dado que a aparência física e integridade física da flor se encontram comprometidas, logo a qualidade não poderá ser superior nestes últimos dias.

- Parâmetro h^* da cor

Após observar a Figura 53 é possível aferir que ocorreram diferenças significativas relativamente à tonalidade da cor das capuchinhas no dia 0 entre todos os grupos menos controlo e refrigeração, sendo que a liofilização apresentou o valor mais baixo ($1,00 \pm 0,035$) seguida da secagem ($1,15 \pm 0,026$) e por fim a refrigeração e o controlo com os valores mais elevados e sem diferirem significativamente entre si, ($1,33 \pm 0,0088$ e $1,33 \pm 0,023$).

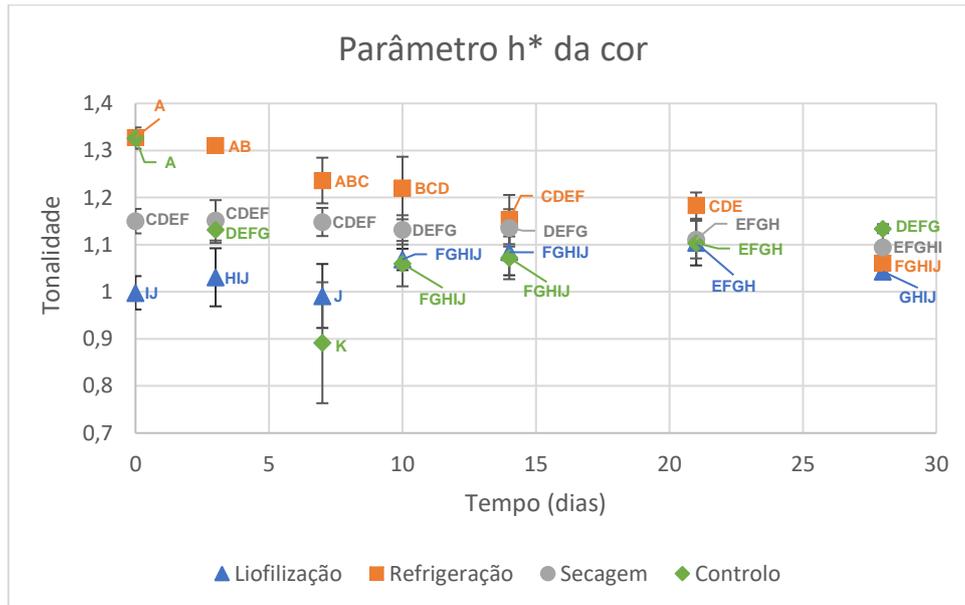


Figura 53 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

Com o avançar do tempo os valores em relação ao parâmetro h^* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas tenderam para uma tonalidade semelhante ao fim de 28 dias, tendo, no entanto, ocorrido uma manutenção da tonalidade ao longo de todo o período experimental quando as flores foram liofilizadas (exceção no dia 21, por fatores aleatórios) e quando as flores foram secas. No controlo observa-se uma queda abrupta da tonalidade das flores capuchinhas logo no 3º dia após a colheita enquanto na refrigeração é possível observar uma diminuição mais suave dos valores da tonalidade ao longo dos 28 dias.

Relativamente à tonalidade da cor das capuchinhas após a aplicação da liofilização e após a aplicação da secagem pode afirmar-se que ocorreu a manutenção do parâmetro em ambos os casos.

Para o tratamento de liofilização (Figura 54A) os valores da tonalidade da cor das capuchinhas não apresentaram diferenças significativas, tendo no entanto ocorrido um

aumento significativo no dia 21 ($1,10 \pm 0,05$) que pode ser consequência da a escolha aleatória das flores ou qualquer outro erro derivado de um fator aleatório não controlável que poderá ter influenciado na diferença mais acentuada dos valores obtidos para a tonalidade da cor das capuchinhas neste dia em relação aos restantes dias da experiência, levando a que o aumento na tonalidade fosse mais acentuado neste dia.

Após a aplicação do tratamento de secagem e acondicionamento em ambiente refrigerado ao longo dos 28 dias de experiência, a tonalidade da cor das capuchinhas apresentou um valor médio de $1,13 \pm 0,04$ (Figura 54B).

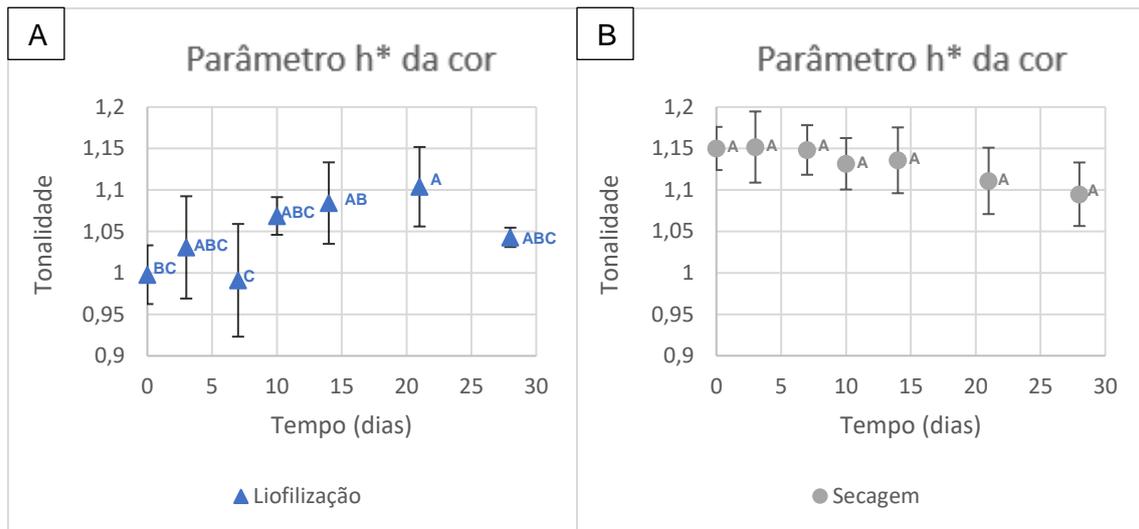


Figura 54– Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na (A) liofilização e (B) secagem ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$).

No caso da liofilização os valores da tonalidade da cor mantidos ao longo do tempo foram inferiores aos que foram mantidos ao longo do tempo no caso da secagem, estando estes últimos mais próximos do valor da tonalidade inicial da cor das flores (aproximadamente 1,33). Em ambos os casos a manutenção da tonalidade inicial da cor das capuchinhas é um bom indicador para a manutenção do aspeto físico das flores (intrinsecamente ligado à qualidade).

Mediante a Figura 55 A e B pode afirmar-se com um grau de confiança de 95% que ocorreu um decréscimo significativo no que diz respeito ao parâmetro h* da cor das capuchinhas após acondicionamento destas em ambiente refrigerado, e após o acondicionamento em ambiente não refrigerado. No caso da tonalidade da cor das flores refrigeradas (Figura 55A) registaram-se os valores mais elevados no dia 0 ($1,33 \pm 0,01$) ocorrendo nos dias seguintes um decréscimo sucessivo até ao dia 28, no qual se registou o valor mais baixo ($1,06 \pm 0,01$). No caso da tonalidade da cor das capuchinhas do grupo controlo (Figura 55B) a diminuição da tonalidade da cor ocorre de forma mais

rápida e decaindo para valores inferiores aos obtidos na refrigeração ao 7º dia, dia em que se registaram os valores mais baixos da tonalidade da cor ($0,89 \pm 0,13$). Após este dia os valores estabilizaram em valores semelhantes aos valores obtidos no 3º dia e ao dia 28 da refrigeração, sendo inferiores aos obtidos no dia 0, onde se registaram os valores mais elevados da tonalidade da cor das capuchinhas ($1,33 \pm 0,02$). Relativamente ao dia 7, a escolha aleatória das flores ou qualquer outro fator aleatório não controlável poderá ter influenciado na diferença mais acentuada dos valores obtidos para a tonalidade neste dia em relação aos restantes dias da experiência, levando a que a diminuição na tonalidade fosse ainda mais acentuada. No entanto, este resultado mantém-se em linha com o argumento da perda de tonalidade das capuchinhas ao longo do tempo quando expostas a um acondicionamento não refrigerado após a sua colheita por 28 dias tendo este decréscimo um impacto negativo no que diz respeito à manutenção do aspeto físico das flores ao longo do tempo e consequentemente um impacto negativo na manutenção da qualidade inicial da flor.

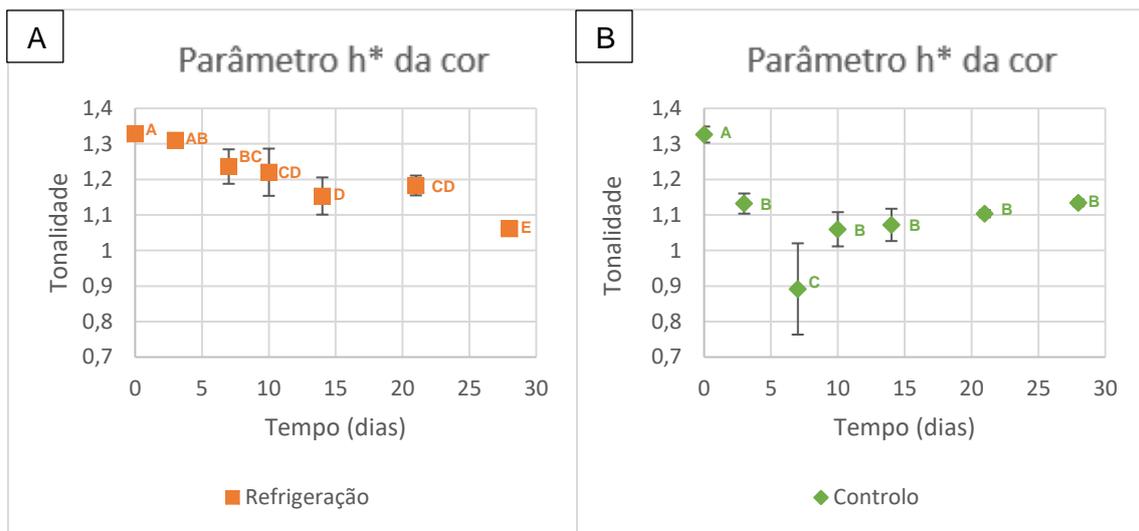


Figura 55 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados na (A) refrigeração e (B) no controlo ao longo de 28 dias.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0,05$)

Em suma, ambos os decréscimos da tonalidade da cor das capuchinhas observados nas flores refrigeradas e no grupo de controlo tendem para valores semelhantes de tonalidade, tendo-se apenas destacado a refrigeração pela sua capacidade de retardar a perda de tonalidade por mais tempo. Apesar deste facto a diferenciação da tonalidade ao longo do tempo em relação à tonalidade inicial tem um impacto negativo no que diz respeito à manutenção do aspeto físico inicial das flores e consequentemente um impacto negativo na manutenção da qualidade inicial da flor.

- Diferença total de cor (ΔE)

De forma a ser mais fácil perceber as alterações da cor das flores ao longo do tempo foi realizado o cálculo da diferença total de cor para todos os dias do ensaio (Figura 56).

Foi possível observar que os tratamentos com maiores diferenças totais de cor das capuchinhas inicialmente foram a secagem e a liofilização, devido aos tratamentos aplicados terem implicações na cor, mas mantendo-se com valores relativamente constantes até ao dia 28. Estando estes resultados de acordo com os obtidos por Chen *et al.* (2000) relativamente à liofilização, com os obtidos por Orikasa *et al.* (2014), Shi *et al.* (2019) e por Liang *et al.* (2003) relativamente à secagem e para ambos os casos.

Nos casos do controlo e da refrigeração foi possível observar um aumento do ΔE ao longo do tempo, tendo atingido valores iguais ou superiores aos dos restantes tratamentos partir do dia 3 (37,06), no caso do controlo e do dia 14 (33,22) no caso da refrigeração. O elevado aumento observável nos tratamentos de refrigeração e no grupo controlo pode ser justificado pelo facto das capuchinhas inicialmente amarelas se terem tornado laranja ao longo do tempo (como se poderá verificar no capítulo seguinte), sendo que esta alteração da cor ocorreu nestes dois tratamentos de forma mais precoce (controlo) ou menos precoce (refrigeração) com o decorrer da experiência enquanto que na secagem e liofilização as flores já se apresentavam laranja após a aplicação de ambos os métodos de preservação.

No final dos 28 dias a secagem apresentou o menor valor de ΔE (40,31), seguida da refrigeração (45,31) e controlo (45,62) e por fim a liofilização (52,50), com a maior diferença total de cor, consequência do tratamento aplicado uma vez que os valores registados foram semelhantes ao longo dos 28 dias.

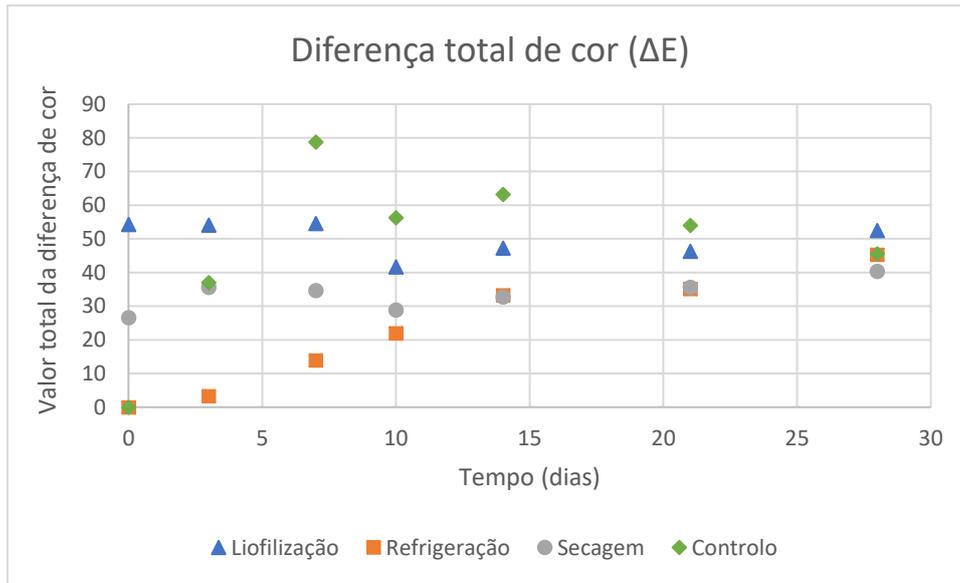


Figura 56 – Diferença total de cor das capuchinhas ao longo dos 28 dias de ensaio, para os métodos de conservação: liofilização, secagem, refrigeração e para o grupo controlo.

