



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**Conservação de uva de mesa ‘*Crimson*’ com
recurso a revestimentos edíveis**

Sara Isabel Ricardo Rodrigues

Orientação:

Professora Doutora Ana Cristina Agulheiro Santos

Co-orientação:

Professora Doutora Ana Elisa Rato

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2016



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**Conservação de uva de mesa ‘Crimson’ com
recurso a revestimentos edíveis**

Sara Isabel Ricardo Rodrigues

Orientação:

Professora Doutora Ana Cristina Agulheiro Santos

Co-orientação:

Professora Doutora Ana Elisa Rato

Mestrado em Engenharia Agronómica

Dissertação

Évora, 2016

Dedicatória

Em memória dos meus avós,

Sara e Júlio,

Benvinda e Sabino.

*“Há lugar ao sol para toda a gente,
sobretudo quando toda a gente quer ficar à sombra.”*

(Jules Renard)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas e instituições que, de alguma forma, contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação.

Ao projeto PRODER com o acrónimo MORECRIMSON – “Técnicas de produção e conservação de uvas sem grainha da variedade Crimson” – medida 4.1/2013, nº 46190 por ter possibilitado a realização desta tese. Um especial agradecimento à empresa Vale da Rosa, participante do projeto referido, pela disponibilização do material vegetal imprescindível à realização desta dissertação.

À professora doutora Ana Cristina Agulheiro Santos, orientadora deste trabalho, pelo acompanhamento científico, pelos imprescindíveis ensinamentos, pela acessibilidade e simpatia demonstrada, pela confiança que sempre me concedeu e pelo permanente estímulo que, por vezes, se tornou decisivo em determinados momentos da elaboração desta dissertação.

À professora doutora Ana Elisa Rato, co-orientadora desta dissertação, pelos conhecimentos transmitidos, disponibilidade, incentivo, amizade e simpatia demonstrada.

À professora doutora Maria do Rosário Félix por todo o tempo, ajuda e apoio que me concedeu na elaboração do ensaio de controlo de fungos.

Aos professores doutores João Valente Nabais e Luís Martins pelo tempo despendido e a ajuda demonstrada na avaliação das propriedades dos revestimentos edíveis.

Ao Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar (CATAA) e à sua direção pelos meios concedidos para algumas das determinações realizadas neste estudo, bem como aos seus colaboradores, em especial à doutora Luísa Paulo, por toda a ajuda e conhecimento transmitido.

À Zeus Química, Lda, representante da AloeCorp em Portugal pela cooperação e disponibilização gratuita de amostras de *Aloe vera*, imprescindíveis à realização deste estudo.

Ao painel de provedores que me ajudou na avaliação sensorial da uva de mesa.

À Mariana Mateus, Vânia Cardoso e Ana Margarida Mateus por todo o apoio e amizade. A todos os amigos e colegas de licenciatura e mestrado pelos momentos passados. Às minhas colegas e amigas que passaram pelo laboratório de Tecnologia e Pós-colheita durante o período que lá estive, Patrícia Martins, Juliana Agostinho e Joana Véstia, pelo apoio, disponibilidade demonstrada, amizade e excelente ambiente de trabalho proporcionado. Um especial agradecimento à Patrícia Martins pelo valioso contributo que deu para esta dissertação e ajuda prestada na minha integração ao ambiente de laboratório.

À engenheira Graça Machado e Margarida Romão pela disponibilidade e ajuda prestada no Laboratório de Nutrição e Metabolismo da Universidade de Évora com todos os materiais e equipamentos.

À D. Felicidade pela prontidão na prestação dos seus serviços, pela boa disposição, e acima de tudo pela amizade demonstrada.

À doutora Marta Laranjo por toda a ajuda e disponibilidade demonstrada.

Ao Carlos, que sempre me auxiliou em todas as dificuldades, pela sua constante ajuda, paciência, compreensão, incentivo e carinho demonstrados ao longo destes últimos anos.

O maior agradecimento é dirigido à minha família. Em especial aos meus pais, João e Regina, por todo o apoio incondicional, compreensão, incentivo e motivação que me deram ao longo da vida e sem os quais este trabalho não teria sido possível. Ao meu mano, João, por todos os conselhos transmitidos, amizade e apoio que demonstrou ao longo de toda a minha existência!

RESUMO

Conservação de uva de mesa '*Crimson*' com recurso a revestimentos edíveis

Os revestimentos edíveis têm sido usados no tratamento pós-colheita de uva de mesa com bons resultados, ou seja mantendo a sua qualidade e segurança. Deste modo, surge o presente trabalho com o objetivo de conhecer o comportamento pós-colheita de uva de mesa apirénica '*Crimson*' conservada a 1°C e humidade relativa de 95%, com a aplicação de revestimentos edíveis baseados em quitosano e *Aloe vera*.

O material colhido apresentava características de qualidade indicativas de acentuada maturação. O comportamento dos frutos revestidos, durante o período pós-colheita de 35 dias não correspondeu ao habitualmente descrito.

O uso de quitosano levou a uma manutenção da textura e capacidade antioxidante ao longo da conservação. A formulação exclusivamente com *Aloe vera* não desempenhou papel de revestimento, atuando unicamente como desinfetante. A modalidade de quitosano apresenta bom comportamento para conservação de curta duração, enquanto para conservações mais longas se deverá considerar modalidades de quitosano com *Aloe vera*.

Palavras-Chave: *Vitis vinífera* L., pós-colheita, qualidade, conservação, quitosano, *Aloe vera*.

ABSTRACT

'Crimson' table grape conservation using edible coatings

Edible coatings have been used as postharvest treatment to maintain table grapes quality and safety. The subject of this study was the postharvest behaviour of seedless table grapes variety 'Crimson' stored in cold conditions at 1°C and 95% humidity, with solutions of chitosan and *Aloe vera* gel.

Sampled material presented quality characteristic indicating high level of maturation, demonstrating that the coating fruit behaviour during 35 days of postharvest was not similar to the commonly described.

The use of chitosan leads to texture and antioxidant capacity preservation, along conservation period, while the *Aloe Vera* modality did not act as edible coating, acting only as disinfectant. Furthermore, chitosan shows good short-term behaviour for storage while for longer conservation forms of Chitosan with *Aloe Vera*, should be considered.

Keywords: *Vitis vinifera* L., postharvest, quality, conservation, chitosan, *Aloe vera*.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo do estudo.....	3
1.2. Estrutura da dissertação.....	4
II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. Uva de mesa	7
2.1.1. Classificação.....	7
2.1.2. Desenvolvimento do bago.....	7
2.1.3. Caracterização da uva de mesa	9
2.1.3.1. Constituição física.....	10
2.1.3.2. Constituição química	11
2.1.4. Interesse nutricional da uva de mesa.....	14
2.1.5. Uva apirénica	15
2.1.6. Alguns aspetos sobre a produção de uva de mesa	16
2.2. Pós-colheita em uva de mesa.....	18
2.2.1. Qualidade	18
2.2.2. Principais causas de perdas pós-colheita	19
2.2.3. Tecnologias pós-colheita aplicadas a uva de mesa	22
2.2.3.1. Revestimentos edíveis.....	24
2.2.3.1.1. Avaliação das características dos revestimentos	26
2.2.3.1.2. Revestimentos edíveis em estudo	29
2.2.4. Avaliação das características físico-químicas	35
2.2.4.1. Avaliação das características físicas	35
2.2.4.2. Avaliação das características químicas.....	38
III. MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1. Materiais.....	43
3.1.1. Material vegetal	43
3.1.2. Revestimentos edíveis.....	43
3.1.2.1. Materiais utilizados na produção dos revestimentos	43
3.1.2.2. Formulação dos revestimentos	44
3.1.2.3. Aplicação dos revestimentos.....	44

3.1.2.4.	Avaliação das características dos revestimentos	46
3.2.	Metodologia	46
3.2.1.	Análise de parâmetros físico-químicos	47
3.2.1.1.	Perda de peso dos cachos	47
3.2.1.2.	Cor da epiderme	47
3.2.1.3.	Desprendimento do bago.....	48
3.2.1.4.	Textura.....	48
3.2.1.5.	Sólidos solúveis totais.....	49
3.2.1.6.	Acidez titulável e pH.....	50
3.2.1.7.	Índice de maturação.....	50
3.2.2.	Análise de compostos funcionais	50
3.2.2.1.	Extração das amostras.....	50
3.2.2.2.	Compostos fenólicos	50
3.2.2.3.	Capacidade antioxidante	51
3.2.3.	Análise de compostos nutricionais.....	52
3.2.3.1.	Elementos minerais	52
3.2.3.1.	Açúcares	53
3.2.4.	Análise sensorial.....	53
3.2.5.	Controlo de fungos.....	54
3.2.6.	Tratamento estatístico	54
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1.	Caracterização dos revestimentos edíveis	59
4.1.1.	Tensão superficial.....	59
4.1.2.	Comportamento reológico.....	59
4.2.	Caracterização dos frutos à colheita	61
4.3.	Influência dos revestimentos edíveis ao longo do tempo de conservação	62
4.3.1.	Perda de peso	62
4.3.2.	Cor	64
4.3.3.	Desprendimento do bago.....	64
4.3.4.	Textura.....	65
4.3.4.1.	Firmeza da epiderme.....	65
4.3.4.2.	Gradiente.....	67
4.3.5.	Sólidos solúveis totais, acidez titulável e índice de maturação	68
4.3.6.	Compostos fenólicos	71

4.3.7. Capacidade antioxidante.....	72
4.4. Análise de componentes principais para os parâmetros físico-químicos avaliados e análise sensorial	73
4.4.1. Parâmetros físico-químicos.....	73
4.4.2. Análise sensorial.....	75
4.5. Controlo de fungos.....	76
V. CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS	81
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
VII. ANEXOS	i
Anexo 1. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação na perda de peso dos cachos.	iii
Anexo 2. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nas coordenadas da cor avaliadas.	v
Anexo 3. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos parâmetros texturais avaliados.....	vii
Anexo 4. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos parâmetros SST, AT, pH e SST/AT.....	ix
Anexo 5. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos compostos fenólicos totais e na capacidade antioxidante.....	xi
Anexo 6. Ficha de prova	xiii
Anexo 7. Artigo apresentado no XI Simposio Nacional y VIII Ibérico sobre maduración y postcosecha - POST'14 em Valência.....	xv
Anexo 8. Artigo apresentado no VIII Congreso CYTA/CESIA em Badajoz	xix
Anexo 9. Artigo publicado na revista de Ciências Agrárias	xxi

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema ilustrativo sobre o tamanho relativo e coloração dos bagos, após a floração em intervalos de 20 dias. Representam-se as diferentes fases de desenvolvimento do bago, bem como os períodos em que há acumulação de diferentes compostos e a taxa de influxo de xilema e floema no bago (adaptado de Kennedy, 2002).	8
Figura 2 - Alterações nos sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez titulável de uva ‘Thompson Seedless’ durante o desenvolvimento do fruto em 1996 (adaptado de Dokoozlian, 2000).	9
Figura 3 - Estrutura representativa do cacho de uva (Fonseca, 2012).	10
Figura 4 - Corte esquemático de um bago de uva (Fonseca, 2012).	10
Figura 5 – Representação gráfica da evolução do ácido tartárico e ácido málico por bago (quantidade teórica) (adaptado de Deloire, 2010).	12
Figura 6 – Evolução dos principais elementos minerais na variedade ‘Riesling’ ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do bago (adaptado de Deloire, 2010).	13
Figura 7 - Ascendência da ‘Crimson Seedless’ (adaptado de Ramming & Tarailo, 1995).	15
Figura 8 – Mapa de colheita das diferentes variedades de uva, com e sem grainha na Herdade do Vale da Rosa, Ferreira do Alentejo (adaptado de http://www.valedarosa.com/).	16
Figura 9 - Distribuição da produção mundial de uva de mesa, segundo os dados disponibilizados pela OIV para o ano de 2009 (OIV, 2013).	17
Figura 10 – Representação gráfica da produção, importação, exportação e consumo aparente de uva de mesa em Portugal (GPP, 2012).	17
Figura 11 - Observação à lupa Olympus SZ61 de <i>Botrytis cinerea</i> num bago de uva de mesa ‘Crimson’, com uma ampliação de 350X (Fotografia da autora).	21
Figura 12 – Observação à lupa Olympus SZ61 de <i>Penicillium</i> spp. num bago de uva de mesa da ‘Crimson’, com uma ampliação de 350X (Fotografia da autora).	21
Figura 13 - Componentes mais utilizados no revestimento de frutos frescos: polissacarídeos, proteínas e lípidos (adaptado de Ortiz et al., 2014; Serrano et al., 2015;).	26
Figura 14 - Estrutura química do quitosano (Azeredo, 2012);	30
Figura 15 – Representação esquemática do sistema CIEL*a*b* (adaptado de Bastos de Lima, 2012).	36
Figura 16 - Esquema do modo de aplicação dos revestimentos (Fotografias da autora).	45
Figura 17 – (a) texturograma obtido diretamente do software de aquisição e recolha de dados, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 aquando da realização de um teste de perfuração em um bago de uva com uma sonda cilíndrica de 2 mm de base plana (P\2); (b) texturograma obtido depois de usar a <i>macro</i>	49
Figura 18 - Retas de calibração de ácido gálico para a determinação do conteúdo em compostos fenólicos.	51
Figura 19 - Retas de calibração de ácido ascórbico para a determinação da capacidade antioxidante.	52
Figura 20 – Efeito da taxa de deformação (s^{-1}) e da temperatura na viscosidade (Pa s) de soluções de quitosano a diferentes concentrações: A-0.8%, B-1.0% e C-1.5%.	60
Figura 21 - Valores de perda de peso (%) obtidos para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 3, média ± erro padrão).	63