O menor aumento da diferença total de cor ao longo do tempo em condições de refrigeração relativamente ao armazenamento não refrigerado registado neste estudo também foi obtido por Costa *et al.* (2011).

4.2.2. Tratamento de congelação

- Teor em água

Na Figura 57 é possível observar que não foram registadas diferenças significativas, com um grau de confiança de 95%, relativamente ao teor em água das capuchinhas nos diferentes tempos registados após a retirada das flores do ambiente de ultracongelação (0, 30 e 45 minutos), tendo sido obtida uma média de teor em água das capuchinhas de $0,889 \pm 0,047$ m.m-1.

Também não se registaram diferenças significativas em relação à flor antes de ser congelada ao nível do teor em água ($0,902 \pm 0,004$ m.m-1).



Figura 57 – Média e respetivo desvio padrão referente ao teor em água das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelamento.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Pode-se concluir que a descongelação das flores ao longo dos 45 minutos não teve impacto significativo relativamente ao teor em água das flores. Tendo, no entanto, tido impacto ao nível da rigidez dos tecidos como descrito por Cary (1985).

- **Variação relativa do diâmetro**

Não foram registadas diferenças significativas, com um grau de confiança de 95%, relativamente à perda de diâmetro das capuchinhas nos diferentes tempos registados após a retirada das flores do ambiente de ultracongelamento (0, 30 e 45 minutos) (Figura 58). Podendo-se concluir por este parâmetro que a descongelação das flores não afetou a dimensão das flores, tendo-se obtido uma variação relativa do diâmetro média de $-0,164 \pm 0,141$ (Figura 58).

Também não foram registadas diferenças significativas ao nível do diâmetro em relação à flor antes de ser congelada (sem perdas de diâmetro).

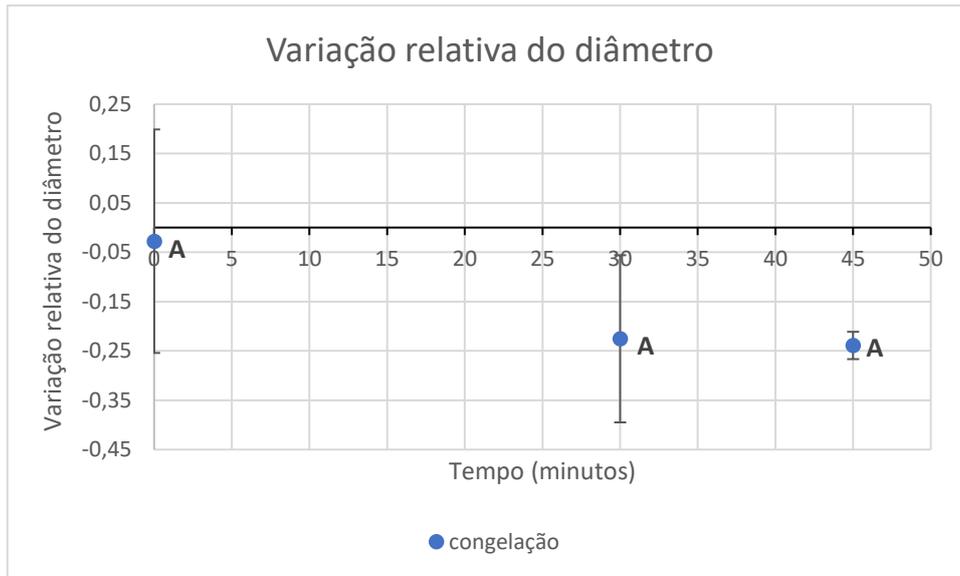


Figura 58 – Média e respetivo desvio padrão referente ao diâmetro das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelamento.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

A dimensão é uma das componentes do aspeto físico das flores e neste caso não foi alterada, no entanto o aspeto físico das flores será também afetado pela cor e por características observáveis presencialmente como por exemplo a perda ou não de rigidez, estrutura, ou seja, se ficou espalmada ou não, ou presença de exsudado/aparência encharcada. A manutenção do diâmetro poderá ser explicada pelo facto de ser uma espécie potencialmente mais adaptada às baixas temperaturas (Pearce, 2001).

- Parâmetro L^* da cor

Relativamente ao parâmetro L^* da cor (a luminosidade da cor) das capuchinhas ao longo dos 45 minutos que sucederam a retirada das flores do ambiente de ultracongelamento, pode-se dizer que ocorreu uma diminuição significativa nomeadamente ao fim de 30 minutos fora do ambiente de ultracongelamento, onde se registou o valor mais baixo ($66,26 \pm 0,61$), para os restantes tempos de 0 minutos e 45 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelamento, não ocorrendo diferenças significativas nos valores registados nestes dois últimos (Figura 59).

O parâmetro L^* da cor também diminuiu significativamente em relação ao estado inicial da flor, ou seja, antes desta estar congelada sendo o valor mais elevado ($70,80 \pm 0,81$).

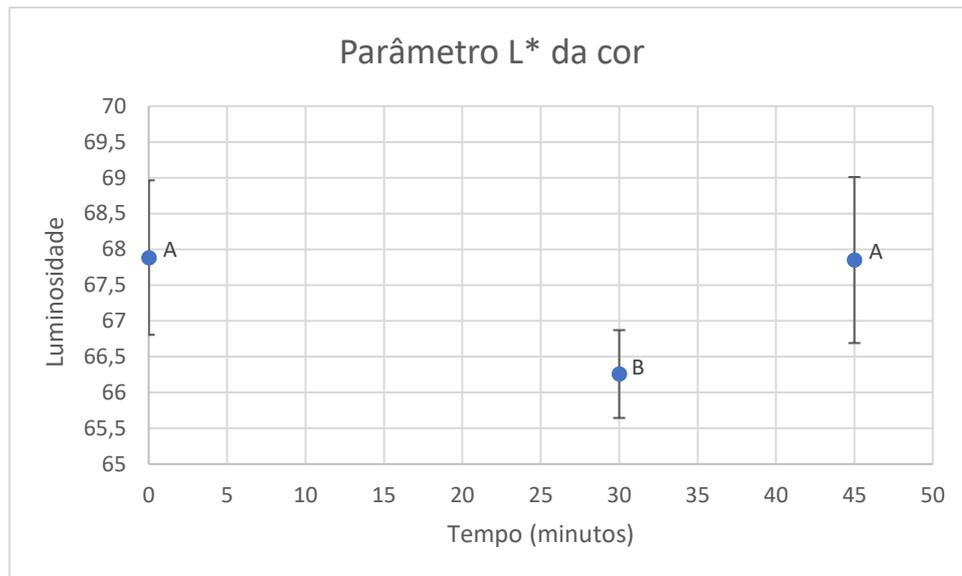


Figura 59 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro L* da cor (luminosidade da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

Assim podemos aferir que ocorreu uma diminuição da luminosidade da cor das capuchinhas devido ao processo de congelação e ao longo de 30 minutos após serem retiradas do ambiente de ultracongelação. A diminuição registada ao longo dos 30 minutos que seguiram a retirada das flores do ambiente de ultracongelação poder-se-á dever à descongelação e conseqüente aparecimento de exsudado na flor, levando a uma cor mais escura, voltando a subir em seguida para valores semelhantes aos registados no minuto 0 passados 45 minutos uma vez que a água em excesso derivada da descongelação começa a desaparecer fruto da evaporação e escoamento natural para fora da estrutura vegetal, passando a flor a apresentar uma cor mais clara.

- Parâmetro C* da cor

Pode-se afirmar com um grau de confiança de 95% que ocorreu um aumento significativo da saturação (parâmetro C* da cor) das capuchinhas registado após a retirada do ambiente de ultracongelação entre os 0 minutos ($89,76 \pm 5,11$), onde registaram os valores mais baixos, e os 45 minutos ($100,85 \pm 9,76$) onde se registaram os valores mais elevados de saturação da cor das capuchinhas (Figura 60).

A saturação da cor da capuchinha antes da flor ser congelada ($98,70 \pm 1,69$) não revela diferenças significativas em relação ao obtido ao fim de 30 minutos, não tendo também registado diferenças significativas relativamente ao minuto 0 após congelação.

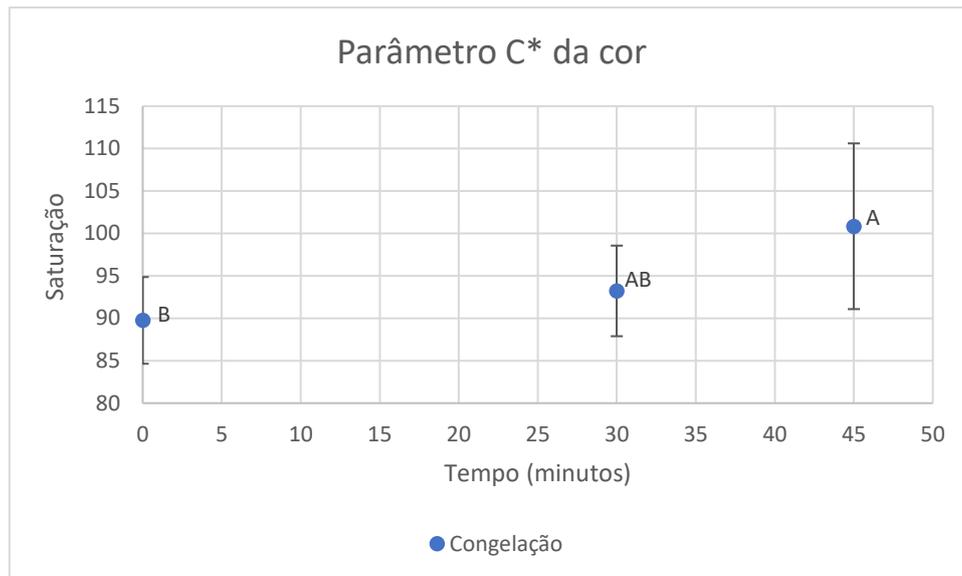


Figura 60 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro C* da cor (saturação da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelamento.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

O aumento da saturação da cor das capuchinhas ao longo dos 45 minutos após a retirada do ambiente de ultracongelamento apresentado anteriormente demonstra uma alteração da cor derivada da descongelação das flores, sendo que esta alteração do aspeto físico da flor num espaço de tempo relativamente curto é uma característica que não se pretende que ocorra, por exemplo em situações onde ocorra a quebra a cadeia de frio o produto poderá perder qualidade rapidamente.

- Parâmetro h* da cor

Quanto ao parâmetro h* da cor das capuchinhas não ocorreram diferenças significativas nos tempos registados após a retirada do ambiente de ultracongelamento (0, 30 e 45 minutos). Tendo sido obtida uma tonalidade média de $1,24 \pm 0,03$ (Figura 61).

No entanto o valor de h* antes da capuchinha ser congelado foi significativamente maior quando comparado com os valores obtidos aquando da retirada do ambiente de ultracongelamento ($1,33 \pm 0,01$).

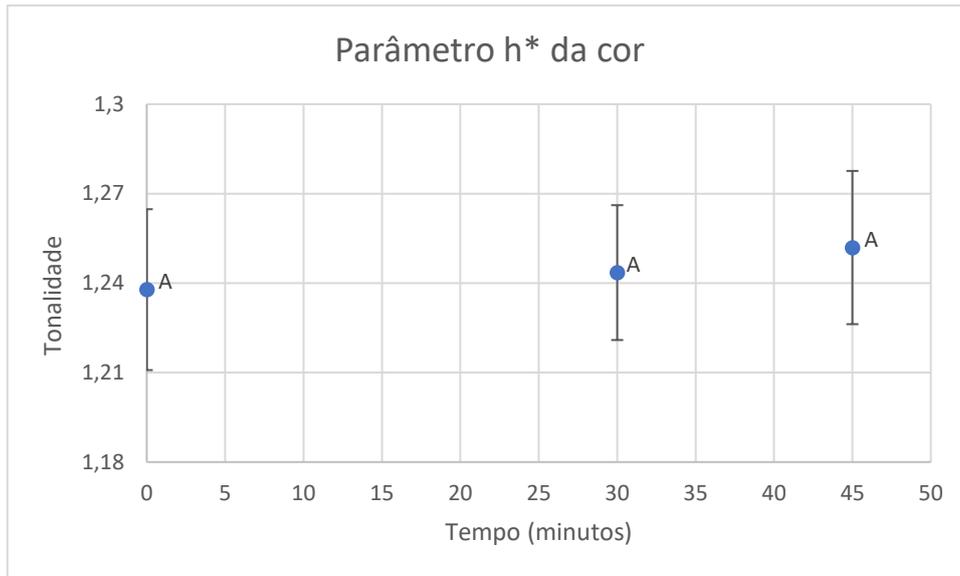


Figura 61 – Média e respetivo desvio padrão referente ao parâmetro h* da cor (tonalidade da cor) das capuchinhas observados ao longo dos 45 minutos após a aplicação do método de congelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado pela ANOVA unidirecional com o teste post hoc Tukey HSD ($p < 0.05$).

A tonalidade (que o parâmetro da cor h* representa) sofreu então um decréscimo devido ao processo de congelação, tendo-se mantido posteriormente constante ao longo do tempo de descongelação das flores capuchinhas. Ocorrendo uma alteração relativamente ao aspeto físico inicial da flor.

- Diferença total de cor (ΔE)

De forma a que fosse mais fácil de perceber as alterações da cor das flores ao longo do tempo foi realizado o cálculo da diferença total de cor para todos os momentos deste ensaio (0, 30 e 45 minutos) (Figura 62).

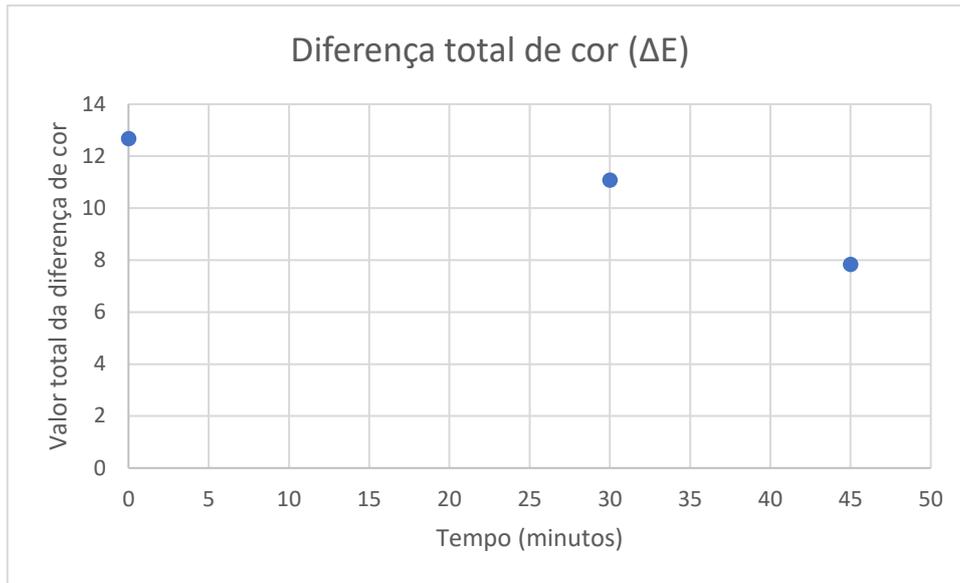


Figura 62 – Diferença total de cor das capuchinhas ao longo dos 45 minutos que sucederam a aplicação da congelação.

É então possível verificar na Figura 62 que ocorreu uma diferenciação desde a cor da flor acabada de colher até à cor da flor obtida após a aplicação do método de conservação registada no minuto 0 (12,68), sendo que esta diferenciação da cor é menor do que a registada em todos os outros tratamentos (à exceção da refrigeração nos dias 0 e 3 e do controlo no dia 0) possivelmente pelo facto das flores congeladas terem mantido a cor amarela (a cor original aquando da colheita) durante os 45 minutos ao contrário do que aconteceu nos restantes tratamentos onde se verificou a mudança de cor das flores com o passar do tempo.

A partir do momento em que a capuchinha foi retirada do ambiente de ultracongelação, até 45 minutos após ser retirada deste meio, altura em que atingiu o valor mais baixo de ΔE (7,83) ocorre uma diminuição do parâmetro ΔE , ou seja a flor começa a aproximar-se mais da sua coloração inicial com o passar do tempo.

A reduzida diferença total da cor registada neste ensaio é corroborada pelos dados obtidos por Cooke, *et al.* (1976) num estudo análogo.

4.3. Avaliação do aspeto visual das flores ao longo do tempo após os diferentes tratamentos

Nesta secção serão apresentadas as imagens das flores sujeitas aos diferentes tratamentos e nos diferentes tempos de análise dos parâmetros que foram analisados na secção anterior, utilizadas na experiência. Será apresentada a imagem de uma flor por dia, sendo ela a que melhor representava as réplicas desse dia. As imagens apresentadas não exibem as flores na mesma escala.

4.3.1. *Viola wittrockiana*

A partir das imagens apresentadas (Figuras 63 a 67) é possível verificar as variações de diâmetro e cor anteriormente descritas, bem como a influência negativa da diminuição do teor em água na estrutura da flor e que as flores do controlo rapidamente se tornam inviáveis para comercialização, tendo os restantes tratamentos possibilidade de ser comercializados em segmentos diferentes (congelação e refrigeração para consumo em prato e liofilização e secagem para uso em infusões).

Liofilização:

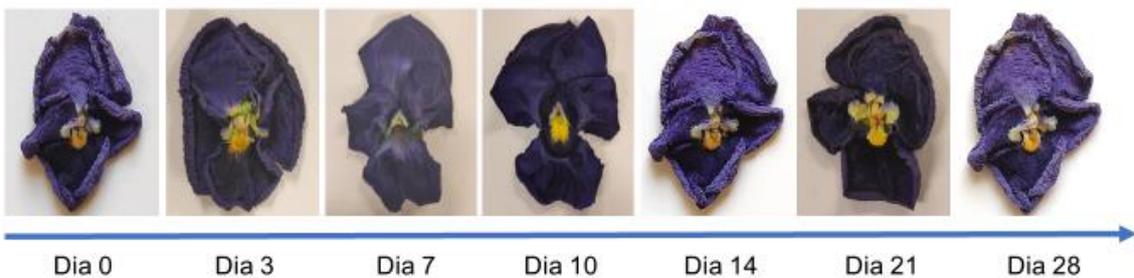


Figura 63 – Sequência temporal dos amores perfeitos liofilizados, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Secagem:

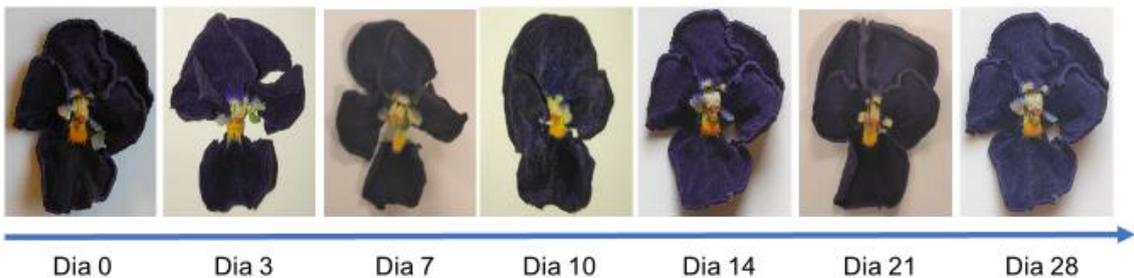


Figura 64 – Sequência temporal dos amores perfeitos desidratados/secos, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Refrigeração:



Figura 65 – Sequência temporal dos amores perfeitos armazenados em ambiente refrigerado, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Controlo:

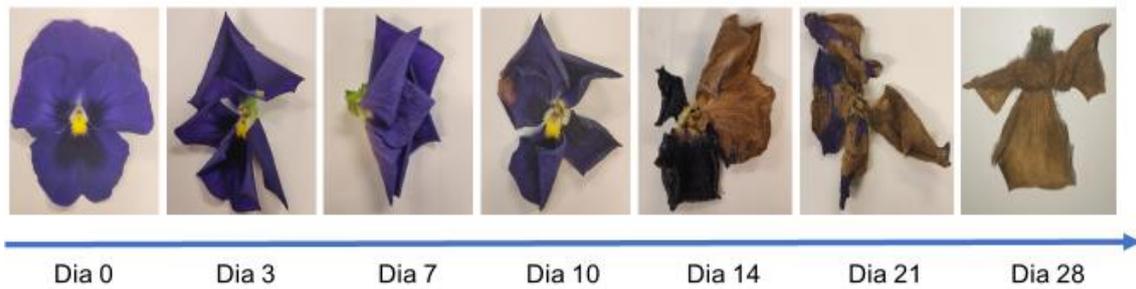


Figura 66 – Sequência temporal dos amores perfeitos armazenados em ambiente não refrigerado (controlo), onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Congelação:

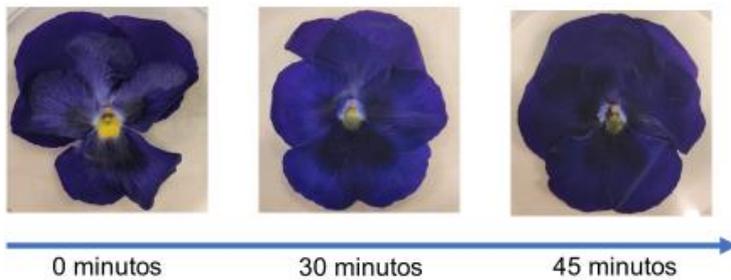


Figura 67 – Sequência temporal dos amores perfeitos após a sua congelação, onde foi escolhida para cada tempo a flor que melhor representava o grupo desse minuto.

4.3.2. *Tropaeolum majus*

A partir das imagens apresentadas (Figuras 68 a 72) é possível verificar as variações de diâmetro e cor anteriormente descritas, assim como a influência da diminuição do teor em água na estrutura da flor. Note-se que todas as flores selecionadas, para todos os tratamentos, eram amarelas aquando da sua colheita.

É também possível verificar a fraca qualidade das capuchinhas após os diferentes tratamentos, não tendo sido considerada viável para comercialização nestas condições.

Liofilização:



Figura 68 – Sequência temporal das capuchinhas liofilizados, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Secagem:



Figura 69 – Sequência temporal das capuchinhas desidratados/secos, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Refrigeração:

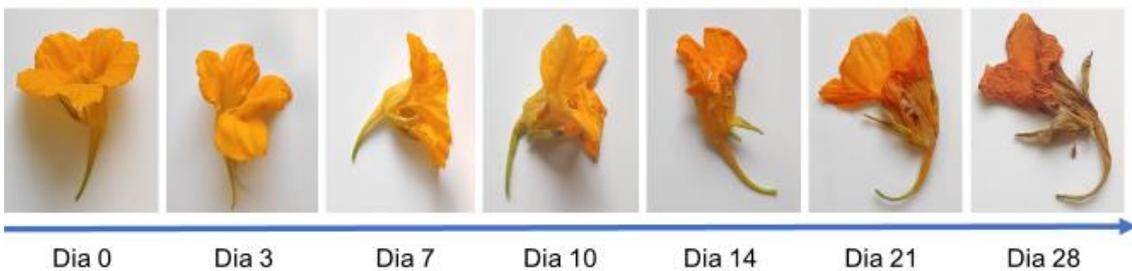


Figura 70 – Sequência temporal das capuchinhas armazenados em ambiente refrigerado, onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Controlo:



Figura 71 – Sequência temporal das capuchinhas armazenados em ambiente não refrigerado (controlo), onde foi escolhida para cada dia a flor que melhor representava o grupo desse dia.

Congelação:

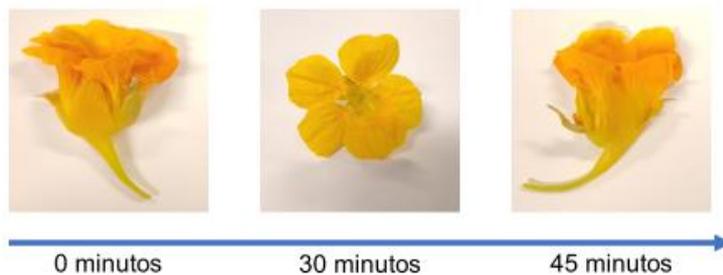


Figura 72 – Sequência temporal das capuchinhas após a sua congelação, onde foi escolhida para cada tempo a flor que melhor representava o grupo desse minuto.

Tendo em conta todas as imagens apresentadas anteriormente apenas foi considerada a criação de um inquérito referente à qualidade dos amores perfeitos após sujeitos aos diferentes tratamentos, uma vez que se considerou que o produto final após os tratamentos aplicados às capuchinhas não seriam viáveis para venda no mercado, dada a sua fraca qualidade e aspeto. Tendo no caso da capuchinha que ser revisto o vigor dos processos aplicados, uma vez que a resposta desta foi muito mais negativa do que a dos amores perfeitos, servindo também para concluir que os mesmos tratamentos terão resultados completamente diferentes quando aplicados a diferentes flores com diferentes fisionomias e características próprias.

4.4. Inquérito “Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis”

Foi então realizado um inquérito de forma a permitir uma caracterização do mercado das flores comestíveis e de forma a aferir quanto à opinião dos inquiridos acerca da qualidade deste produto após ter sido sujeito a diferentes tratamentos com o objetivo de aumentar a sua vida em prateleira. Para avaliar a qualidade foi pedida aos participantes uma avaliação do aspeto global das flores sujeitas aos tratamentos de secagem, liofilização, refrigeração e controlo (armazenamento em ambiente não refrigerado) tendo por base para este efeito a visualização de fotografias e posterior classificação numa escala de aceitabilidade de 0 a 10.

Este inquérito esteve disponível durante um mês, tendo sido recolhido um total de 346 respostas ao fim deste tempo.

Inicialmente foram feitas perguntas de carácter sociodemográfico ao participante de forma a obter uma caracterização do grupo de voluntários que participou neste estudo.

Os participantes foram primeiramente inquiridos em relação ao seu género (Figura 73).

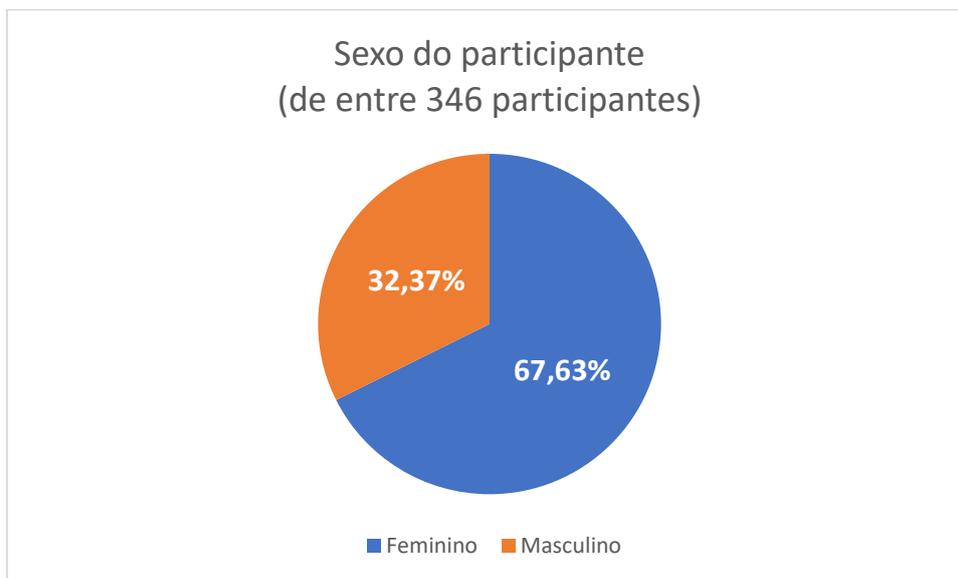


Figura 73 – Distribuição entre géneros feminino e masculino dos participantes do inquérito.