Figura 22 - Cacho de uva de mesa da variedade 'Crimson' em que é visível a heterogeneidade da coloração (Fotografia da autora);.....	64
Figura 23 - Valores médios de desprendimento do bago (N) para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média ± erro padrão).	65
Figura 24 - Valores médios de firmeza da epiderme (N), obtidos no teste de penetração, para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média ± erro padrão).	66
Figura 25 - Valores médios de gradiente (N mm ⁻¹), obtidos no teste de penetração, para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média ± erro padrão).	67
Figura 26 - Valores médios do conteúdo em sólidos solúveis totais (°Brix) obtidos por refratometria para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média ± erro padrão).....	68
Figura 27 - Valores de acidez titulável (% ácido tartárico) obtidos para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n=1).	69
Figura 28 - Índice de maturação (SST/AT) obtido para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n =1).	70
Figura 29 - Conteúdo de compostos fenólicos obtidos para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n =3, média ± erro padrão).	71
Figura 30 – Capacidade antioxidante das amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n =3, média ± erro padrão).	72
Figura 31 - Distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros físico-químicos avaliados, considerando o tempo de conservação e a modalidade.	74
Figura 32 - Distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros de análise sensorial avaliados.	76
Figura 33 – Observação à lupa Olympus SZ61 de <i>Botrytis</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp., respetivamente, com uma ampliação de 140X (Fotografia da autora).....	76
Figura 34 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e <i>Aloe vera</i> no controlo do desenvolvimento de <i>Botrytis</i> spp. passado 48 horas (Fotografia da autora).	77
Figura 35 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e <i>Aloe vera</i> no controlo do desenvolvimento de <i>Penicillium</i> spp. passado 48 horas (Fotografia da autora).	77
Figura 36 - Observação à lupa Olympus SZ61 de placas com inoculado de <i>Penicillium</i> e revestimento de <i>Aloe vera</i> e quitosano, respetivamente com uma ampliação de 300X; Verifica-se uma densidade de micélio inferior na placa com <i>Aloe vera</i> (Fotografia da autora).....	78
Figura 37 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e <i>Aloe vera</i> no controlo do desenvolvimento de <i>Botrytis</i> spp. e <i>Penicillium</i> spp. passado 30 dias (Fotografia da autora).	79

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação científica da videira.....	7
Quadro 2 – Composição química da uva de mesa. Informação nutricional sobre o valor energético da uva por 100 gramas de peso fresco para os constituintes orgânicos; por 100 g de peso seco para os constituintes minerais.....	14
Quadro 3 - Quadro resumo sobre os principais resultados obtidos em estudos realizados com revestimentos edíveis à base de gel de Aloe vera e quitosano em frutos.....	32
Quadro 4 – Comprimentos de onda considerados na determinação dos elementos minerais.	53
Quadro 5 - Tensão superficial para uma temperatura de 25 °C, das diferentes soluções em estudo (Quitosano 0.8%, quitosano 1.0%, quitosano 1.5%, quitosano 0.8% + <i>A. vera</i> 0.125%, quitosano 0.8% + <i>A.vera</i> 0.250% e quitosano 1.0% + <i>A. vera</i> 0.250%).....	59
Quadro 6 - Composição mineral da uva de mesa em estudo.	62
Quadro 7 - Análise de componentes principais: Valores próprios ("eigenvalues"), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis em estudo.....	74
Quadro 8 - Análise de componentes principais: Valores próprios ("eigenvalues"), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis em estudo.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS

- Genéricas

- AAE** – *ascorbic acid equivalents*
- AC** – atmosfera controlada
- ACP** – Análise de componentes principais
- AM** – atmosfera modificada
- AT** – acidez titulável (%)
- DPPH** – 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo
- DNA** - ácido desoxirribonucleico
- GAE** – *Gallic Acid Equivalents*
- GRAS** – *Generally Recognized as Safe*
- RGB** – *Red, green and blue* (sistema de cores)
- RNA** – ácido ribonucleico
- s.d.** – sem data
- SST** – sólidos solúveis totais (°Brix)
- UV** – radiação ultravioleta

- Entidades

- CIE** – *Comission Internationale de L'éclairage*
- EPA** – *U.S. Environmental Protection Agency*
- FDA** – *U.S. Food and Drug Administration*
- GPP** – Gabinete de Planeamento e Políticas
- INE** – Instituto Nacional de Estatística
- OIV** – *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin*
- USDA** – *United States Department of Agriculture*

- Especificas do trabalho

- CN** – modalidade *in natura* (controlo)
- CAva** – modalidade de *Aloe vera* na concentração 0.125%
- CAvb** – modalidade de *Aloe vera* na concentração de 0.250%
- CQAva** – modalidade de quitosano na concetração 0.800% e *Aloe vera* na concentração 0.125%
- CQAvb** – modalidade de quitosano na concetração 0.800% e *Aloe vera* na concentração 0.250%
- CQ** – modalidade de quitosano na concentração 0.800%

LISTA DE SIMBOLOS

a* – coordenada colorimétrica cartesiana (adimensional)

b* – coordenada colorimétrica cartesiana (adimensional)

C* – cromaticidade (adimensional)

C₂H₄ – etileno

CO₂ – dióxido de carbono

h° – ângulo Hue (adimensional)

L* – Luminosidade (adimensional)

NaOH – Hidróxido de sódio

SO₂ – Dióxido de enxofre

λ – comprimento de onda (nm)

CAPÍTULO I

Introdução

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foi notório o aumento do conhecimento dos consumidores em relação aos benefícios do consumo de frutos frescos e ao seu impacto na saúde humana. Esta consciencialização gerou um crescente consumo de frutos frescos por parte dos consumidores, bem como uma maior exigência em relação aos padrões qualitativos dos produtos. Surgiu assim uma necessidade premente de evolução tanto ao nível da melhoria das técnicas de cultivo, como das tecnologias de conservação pós-colheita.

Assim e dando sequência a alguns trabalhos anteriormente realizado pela Universidade de Évora, em colaboração com a Empresa Vale da Rosa, UVAL e AJF, foi aprovado um projeto PRODER com o acrónimo MORECRIMSON e intitulado – “Técnicas de produção e conservação de uvas sem grainha da variedade Crimson”, no âmbito do qual foi desenvolvido o presente trabalho. Este projeto de investigação pretende a antecipação da produção e o aumento do tempo de conservação de variedades de uva sem grainha, ‘Crimson’, com manutenção dos parâmetros de qualidade, de modo a comercialmente aproveitar uma “janela de oportunidade” no mercado mundial. Alguns dos resultados alcançados foram já apresentados em eventos de carácter técnico visando a sua divulgação na fileira, sendo apresentados nos anexos 7, 8 e 9 (Ricardo-Rodrigues *et al.*, 2014, 2015, 2016).

Na comercialização de uva de mesa, o aspeto, o tamanho dos cachos e dos bagos, a coloração uniforme, a qualidade fitossanitária, o sabor e a textura típica de cada cultivar são características importantes e muito valorizadas pelos consumidores.

Apesar dos produtores e agentes de comercialização serem conhecedores destas exigências, registam-se elevadas perdas de massa, perdas de turgidez dos bagos, desidratação da ráquis e modificação na cor dos bagos ao longo do tempo de conservação.

No sentido de permitir a manutenção destes frutos num estado de elevada qualidade para consumo durante um espaço de tempo mais alargado, o sector frutícola procurou melhorar as suas técnicas de conservação, a par com os desenvolvimentos científicos realizados na área, possibilitando a criação e aplicação de técnicas que efetivamente são capazes de retardar a degradação do fruto durante um período de pós-colheita, que se pretende o mais longo possível.

1.1. Objetivo do estudo

O principal objetivo é alongar a vida útil das uvas de mesa ‘Crimson’ com recurso a diversas tecnologias pós-colheita, das quais se destacam a utilização de revestimentos edíveis baseados em quitosano e *Aloe vera*, e as suas potencialidades no que respeita a: (i) retardar os processos

fisiológicos característicos do amadurecimento da uva de mesa, (ii) ter uma ação inibitória contra a proliferação fúngica, e (iii) retardar a deterioração das características organolépticas.

1.2. Estrutura da dissertação

A presente dissertação de mestrado encontra-se organizada em 5 capítulos:

- **Capítulo I: Introdução.** Resumo dos restantes capítulos da presente dissertação.
- **Capítulo II: Enquadramento Teórico.** É realizada uma revisão da literatura sobre a caracterização da uva de mesa. São ainda abordados aspetos de conservação e pós-colheita que afetam a qualidade dos frutos. Apresenta-se uma breve revisão sobre os métodos usualmente utilizados na conservação de uva de mesa, dando-se especial relevância a uma pesquisa sobre a utilização de revestimentos edíveis em frutos frescos, com realce para a uva de mesa, o tema do trabalho apresentado.
- **Capítulo III: Materiais e Métodos.** Descrição dos processos de investigação utilizados, nomeadamente preparação dos revestimentos edíveis, testes instrumentais e sensoriais realizados e o tratamento de dados.
- **Capítulo IV: Resultados e Discussão.** Apresentam-se os resultados obtidos e faz-se uma discussão face a outros estudos similares.
- **Capítulo V: Conclusões.** Este capítulo apresenta as reflexões finais que derivam deste trabalho. Apresentam-se sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO II

Enquadramento

Teórico

II. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. Uva de mesa

2.1.1. Classificação

A videira é uma trepadeira de caule herbáceo ou sarmentoso, por vezes com cepas tuberosas, possuindo gavinhas opostas às folhas. Esta frutifica em cacho, sendo o fruto, uva, botanicamente denominado baga e vulgarmente designado por bago, que resulta do desenvolvimento do ovário da flor (Reynier, 2004). A videira, de nome científico *Vitis vinifera* L. pertence ao género *Vitis*, e é o principal representante da família *Vitaceae* (Quadro 1). Esta família possui uma distribuição vasta pelas regiões temperadas de todo o Mundo (Reynier, 2004).

Quadro 1 - Classificação científica da videira.

Classificação Científica	
Reino	Plantae
Divisão	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Vitales
Família	<i>Vitaceae</i>
Género	<i>Vitis</i>

Fonte: Reynier, 2004.

As variedades de uva existentes apresentam distintas características, no que respeita à forma e dimensão do bago e cacho, tonalidade do bago, qualidade organolética, produtividade, entre outros.

Consoante as características da variedade, a uva possui diferentes utilizações (OMAIAA, 2011):

- (i) **Produção de vinho** - variedades com maior acidez e conteúdo moderado de açúcares;
- (ii) **Consumo em seco (uva passa)** - variedades com baixa acidez e ricas em açúcares;
- (iii) **Consumo em fresco (uva de mesa)** - variedades com baixa acidez, pobre em açúcares e que cumpra padrões de tamanho, coloração e forma específicos.

2.1.2. Desenvolvimento do bago

O processo de desenvolvimento e crescimento do bago é caracterizado por uma curva dupla sigmóide que define em três fases diferentes, o período em que ocorrem alterações específicas no desenvolvimento dos bagos, tal como ilustrado na figura 1 (Conde *et al.*, 2007; Deloire, 2010; Dami & Sabbatini, 2011; Francisco, 2011; Chervin *et al.*, 2012; Correia, 2012; Amaro, 2014; Sonnekus, 2015).

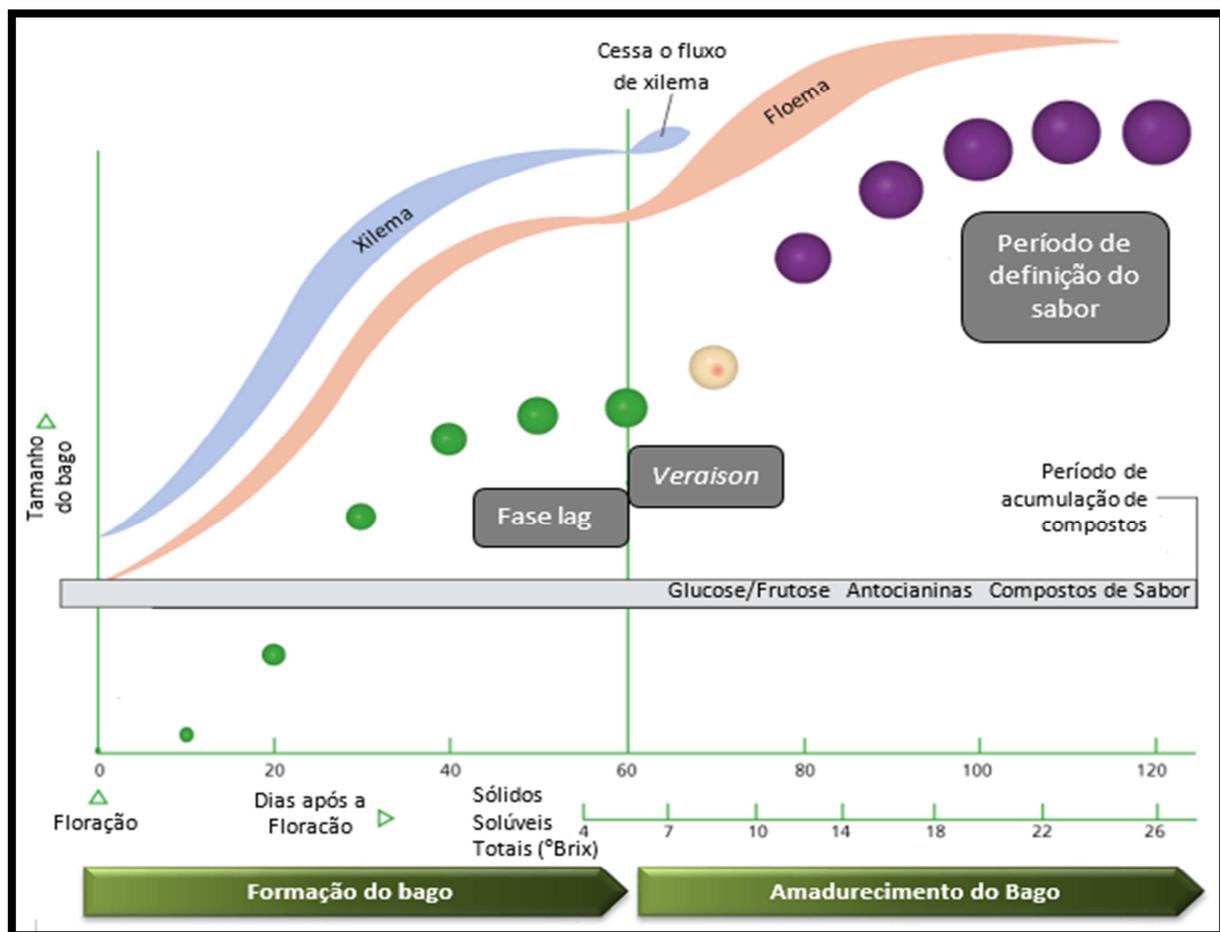


Figura 1 - Esquema ilustrativo sobre o tamanho relativo e coloração dos bagos, após a floração em intervalos de 20 dias. Representam-se as diferentes fases de desenvolvimento do bago, bem como os períodos em que há acumulação de diferentes compostos e a taxa de influxo de xilema e floema no bago (adaptado de Kennedy, 2002).