Foi possível concluir que o inquérito teve um maior número de participantes do sexo feminino (234, correspondendo a 67,6%) do que do sexo masculino (112) (Figura 73).

Os participantes também foram inquiridos quanto à sua idade e divididos por quatro grupos etários: jovens (< 18 anos) ; jovens adultos (18-30 anos) ; adultos (31-64 anos) e idosos (>64 anos).

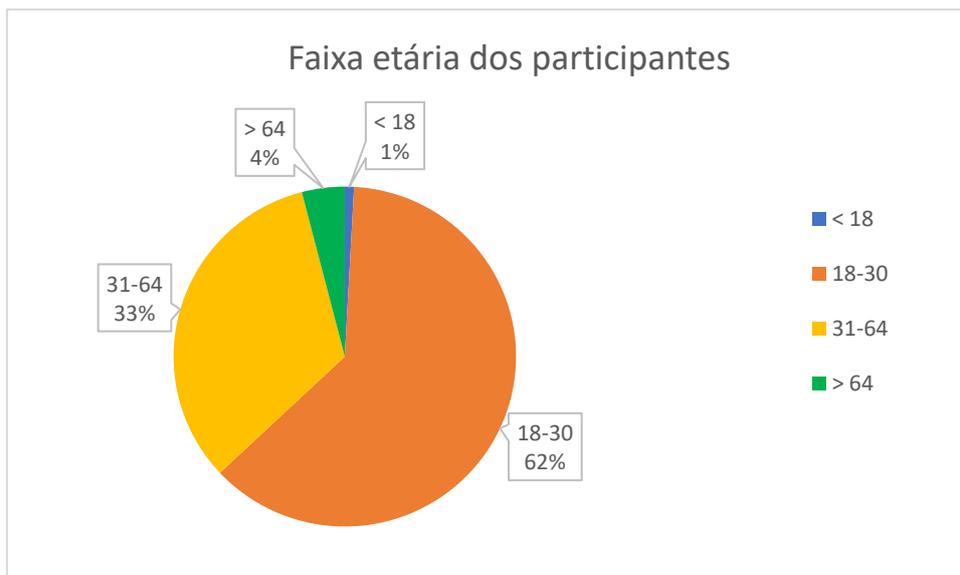


Figura 74 – Distribuição dos participantes do inquérito pelas diferentes faixas etárias.

No conjunto de todos os participantes a maioria (62%, correspondente a 215 participantes) enquadrava-se numa faixa etária que representa os jovens adultos (18-30 anos), seguindo-se os adultos entre os 31-64 anos (33%, correspondente a 114 participantes), em seguida a faixa etária mais idosa, com mais de 64 anos (4%, correspondente a 14 participantes) e por fim os jovens menores de 18 anos (1%, correspondente a 3 participantes) (Figura 74).

Foi também pedido aos participantes para indicar o seu grau de habilitações, tendo como opções: ensino primário (4º ano) ; ensino básico (9º ano); ensino secundário (12º ano) e grau superior (licenciatura/mestrado/doutoramento).

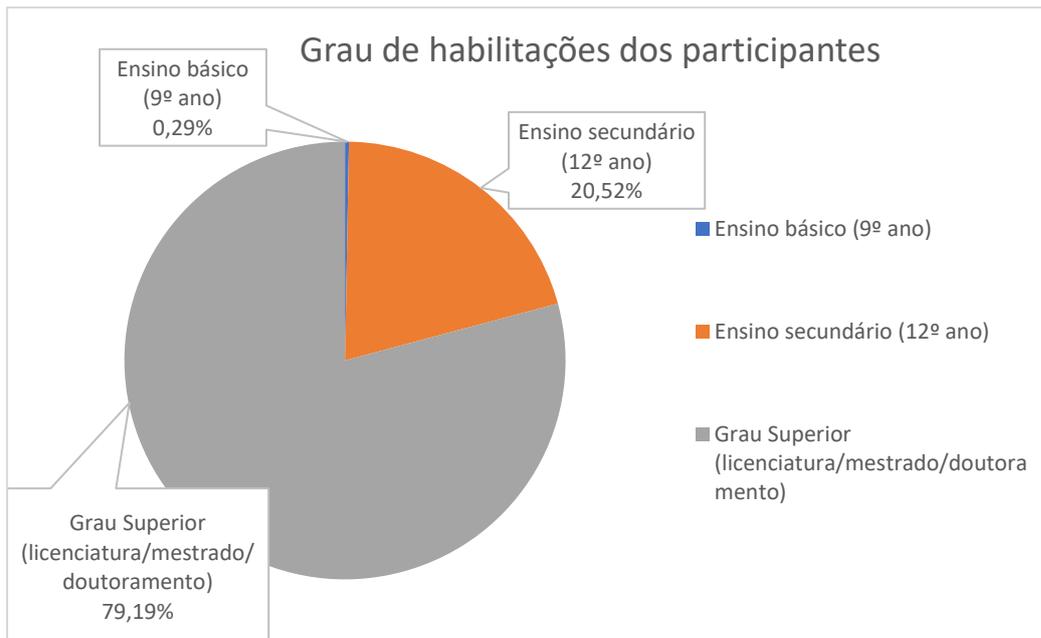


Figura 75 – Distribuição dos participantes do inquérito segundo o seu grau de habilitações.

Concluiu-se que a maioria dos participantes possuía um grau superior de habilitações (79,19 %), sendo que 20,52 % dos inquiridos possuía um grau de habilitações equivalente ao ensino secundário (12º ano) e os restantes 0,29 % dos inquiridos eram detentores de um grau de habilitações equivalente ao ensino básico (9º ano). Nenhum dos participantes apresentou grau de habilitações apenas de nível primário (4º ano) (Figura 75).

Seguidamente foi pedido ao inquirido que revelasse o seu rendimento mensal aproximado, com o objetivo de poder inferir quanto ao poder de compra do grupo amostra, uma vez que o produto em questão - as flores comestíveis – se apresentam como um produto gourmet muitas vezes associado a pratos com custo mais elevado, o que poderia ser um fator dissuasor do consumo deste produto.

Com as classes “Sem rendimento” ; “Até 635€ (salário mínimo)” ; “ 636€ - 1000€” ; “1000€ - 2000€” ; “2000€ - 3000€” e “Superior a 3000€”, bem como “Prefiro não dizer” para o caso do participante não se sentir confortável em responder a esta questão.

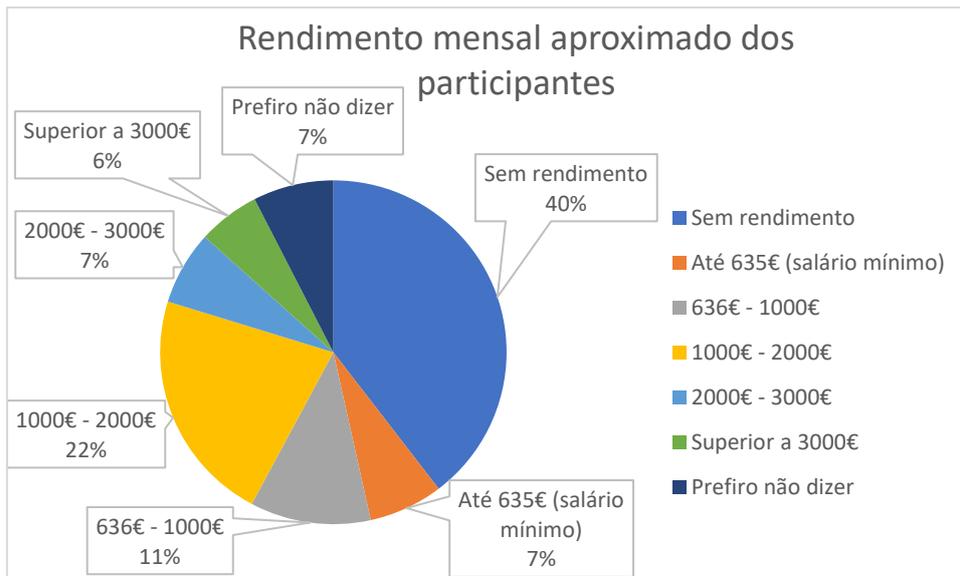


Figura 76 – Distribuição dos participantes do inquérito segundo o seu rendimento mensal aproximado.

A maioria dos participantes afirmou não possuir rendimento (provavelmente por serem estudantes), sendo que o facto do questionário ter sido lançado no período da pandemia COVID-19 também pode ter inflacionado este resultado. Seguiram-se as classes de “1000€ - 2000€” (22%), “636€ - 1000€” (11%), “Até 635€ (salário mínimo)” e “2000€ - 3000€” (7%), “Superior a 3000€” (6%), por esta ordem. De entre os 346 participantes, 7% preferiu não revelar o seu rendimento mensal (Figura 76).

No final desta primeira fase, na qual se obteve algumas indicações acerca dos dados sociodemográficos da amostra, perguntou-se aos participantes se já tinham consumido flores comestíveis no prato (quer como guarnição, ornamento ou foco principal do prato) e/ou utilizado em infusões.

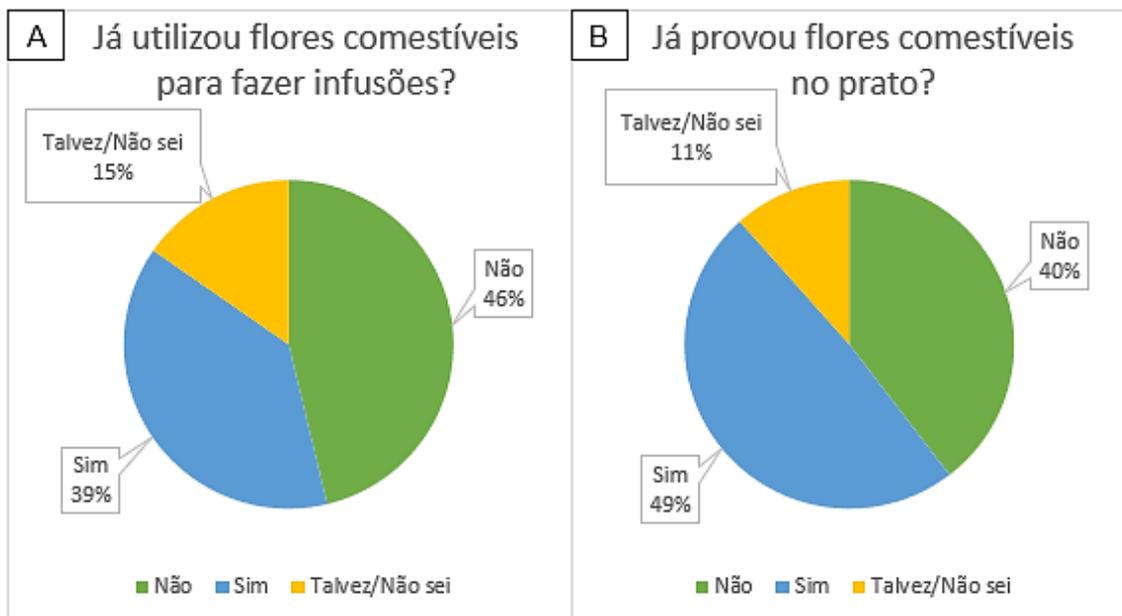


Figura 77 – A – Utilização ou não por parte dos participantes do inquérito de flores comestíveis para fazer infusões. B – Prova ou não por parte dos participantes do inquérito de flores comestíveis no prato.

Concluiu-se que de entre os 346 inquiridos 39% já tinham consumido flores edíveis utilizando em infusões e 61% nunca tinham consumido ou não sabe (Figura 77A).

Concluiu-se também que de entre os 346 inquiridos 49% já tinham consumido flores comestíveis no prato e 41% nunca tinham consumido ou não sabia (Figura 77B).

Estas questões foram feitas com o intuito de aferir se o inquirido já tinha de facto consumido flores comestíveis (no prato ou utilizado em infusões) de forma a direccioná-lo para diferentes partes do questionário.

No caso negativo ou da escolha da opção “Talvez/Não sei”, foi assumido, para ambos os casos, que o participante nunca tinha consumido flores edíveis, sendo este direccionado para a questão: “O que o levaria a provar flores comestíveis?”, que será discutida mais à frente.

No caso de já ter provado flores comestíveis no prato e/ou utilizado em infusões o inquirido foi direccionado para uma secção distinta onde foram pedidos alguns dados acerca da sua experiência e hábitos de consumo relativos às flores comestíveis.

A partir da distinção apresentada anteriormente foi possível concluir que 177 dos participantes (51,2%) nunca tinham experimentado flores comestíveis, enquanto que os restantes 169 participantes (48,8%) já tinham experimentado flores comestíveis.

Em seguida são apresentadas as questões referentes ao grupo de 169 participantes que já tinha provado flores comestíveis.

Foi pedido inicialmente aos 169 participantes que já tinham provado flores comestíveis para avaliar a sua experiência numa escala de 0 a 10, tendo sido obtidos os resultados apresentados na Figura 78 em baixo apresentada.



Figura 78 – Avaliação da experiência de consumo de flores comestíveis dos participantes que já tinham provado flores comestíveis, numa escala de 0 a 10.

É possível observar que apenas 9 das 169 pessoas classificou a sua experiência abaixo de 5 que foi considerado como o limite de aceitabilidade, ou seja 160 das 169 pessoas inquiridas teve uma experiência positiva aquando do consumo de flores comestíveis.

Seguidamente os participantes foram questionados acerca do momento da refeição em que consumiram as flores (Figura 79).

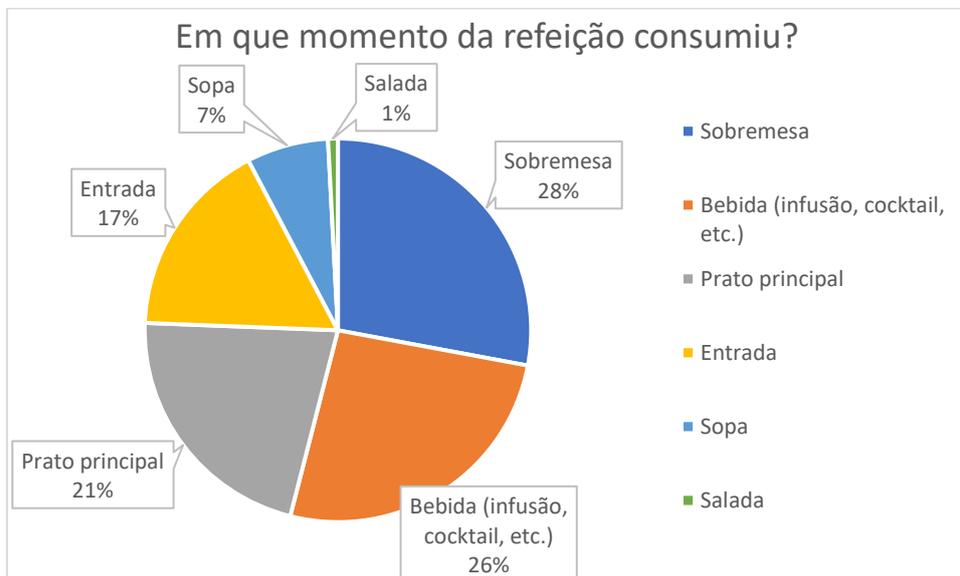


Figura 79 – Momento da refeição em que o participante que já consumiu flores comestíveis as consumiu de facto.

Efetivamente, é possível constatar que o momento onde as flores foram mais consumidas foi em sobremesas (28%).

Os participantes que já haviam consumido flores edíveis, foram ainda inquiridos quanto ao local onde costumam consumir este produto (Figura 80).

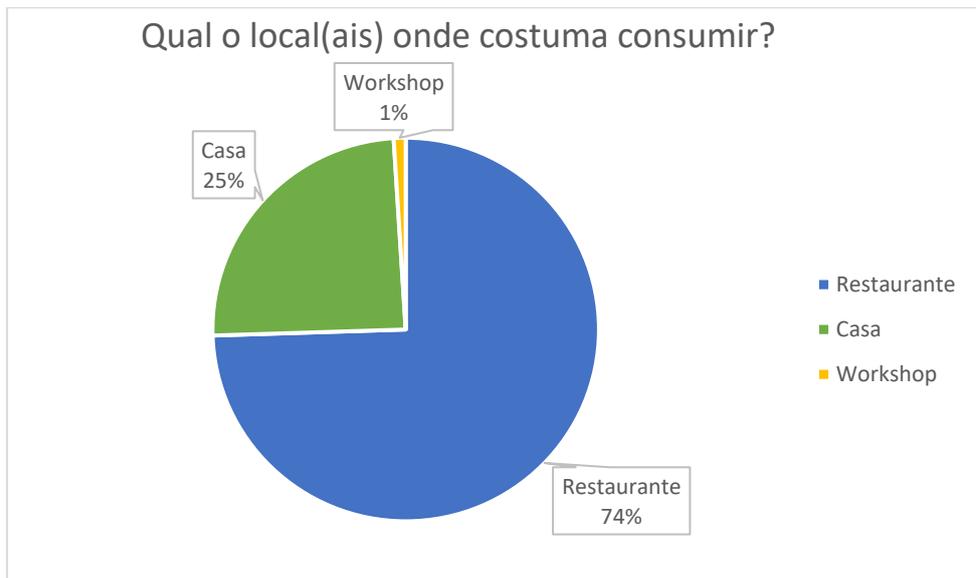


Figura 80 – Local ou locais onde o inquirido que já consumiu flores comestíveis costuma consumir este produto.

Verificou-se que o consumo das flores comestíveis ocorreu maioritariamente em restaurantes (74%).

Foi ainda questionada a frequência com que o participante consome flores comestíveis (Figura 81), se apenas provou uma vez, se consome muito raramente (1 vez por ano), raramente (6 vezes por ano), frequentemente (todos os meses/12 vezes por ano) ou ainda se consome muito frequentemente (2 a 4 vezes por mês).

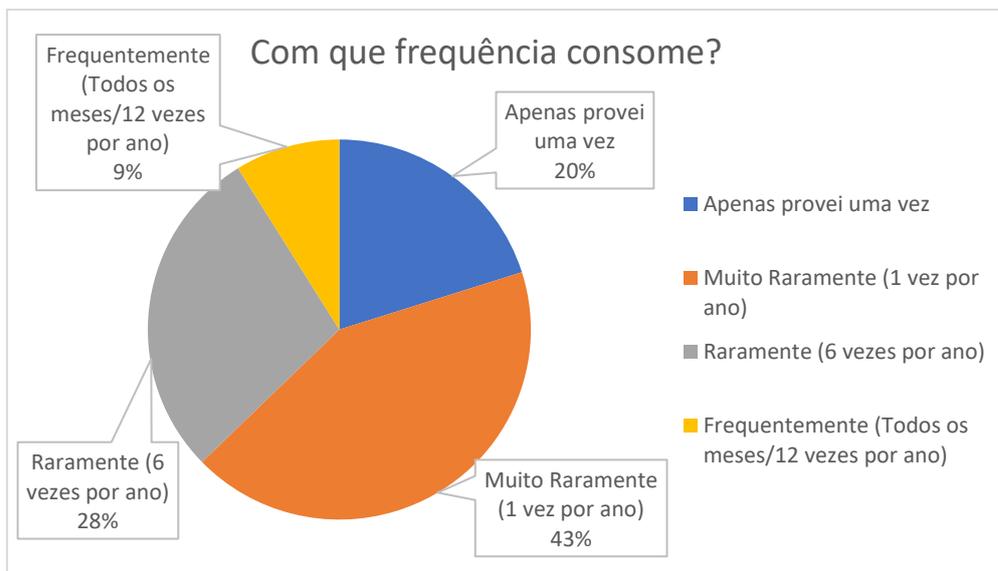


Figura 81 – Frequência com que o participante que já provou flores comestíveis consome flores comestíveis.

Nenhum dos participantes respondeu que consumia flores comestíveis muito frequentemente, tendo sido a resposta mais frequente “Muito raramente (1 vez por ano)” (43%).

Como referido anteriormente, foi colocada ao grupo de participantes que afirmou já ter consumido flores edíveis a questão “Que motivo(s) o levou a experimentar consumir flores comestíveis” enquanto que foi colocada a questão “Que motivo(s) o poderiam levar a experimentar consumir flores comestíveis?” aos inquiridos que nunca consumiram flores comestíveis, estando os resultados demonstrados em seguida na Figura 82 e Figura 83.

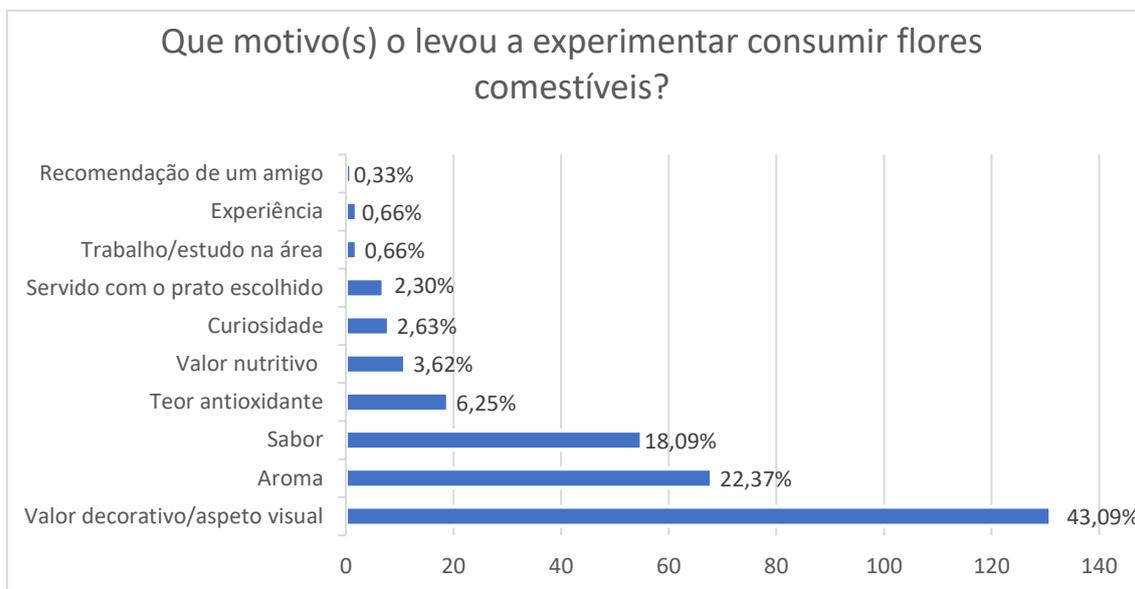


Figura 82 – Motivos que levaram o grupo de participantes que afirmou já ter consumido flores comestíveis, a experimentar consumir flores comestíveis.

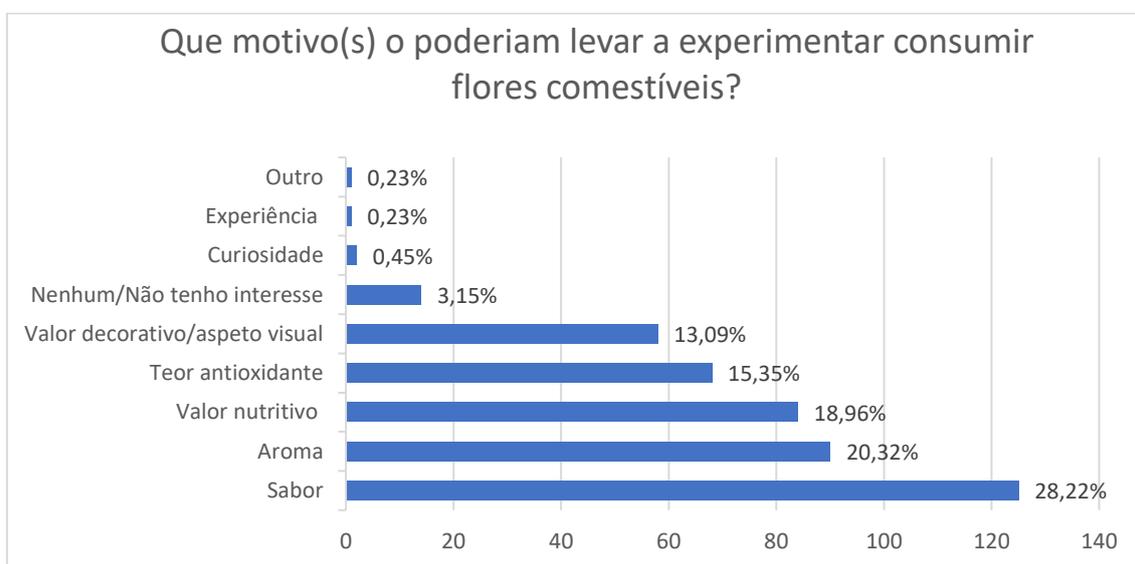


Figura 83 – Motivos que poderiam levar o grupo de participantes que afirmou nunca ter consumido flores comestíveis, a experimentar consumir flores comestíveis.

Pela comparação das duas imagens podemos concluir que os fatores como o sabor, aroma, valor nutritivo ou teor antioxidante se perfilam como opções que o consumidor que ainda não provou flores comestíveis dá mais valor, preterindo o valor decorativo da

flor em detrimento destes aspetos. Por outro lado, o consumidor que já experimentou flores comestíveis prefere este produto pelo seu aspeto visual e valor decorativo dando também relevância ao sabor e aroma, sendo que o valor nutritivo e o teor antioxidante para este caso já foram mais preteridos em relação aos fatores apresentados.

Assim, é possível estabelecer que o sabor e o aroma das flores foram os fatores de maior interesse, comuns aos dois grupos, tanto para os inquiridos que já provaram, como para os que ainda não provaram flores edíveis. Para os novos consumidores, fatores como o teor antioxidante e o valor nutritivo revelam-se como pontos mais atrativos para a experiência de consumo de flores, enquanto para os inquiridos que já haviam consumido este produto o valor decorativo apresenta-se como o principal fator para o consumo das flores comestíveis.

Por fim, foi pedido aos participantes que observassem um conjunto de 15 fotografias de amores perfeitos expondo as fotografias dos amores perfeitos, em diferentes tempos de armazenamento – dia 0, 14 e 28 após a colheita, ou no caso da congelação minuto 0, 30 ou 45 após a retirada do ambiente de ultracongelação – e após os diferentes tratamentos – congelação, liofilização, refrigeração, secagem por via de ar quente, ou controlo (sem tratamento) – por ordem aleatória, sem referir aos participantes a existência de diferentes tratamentos das flores e pedindo aos participantes para observar em primeira instância todas as fotografias e só depois atribuísem uma classificação de cada produto segundo uma escala de aceitabilidade fornecida (de 0 a 10, onde 0 representa péssima qualidade, 5 o limite de aceitabilidade e 10 excelente qualidade). Foi também deixado um espaço de comentário a seguir a cada imagem caso o participante desejasse acrescentar alguma observação relativamente à imagem, não sendo este espaço de preenchimento obrigatório.