Fase I – Esta fase inicial é caracterizada por um período rápido de crescimento do bago, que se deve tanto à divisão celular como ao aumento do volume das células (Dokoozlian, 2000; Francisco, 2011; Chervin *et al.*, 2012; Correia, 2012). Nesta fase o bago, verde e firme, comporta-se como qualquer outro órgão verde da videira, ou seja realiza a fotossíntese e as funções de respiração pelos estomas presentes na película (Dias, 2006; Reynier, 2004). A clorofila é o pigmento predominante durante esta fase (Francisco, 2011). Durante este período a taxa de respiração é elevada e há acumulação de ácidos orgânicos, como o ácido málico e ácido tartárico, mas o conteúdo em açúcares é reduzido, uma vez que estes são consumidos durante o processo de multiplicação celular (Figura 2) (Dokoozlian, 2000; Dias, 2006; Dami & Sabbatini, 2011). Os ácidos orgânicos acumulados durante esta fase de desenvolvimento poderão ser posteriormente avaliados através da acidez titulável (AT) (Sonnekus, 2015). Verifica-se a diminuição da divisão celular e o número de células torna-se definitivo, ficando determinado o tamanho e formato final do fruto (Sonnekus, 2015).

Fase II (Fase Lag) – Este período é caracterizado pela diminuição na velocidade de crescimento do bago e pela concentração de ácidos orgânicos atingir o seu nível mais elevado (Figura 2) (Chervin

et al., 2012). Os bagos continuam firmes, mas a fotossíntese, a taxa de respiração e a concentração de clorofilas diminui (Dokoozlian, 2000; Sonnekus, 2015). A determinação da fase de maturação é realizada pela duração de uma fase de quase estabilidade, designada de fase *Lag* (Sonnekus, 2015). A transição entre esta fase II e a fase III é designada pelos viticultores franceses de *Véraison*, termo utilizado universalmente, e descrito como a mudança da cor dos bagos das cultivares vermelhas (Francisco, 2011).

Fase III – Esta fase final da maturação é caracterizada pela diminuição de crescimento do bago, devido a ter cessado a multiplicação celular, e pelo aumento de volume ser causado unicamente pela dilatação das suas células. Nesta fase inicia-se o amadurecimento do bago e é marcada a perda de firmeza (Chervin *et al.*, 2012). A perda de clorofila e o aumento do nível de ácido abscísico, que tem influência na acumulação de polifenóis, leva a que as cultivares brancas adquiram a coloração amarelo translúcido e as tintas

a coloração vermelho claro e posteriormente vermelho escuro (Dokoozlian, 2000; Dias, 2006). Nesta fase o fornecimento de água, de minerais, de cátions e de açúcares passa a ser feito pelo floema, uma vez que os vasos do xilema são bloqueados (Correia, 2012). Este bloqueio ocorre quando o bago apresenta 6 a 7 °Brix (Figura 1) (Sonnekus, 2015). É nesta fase que ocorre o aumento do conteúdo em açúcar e a diminuição da acidez titulável (Figura 2).

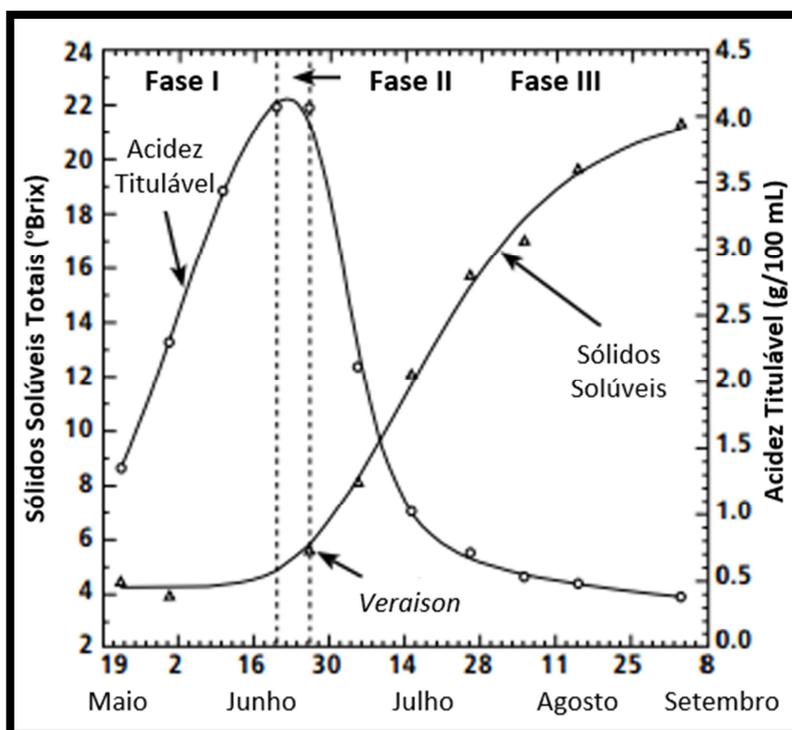


Figura 2 - Alterações nos sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez titulável de uva 'Thompson Seedless' durante o desenvolvimento do fruto em 1996 (adaptado de Dokoozlian, 2000).

2.1.3. Caracterização da uva de mesa

A constituição física e química da uva de mesa tem sido amplamente estudada e encontra-se referida em diferentes trabalhos, como os publicados por Dokoozlian (2000), Conde *et al.* (2007), Deloire (2010), Chervin *et al.* (2012), entre outros.

2.1.3.1. Constituição física

As uvas estão aglomeradas em bagos e cada cacho é constituído por duas partes distintas: o engaço (parte lenhosa) e os bagos (parte carnuda - comestível). O engaço é composto por um eixo principal, a ráquis (ramificação mais comprida) que está ligado ao pedúnculo, e por ramificações mais curtas, os pedicelos, que suportam os bagos e lhes fornecem água e sais minerais (Figura 3) (Chervin *et al.*, 2012).

O bago (Figura 4), no qual a parte comestível corresponde ao pericarpo, é o conjunto de tecidos que envolvem as grainhas, sendo constituído por 3 camadas (Chandia, 2003; Francisco, 2011; Chervin *et al.*, 2012; Fonseca, 2012):

(i) **Exocarpo (película)** – parte externa do bago, constituída por uma membrana heterogénea e elástica que se distende com o desenvolvimento do bago; as células constituintes desta camada têm um metabolismo ativo, apresentando uma função reguladora, nomeadamente da transpiração, de outros tecidos do pericarpo; os compostos responsáveis pela cor, sabor e aroma acumulam-se nos tecidos desta camada;

(ii) **Mesocarpo (polpa)** – constituído por células de grandes dimensões, de forma poligonal de parede delgada e algo desorganizada; esta camada acumula, nos vacúolos, elevadas quantidades de ácidos orgânicos e açúcares;

(iii) **Endocarpo** – tecido que envolve as grainhas (sementes), com células mais organizadas, mas difícil de distinguir do mesocarpo.

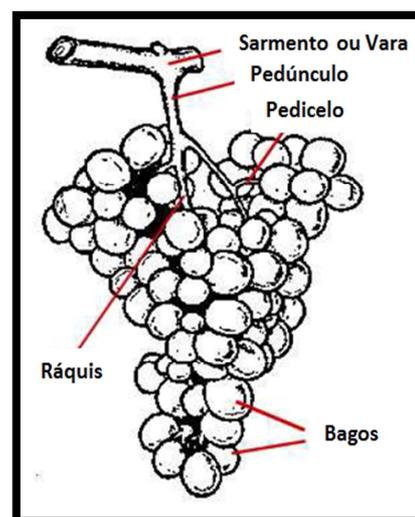


Figura 3 - Estrutura representativa do cacho de uva (Fonseca, 2012).

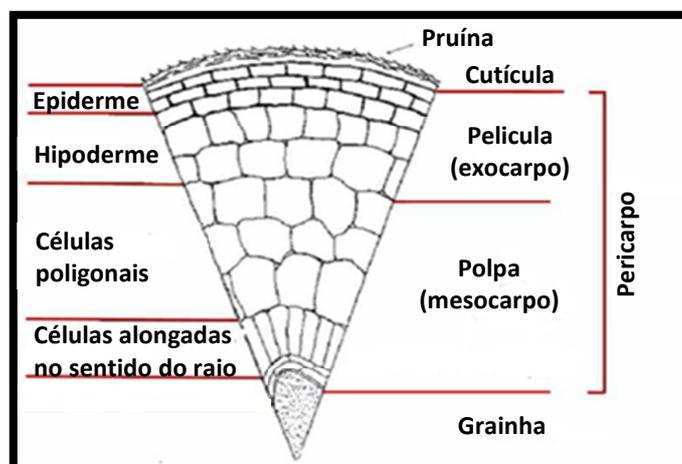


Figura 4 - Corte esquemático de um bago de uva (Fonseca, 2012).

2.1.3.2. Constituição química

- Água

À colheita os bagos de uva apresentam um conteúdo em água entre 70 e 80% do seu peso fresco. Deste modo, a água é um dos principais constituintes dos bagos de uva, sendo necessárias quantidades significativas para o seu pleno crescimento e desenvolvimento (Dokoozlian, 2000).

Ao longo do desenvolvimento do bago, as perdas de água ocorrem principalmente devido à transpiração, sendo que esta depende das condições climáticas e das alterações durante o desenvolvimento do bago.

A maioria da água requerida pelo fruto é fornecida pelo xilema até à *Véraison*. Contudo, depois deste período, e tal como referido na secção 2.1.2. (Figura 1) os vasos de xilema presentes no bago são bloqueados, passando o transporte de água a ser realizado pelo floema, principal fornecedor de água ao fruto (Dokoozlian, 2000; Conde *et al.*, 2007; Deloire, 2010).

- Açúcares

Os açúcares resultam do processo de fotossíntese realizado nos órgãos verdes da videira, migrando para as várias partes da planta, na forma de sacarose (Dokoozlian, 2000; Dias, 2006).

Até ao início do *Véraison* os açúcares são consumidos no crescimento celular, mas também por migrarem para o fruto, para o crescimento e maturação das grainhas (Dias, 2006). Os açúcares são a base para diversos compostos, tais como, ácidos orgânicos e aminoácidos, sintetizados e encontrados nos frutos (Dokoozlian, 2000). Com o desaparecimento das hormonas de crescimento e o aumento do teor em ácido abscísico, inicia-se, após o *Véraison* a acumulação de açúcares nos vacúolos das células da polpa (Dias, 2006; Conde *et al.*, 2007).

A sacarose, açúcar predominantemente transportado no floema, é formado pela união de uma molécula de glucose e uma de frutose. Quando a sacarose se encontra no bago é hidrolisada, formando novamente as hexoses referidas (frutose e glucose), existentes na polpa (Dokoozlian, 2000; Chandia, 2003; Dias, 2006).

À colheita, as quantidades de glucose e frutose, são aproximadamente idênticas, variando entre os 8 e 12% do peso fresco dos frutos, sendo que depois de maduras há uma tendência para a predominância de frutose (Dokoozlian, 2000; Chandia, 2003). A sacarose e restantes açúcares estão presentes no fruto, mas em ínfimas quantidades (Dokoozlian, 2000).

- Ácidos orgânicos

Os principais ácidos orgânicos presentes nos bagos de uva são o tartárico, málico e cítrico, sendo que os dois primeiros representam mais de 90% da totalidade dos ácidos do bago (Dokoozlian, 2000; Chandia, 2003; Dias, 2006; Chervin *et al.*, 2012).

O ácido tartárico é um produto secundário do metabolismo dos açúcares e o seu teor aumenta durante o crescimento herbáceo devido à intensa multiplicação celular. Relativamente ao ácido málico, este é um intermediário do metabolismo do açúcar (Chervin *et al.*, 2012). Durante o crescimento herbáceo o açúcar produzido dá origem a este ácido que é armazenado nos vacúolos das células da polpa (Dias, 2006).

O ácido tartárico é biossintetizado antes da *Véraison*, pelo que a quantidade por bago permanece estável, enquanto que o ácido málico é biossintetizado antes da *Véraison* mas também durante a maturação, sendo degradado através da respiração, o que conseqüentemente leva à diminuição da sua quantidade por bago (Figura 5) (Dias, 2006; Conde *et al.*, 2007; Deloire, 2010).

Durante a *Véraison* e o período de maturação, ocorre o aumento do volume do bago iniciando-se a diminuição da tensão da membrana dos vacúolos das células da polpa, o que leva à degradação do ácido málico, tal como se observa na figura 5 (Dokoozlian, 2000; Dias, 2006; Deloire, 2010).

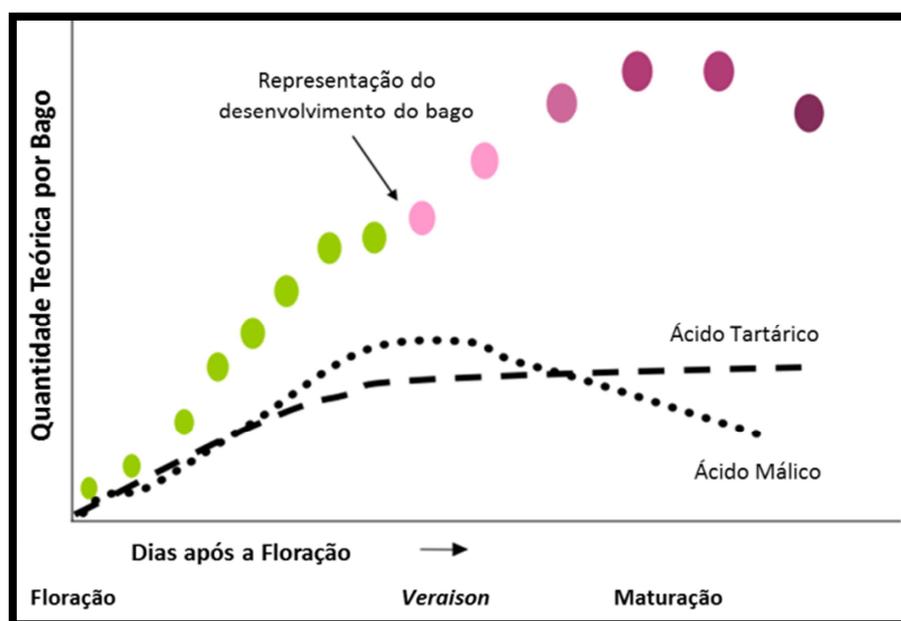


Figura 5 – Representação gráfica da evolução do ácido tartárico e ácido málico por bago (quantidade teórica) (adaptado de Deloire, 2010).

- Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos estão presentes no bago desde a sua formação, sendo resultantes do catabolismo dos açúcares (Dias, 2006). São sintetizados no bago, havendo diferentes quantidades na epiderme, na polpa e nas grainhas quando presentes (Dokoozlian, 2000; Baiano & Terracone, 2011). Relativamente ao total de compostos fenólicos presentes no bago sabe-se que na epiderme o total de compostos fenólicos extraíveis encontra-se entre os 28 e os 35%, a polpa apresenta valores inferiores a 10% e as grainhas entre 60 e 70% (Baiano & Terracone, 2011).

A uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos na dieta humana, sendo os principais os flavonoides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol), os ácidos fenólicos

(derivados dos ácidos cinâmicos e benzoicos) e uma larga variedade de taninos (Pires, 2010; Garrido & Borges, 2013). Estes compostos apresentam assim um grande interesse, uma vez que possuem elevado valor nutritivo e função protetora contra as doenças provocadas por danos oxidativos, como as doenças cardíacas, os acidentes vasculares cerebrais e o cancro (Dokoozlian, 2000; Lutz *et al.*, 2011; Soutinho, 2012).

Estes compostos podem atuar como antioxidantes por várias vias, nomeadamente pela eliminação de radicais livres, absorção de radicais de oxigénio e como quelantes de iões metálicos (Baiano & Terracone, 2011). Além disto, desempenham um importante papel na qualidade das uvas, já que inibem a oxidação lipídica e participam nos processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma, inibem a oxidação lipídica e a proliferação de fungos (Ali, 2008; Baiano & Terracone, 2011; Garrido & Borges, 2013).

- Elementos minerais

Os elementos minerais têm naturalmente origem no solo e a sua acumulação nos bagos de uva é realizada através do xilema, com excepção para o potássio que se acumula via floema (Dias, 2006; Etchebarne *et al.*, 2009).

Estes elementos constituem entre 0.2 e 0.6% do peso fresco do bago (Fahmi *et al.*, 2012). Durante o crescimento do bago, ocorre a acumulação de grandes quantidades de azoto, cálcio, fósforo e magnésio, sendo o principal mineral o potássio (Figura 6) (Conde *et al.*, 2007). A acumulação de azoto e potássio é realizado antes e depois do *Véraison*, enquanto que a acumulação de cálcio, fósforo e magnésio é preferencialmente realizada depois do *Véraison* (Deloire, 2010).

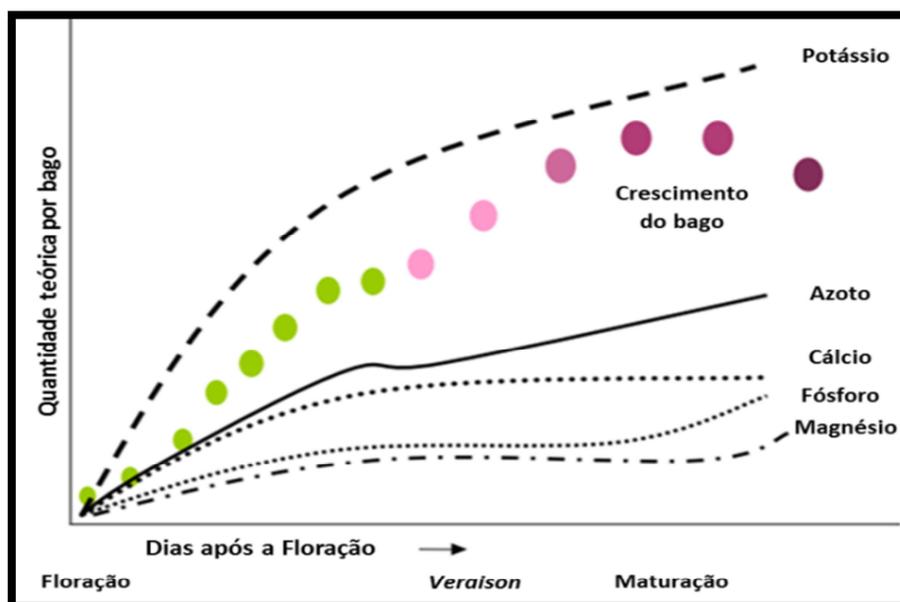


Figura 6 – Evolução dos principais elementos minerais na variedade 'Riesling' ao longo das diferentes fases de desenvolvimento do bago (adaptado de Deloire, 2010).

A distribuição dos elementos minerais entre a epiderme e a polpa e a sua acumulação no bago varia dependendo de fatores como a variedade, condições climáticas e disponibilidade em água (Dias, 2006; Deloire, 2010).

Os elementos minerais apresentam elevada importância para a nutrição humana uma vez que não são sintetizados pelo nosso corpo, o que tem levado a um interesse crescente dos estudos realizados sobre a constituição de frutos e vegetais neste tipo de elementos.

2.1.4. Interesse nutricional da uva de mesa

Como já foi referido anteriormente o interesse nutricional e funcional de inclusão de uva na dieta alimentar humana faz com que seja relevante o conhecimento da sua composição química, que é de grande complexidade. Apesar de se encontrarem diferenças a nível químico para as diferentes variedades, aspetos agronómicos e localizações, apresenta-se de seguida a composição química da uva de mesa de uma forma genérica (Quadro 2).

Quadro 2 – Composição química da uva de mesa. Informação nutricional sobre o valor energético da uva por 100 gramas de peso fresco para os constituintes orgânicos; por 100 g de peso seco para os constituintes minerais.

COMPONENTES (por 100g)			
Água	80.54 g	Fibra	0.90 g
Energia	69.00 Kcal	Açúcar	15.48 g
Proteína	0.72 g	- Sacarose	0.15 g
Lípidos	0.16 g	- Glucose	7.20 g
Hidratos de carbono	18.10 g	- Frutose	8.13 g
Minerais			
Cálcio	10.00 mg	Potássio	191.00 mg
Ferro	0.36 mg	Sódio	2.00 mg
Magnésio	7.00 mg	Zinco	0.07 mg
Fósforo	20.00 mg	Cobre	0.13 mg
Vitaminas			
Vitamina C, ácido ascórbico total	3.200 mg	Folatos	2.000 µg
Tiamina	0.069 mg	Vitamina B12	0.000 µg
Riboflavina	0.070 mg	Vitamina A	3.000 µg
Niacina	0.188 mg	Vitamina E	0.190 mg
Vitamina B6	0.086 mg	Vitamina D	0.000 µg
Ácidos gordos			
Ácidos gordos saturados	0.054 g	Ácidos gordos polinsaturados	0.048 g
Ácidos gordos monoinsaturados	0.007 g		

Fonte: adaptado de USDA (2015)

No geral, a uva de mesa, tal como outros frutos possui alto conteúdo em água, próximo dos 80%, fornece hidratos de carbono, principalmente na forma de açúcares, e é pobre em proteínas e lípidos. É ainda de destacar a grande quantidade e diversidade de vitaminas, tanto hidrossolúveis como lipossolúveis, aminoácidos essenciais e constituintes minerais, sendo de realçar o elevado conteúdo em potássio. Saliente-se também o já referido valor funcional de alguns compostos fenólicos presentes nas uvas de mesa.

2.1.5. Uva apirénica

Designa-se por fruto apirénico, um fruto que está totalmente desprovido de sementes, que contém um número reduzido destas ou que apresenta sementes abortadas.

Muitas das novas variedades de uva de mesa que recentemente têm chegado ao mercado são mais apreciadas e procuradas pelos consumidores por não possuírem grainhas, ou seja por serem apirénicas. A produção de variedades de uva de mesa apirénicas tem tido cada vez maior interesse, principalmente porque a procura nas últimas décadas tem crescido, já que este tipo de fruto é mais cómodo de consumir e de digerir (Nóbrega, 2013). Acresce que o preço de venda destas variedades é por norma superior ao das uvas com semente.

‘Crimson Seedless’ é uma variedade de uva de mesa apirénica tardia. Resulta de cinco gerações de hibridações do *United States Department of Agriculture (USDA) Horticultural Field Station* em Fresno (Califórnia), tendo este programa de melhoramento tido início em 1926 (Ramming & Tarailo, 1995) (Figura 7). O último cruzamento realizado foi entre a cultivar de *Vitis vinifera* ‘Emperor’ e a ‘C33-199’ da seleção da USDA, dando origem à ‘Crimson Seedless’ (anteriormente conhecida por ‘C102-26’ da seleção da USDA) (Dokoozlian *et al.*, 1995). O início do seu cultivo deu-se em 1989, por Ramming e Tarailo da USDA (Dokoozlian *et al.*, 1989), e atualmente é uma das cultivares de uva de mesa mais produzida em todo o mundo.

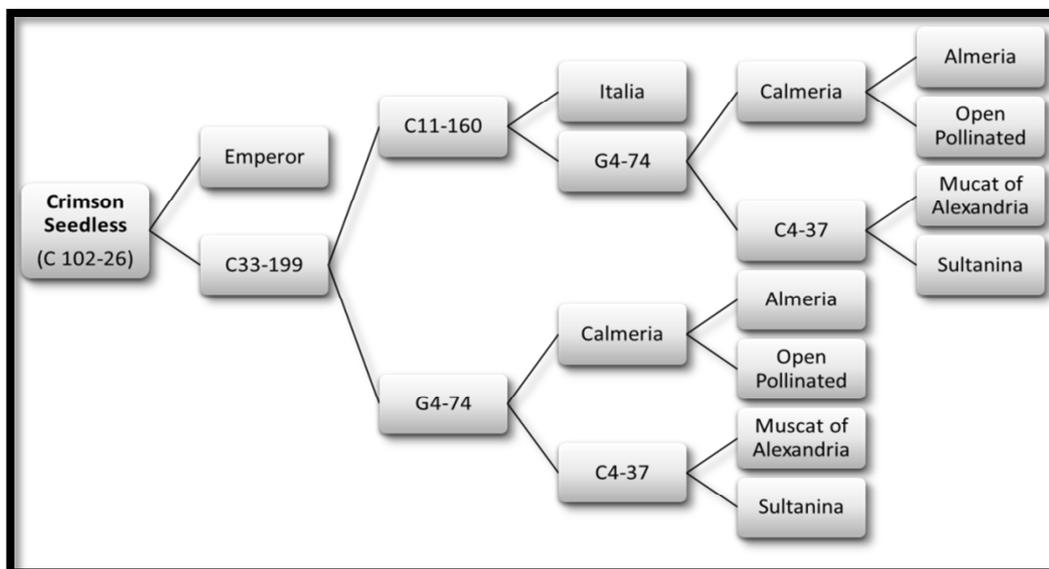


Figura 7 - Ascendência da ‘Crimson Seedless’ (adaptado de Ramming & Tarailo, 1995).

Esta variedade caracteriza-se por quando madura possuir bagos de cor avermelhada, forma elíptica, textura crocante, sabor doce e neutro (Correia, 2012; Nóbrega, 2013). Os bagos contêm no seu interior duas sementes abortadas praticamente indetetáveis quando são consumidas. A polpa é amarela clara, translúcida, carnuda e firme. Relativamente à epiderme, é espessa, oferece uma resistência média e não se destaca da polpa (Ramming & Tarailo, 1995).

Na herdade Vale da Rosa, em Ferreira do Alentejo, uma das mais importantes na produção de uva de mesa em Portugal, esta variedade de uva sem grainha atinge a sua maturação entre a segunda quinzena de Agosto e a segunda de Outubro (Figura 8) e a sua produtividade é de 25 a 30 ton ha⁻¹.

Por ser uma variedade com as características já descritas anteriormente e tardia, torna-se possível aumentar a disponibilidade desta variedade de uvas sem grainha no mercado durante um período mais alargado, para que esteja disponível durante uma época de pouca oferta, quando se verifica maior volume de importações e preços mais elevados o que é de extrema importância para os produtores.

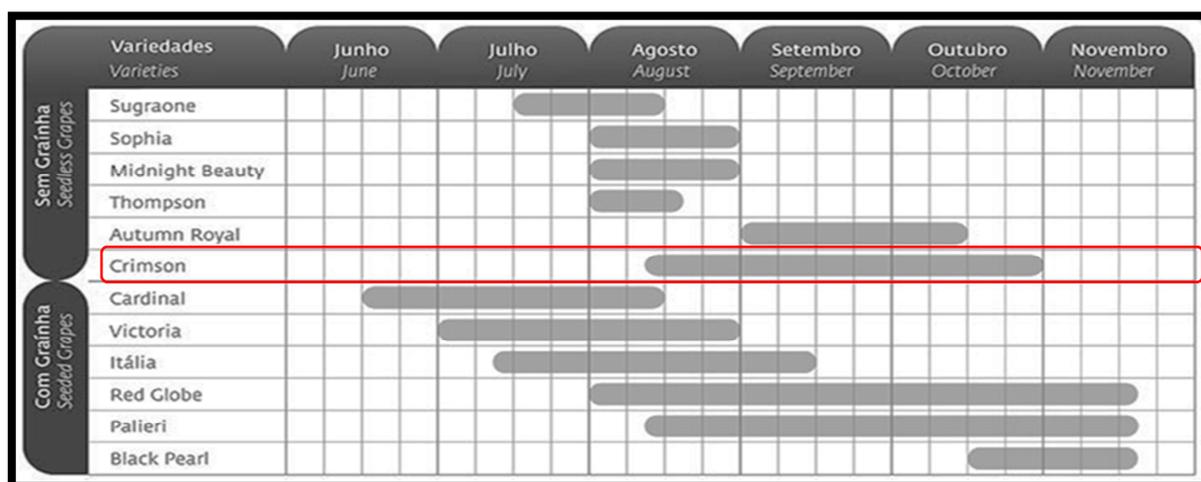


Figura 8 – Mapa de colheita das diferentes variedades de uva, com e sem grainha na Herdade do Vale da Rosa, Ferreira do Alentejo (adaptado de <http://www.valedarosa.com/>).

2.1.6. Alguns aspetos sobre a produção de uva de mesa

A cultura da vinha é uma das culturas agrícolas mais importante no Mundo. O consumo mundial de uva de mesa tem aumentado nas últimas décadas, e tem-se notado um aumento de exigência qualitativa por parte do consumidor (OIV, 2013). Segundo a *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV) entre 2007 e 2009 houve uma tendência notável para o crescimento da produção de uvas para consumo em fresco, de cerca de 10% (OIV, 2013).

O continente com maior produção de uva de mesa é a Ásia, produzindo cerca de 12 350 toneladas no ano de 2009, o que corresponde a aproximadamente 58.3% da produção mundial de uva de mesa, enquanto a Europa, América e África têm, respetivamente, 17.5%, 12.8% e 11.0% (Figura 9) (OIV, 2013).

Em Portugal a área ocupada com a produção de uva de mesa é reduzida comparativamente à de uva para vinho (Nóbrega, 2013). Segundo os dados das estatísticas agrícolas disponibilizados pelo INE para o ano de 2014, Portugal apresenta uma produção de uva de mesa de 14 348 toneladas,

numa área total de 2 084 ha. As regiões com maior produção são o Alentejo (6 922 t), seguido do Algarve (4 077 t) e região centro (2 378 t) (INE, 2015). É de referir que de 2012 para 2014 houve uma redução da produção a nível nacional bem como da área, tendo-se registado no ano 2012 valores de produção de 17 914 t numa área total de 2 484 t (INE, 2015). Saliente-se a implementação de vinhas na região Alentejo com recurso a técnicas inovadoras no país: cobertura de plástico, condução elevada e introdução de novas variedades apirénicas.