Os resultados obtidos foram divididos em dois grupos devido ao fator tempo diferir do caso da congelação para com os restantes tratamentos, e foram os seguintes:

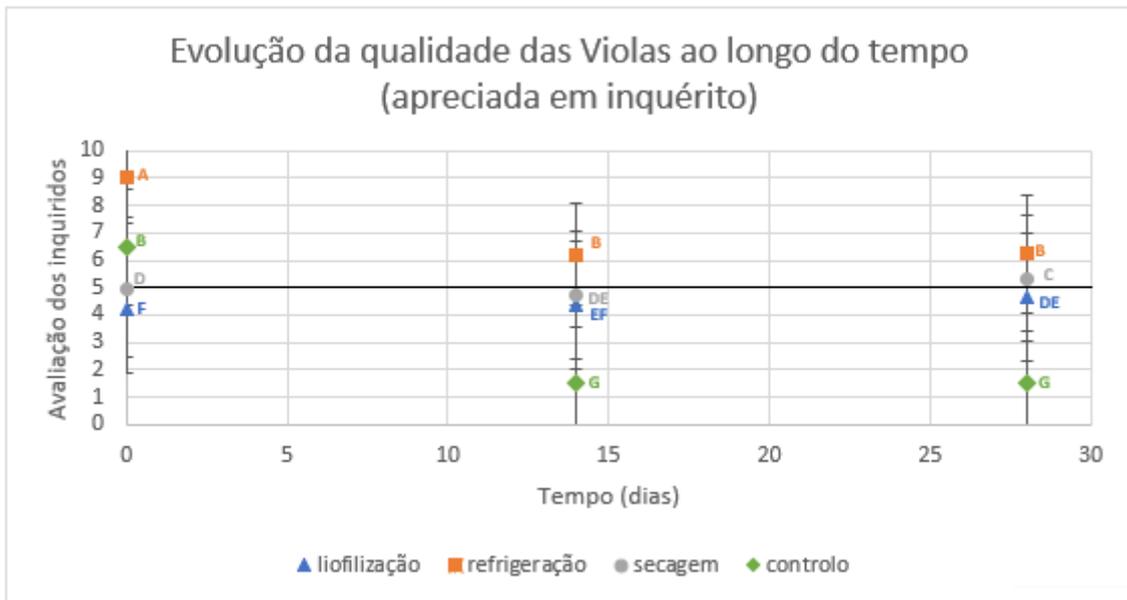


Figura 84 – Média e respetivo desvio padrão referente à avaliação dos inquiridos da qualidade dos amores perfeitos ao longo do tempo observados na liofilização, refrigeração, secagem e grupo controlo nos dias 0, 14 e 28.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado teste não paramétrico de Kruskal Wallis e consequente testes post-hoc de comparação múltipla ($p \leq 0,05$). A linha mais carregada representa o limite de aceitabilidade (avaliação de 5 em 10).

Segundo os inquiridos o aspeto físico das flores refrigeradas foi o melhor tanto no primeiro dia como ao longo dos 28 dias, seguido do aspeto físico das flores armazenadas com ambiente não refrigerado (controlo) no primeiro dia, que é equiparável ao aspeto das flores congeladas no 14^o e 28^o dias. Em seguida surgem as flores secas em todos os 28 dias, sendo que não foram avaliadas de forma significativamente diferente no dia 0 e no 28^o dia, tendo um resultado ligeiramente inferior entre o 14^o dia e o 28^o dia (que pode ser justificável pela flor utilizada/fotografada não ser a mesma) estando este tratamento no limite de aceitabilidade. As flores liofilizadas apresentaram resultados sem diferenças significativas das flores secas no dia 14, nos dias 14 e 28. No dia 0 as flores liofilizadas apresentaram resultados significativamente diferentes das flores secas, sendo um resultado inferior. Este resultado pode ser explicado por alguns comentários recolhidos no questionário onde a aparência seca das flores liofilizadas foi confundida com flores em processo de senescência e apodrecimento o que poderá ter tido impacto na classificação geral e neste caso em particular. Por fim, as flores armazenadas em ambiente não refrigerado após o primeiro dia apresentaram os piores resultados no dia 14 e 28, resultados estes estatisticamente semelhantes entre si e significativamente diferentes de todos os demais.

Logo todos os tratamentos superaram o armazenamento não refrigerado para o inquirido, sendo o tratamento mais bem cotado o de refrigeração, seguido da secagem e por fim a liofilização (este último abaixo do limite de aceitabilidade para os inquiridos). No entanto foram aferidos à posteriori motivos que podem ter induzido confusão no inquirido, como por exemplo o facto de comentarem que as flores liofilizadas se encontravam podres, quando estas não se encontravam de facto. Estes erros foram obtidos dado que no inquérito realizado apenas ser possível classificar a flor a partir de fotografias, o que poderá ter levado os inquiridos a diferentes perceções do que estavam a ver e por consequência elações erradas que se traduziram na classificação que atribuiu. Não tendo sido apenas a aceitabilidade sobre o aspeto da flor o traduzido no estudo, tendo também contribuído em alguns casos algumas perceções erradas sobre a imagem que o participante estava a ver.

Segundo os inquiridos no inquérito realizado, as flores congeladas mantiveram relativamente a sua aparência ao longo de 45 minutos após serem retiradas do ambiente de ultracongelação tendo uma classificação bastante elevada e apenas menor do que a atribuída às flores refrigeradas no dia 0.

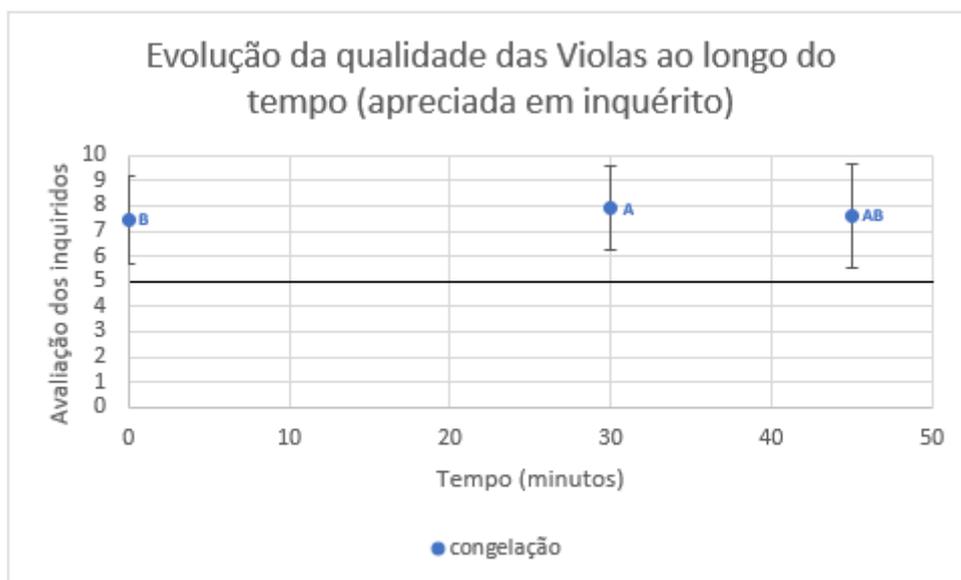


Figura 85 – Média e respetivo desvio padrão referente à avaliação dos inquiridos da qualidade dos amores perfeitos aos 0, 30 e 45 minutos após a retirada das flores do ambiente de ultracongelação.

*Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos assinalados como indicado teste não paramétrico de Kruskal Wallis e consequente testes post-hoc de comparação múltipla ($p \leq 0,05$). A linha mais carregada representa o limite de aceitabilidade (avaliação de 5 em 10).

Logo, ao nível do aspeto visual captado nas fotografias do inquérito as flores congeladas apresentam-se como muito apelativas aos inquiridos, no entanto seriam necessários mais estudos com carácter presencial, ou pelo menos que permitissem

demonstrar com maior exatidão o estado físico real da flor ao longo deste processo aos inquiridos, dado que a flor não manteve a sua integridade estrutural e ocorreu o surgimento de exsudado logo após 5 minutos fora do ambiente de ultracongelamento, o que poderia ter impacto na classificação atribuída pelos inquiridos.

5. Conclusão

A partir dos resultados descritos podemos concluir que a aplicação da liofilização e a secagem por via de ar quente provocam a diminuição inicial do teor em água e do diâmetro das flores de ambas as espécies estudadas, induzindo também alterações ao nível da cor relativamente à cor inicial da flor, mantendo no entanto todos estes parâmetros constantes após a aplicação do tratamento por longos períodos de tempo, possivelmente superiores a 28 dias dado que as flores no final do ensaio não indicavam qualquer sinal de deterioração.

As flores refrigeradas apresentaram, em ambas as espécies, diminuição do seu teor em água e do seu diâmetro ao longo do tempo, sendo no entanto menor em ambos os casos do que o registado no controlo (excluindo a variação relativa do diâmetro das capuchinhas após o 14º dia, onde a secagem e degradação da estrutura das flores as levou a apresentar maiores diâmetros quando comparados com a refrigeração, sendo no entanto devido à deterioração das flores e assim não se apresenta melhor que a refrigeração) o que comprova a eficácia deste método na preservação e aumento da longevidade em prateleira das flores aliada à manutenção da qualidade destas até 14 dias, altura em que se começa a denotar a deterioração neste método. Quanto à cor neste método ocorreu a tendência para a alteração da cor em ambas as espécies para gamas de cor semelhantes às registadas na secagem e liofilização.

As flores congeladas das diferentes espécies apresentaram diferentes comportamentos em relação ao teor em água e variação relativa do diâmetro, tendo sido notória uma diminuição dos parâmetros no caso dos amores perfeitos e a manutenção no caso das capuchinhas. Quanto à cor foi registada uma diminuição da diferença total de cor nas capuchinhas enquanto que nos amores perfeitos se registou um aumento deste parâmetro, no entanto em ambos os casos as diferenças totais de cor foram inferiores às registadas nos restantes tratamentos. Também em ambos os casos, a descongelação apresentou um impacto negativo na estrutura física da flor num período de tempo relativamente curto, o que é prejudicial caso ocorra qualquer quebra na cadeia de frio.

Foi então possível concluir perante a conjugação de todos os dados, quer laboratoriais, quer os obtidos no inquérito, que o tratamento que melhor preserva as flores a nível de diâmetro, teor em água e cor (fatores que foram utilizados neste ensaio para avaliar a manutenção do aspeto físico e consequentemente da qualidade) ao longo do tempo e que teve uma maior aceitabilidade dos inquiridos foi de forma geral a refrigeração, seguida da congelação, secagem por via de ar quente e liofilização e o

grupo controlo (o único tratamento que não teve um tempo de vida em prateleira superior aos 7 a 10 dias após a colheita das flores (Fernandes, et al., 2019b), tendo durado apenas três em boas condições em ambas as flores testadas, como é previsto na bibliografia (Fernandes, et al., 2019b). Em todos os tratamentos (congelação, liofilização, secagem e refrigeração) ocorreu um aumento da longevidade em prateleira das flores.

Foi também possível depreender que a aplicação de metodologias iguais em diferentes flores pode levar a resultados drasticamente diferentes ao nível do aspeto físico, como ocorreu com as capuchinhas nesta experiência, que apesar de corroborarem ao nível laboratorial a conclusão tirada, não seriam um produto apto para a venda no mercado, devido ao seu aspeto físico. Apresenta-se assim este caso da severidade dos tratamentos aplicados nas capuchinhas como um ponto a melhorar em experiências futuras, sendo necessário aprimorar os métodos de conservação ao nível do tempo de exposição, temperatura utilizada e pressão utilizada de forma a beneficiar não só a longevidade como também a aparência deste produto, dado que a aparência no caso das flores edíveis está intimamente ligada à associação com um produto de qualidade.

Existiram também fatores que não foram passíveis de ter em consideração por métodos laboratoriais ou ter como patentes no inquérito realizado e que se revelaram muito interessantes aquando da obtenção dos dados do inquérito realizado referentes aos fatores mais importantes no momento de decisão por parte dos inquiridos/consumidores em relação a provar ou consumir flores comestíveis, e que poderiam ter impacto na classificação da flor atribuída neste mesmo questionário.

Um destes casos é o aroma, que se revelou um fator importante no momento de decisão por parte dos inquiridos/consumidores em relação a provar flores comestíveis, sendo que esta característica é mais bem preservada no método de liofilização, mantendo o aroma floral após o tratamento e ao longo do tempo de armazenamento, enquanto que nos outros casos como por exemplo a refrigeração o aroma se dissipou na primeira semana ou o controlo em que passou inclusive a ser um fator prejudicial dada a deterioração para um aroma mais desagradável apesar do aspeto ainda razoável da flor ao 3º dia.

Outro aspeto a melhorar passaria por tentar criar condições para que no momento de avaliação do produto o participante possa dispor de mais dados (melhor perceção global do aspeto, forma e rigidez/consistência da flor) o que pode passar pela presença do participante de forma a que possa observar na totalidade o produto ou a apresentação por outra via suplementar às imagens. Este aspeto poderia ter sido benéfico na avaliação final das flores em casos como os da liofilização (onde já não

poderia ser confundida com uma flor “podre” como foi por alguns participantes) ou prejudicial como no caso da congelação, dada a alteração do aspeto físico pelo facto da rigidez da flor ser inexistente após poucos minutos fora do ambiente de ultracongelação. Abrindo-se assim novamente uma oportunidade de melhoria para estudos futuros.

Assim sendo conclui-se que ao nível das flores comestíveis no prato, as flores refrigeradas apresentam-se de facto como a melhor alternativa ao nível da qualidade ao longo do tempo (longevidade em prateleira), perante os tratamentos realizados neste ensaio. Sendo que para o caso do uso em infusões as flores liofilizadas conciliadas com o armazenamento refrigerado serão o caso passível de ser mais vantajoso, pela manutenção quase constante de todas as características avaliadas ao longo do tempo (elevada longevidade e manutenção do aspeto físico), mas também pela manutenção de outras características que não foram tidas em conta como por exemplo o aroma e a capacidade de reidratação destas flores que poderão ser alvo de estudos subseqüentes de forma a provar ou refutar esta mais valia perante o consumidor.

Ao nível do mercado o aspeto visual será sempre um ponto essencial para a venda deste produto assim como o seu sabor e aroma, no entanto de futuro poder-se-á apostar na promoção das flores pelo seu teor antioxidante com valor nutricional, uma vez que pelo que foi apurado são dois fatores que pessoas que ainda não provaram flores comestíveis, têm bastante em consideração no momento da decisão de provar ou não flores comestíveis, sendo também um ponto tido em consideração pelas pessoas que já são consumidores de flores edíveis e que poderia potenciar um consumo mais frequente deste produto por parte destes.

6. Referências bibliográficas

- Acikgoz, F., 2017. Edible Flowers. *Journal of Experimental Agriculture International*, 17(1), 1-5. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2017/34564>.
- Afzal, T. M. & Abe, T., 1999. Some fundamental attributes of far infrared radiation drying of potato. *Drying Technology*, 17(1-2), 138–155. doi:10.1080/07373939908917522.
- Aherné, L. M., Pereira, N., Staack, N. & Floberg, P., 2009. Microwave convective drying of plant foods at constant and variable microwave power. *Drying Technology*, Volume 25, pp. 1149-1153.
- Ahvenainen, R., 2008. Active and intelligent packaging: an introduction. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.
- Alboofetileh M., Rezaei M., Hosseini H., Abdollahi M., 2014. Effect of nanoclay and cross-linking degree on the properties of alginate-based nanocomposite film. *Journal of Food Processing and Preservation* 38: 1622–1631.
- Alvarez M., V., Ponce A., G., Moreira M., R., 2013. Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds to improve the safety of fresh cut broccoli. *LWT – Food Science and Technology* 50: 78–87.
- Amanatidou A., Slump R., A., Gorris, L., G., M., Smid, E., J., 2000. High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf life extension of minimally processed carrots. *Journal of Food Science* 65: 61–66.
- Ansorena, M. R., Marcovich M. R., Roura S. I., 2011. Impact of edible coatings and mild heat shocks on quality of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* L.) during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology* 59: 53–63.
- Ashrae, 1994. Commodity Storage Requirements. Refrigeration Systems and Applications Handbook. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Associação Industrial Portuguesa (AIP), 2006. Projecto Qualidade/Regiões – Têxtil e Vestuário.
- Babic, J., Cantalejo, M. J., Arroqui, C., 2009. The effects of freeze-drying process parameters on Broiler chicken breast meat. *LWT – Food Science and Technology*, Volume 42, pp. 1325-1334.
- Bailey, A. V., Lucca I. I. A., Moreu, J. P., 1993. Antimicrobial properties of some erucic acid-glycolic acid derivates. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, Champaign, v. 66, p. 77-85.

- Biran, I. & Halevy, A. H., 1974. Effects of Varying Light Intensities and Temperature Treatments Applied to Whole Plants, or Locally to Leaves or Flower Buds, on Growth and Pigmentation of 'Baccara' Roses. *Physiologia Plantarum*, 31: 175-179. doi:10.1111/j.1399-3054.1974.tb03686.x.
- Bruneton, J., 1999. *Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants*. 2^a ed. Paris/Hampshire: Intercept Lts, TeDoc, Lavoisier Publishing Inc.
- Cachín, A., Verdugo, R., Montesinos, V., 2002. Manejo de Poscosecha de flores. Centro Regional de Investigación Carrillanca. Temuco Chile, Volume Boletín No. 82., pp. ISSN 0717-4829.
- Cary, J. W., 1985. Freeze survival in peach and prune flowers. *Plant science letters*, 37(3), 265-271.
- Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, 2012. Guia para a Qualidade Organizacional Sist. Gestão da Qual. - SGQ, pp. 1–22.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., & Yong, M. Y., 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113(1), 166-172. doi:10.1016/j.foodchem.2008.07.090.
- Chen, N. H. & Wei S, 2017. Factors influencing consumers' attitudes towards the consumption of edible flowers, *Food Qual Prefer*, 56 (Part A), 93–100.
- Chen, W., Gast, K., L., B., Smithey, S., 2000. The effects of different freeze-drying processes on the moisture content, color, and physical strength of roses and carnations. *Scientia Horticulturae*, Volume 84, pp. 321-332.
- Church, I. J., & Parsons, A. L., 1995. *Modified atmosphere packaging technology: A review. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67(2), 143–152. doi:10.1002/jsfa.2740670202.
- Contreras-Oliva A, Pérez-Gago M., B., Rojas-Argudo C., 2012. Effects of chitosan coatings on physicochemical and nutritional quality of clementine mandarins cv. 'Oronules'. *Food Science and Technology International* 18(4): 303–315.
- Cooke, R. D., Allison, C. J., Baldry, J., Caygill, J. C., Ferber, C. E. M., Kanagasabapathy, L., Veale, M. J., 1976. Studies of mango processing: II. Deep freezing of mango slices. *International Journal of Food Science & Technology*, 11(5), 475-484.
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D'Amato, D., Speranza, B., Sinigaglia, M., 2009. Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches – a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 223–24.

- Costa, A. S., Nogueira, L. C., Santos, V. F. D., Camara, T. R., Loges, V., Willadino, L., 2011. Storage of cut *Heliconia bihai* (L.) cv. Lobster Claw flowers at low temperatures. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(9), 966-972.
- Creasy, R., 1999. *The edible flower garden*. 3^a ed. Singapore: Periplus
- da Silva Vieira MR, de Medeiros DC, Costa PN, Santos CMG, de Alencar Paes R, De Sousa Fernandez L. M., De Oliveira, N. G., Allan A. Silva F., 2012. Effect of refrigeration on post-harvest flowers. *African Journal of Biotechnology* 11(67), 13065-13068.
- De Medeiros, J. M. R., Macedo, M., Contancia, J. P., Nguyen, C., Cunningham, G., Miles, D. H. (2000). *Antithrombin activity of medicinal plants of the Azores*. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(1-2), 157–165. doi:10.1016/s0378-8741(00)00226-9.
- Donsì, G. & Ferrari, G., M., D., 2001. Utilization of combined processes in freeze-drying of shrimps. *Food and Bioproducts Processing*, Volume 79, pp. 152-15.
- Duke, J. A., Bogenschutz-Godwin M. J., DuCellier J., Duke P. A. K., 2002. *Handbook of Medicinal Herbs*. (2nd ed.), CRC Press, NY.
- Earnshaw, R., 1996. High pressure food processing. *Nutri Food Sci*. 2:8–11.
- European Commission, 2009. Regulation (EC) No. 450/2009. *Official Journal of European Union*, L 135(450), 3–11.
- European Commission, 2015. Regulation (EC) No. 2015/2283. *Official Journal of European Union*, L 327, 11.12.2015, p. 1–22.
- Evans, R. D. 1993. Flowers as food. *Small Farm Today* 10(2):18–21.
- Felippe G. M., 2004. *Entre o jardim e a horta: as flores que vão para a mesa*, 2nd ed., (Senac, São Paulo, Brazil).
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Pereira, E. L., Ramalhosa, E., Saraiva, J. A., 2017c. Effect of high hydrostatic pressure on the quality of four edible flowers: *Viola x wittrockiana*, *Centaurea cyanus*, *Borago officinalis* and *Camellia japónica*. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(11), 2455–2462. doi:10.1111/ijfs.13530.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., Saraiva, J. A., 2017b. Effect of High Hydrostatic Pressure (HHP) Treatment on Edible Flowers' Properties. *Food and Bioprocess Technology*, 10(5), 799–807. doi:10.1007/s11947-017-1887-2.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., Ramalhosa, E., 2019a. An Overview on the Market of Edible Flowers. *Food Reviews International*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1639727>.
- Fernandes, L., Casal, S., Pereira, J. A., Saraiva, J. A., Ramalhosa, E., 2017a. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects

- on human health. *Journal of Food Composition and Analysis* 60, 38–50.
doi:10.1016/j.jfca.2017.03.017.
- Fernandes, L., Pereira, J. A., Baptista, P., Saraiva, J. A., Ramalhosa, E., Casal, S., 2018. Effect of application of edible coating and packaging on the quality of pansies (*Viola × wittrockiana*) of different colors and sizes. *Food Science and Technology International*, 24(4), 321–329. doi:10.1177/1082013217753229.
- Fernandes, L., Saraiva, J. A., Pereira, J. A., Casal, S., 2019b. Post-harvest technologies applied to edible flowers : A review. *Food Rev. Int.* 35, 132–154. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1473422>.
- Friedman, H., Vinokur, Y., Rot, I., Rodov, V., Goldman, G., Resnick, N., Hagiladi A., Umiel, N., 2005. *Tropaeolum Majus L. as Edible Flowers: Growth and Postharvest Handling. Advances in Horticultural Science* 19, no. 1: 3-8.
- Galati, V. C., Muniz, A. C. C., Guimarães, J. E. R., Mattiuz, C. M. F., Mattiuz, B. H., 2020. Conservation of *Alstroemeria* cut flowers stored under refrigeration. *Acta Scientiarum. Technology*, 43, e50016-e50016.
- Garzón, G. & Wrolstad, R., 2009. Major anthocyanins antioxidant activity of *Nasturtium* flowers, *Tropaeolum majus*. *Food Chem*, Volume 114, pp. 19-44.
- Grzeszczuk, M., Kawecka, A., & Jadczyk, D. (2010). *Nasturcja* większa *Tropaeolum majus L. Panacea*, Volume 31, pp. 20-21.
- Guiné, R. P. F., Florença, S. G., Ferrão, A. C., Correia, P. M. R., 2019. Investigation about the consumption of edible flowers in Portugal. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(3), 579-588.
- Hammami, C., & René, F., 1997. Determination of freeze-drying process variables for strawberries. *Journal of Food Engineering*, 32(2), 133–154. doi:10.1016/s0260-8774(97)00023-x.
- Han, J. W., Ruiz-Garcia, L., Qian, J. P., Yang, X. T., 2018. Food Packaging: A Comprehensive Review and Future Trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17: 860-877. doi:10.1111/1541-4337.12343.
- Hyashi R., 1989. Application of high pressure to food processing and preservation: Philosophy and development. In *the Engineering and Food Species*, Spiess WEL Schubert H (eds), Elsevier Applied Science, England, pp. 815.
- Izumi, N., Elia, D.B., 2005. Sensory and Nutritive Qualities of Food Flowers and Leaves of *Tropaeolum majus L. as Rich Sources of Lutein*.
- Instituto Português da Qualidade (IPQ), 2015. NP EN ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e vocabulário.
- Izumi, H., Luo Y., Rodov V., Watada A., 2005. Technologies for maintaining quality and safety of fresh-cut produce. In: Yehoshua B, editor. *New environmentally friendly*

- technologies to prevent spoilage and maintain quality of agricultural products. Boca Raton, Fla.: CRC Press. p. 149–203.
- Jain, R., Janakiram, T., Kumawat, G., 2016. Drying techniques in ornamental plants. In: Commercial Horticulture (Eds.). New Delhi: New India Publishing Agency.
- Kelley, K. M., Behe, B. K., Biernbaum, J. A., Poff, K. L., 2001. Consumer and professional chef perceptions of three edible-flower species. *HortScience*, 36(1), 162-166.
- Kelley, K., Arthur, C. B. J., Poff, K., 2003. Effect of storage temperature on the quality of edible flowers. *Horticulture*, Volume 3, pp. 341-344.
- Kjaer, A., Ogaard M. J., Maeda Y., 1978. Seed volátiles within the family Tropaeolaceae. *Phytochemistry*, Amsterdam, v. 17, p. 1285-1287.
- Koike, A., Barreira, J. C. M., Barros, L., Santos-Buelga, C., Villavicencio, A. L. C. H., Ferreira, I. C. F. R., 2015. Edible flowers of *Viola tricolor* L. as a new functional food: Antioxidant activity, individual phenolics and effects of gamma and electron-beam irradiation. *Food Chemistry*, 179, 6-14. doi:10.1016/j.foodchem.2015.01.123.
- Koike, A.C. R., Rodrigues, F. T., Villavicencio, A. L. C. H., 2015. Colorimetric analysis of edible flower of *Tropaeolum majus* processed by ionizing radiation. INAC 2015: international nuclear atlantic conference Brazilian nuclear program State policy for a sustainable world, Brazil.
- Kosztolnyik, L., 1996. Selling edible flowers. *Natural Food Merchandiser*, Volume 17(7), p. 74.
- Kou, L., Turner, E. R., Luo, Y., 2012. Extending the Shelf Life of Edible Flowers with Controlled Release of 1-Methylcyclopropene and Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Science*, 77 (5), 188–193. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02683.x.
- Labuza, T. P. & Breene, W. M., 2008. Applications of active packaging for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. *J Food Proc Preserv.*, 45, 1-69.
- Landi, M., Guidi, L., Ruffoni, R., 2015. Cold storage does not affect ascorbic acid and polyphenolic content of edible flowers of a new hybrid of sage. *Agrochimica*.
- Lara-Cortés, E., Osorio-Díaz, P., Jiménez-Aparicio, A., Bautista-Baños, S., 2013. Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. *Archives Latinoamericanas de Nutrición*, Volume 63(3), pp. 197-208.
- LeBlanc, D. I., Stark, R., MacNeil, B., Goguen, B., Beraulieu, C., 1996. Perishable food temperature in retail stores. *New Development in Refrigeration for Food Safety and Quality*. International Institute Refrigeration Commission C2, Vol. 6, pp. 42–57.

- Li, J., Yan, J., Cao, J., Zhao, Y., Jiang, W., 2012. Preventing the wound-induced deterioration of Yali pears by chitosan coating treatments. *Food Science and Technology International* 18(2): 123–128.
- Liang, L., Mao, Z., Cheng, Y., 2003. Study on the Application of Freeze Drying and Microwave Drying to Flower. In 2003 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Lim, T., 2014. Edible medicinal and non medicinal plants. *Flowers*. Springer Science + Business Media, Volume 7-8.
- Lin, T. M., D. Durance, T., Scaman, C. H., 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*, 31(2), 111–117. doi:10.1016/s0963-9969(98)00070-2.
- Litvin, S., Mannheim, C. H., Miltz, J., 1998. Dehydration of Carrots by a Combination of Freeze Drying, Microwave Heating and Air or Vacuum Drying. *J. Food Eng.* 36, 103–111. [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(98\)00054-5](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(98)00054-5).
- Lorenzi, H., 2001. Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 3ª ed. Nova Odessa: Plantarum. 1088 p. RESH, H.M. Hydroponic food production, 5th ed. California, EUA, Woodbridge Press, 1996. 527.
- Lu, B., Li, M., Yin, R., 2016. Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers, a review (2000–2015). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Volume 56, pp. 130-148.
- Lykkesfeldt, J. & Moller, B. L., 1993. Synthesis of Benzylglucosinolate in *Tropaeolum majus* L. (Isothiocyanates as Potent Enzyme Inhibitors). *Plant Physiology*, 102(2), 609–613. doi:10.1104/pp.102.2.609.
- Mao, L. C., Pan, X., Que, F., Fang, X. H., 2006. Antioxidant properties of water and ethanol extracts from hot air-dried and freeze-dried daylily flowers. *Eur. Food Res. Technol.* 222, 236–241. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0007-0>.
- Mattsson, B., & Sonesson, U., 2003. Environmentally-friendly food processing. Woodhead publishing.
- Meneghel R., F., A., Benassi M., T., Yamashita F., 2008. Revestimento comestível de alginato de sódio para frutos de amora-preta (*Rubus ulmifolius*). *Semana: Ciência Agrária (Londrina)* 29: 609–618.
- Metcalfe, C. R., Chalk, L., 1950. *Anatomy of the dicotyledons*. London: Oxford University Press. v. 1. 724 p.
- Mlcek, J., & Rop, O., 2011. Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. *Trends in Food Science & Technology*, 22(10), 561–569. doi:10.1016/j.tifs.2011.04.006.