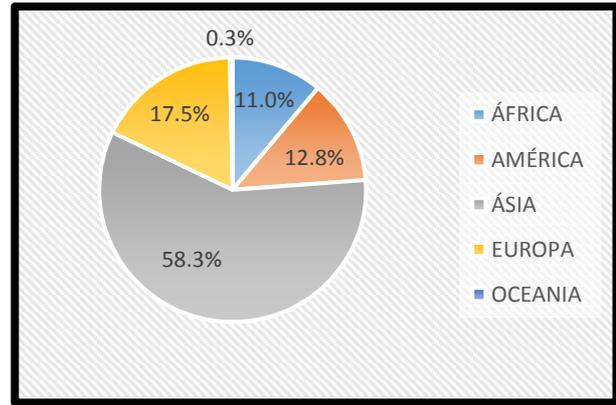


Figura 9 - Distribuição da produção mundial de uva de mesa, segundo os dados disponibilizados pela OIV para o ano de 2009 (OIV, 2013).

A produção de uva de mesa em Portugal tem vindo a diminuir ao longo dos últimos anos, mas apesar disto, tem havido um aumento das exportações (Figura 10). A exportação de uva sem grainha, ainda em reduzida escala, destina-se maioritariamente ao mercado inglês, grande apreciador deste tipo de uva. Quanto às importações os valores têm-se mantido constantes ao longo dos anos, sendo de aproximadamente de 30 000 toneladas. O principal fornecedor do mercado nacional foi a Espanha, e no período de contraestação a África do Sul (GPP, 2012).

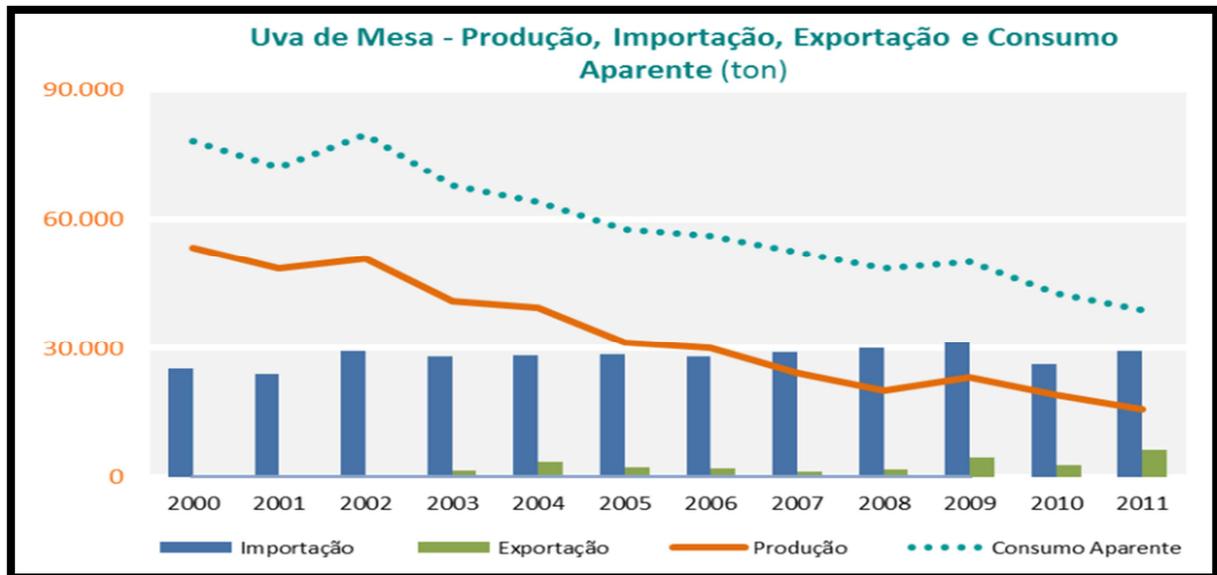


Figura 10 – Representação gráfica da produção, importação, exportação e consumo aparente de uva de mesa em Portugal (GPP, 2012).

2.2. Pós-colheita em uva de mesa

2.2.1. Qualidade

As mudanças na população, nas condições económicas, no estilo de vida e nos hábitos alimentares têm um profundo impacto no marketing alimentar. Atualmente existe um aumento da procura de frutos e vegetais, frescos e processados, por parte do consumidor (Sharma & Singh, 2000). Este tipo de produtos é altamente perecível na natureza, pelo que se não for tratado corretamente após a colheita, o seu consumo torna-se rapidamente inaceitável. Até ao consumo deste tipo de produtos existe uma longa cadeia (produção, armazenamento e conservação, transporte e consumo), durante a qual ocorrem alterações físico-químicas indesejáveis na sua composição. Deste modo, uma gestão eficaz da pós-colheita de frutos e vegetais é essencial para que os produtos cheguem ao consumidor com uma qualidade aceitável e por ele reconhecida. É necessário perceber as fases de maturação, a data de colheita com maturação ideal e as alterações fisiológicas na composição que acontecem durante o armazenamento, transporte e comercialização.

A qualidade de um produto engloba atributos sensoriais, valor nutritivo, constituintes químicos, propriedades mecânicas, propriedades funcionais e defeitos (Abbott, 1999). Na avaliação da qualidade de um determinado produto, o consumidor utiliza os seus cinco sentidos – visão (aparência), cheiro (aroma), sabor, toque (textura) e audição. O consumidor integra todos estes sentidos na aceitabilidade do produto (Abbott, 1999). A avaliação instrumental é preferida em relação à avaliação sensorial, uma vez que com a utilização de instrumentos se obtêm resultados mais precisos, promovendo uma linguagem comum entre investigadores, industriais e consumidores (Abbott, 1999). Contudo, a relação entre a avaliação instrumental e sensorial deve ser tida em conta, já que é importante e pode ser decisivo perceber a aceitabilidade e avaliação de um determinado produto por parte do consumidor.

No caso concreto da aceitabilidade e avaliação da qualidade de uva de mesa por parte do consumidor devem ser considerados diferentes atributos, que se definem na terceira e última fase do desenvolvimento do bago (Sonnekus, 2015). As características visuais e as propriedades físico-químicas estão envolvidas na avaliação sensorial e de qualidade da uva de mesa. A cor, o tamanho e a forma do bago são as características primárias que os consumidores observam, bem como, a textura (Segade *et al.*, 2013).

A data de colheita da uva de mesa é definida pelo produtor tendo em conta os seguintes parâmetros de qualidade: sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (AT), relação SST/AT e cor. O último parâmetro referido, a cor, não é considerado em uvas da variedade em estudo, uma vez que esta variedade apresenta deficiente coloração. Em uvas 'Crimson', que apresentam um grau de

acidez médio, considera-se como índice de maturação a relação SST/AT, variando o valor entre 35 e 40 (Jayasena & Cameron, 2008; Pintado, 2012; Sonnekus, 2015).

Segundo Bruhn (2002) e Chervin *et al.* (2012), a boa aparência, epiderme fina, ausência de bagos soltos da ráquis, boa textura e bom sabor são critérios de qualidade usados pelo consumidor em uva de mesa.

O consumidor tem preferência por cachos de forma triangular, densos, mas não muito fechados, e com um ráquis fresco e de coloração verde, sinónimo de ser recém-colhido (Chervin *et al.*, 2012; Pintado, 2012).

A uniformidade de tamanho dos bagos é uma característica de qualidade importante na uva de mesa. A cutícula do bago encontra-se coberta por pruínas, camada cerosa que protege os bagos da perda de água e do ataque de microrganismos. A presença da pruína, formada na superfície dos bagos é um fator de qualidade, sendo que a manipulação inadequada pode destruí-la, deixando a pele brilhante e com marcas; por vezes esta substância, de cor esbranquiçada é confundida com a presença de resíduos de produtos químicos (Chandia, 2003; Chervin *et al.*, 2012; Pintado, 2012).

A espessura e firmeza da cutícula difere entre variedades e são factores que influenciam o grau de resistência das uvas de mesa aos danos por manipulação no embalamento, transporte e armazenamento (Chandia, 2003). Bagos de uva que apresentem textura firme, são sinónimo de terem sido colhidos recentemente, estando a perda de firmeza associada a perdas de turgescência e modificações fisiológicas que afectam a estrutura do bago (Pintado, 2012). O consumidor apresenta preferência por uvas com polpa succulenta, firme e com poucas ou nenhuma(s) grainha(s) (Chervin *et al.*, 2012; Pintado, 2012).

2.2.2. Principais causas de perdas pós-colheita

A partir do momento em que um fruto é colhido, separado da planta mãe, têm lugar uma série de alterações ao nível estrutural, químico, nutricional, bioquímico e enzimático, que determinam qual o período de tempo no qual o fruto deixa de apresentar características de qualidade para ser comestível (Silva, 2010). O estado de maturação do fruto no momento da colheita determina o seu tempo de armazenamento, qualidade e também a forma como deve ser manipulado, transportado e comercializado (Micharet, 2012).

Biologicamente os frutos podem ser classificados de acordo com o comportamento respiratório e produção de etileno durante o amadurecimento, em frutos climatéricos e não climatéricos (Rees, 2012). Entende-se por fruto climatérico, todo o fruto que apresenta um aumento marcante (pico climatérico) da taxa respiratória durante o período de maturação, devido ao aumento da produção de etileno; os frutos não climatéricos exibem uma diminuição gradual da respiração durante a maturação (Rees, 2012). A uva é um fruto não climatérico. Segundo Crisosto *et*

al. (2004) o cacho apresenta muito baixa produção de etileno (inferior a $0.1 \mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, a 20°C) e baixa intensidade respiratória ($3.0 - 4.0 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, a 5°C), sendo a intensidade respiratória da ráquis 15 vezes mais elevada que a dos bagos (Chervin *et al.*, 2012). Em termos práticos após a colheita não ocorrem alterações nas características qualitativas das uvas, ou seja estas não melhoram nenhum dos seus parâmetros de qualidade durante o período de conservação pós-colheita, como acontece nos frutos climatéricos. Contudo, a qualidade do fruto tende a deteriorar-se rapidamente durante a manipulação e conservação pós-colheita, reduzindo a sua vida útil durante a comercialização.

As perdas de uva de mesa durante o período de pós-colheita rondam os 27% da produção total, sendo principalmente de origem fisiológica, mecânica e por infeção microbiana (Aquino *et al.*, 2010). A deterioração da qualidade da uva de mesa durante o período de pós-colheita reflete-se na perda de peso, desidratação e escurecimento da ráquis, alteração na cor, diminuição da firmeza do bago, diminuição da força de aderência entre o bago e pedicelo, bem como aumento da quantidade de bagos soltos da ráquis, mas principalmente devido ao desenvolvimento do fungo *Botrytis cinerea* Pers. (Crisosto & Smilanick, 1986; Crisosto *et al.*, 1994; Alagappan, 2011; Chervin *et al.*, 2012).

O desprendimento dos bagos provoca elevadas perdas pós-colheita, uma vez que ao separar-se da ráquis pode arrancar pequenas porções de tecido vascular do interior do bago, facilitando a entrada e o desenvolvimento de fungos. A abscisão do bago está relacionada com o aumento das hidrólases, especialmente a celulase e poligalacturonase (Pintado, 2012). Segundo Crisosto *et al.* (2004) e Veracruz (2005), a severidade deste tipo de desordem aumenta com o avançar do estado de maturação e com a colheita tardia. Este tipo de desordem ocorre muitas vezes por manipulação desadequada durante a colheita, e ao longo de todo o processo de comercialização. O controlo da temperatura e humidade, bem como da melhoria das condições de embalagem podem reduzir esta ocorrência indesejável.

A doença pós-colheita mais importante e destrutiva em uva de mesa é a podridão cinzenta, causada pelo fungo *Botrytis cinerea* Pers. (Crisosto & Smilanick, 1986; Crisosto *et al.*, 2004; Alagappan, 2011; Zoffoli & Latorre, 2011; Chervin *et al.*, 2012; Pintado, 2012). A podridão cinzenta pode ter origem em infeções latentes iniciadas antes da colheita, em esporos presentes no cacho e em bagos visivelmente infetados que não tenham sido eliminados durante as operações de seleção (Zoffoli & Latorre, 2011; Pintado, 2012). Este fungo tem capacidade de crescimento e desenvolvimento a temperaturas baixas até -0.5°C , pelo que facilmente se dissemina entre bagos durante o período de armazenamento e transporte (Crisosto & Smilanick, 1986; Crisosto *et al.*, 2004; Zoffoli & Latorre, 2011; Chervin *et al.*, 2012). Os sintomas de infeção começam com alterações na cor dos bagos e fácil destacamento da epiderme, designado por 'Slipskin' (Crisosto *et al.*, 2004; Zoffoli & Latorre, 2011; Chervin *et al.*, 2012); esta sintomatologia coincide com o início da germinação dos

conídios e com a formação do micélio no interior do órgão atacado, saindo para o exterior e produzindo novas estruturas de frutificação, os conidióforos com conídios. Estes, que no início possuem coloração branca, passados alguns dias adquirem a coloração acinzentada, que caracteriza a doença (Figura 11) (Crisosto & Smilanick, 1986; Zoffoli & Latorre, 2011).



Figura 11 - Observação à lupa Olympus SZ61 de *Botrytis cinerea* num bago de uva de mesa 'Crimson', com uma ampliação de 350X (Fotografia da autora).

Outra das doenças que ocorre em pós-colheita é a podridão azul causada por fungos do género *Penicillium* spp., que apesar de ser menos importante

que a referida anteriormente, também causa danos durante o período de conservação de uva de mesa. Os sintomas do aparecimento desta doença caracterizam-se pelo desenvolvimento de uma podridão branca, aquosa, em que a epiderme adquire uma coloração castanha clara que pode afetar rapidamente todo o bago (Donoso & Latorre, 2006; Zoffoli & Latorre, 2011). Na superfície do fruto

infetado aparecem inicialmente estruturas com aspeto pulverulento de coloração branca, que corresponde às estruturas vegetativas do fungo e que posteriormente evoluem para colónias com coloração verde-azulada (Donoso & Latorre, 2006). O presente fungo produz conidióforos ramificados em que nas suas extremidades se formam fiadas de conídios arredondados, dando às estruturas reprodutivas do fungo, um aspeto de leque, quando observados à lupa (Figura 12). O crescimento do micélio do fungo pode ser afetado quando se efetua a conservação dos



Figura 12 – Observação à lupa Olympus SZ61 de *Penicillium* spp. num bago de uva de mesa da 'Crimson', com uma ampliação de 350X (Fotografia da autora).

frutos a temperaturas de 0 °C, mas não inibido (Zoffoli & Latorre, 2011). A disseminação dos conídios é realizada pelo vento, ou por deslocamentos de ar, sendo que o fungo apenas penetra nas uvas por feridas existentes, pelo que a intensidade do seu ataque é maior quando os frutos são conservados por maiores períodos de tempo (Donoso & Latorre, 2006; Zoffoli & Latorre, 2011). Apesar disto, o contacto de frutos infetados com frutos saudáveis, leva à sua contaminação, pelo que através da existência de um inóculo num bago, facilmente se espalha por todo o cacho (Zoffoli & Latorre, 2011). A infeção pode ser iniciada na vinha, nas unidades de embalagem ou durante o período de armazenamento.

A dificuldade no controlo de infeções fúngicas e o reconhecimento do seu impacto na produção e armazenamento de frutos tem levado ao desenvolvimento de novos métodos capazes de controlar o desenvolvimento de fungos e consequentemente reduzir as perdas pós-colheita (Sousa, 2013).

2.2.3. Tecnologias pós-colheita aplicadas a uva de mesa

O sector frutícola canalizou os seus esforços no desenvolvimento científico para melhorar as técnicas de conservação que, efetivamente são capazes de retardar a degradação do fruto durante o período pós-colheita, de forma a permitir a manutenção dos frutos com características de qualidade que permitam o seu consumo durante um maior período de tempo, ou seja aumentar a sua vida útil. Como técnicas basilares aplicadas é possível referir a melhoria das condições de armazenamento, com otimização da temperatura e controlo da atmosfera circundante, bem como a criação de embalagens, que limitam a diminuição do teor de humidade e protegem contra danos físicos durante todo o período pós-colheita.

Encontram-se estabelecidas como condições assertivas para uva de mesa, temperaturas entre os -1 e 1 °C e os 90 a 95% de humidade relativa (Crisosto & Smilanick, 1986; Boyhan *et al.*, 2009; Zoffoli & Latorre, 2011; Chervin *et al.*, 2012; Thompson, 2015).

A refrigeração, associada a uma elevada humidade relativa, é uma das tecnologias mais apropriadas para prolongar o período de vida útil de um fruto, já que as baixas temperaturas diminuem as reações bioquímicas, a atividade microbiana e minimizam as perdas de humidade, reduzindo a transpiração (Micharet, 2012; Ngcobo, 2013). As baixas temperaturas, para além de preservarem os parâmetros de qualidade relacionados com o aspeto do fruto, protegem outros atributos de qualidade com igual importância para o consumidor atual, como são os compostos nutricionais, textura, aroma e sabor (Micharet, 2012).

O método comercialmente recomendado para a conservação de uva de mesa consiste, num pré-arrefecimento rápido, logo após a colheita, seguido de pulverização com dióxido de enxofre (SO₂), mantendo a temperatura e a humidade relativa nos valores referidos de forma constante

durante todo o período de armazenamento, o que permitirá diminuir as perdas associadas a este período (Crisosto & Smilanick, 1986; Smilanick *et al.*, 1990; Reynier, 2004; Klaasen *et al.*, 2006; Alagappan, 2011; Zoffoli & Latorre, 2011; Micharet, 2012; Pintado, 2012). O uso de geradores de metabissulfito de sódio é outra das práticas de conservação de uva de mesa utilizada correntemente no mercado internacional, sob a forma de papéis impregnados com a substância ativa, ou sacos com a solução ou com a formulação em pó, sendo que quanto mais elevada for a temperatura e a humidade relativa, mais rapidamente se gera o gás (Zoffoli & Latorre, 2011). Contudo um dos problemas destas aplicações é a existência de resíduos que podem persistir até ao momento da venda, sendo referido que a presença de enxofre residual poderá estar associada com o desenvolvimento de alergias nos consumidores e de consequências nefastas para os trabalhadores que fazem o seu manuseamento (Klaasen *et al.*, 2006; Baneh, 2013). Deste modo surge a necessidade de desenvolver alternativas estratégicas para o controlo da qualidade pós-colheita da uva de mesa, que sejam seguras para a saúde e compatíveis com as práticas comerciais.

As atmosferas modificadas (AM) associadas à refrigeração apresentam efeito benéfico na prevenção da perda de peso, redução da atividade metabólica, diminuição das alterações de cor no bago e ráquis, redução da taxa respiratória, diminuição das populações microbianas com consequente redução da incidência de fungos ao longo do tempo de conservação (Martínez-Romero *et al.*, 2003; Guillén *et al.*, 2007). É ainda de referir a importância da utilização de AM no controlo da firmeza da uva, uma vez que reduz a atividade das enzimas responsáveis pela degradação das pectinas da parede celular (Martínez-Romero *et al.*, 2003). Em diversos estudos científicos, é referida a utilização de AM em uva de mesa, com filmes plásticos perfurados e não perfurados, baseados especialmente em polietileno e polipropileno (Martínez-Romero *et al.*, 2003).

A utilização de atmosferas controladas (AC) é outra das técnicas utilizadas para manutenção dos atributos de qualidade e controlo das perdas pós-colheita em uva de mesa. A conservação em atmosferas controladas permite reduzir a respiração do bago e da ráquis, manter a firmeza do bago e retardar o desenvolvimento de fungos (Crisosto *et al.*, 2003; Klaasen *et al.*, 2006). Crisosto *et al.* (2003) sugerem que a aplicação de 10% de CO₂ combinado com 3, 6 ou 12% de O₂ limita o desenvolvimento de *Botrytis* durante 12 semanas em condições de frio, sem afetar a qualidade de uvas 'Redglobe' colhidas tardiamente; para uvas da mesma variedade colhidas no início da campanha recomendam a utilização de 10% de CO₂ combinado com 6% de O₂ para um período máximo de conservação de 4 semanas.

Para além das técnicas apresentadas, é ainda possível referir a utilização de radiação ultravioleta (UV-C) (Nigro *et al.*, 1998), tratamentos hipobáricos e hiperbáricos (Romanazzi *et al.*, 2001) e tratamentos com ozono gasoso, ozono em água ou injeção de ozono nas câmaras de

refrigeração (Smilanick *et al.*, 1999, 2012; Crisosto & Smilanick, 2000; Gabler *et al.*, 2010; Karaca *et al.*, 2012; Feliziani *et al.*, 2014).

Outra das técnicas recentemente utilizada no controlo da qualidade pós-colheita de uva de mesa é a utilização de revestimentos edíveis.

2.2.3.1. Revestimentos edíveis

A utilização de revestimentos edíveis data do século XII e XIII, no império Chinês, com aplicação de ceras na superfície de citrinos de forma a diminuir as perdas de água dos frutos (Silva, 2010; Ortiz *et al.*, 2014). Apesar de nessa época não se saber que a aplicação dos revestimentos de cera diminuía as trocas gasosas entre o meio ambiente e o meio interno do fruto, observaram que os frutos com revestimentos toleravam um maior tempo de conservação comparativamente aos frutos não revestidos (Santana, 2012).

Em 1930 as ceras de parafina derretidas através do calor tornaram-se comercialmente viáveis como revestimentos comestíveis em frutos como a pêra e a maçã (Santana, 2012). No entanto, só em 1940 foi publicado o primeiro artigo referente à aplicação de ceras em frutos, por um cientista americano de nome Claypool (Silva, 2010).

Nas últimas décadas, o interesse da comunidade científica e dos técnicos por este tema tem aumentado e criado condições para se registarem maiores desenvolvimentos científicos na área (Bourtoom, 2008; Silva, 2010).

Os termos, revestimentos e filmes edíveis, usados na área alimentar, são muitas vezes usados de forma indiscriminada, uma vez que os filmes são preparados separadamente do alimento e os revestimentos podem ser uma suspensão ou emulsão aplicada na superfície do alimento que após a secagem, leva à formação de um filme (Bourtoom, 2008; Pinheiro *et al.*, 2010; Falguera *et al.*, 2011; Ortiz *et al.*, 2014; Serrano *et al.*, 2015). Os revestimentos edíveis são definidos como camadas finas de material edível de coloração transparente ou opaca que são aplicados com o objetivo de criar uma atmosfera modificada no próprio fruto, que promova a redução da perda de peso e condicione as trocas gasosas entre o fruto e o exterior durante o período de comercialização (Augusto, 2013; Brishti *et al.*, 2013; Ortiz *et al.*, 2014).

Estes podem ser aplicados através de imersão ou pulverização dos frutos com a solução do revestimento, de modo a que esta se deposite diretamente sobre a superfície do alimento (Bourtoom, 2008; Embuscado & Huber, 2009; Pinheiro *et al.*, 2010; Luvielmo & Lamas, 2012; Ortiz *et al.*, 2014). Tendo em conta que esta aplicação não é uniforme no fruto, é necessário proceder à incorporação no revestimento de um surfatante, uma substância anfipática que aumenta a estabilidade da emulsão na formulação do filme e reduz a tensão superficial entre a solução e a superfície do alimento, melhorando a capacidade molhante dos revestimentos, e conseqüentemente

a eficiência do revestimento (Embuscado & Huber, 2009; Pinheiro *et al.*, 2010). A aplicação direta do revestimento sobre a superfície do fruto a que se destina a proteger ou melhorar as suas características, leva a que o revestimento seja considerado parte do produto final, devendo conferir cor, odor, sabor, aroma e textura aceitáveis ao produto revestido (Santana, 2012; Ortiz *et al.*, 2014).

A utilização de revestimentos edíveis de polímeros biodegradáveis oferece um sistema de embalagem alternativo e sem custos ambientais, quando comparado com os polímeros sintéticos, nomeadamente os plásticos; apesar disto, não é possível uma total substituição dos plásticos sintéticos por filmes biodegradáveis, já que não se adequam a todo o tipo de frutos e vegetais. Contudo, a utilidade destes revestimentos recai sobre a melhoria da qualidade dos alimentos, pois cria uma barreira protetora, semi-permeável a gases e ao vapor de água, melhora a integridade dos produtos e tem atividade antimicrobiana, estendendo assim o tempo de vida útil e melhorando a eficiência económica dos materiais de embalagens (Santos, 2006; Serrano *et al.*, 2006; Embuscado & Huber, 2009; Falguera *et al.*, 2011; Athmaselvi *et al.*, 2013; Farahi, 2015).

Os revestimentos edíveis destinados à conservação de frutos e vegetais deverão possuir as seguintes características (Embuscado & Huber, 2009):

- Isenção de componentes tóxicas, alergénicas e não digestíveis;
- Promover estabilidade estrutural e prevenir danos mecânicos durante a conservação, transporte e comercialização;
- Boa aderência à superfície do fruto de forma que crie um revestimento homogéneo;
- Controlar a migração de água no interior e exterior do revestimento;
- Manter o equilíbrio interno de gases envolvidos na respiração aeróbica e anaeróbica;
- Prevenir perdas e absorção de componentes que alterem as características nutricionais e organolépticas, bem como sabor e aroma;
- Promover a estabilidade bioquímica e microbiana, protegendo o fruto de contaminações, proliferações microbianas e outro tipo de perdas.

Os materiais utilizados na produção de revestimentos edíveis biodegradáveis podem ser originários de diversas fontes naturais, caracterizando-se pela sua complexidade estrutural e diversidade funcional (Falguera *et al.*, 2011; Pinheiro *et al.*, 2010; Silva, 2010). Deste modo, é possível classificá-los como: polissacarídeos, proteínas e lípidos, que podem ser usados individualmente ou combinados (Ortiz *et al.*, 2014). Na figura 13 são apresentados os tipos de componentes mais utilizados para revestir frutos frescos. Na realização do presente estudo apenas será avaliado o efeito dos revestimentos de polissacarídeos na conservação de uva de mesa, mais propriamente o *Aloe vera* e quitosano.

Os polissacarídeos estão envolvidos no metabolismo energético de plantas e animais, agindo também na função estrutural de células vegetais ou no esqueleto de insetos e outros animais (Pinheiro *et al.*, 2010).

Os polissacarídeos e as proteínas são ótimos materiais para a formação de revestimentos edíveis, apresentando excelentes propriedades estruturais e mecânicas. Os polissacarídeos apresentam boa capacidade de barreira a gases, mas baixa capacidade de barreira às transferências de vapor de água, já que são de natureza hidrofílica (Perera, 2007; Azeredo *et al.*, 2010; Pinheiro *et al.*, 2010; Falguera *et al.*, 2011; Serrano *et al.*, 2015). Este problema não acontece

nos lípidos, uma vez que estes possuem propriedades hidrofóbicas, especialmente os que apresentam elevado ponto de fusão, como a cera de abelha (Falguera *et al.*, 2011).

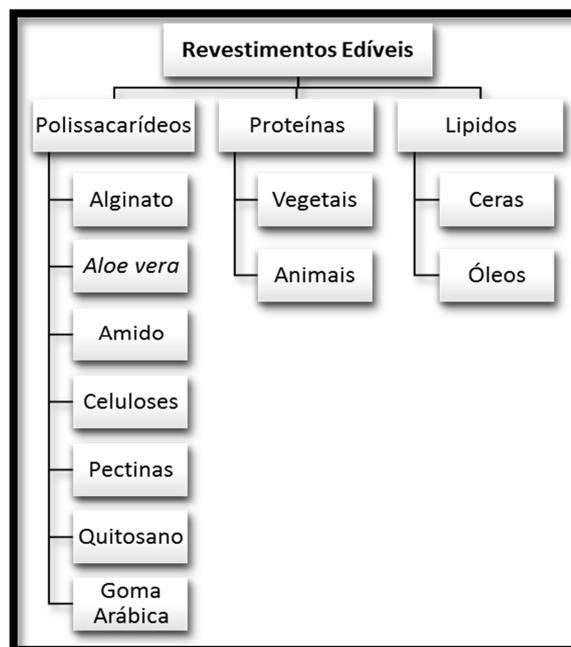


Figura 13 - Componentes mais utilizados no revestimento de frutos frescos: polissacarídeos, proteínas e lípidos (adaptado de Ortiz *et al.*, 2014; Serrano *et al.*, 2015;).

2.2.3.1.1. Avaliação das características dos revestimentos

Os materiais ideais para a produção de revestimentos edíveis devem ser escolhidos de acordo com as suas propriedades físicas, existindo diversas técnicas que permitem a caracterização da estrutura de biopolímeros utilizados na formulação de revestimentos. No presente trabalho o estudo das características físicas dos revestimentos recairá sobre a tensão superficial e o comportamento reológico, parâmetros de extrema importância já que definem a capacidade de um revestimento para ser distribuído uniformemente sobre a superfície do fruto afetando diretamente o seu desempenho (Carneiro-da-Cunha *et al.*, 2009).