- Moldão-Martins, M., Beirão-da-Costa, S., M., Beirão da Costa, M., L., 2003. The effects of edible coatings on postharvest quality of the “Bravo de Esmolfe” apple. *European Food Research and Technology* 217: 325–328.
- Mourão I & Brito L, 2013. *Horticultura Social e Terapêutica– Hortas e atividades com plantas no modo de produção biológico*, (Publindústria, Porto, Portugal).
- Nauenburg, J. D. & Buttler, K. P., 2007. Validierung des Namens *Viola wittrockiana*. – *Kochia* 2: 37–41.
- Nestby, R., & Bjørgum, R., 1999. Freeze injury to strawberry plants as evaluated by crown tissue browning, regrowth and yield parameters. *Scientia horticulturae*, 81(3), 321-329.
- Neugebauerova, J., & Vabkova, J., 2009. Jedle kvety soucasti food stylingu. *Zahradnictvi*, 83, 22e24.
- Newman, S. & O’Connor, A., 2009. *Edible flowers*. Colorado: Colorado State University Extension; 2009.
- Newman, S. & O’Connor, A., 2013. *Edible flowers*. Colorado State University Extension, Fact Sheet, Volume 7.237.
- Nicolau, A. I. & Gostin A. I., 2016. Safety of Edible Flowers, In: *Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods*. Academic Press, San Diego, pp. 395–419.
- Nowak, J., Rudnicki, R. M., 1990. *Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plant*. Portland: Timber Press p. 210.
- ÖGztekin, S., Bayetinyelik, A., Soysal, Y., 1999. Crop drying programme in Turkey. *Renewable Energy*, 16, 789-794.
- Orikasa, T., Koide, S., Okamoto, S., Imaizumi, T., Muramatsu, Y., Takeda, J. I., Shiina, T., Tagawa, A., 2014. Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices. *Journal of Food Engineering*, 125, 51-58.
- Osimitz, T. G., Franzosa, J. A., Maciver, D. R., & Maibach, H. I., 2006. Pyrethrum Allergic Contact Dermatitis in Humans Real?, Common?, or Not Documented?: An Evidence-Based Approach. *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 25(4), 287–308. doi:10.1080/15569520601013392.
- Pan, Y., Zhao, L., Hu, W., 1999. The effect of tempering-intermittent drying on quality and energy of plant materials. *Drying Technology*, Volume 17, pp. 1795-1812.
- Papp, I., Apati, P., Andrasek, V., Blazovics, A., Balazs, A., Kursinszki, L., Kite, G. C., Houghton, P. J., Kery, A., 2004. LC-MS analysis of antioxidant plant phenoloids. *Chromatographia*, 60, S93–S100.
- Pearce, R. S., 2001. Plant freezing and damage. *Annals of Botany*, 87(4), 417-424.

- Prasad, P. & Kochhar, A., 2014. Active packaging in food industry: A review. *IOSR Journal of 1133 Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(3), 1-7.
- Pržić, D. S., Ružić, N. L., Petrović, S. D., 2004. Lyophilization: The process and industrial use. *Hemijska industrija*, 58(12), 552-562.
- Rani, P. & Reddy, M., 2015. Dehydration techniques for flowers. *International Journal of Applied Research*, Volume 1, pp. 306-311.
- Ratti, C., 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *J. Food Eng.* 49, 311–319. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00228-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00228-4).
- Reid, M., 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for ornamentals and cut flowers. *Proc CA '97. Vol 4. Vegetables and ornamentals. Univ Calif Postharv Hort Ser 4:129–36*.
- Roberts, M., 2014. 100 Edible & healing flowers: cultivating, cooking, restoring health. *Struik nature. 2^a ed. South Africa: Random House Struik*.
- Rodriguez-Aguilera R., Oliveira C.J., 2009. Review of Design Engineering Methods and Applications of Active and Modified Atmosphere Packaging Systems. *Food Engineering Reviews*, Springer. 1(1): 6683.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., Vabkova, J., 2012. Edible flowers—a new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules*, Volume 17(6), pp. 6672-6683.
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., Vabkova, J., 2012. Edible flowers—A New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. *Molecules*. 17, 6672–6683. DOI: 10.3390/molecules17066672.
- Rusnak, J., 1999. Edible flowers, fresh herbs, baby vegetables: still room for growth.. *Produce Business*, Volume 15, pp. 33-37.
- Serek, M., Reid, M., 2000. Ethylene and postharvest performance of potted kalanchoe. *Postharv Biol Technol* 18:43–8.
- Shaw, J., 1998. In my opinion: Consumers want value. *Green Profit*, p. 54.
- Shi, L., Gu, Y., Wu, D., Wu, X., Grierson, D., Tu, Y., Wu, Y., 2019. Hot air drying of tea flowers: effect of experimental temperatures on drying kinetics, bioactive compounds and quality attributes. *International Journal of Food Science & Technology*, 54(2), 526-535.
- Shi, X., F., Chu, J., Z., Zhang, Y., F., Liu, C., Q., Yao, X., Q., 2017. Nutritional and active ingredients of medicinal chrysanthemum flower heads affected by different drying methods. *Industrial Crops and Products*, 104, 45–51. doi:10.1016/j.indcrop.2017.04.021.

- Silva, C. L. M., Gonçalves, E. M., Brandão, T. R. S., 2008. Freezing of fruits and vegetables. In: *Frozen Food Science and Technology*. J. A. Evans (ed). Blackwell, United Kingdom: 165-183.
- Singh, A. & Dhaduk, B. K., 2005. Effect of dehydration techniques in some selected flowers. *Journal of Ornamental Horticulture*, 8(2), 155-156.
- Skog, L., J., 2008. Chilling injury of horticultural crops. Horticultural Research Institute of Ontario. University of Guelph Factsheet.
- Skowrya, M., Calvo, M. I., Gallego, M. G., Azman, N. A. M., Almajano, M. P., 2014. Characterization of phytochemicals in petals of different colours from *Viola x wittrockiana* Gams and their correlation with antioxidant activity. *Journal of Agricultural Science*, 6(9), 93-105.
- Smith J, Ramaswamy H, Simpson B., 1990. Developments in food packaging technology. Part 2: Storage aspects. *Trends Food Sci Technol* Nov 11 1-1 18.
- Snodderly DM., 1995. Evidence for protection against age-related macular degeneration by carotenoids and antioxidant vitamins. *Am J Nutr* 62:1448S–62S.
- Souza, B. W. S., Cerqueira, M. A., Teixeira, J. A., Vicente, A. A., 2010. The Use of Electric Fields for Edible Coatings and Films Development and Production: A Review. *Food Engineering Reviews*, 2(4), 244–255. doi:10.1007/s12393-010-9029-x.
- Sparre, B. & Andersson, L., 1991. A taxonomic revision of the Tropaeolaceae. *Opera Botanica*, Volume 108, pp. 5-139.
- Tanko, H., Carrier, D. J., Duan, L., Clausen, E., 2005. Pre- and post-harvest processing of medicinal plants. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 3(02), 304–313. doi:10.1079/pgr200569.
- Torrado D., I. a. I. f. c., 2010. *Diario El País*. [Online] Available at: http://elpais.com/diario/2010/08/31/catalunya/1283216841_850215.html [Acedido em 03 02 2020].
- Vichanova, S. A., Adgina, V. V., Izosimova, S. B., 1972. Essential oil as a source of new antifungal preparations. *Phytochemistry*, Amsterdam, v. 27, p. 1993-1998.
- Vilas Boas, E. V. B., 2000. *Perdas pós-colheita*. Lavras, MG: UFLA/Faepe.
- Voda, A., Homan, N., Witek M, Duijster, A., van Dalen, G., van der Sman, R., van Duynhoven, J., 2012. The impact of freeze-drying on microstructure and rehydration properties of carrot. *Food Res Int* 49(2):687–693. doi:10.1016/j.foodres.2012.08.019.
- Vukics, V., Kery, A., Bonn, G., Guttman, A., 2008. Major flavonoid components of heartsease (*Viola tricolor* L.) and their antioxidant activities. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, Volume 390, pp. 1917-1925.

- Wang, C. Y., 2002. Chilling and Freezing Injury In: K.C. Gross. Agriculture Handbook 66 (HB-66). Beltsville, USDA, ARS.
- Wang, J., Bao, M. Z., 2005. Characterisation of genetic relationships in pansy (*Viola wittrockiana*) inbred lines using morphological traits and RAPD markers. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 80, 537–542. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511974>.
- Watada, A. E., Qi, L., 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology Technical* 15 (3), 201/205.
- Whitman, A. T. 1991. Edible flowers and culinary herbs: New uses for traditional crops, new crops for traditional growers. *GrowerTalks* 54(13):22– 23, 25, 27, 31, 33.
- Yaldagard, M., Mortazavi, S., Tabatabaie, F., 2008. The principles of ultra high pressure technology and its application in food processing/preservation: a review of microbiological and quality aspects. *African Journal of Biotechnology*, Volume 7(16), pp. 2739-2767.
- Young L. L., Reviere R. D., Cole A. B., 1988. Fresh red meats: a place to apply modified atmospheres. *Food Technol* 4y9) 65-66,68-69.
- Yousif, A. N., Scaman, C. H., Durance, T. D., & Girard, B., 1999. Flavor Volatiles and Physical Properties of Vacuum-Microwave- and Air-Dried Sweet Basil (*Ocimum basilicum*L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4777–4781. doi:10.1021/jf990484m.
- Zanetti, G. D., Manfron, M. P., Hoelzel, S. C. S., 2004. Análise morfo-anatômica de *Tropaeolum majus* L. (*Tropaeolaceae*). *IHERINGIA Série Botânica* 59, 173–178.

7. Anexos

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

Desde a antiguidade que as flores comestíveis são utilizadas na alimentação humana como acompanhamento, em infusões, ou de forma meramente ornamental em diversos pratos.

Recentemente, tem-se observado uma procura crescente por este produto no setor agro-alimentar, por parte do público em geral e em particular na gastronomia mais requintada. Apesar do interesse crescente, este produto apresenta como problema ser extremamente perecível, ou seja, ter uma vida de prateleira muito curta, entre 3 a 5 dias após a colheita das flores. Existe assim a necessidade de procurar soluções para a preservação de flores comestíveis, de forma a aumentar a sua longevidade e manter o melhor possível a qualidade deste produto.

Este inquérito enquadra-se no trabalho de uma tese de mestrado de Engenharia Agronómica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e focar-se-á na caracterização do mercado das flores comestíveis e na avaliação da qualidade deste produto após ter sido sujeito a diferentes tratamentos com o objectivo de aumentar a sua vida em prateleira.

- A duração estimada para o preenchimento do inquérito é de apenas 10 minutos.
- As respostas são confidenciais e serão usadas apenas para os efeitos desta investigação.

Seguinte

Página 1 de 6

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Google Formulários

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

*Obrigatório

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

Sexo do participante *

- Masculino
- Feminino

Em que faixa etária se inclui? *

- < 18
- 18-30
- 31-64
- > 64

Grau de habilitações? *

- Ensino primário (4º ano)
- Ensino básico (9º ano)
- Ensino secundário (12º ano)
- Grau Superior (licenciatura/mestrado/doutoramento)

Rendimento mensal aproximado? *

- Sem rendimento
- Até 635€ (salário mínimo)
- 636€ - 1000€
- 1000€ - 2000€
- 2000€ - 3000€
- Superior a 3000€
- Prefiro não dizer

Já utilizou flores comestíveis para fazer infusões? *

- Sim
- Não
- Talvez/Não sei

Já provou flores comestíveis no prato? *

- Sim
- Não
- Talvez/Não sei

[Anterior](#)

[Seguinte](#)

Página 2 de 6

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

*Obrigatório

O que o levaria a provar flores comestíveis?

Que motivo(s) o poderiam levar a experimentar consumir flores comestíveis?
Pode escolher mais do que uma opção. *

- Aroma
- Teor antioxidante
- Sabor
- Valor decorativo/Aspecto visual
- Valor Nutritivo
- Nenhum/Não tenho interesse
- Outra: _____

[Anterior](#)

[Seguinte](#)

Página 3 de 6

Qual o local(ais) onde costuma consumir? Pode escolher mais do que uma opção. *

- Casa
- Restaurante
- Outra: _____

Com que frequência consome? *

- Apenas provei uma vez
- Muito Raramente (1 vez por ano)
- Raramente (6 vezes por ano)
- Frequentemente (Todos os meses/12 vezes por ano)
- Muito frequentemente (2 a 4 vezes por mês)

[Anterior](#)

[Seguinte](#)

 Página 4 de 6

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

*Obrigatório

Avaliação da qualidade

Na secção seguinte serão apresentadas 15 flores.

Pedimos que primeiro observe todas as flores deste questionário, avaliando apenas de seguida a qualidade de cada flor em termos da sua aparência global, consoante a escala fornecida.

Tenha em consideração que na escala 0 representa péssima qualidade, 5 o limite de aceitabilidade e 10 representa excelente qualidade.

Após cada imagem poderá fazer um comentário adicional sobre a mesma, não sendo obrigatória a resposta neste campo.

2. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

2.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

3. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

3.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

4. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

4.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

5. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

5.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

6. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

6.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta _____

7. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

7.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta _____

8. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo

Excelente

8.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta _____

9. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo

Excelente

9.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta _____

10. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

10.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

11. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

11.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

12. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo

Excelente

12.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

13. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo

Excelente

13.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

14. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

14.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

15. Avalie a qualidade da flor apresentada na imagem em termos da sua aparência global, consoante a escala. *



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Péssimo Excelente

15.a. Comente a imagem anterior (opcional).

A sua resposta

Qualidade e Hábitos de Consumo de Flores Comestíveis

Obrigado pelo seu contributo!

Se teve alguma dificuldade na resolução deste questionário/inquérito ou se pretende deixar algum comentário utilize o espaço em baixo.

A sua resposta

[Anterior](#)

[Submeter](#)

 Página 6 de 6