- Tensão superficial

Ao aplicar-se uma força normal à superfície do líquido, este tende a aumentar de área, notando-se que a superfície do líquido é constituída por uma membrana, a qual impede o aumento da área. O efeito da “membrana” é consequência direta das forças de atração para o interior do líquido e que são sentidas pelas moléculas da superfície. À força que se opõe ao aumento da área do líquido designa-se por tensão superficial, sendo que quanto maiores as forças de coesão entre as moléculas de um líquido, maior será a sua tensão superficial (Qun & Ajun, 2006; Montenegro *et al.*,

2012). A tensão superficial surge nos líquidos como resultado do desequilíbrio entre as forças que atuam sobre as moléculas da superfície em relação às que se encontram no interior da solução (Casariego *et al.*, 2008).

A avaliação da tensão superficial dos revestimentos é de extrema importância uma vez que é um fator de controlo no processo de adesão dos revestimentos nas superfícies dos frutos, sendo que segundo Pinheiro *et al.* (2010) a diminuição da tensão superficial leva a uma melhoria da capacidade molhante do revestimento.

A aplicação de surfatantes leva a uma maior tendência para a acumulação deste tipo de substâncias na superfície das soluções e, em muitos casos, forma-se um filme monomolecular de moléculas adsorvidas na superfície. O filme superficial formado é bem homogéneo e não aceita mais nenhuma molécula quando a solução atinge uma determinada concentração, chamada de concentração micelar crítica (CMC), pelo que acima dessa concentração crítica a tensão superficial permanecerá constante (Montenegro *et al.*, 2012; Yuan & Lee, 2013).

Um dos métodos utilizados para a determinação da tensão superficial é o método do destacamento do anel de du Nouy (tensiómetro de du Nouy), que consiste na medição da força necessária para produzir o destacamento de um anel de platina iriado, de raio e espessura conhecidos, mergulhado na solução a analisar, em que a leitura realizada é equivalente ao valor da tensão superficial (Montenegro *et al.*, 2012).

- Comportamento reológico

No desenvolvimento de uma formulação, a avaliação das características reológicas tem como finalidade caracterizar a facilidade com que o produto é retirado de um recipiente ou a facilidade de aplicação do produto a diferentes superfícies, como os frutos.

Entende-se por reologia a ciência que estuda a deformação e escoamento de materiais, ou seja, o modo como os materiais respondem à aplicação de uma força (Steffe, 1996; El-hefian & Yahaya, 2010). Quando se aplica uma força tangencial a um corpo, este sofre uma deformação que pode ser elástica se quando se retira a força aplicada, o corpo adquire a forma inicial, ou uma deformação permanente se a deformação sofrida se mantiver.

Existem várias grandezas a ter em conta num estudo reológico (Salgado, 2008; Pereira, 2010):

- taxa de corte ("*shear rate*"): gradiente de velocidades entre dois planos e a deformação ou escoamento por unidade de tempo, sendo a sua unidade s^{-1} .
- tensão de corte ("*shear stress*"): força aplicada por unidade de área que provoca uma deformação, sendo a sua unidade Pa.

No estudo reológico de materiais sólidos a propriedade de maior interesse é a elasticidade, enquanto que em líquidos, é a viscosidade, propriedade física dos fluidos que caracterizam a sua

resistência ao escoamento. Por viscosidade entende-se a capacidade de um líquido resistir ao fluxo induzido pela tensão aplicada. Esta depende da natureza da substância, temperatura, pressão, taxa de corte, concentração e tempo, sendo que para definir a viscosidade em função de um desses fatores, os restantes devem ser mantidos constantes e bem definidos (Steffe, 1996; Castro *et al.*, 2001). As medições para cada ponto são correntemente designadas por viscosidades aparentes, de modo a salientar que o valor mencionado se refere às condições da medição e estes valores não têm significado físico se não se mencionar o gradiente de corte (Lachman *et al.*, 2001; Salgado, 2008).

É possível classificar o comportamento dos fluídos em newtoniano e não newtoniano (Steffe, 1996; Lachman *et al.*, 2001; El-hefian & Yahaya, 2010). Designa-se por fluidos newtonianos os fluidos para os quais se verifica uma proporcionalidade entre a tensão e a taxa de corte, obedecendo à lei de Newton. Neste tipo de fluidos a viscosidade é independente da tensão de corte e constitui uma constante. Por fluidos não newtonianos entende-se o fluido que não verifica a proporcionalidade referida e nos quais a tensão de corte necessária para produzir uma determinada taxa de corte pode aumentar mais ou menos rapidamente do que o necessário para que se verifique uma proporcionalidade linear. Para este tipo de fluidos a viscosidade varia consoante a ação aplicada ao fluido, repouso, escoamento ou agitação (Salgado, 2008; El-hefian & Yahaya, 2010).

Num material pseudoplástico a tensão de corte não é proporcional à taxa de corte, pelo que a viscosidade aparente não é constante e diminui com o aumento da taxa de corte. Um material dilatante é caracterizado por apresentar um aumento da tensão de corte mais rápido do que para um material newtoniano pelo que a viscosidade aparente aumenta com o aumento da taxa de corte (Lachman *et al.*, 2001; Franck, 2004).

O comportamento pseudoplástico surge em soluções de polímeros que contenham componentes poliméricas, em consequência das interações intermoleculares que se estabelecem entre as cadeias dos polímeros. Deste modo, quando se aplica lentamente uma tensão de corte a este tipo de materiais, a deformação pode ocorrer com alguma dificuldade, no entanto, torna-se progressivamente mais fácil com o aumento da tensão aplicada (Lachman *et al.*, 2001; Salgado, 2008). Segundo Pillai *et al.* (2009) as propriedades reológicas da quitina em solução aquosa em baixas concentrações apresentam comportamento de fluido newtoniano e em elevadas concentrações apresentam comportamento de fluido pseudoplástico.

O estudo do comportamento reológico de soluções de quitosano tem ganho interesse nos últimos anos (Hwang & Shin, 2000; Desbrieres, 2002; Santos, 2006; El-hefian & Yahaya, 2010; El-hefian *et al.*, 2010; Pereira, 2010; Junior *et al.*, 2011).

2.2.3.1.2. Revestimentos edíveis em estudo

- *Aloe vera*

O *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) é uma planta tropical e sub-tropical, pertencente à família das *Liliaceae*, usada durante séculos pelas suas propriedades terapêuticas e medicinais (Valverde *et al.*, 2005; Arowora *et al.*, 2013; Athmaselvi *et al.*, 2013; Brishti *et al.*, 2013; Chauhan *et al.*, 2014; Farahi, 2015). Trata-se de uma xerófita suculenta perene que desenvolve um tecido de armazenamento de água no interior das folhas para resistir em zonas áridas de baixa pluviosidade (Silva, 2010). As folhas são formadas por uma espessa epiderme, coberta por cutículas em torno do mesófilo, que se diferencia em células do clorênquima e células do parênquima (Silva, 2010; Serrano *et al.*, 2015). Nestas é possível encontrar dois tipos de líquidos, exsudato de coloração amarela e mucilagem (gel de *Aloe vera*) (Valverde *et al.*, 2005; Serrano *et al.*, 2006, 2015; Arowora *et al.*, 2013; Athmaselvi *et al.*, 2013; Kaviani *et al.*, 2015).

O gel de *Aloe vera*, composto maioritariamente por polissacarídeos, contém propriedades antifúngicas e antibacterianas que potenciam a inibição do crescimento de microrganismos responsáveis pela degradação dos alimentos, pelo que recentemente foi identificado como novo revestimento edível para prolongar a vida útil de alimentos (Valverde *et al.*, 2005; Athmaselvi *et al.*, 2013; Farahi, 2015; Serrano *et al.*, 2015).

O processamento de *Aloe vera* compreende diversos passos que podem alterar a estrutura dos polissacarídeos que compõe a planta no seu estado original acabando por modificar a sua atividade biológica (Silva, 2010). Deste modo, optou-se por procurar no mercado por processos de produção de derivados de *Aloe vera* fabricados sem aditivos e semelhantes ao gel de *Aloe vera* no seu estado natural, tanto ao nível da constituição como da integridade, escolhendo-se os extratos secos. Considerando os produtos existentes, optou-se pela liofilização realizada pelo método de produção Qmatrix®, método que apresenta manutenção elevada da estrutura do *Aloe vera*, e consequentemente da atividade biológica. O Qmatrix® é um processo de produção patenteado pela AloeCorp, uma das principais empresas mundiais na produção de extratos de *Aloe vera*, composto por uma tecnologia de desidratação, designada por *Refractance Window*. Em 2010, o gel de *Aloe vera* obtido pelo método Qmatrix® foi reconhecido como seguro (GRAS) para o consumo humano pela agência FDA (ALOE Corp, 2010).

- Quitosano

O quitosano (Figura 14) é um polissacarídeo obtido a partir da desacetilação da quitina, o segundo biopolímero mais abundante na natureza a seguir à celulose (Shahidi *et al.*, 1999; Baldwin, 2007; Bourtoom, 2008; Embuscado & Huber, 2009; Pinheiro *et al.*, 2010; Falguera *et al.*, 2011; Dhanapal *et al.*, 2012; Luvielmo & Lamas, 2012; Serrano *et al.*, 2015; Suput *et al.*, 2015). Esta

componente orgânica, quitina, pode ser encontrada na estrutura esquelética de invertebrados, mas também em fungos e algas (Bourtoom, 2008; Embuscado & Huber, 2009; Pinheiro *et al.*, 2010; Falguera *et al.*, 2011; Luvielmo & Lamas, 2012; Serrano *et al.*, 2015). Apesar disto, comercialmente é obtida a partir de crustáceos, dada a rentabilidade do processo e à larga quantidade de sub-produto de indústrias disponível (Santos, 2006).

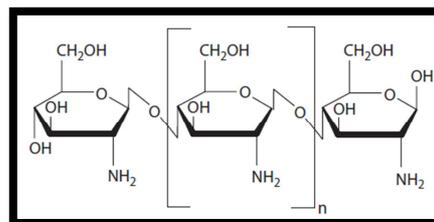


Figura 14 - Estrutura química do quitosano (Azeredo, 2012);

Apesar da quitina ser uma fonte de matéria-prima com muitas potencialidades, a sua aplicação é reduzida, já que é de difícil tratamento e de baixa solubilidade, resultantes da existência de fortes ligações de hidrogénio entre as cadeias poliméricas (Santos, 2006). Deste modo, a realização da desacetilação alcalina da quitina, através da utilização de NaOH a temperaturas elevadas em várias fases e durante longos períodos de tempo, torna possível obter um composto com maior facilidade de solubilização, o quitosano (poli[β -(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glucopiranosose]) (Bourtoom, 2008; Pinheiro *et al.*, 2010). A realização da desacetilação pode dar origem a diferentes tipos de quitosano, de acordo com o peso molecular e o grau de desacetilação do biopolímero (Bourtoom, 2008). Tipicamente, o grau de desacetilação do quitosano comercial é de aproximadamente 85% (Embuscado & Huber, 2009; Dhanapal *et al.*, 2012).

O quitosano caracteriza-se por possuir grupos funcionais potencialmente reativos: grupos amina, vários grupos hidroxilo primários e secundários. Estas características permitem modificações estruturais do quitosano, aumentando a sua utilização e uso como suporte de imobilização (Pinheiro *et al.*, 2010).

O quitosano é considerado uma base forte, com um valor de pKa entre 6.3 e 7.0, variando consoante o grau de acetilação (Pillai *et al.*, 2009; Paul *et al.*, 2014). A solubilidade do quitosano está relacionada com o número de grupos amina que se encontram protonados, sendo que um maior número de grupos protonados conduz a um aumento da repulsão entre as cadeias, o que permite uma maior solvatação por parte da água (Santos *et al.*, 2003; Paul *et al.*, 2014). Deste modo, a pH baixo, os grupos amina encontram-se protonados, o que faz com que seja possível dissolver o quitosano em água (Santos *et al.*, 2003). Com o aumento do pH as aminas do quitosano tornam-se desprotonadas, pelo que o polímero perde cargas e torna-se insolúvel (Santos *et al.*, 2003; Paul *et al.*, 2014). A transição de solúvel para insolúvel ocorre a um valor de pH correspondente ao seu pKa (Pillai *et al.*, 2009). Na preparação de uma solução de revestimento de quitosano, e como esta molécula no seu estado de polímero catiónico não é solúvel em água, é possível solubilizá-lo em soluções aquosas de ácidos orgânicos, como o ácido acético glacial e o ácido nítrico, os mais usados

na preparação de soluções deste biopolímero (Embuscado & Huber, 2009; Paul *et al.*, 2014; Serrano *et al.*, 2015).

Nos últimos anos o interesse por este biopolímero tem aumentando. Apresenta um potencial de aplicação versátil na indústria agroalimentar, uma vez que é uma alternativa promissora como revestimento edível na pós-colheita de frutas e vegetais, devido ao seu carácter natural, à sua atividade antimicrobiana (fungos e bactérias) e à preservação da qualidade dos frutos e vegetais (Baldwin, 2007; Embuscado & Huber, 2009; Falguera *et al.*, 2011; Azeredo, 2012; Dhanapal *et al.*, 2012; Luvielmo & Lamas, 2012; Suput *et al.*, 2015). A atividade antimicrobiana do quitosano contra diferentes grupos de microrganismos, como bactérias e fungos tem recebido considerável atenção nos últimos anos (Shahidi *et al.*, 1999), sendo ainda desconhecido qual o mecanismo de ação antimicrobiano deste agente. Segundo Shahidi *et al.* (1999) este mecanismo poderá estar relacionado com a interação da carga positiva das moléculas de quitosano com as membranas celulares com cargas negativas dos microrganismos, causando uma alteração na permeabilidade celular e consequentemente uma fuga de constituintes celulares. O mesmo autor apresenta ainda outra hipótese sobre a capacidade do quitosano de baixo peso molecular entrar no núcleo das células microbianas, interagindo com o DNA e interferindo na síntese de RNA mensageiro, afetando a síntese de proteínas e podendo inibir a atividade de várias enzimas. E uma terceira hipótese descrita por Shahidi *et al.* (1999) propõe o funcionamento do quitosano como queletante, criando complexos a partir de vestígios de metais, essenciais para as células microbianas.

Deste modo, foi aprovado pela EPA como um biopesticida e pela FDA como um aditivo alimentar seguro (GRAS) de possível aplicação em alimentos desde que seja garantido o seu grau de pureza (Shahidi *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 2011).

Nos últimos anos muitos investigadores têm estudado as potenciais aplicações de revestimentos à base de gel de *Aloe vera* e quitosano. No quadro 3 são apresentados os principais resultados obtidos em estudos já realizados com revestimentos edíveis à base de gel de *Aloe vera* e quitosano em diferentes tipos de frutos.

Quadro 3 - Quadro resumo sobre os principais resultados obtidos em estudos realizados com revestimentos edíveis à base de gel de *Aloe vera* e quitosano em frutos.

Revestimento	Fruto	Principais Resultados	Referência	
Gel de <i>Aloe vera</i>	Cereja	Cerejas revestidas tiveram um atraso significativo na perda de qualidade pós-colheita, aumentando a vida útil para mais de 16 dias. Os frutos não revestidos tiveram pior comportamento, com aumento da taxa respiratória, rápida perda de peso, mudanças de coloração, perda de firmeza, acastanhamento do pedicelo e aumento da população microbiana. A análise sensorial confirmou o efeito benéfico deste revestimento, já que retardou o acastanhamento e desidratação do pedicelo, mantendo os frutos com bom aspeto visual e sem nenhuma alteração na textura, sabor e aroma.	Martínez-Romero <i>et al.</i> (2006)	
	Laranja	Frutos revestidos mostraram ao longo do tempo de conservação melhores resultados de perda de peso, SST, AT e firmeza, quando comparados com o controlo.	Arowora <i>et al.</i> (2013)	
	Papaia	Os frutos revestidos mantiveram as suas características de coloração, sabor e firmeza durante os 12 dias de armazenamento, quando comparadas com o controlo. É ainda de registar o aumento do conteúdo em ácido ascórbico, bem como a diminuição da incidência de fungos durante o período de conservação.	Brishti <i>et al.</i> (2013)	
	Uva de mesa		Ao longo do período de conservação os frutos controlo apresentaram uma rápida deterioração com um período de vida útil de 7 dias a 1°C e 4 dias a 20°C, devido a elevadas perdas de peso, mudanças de cor, perda de firmeza, desprendimento dos bagos e acastanhamento e desidratação da ráquis. Os frutos revestidos apresentaram um atraso significativo na perda de qualidade pós-colheita, estendendo a vida útil do produto para 35 dias a 1°C. Os bagos revestidos apresentaram redução na contagem inicial de mesófilos aeróbicos, leveduras e bolores, contrariamente aos não revestidos. A análise sensorial revelou efeitos benéficos dos revestimentos no retardar do acastanhamento e desidratação da ráquis, bem como do aspeto visual dos bagos sem alterações na textura, sabor e aroma.	Valverde <i>et al.</i> (2005)
			Os frutos não revestidos apresentam uma rápida perda de compostos funcionais, como fenólicos totais e ácido ascórbico; estas alterações são acompanhadas da redução da atividade antioxidante e do aumento do total de antocianinas, mostrando um processo de amadurecimento acelerado. Em relação aos frutos revestidos com <i>Aloe vera</i> registou-se uma redução significativa das alterações nos compostos funcionais durante o período de conservação. Revestimentos de gel de <i>Aloe vera</i> mantiveram estáveis as propriedades funcionais da uva de mesa durante os 35 dias de conservação em frio	Serrano <i>et al.</i> (2006)
			A aplicação de gel de <i>Aloe vera</i> em diferentes concentrações em meio PDA (<i>Potato Dextrose Agar</i>) para testar a eficácia na inibição do crescimento do micélio de fungos responsáveis pela perda de frutos (<i>Botrytis cinerea</i> e <i>Penicillium digitatum</i>) teve um efeito positivo, inibindo o crescimento por um período de 24 horas. Para ambos os fungos, a inibição do crescimento do micélio aumentou com a concentração de <i>Aloe</i> aplicado.	Castillo <i>et al.</i> (2010)
		Os frutos tratados mostraram menores perdas de peso, escurecimento, <i>cracking</i> , desgrana e redução da contagem de bactérias e fungos. Elevadas concentrações de <i>Aloe vera</i> (5 e	Chauhan <i>et al.</i> , (2014)	

		10%) levaram à melhoria de outras características como SST e AT. A análise sensorial demonstra o efeito benéfico deste revestimento no retardar do acastanhamento da ráquis e na manutenção do aspeto visual dos bagos sem efeitos negativos no sabor e aroma.	
		A aplicação de gel de <i>Aloe vera</i> levou à redução da perda de peso, de bagos soltos da ráquis e de bagos acastanhados, tendo uvas não revestidas apresentado valores mais elevados para os parâmetros referidos durante os 60 dias de conservação. A aplicação do gel de <i>Aloe vera</i> na proporção 2:1 (gel AV:água destilada) é recomendado para um aumento da qualidade pós-colheita da uva de mesa até 30 dias de conservação.	Farahi (2015)
	Tomate	A aplicação do revestimento levou a um atraso no amadurecimento, pelo que foi possível aumentar a vida útil do produto para um período de 39 dias. Este revestimento levou à diminuição das perdas de peso, e de alterações na cor, bem como a menores perdas de firmeza dos frutos.	Athmaselvi <i>et al.</i> , (2013)
Gel de <i>Aloe vera</i> combinado com cloreto de cálcio e ácido cítrico	Uva de mesa	A aplicação deste revestimento levou à diminuição das perdas de peso e do conteúdo em SST, bem como à melhoria dos valores de AT em relação ao controlo. A análise sensorial revela efeitos benéficos no atraso do escurecimento e desidratação da ráquis.	Shahkoomahally & Ramezani (2014)
Quitosano	Uva de mesa	Os tratamentos realizados com quitosano em pré-colheita reduziram significativamente a incidência de <i>Botrytis cinérea</i> , quando comparados com o controlo. A aplicação de quitosano a cachos de uva inoculados com o agente patogénico mostraram a redução da incidência e desenvolvimento de podridão cinzenta.	Romanazzi <i>et al.</i> (2002)
		Os resultados obtidos indicam que com a realização de ensaios <i>in vitro</i> , a solução de quitosano nas concentrações de 1.5 e 2.0% (v/v) suprimiram o crescimento do micélio de <i>Botrytis cinerea</i> e retardaram a germinação dos conídios. A aplicação da solução de quitosano nos cachos seguida de inoculação do fungo não apresentou efeitos significativos sobre o desenvolvimento da doença. Apesar disto, quando a solução de quitosano, nas concentrações já referidas, foi empregue após a inoculação, houve uma redução significativa do desenvolvimento do fungo.	Camili <i>et al.</i> (2007)
		Os resultados obtidos indicam que cachos de uva tratados com quitosano têm menores perdas de peso, menos bagos soltos e menor acastanhamento da ráquis. Os valores de SST, AT e a relação SST/AT são mais elevados em frutos revestidos, apesar de não existirem diferenças significativas entre frutos tratados com 0.5 e 1.0% de quitosano. O conteúdo em compostos fenólicos diminuiu durante o período de conservação, sendo que frutos revestidos possuíam valores superiores aos dos frutos não revestidos.	Shiri <i>et al.</i> (2013)
Quitosano com gel de <i>Aloe vera</i>	Morango	Foi possível retardar significativamente o aparecimento de infeções de origem fúngica, o que se traduz num decréscimo das elevadas taxas de perdas deste fruto. Foram ainda encontradas melhorias na manutenção das características texturais dos frutos. Relativamente a alterações cromáticas os revestimentos têm efeito positivo na manutenção das características iniciais. As taxas de perda de peso foram superiores nos frutos revestidos, contrariando as constatações observadas por vários autores, sugerindo que os revestimentos induziram a um aumento do	Silva (2010)

		metabolismo energético, já que a perda de peso correlaciona-se com os resultados obtidos nas alterações dos SST e AT.	
	Pistacho	Os resultados mostram que o revestimento de quitosano (0.05%) teve um máximo efeito no atraso das alterações de qualidade do pistacho (escurecimento da cor da casca, deterioração e oxidação do óleo). Este revestimento, quitosano (0.05%) e <i>Aloe vera</i> (50%) possuem boas características, já que diminuem as alterações fisiológicas, podendo ser usados no transporte de pistacho em fresco para longas distâncias.	Kaviani <i>et al.</i> (2015)
Quitosano com cera de abelha	Uva de mesa	Atuação dos revestimentos no estudo de conservação das uvas não foi a esperada, já que os revestimentos favoreceram a desidratação dos frutos, não alterando significativamente as propriedades físico-químicas (cor, textura, SST e pH) da uva em relação à amostra controlo. Da avaliação realizada aos revestimentos verificou-se que as propriedades mecânicas dos filmes em testes de extensão e perfuração não foram afetados significativamente pela concentração de cera de abelha. Conclui-se através da análise multivariada realizada, que inclui dados de análise sensorial e parâmetros físico-químicos que os revestimentos de quitosano com cera de abelha incorporada não foram apropriados para uva.	Fonseca (2012)
Quitosano com Propólis	Papaia	Frutos cobertos com quitosano e propólis demonstraram redução do índice de deterioração e do diâmetro de infeção do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , quando comparados com o controlo, estendendo em 2 dias o aparecimento de danos. O presente tratamento não afetou significativamente as propriedades físico-químicas da papaia.	Barrera <i>et al.</i> (2015)
Quitosano com etanol	Uva de mesa	A combinação de doses reduzidas de quitosano e etanol leva ao controlo da podridão cinzenta em uva de mesa, quando compara ao seu uso individualmente.	Romanazzi <i>et al.</i> (2007)
Quitosano com extratos de grainha	Uva de mesa	A aplicação combinada ou individual de quitosano e extrato de grainhas reduz significativamente o aparecimento de podridão cinzenta durante o período pós-colheita, comparando com os frutos controlo. Diferenças na perda de peso, cor, maturação, qualidade sensorial e índice de microrganismos entre uvas tratadas com extrato de grainhas e controlo, sugerem que o extrato em estudo possui atividade antioxidante e antifúngica. A análise sensorial revelou efeitos benéficos na diminuição do acastanhamento e desidratação da ráquis, bem como manutenção do aspeto visual dos bagos sem efeitos no sabor e aroma.	Xu <i>et al.</i> (2007)
Quitosano com chá verde	Laranja	A combinação de quitosano (2.0%) e chá verde (2.0%) é o tratamento mais eficaz na diminuição da queda de fruto, incidência de fungos, acidez titulável e na perda de sumo. Contudo, o mesmo tratamento mantém o conteúdo em sólidos solúveis totais, relação SST/AT e o conteúdo em ácido ascórbico. A aplicação de quitosano e chá verde são um tratamento que permite prolongar o período de conservação de laranja, prevenindo de doenças e servindo de alternativa à aplicação tradicional de compostos químicos.	EL-Eleryan (2015)

2.2.4. Avaliação das características físico-químicas

De modo a investigar e controlar a qualidade tornou-se necessário saber avaliar os atributos relacionados com a qualidade do produto, que engloba atributos sensoriais, valor nutritivo, constituintes químicos, propriedades mecânicas, propriedades funcionais e defeitos. De seguida encontram-se referidos os principais parâmetros de qualidade, referentes às características físicas e químicas dos frutos, que foram utilizados no presente estudo para a avaliação da qualidade de uva de mesa durante o período de conservação.

2.2.4.1. Avaliação das características físicas

- Taxa respiratória

A taxa respiratória constitui um indicador da atividade metabólica do fruto. No caso da uva, e tal como já foi referido anteriormente na secção 2.2.2., a taxa respiratória é muito baixa quando comparada com outros frutos perecíveis, pelo que as uvas teriam a capacidade de conservação por longos períodos de tempo, mas existem outro tipo de limitações que impedem essa longa conservação da uva.

- Perda de peso

A perda de peso representa uma medida indireta da atividade metabólica do fruto ao longo do tempo de conservação. A transpiração, mecanismo pelo qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor de água entre a atmosfera circundante e os estomas e lenticelas presentes na superfície do fruto é o maior responsável pela perda de peso (Albertini, 2011).

A perda de água, não resulta só em perdas de peso, mas também está associada a perdas de qualidade, causadas principalmente por degradação de aparência (acastanhamento da ráquis e desprendimento de bagos da ráquis), alterações na qualidade nutricional e alterações na textura do fruto, uma vez que a água é responsável pela turgidez dos bagos (Kader, 2002; Embuscado & Huber, 2009; Chervin *et al.*, 2012).

Segundo Ngcobo *et al.* (2012) e Thompson (2015), com perdas de peso superiores a 5% os bagos perdem o brilho e a turgidez, ficando macios e enrugados, o que leva à diminuição do seu valor comercial.

- Cor da epiderme

A cor é considerada um dos principais atributos de qualidade avaliado em frutos, já que tem grande impacto na escolha feita pelo consumidor (Bai & Plotto, 2012). Este parâmetro é afetado pelo conteúdo total de antocianinas (Fahmi *et al.*, 2012). Durante a conservação a cor dos frutos pode ser

alterada pela ação da luz, temperatura, oxigénio, iões metálicos e enzimas endógenas (Valero & Serrano, 2010).

A medição da cor pode ser efetuada fundamentalmente por dois métodos instrumentais, o método espectrofotométrico e o método colorimétrico. No método colorimétrico, recorre-se a um colorímetro triestímulo de refletância, onde a amostra é irradiada por um iluminante de luz policromática, sendo que a luz refletida passa através de filtros e é medida por uma fotocélula; a combinação da distribuição espectral de energia do iluminante, as características de distribuição dos filtros e a resposta espectral da fotocélula determinam sinais que são transformados em valores triestímulo (Santos, 2011; Pintado, 2012). Este tipo de equipamento utiliza principalmente dois tipos de iluminante, o C que representa a luz média do dia com uma temperatura de cor de 6800K, e o D65 que representa a média luz do dia no espectro visível e na região UV até 300 nm, com uma temperatura de cor de 6504K (Bastos de Lima, 2012).

A avaliação deste parâmetro pode ser realizada por diversos tipos de sistemas de referência, como RGB, Hunter Lab, CIELab e CIEL*a*b*, que permitem através de uma notação, normalmente numérica definir a cor. O sistema considerado no presente estudo foi o CIEL*a*b* (Figura 15), que se baseia no modelo proposto pela *Commission Internationale de l'Éclairage* em 1979 e que proporciona diferenças de cor mais uniformes e melhor relacionadas com a perceção do olho humano, apresentando um papel relevante na avaliação da cor dos alimentos (Abbott, 1999; Bastos de Lima, 2012; Pintado, 2012). A sua escala de cores fundamenta-se na teoria das cores opostas. Neste modelo a coordenada L^* define a luminosidade que varia entre o preto (0) e o branco (100), e as coordenadas a^* e b^* , são componentes cromáticas que tomam valores negativos e positivos e que indicam, respetivamente, o valor vermelho/verde e o valor amarelo/azul (Bastos de Lima, 2012; Julião, 2013). Com as coordenadas a^* e b^* é possível determinar o ângulo Hue (h°), ou seja a

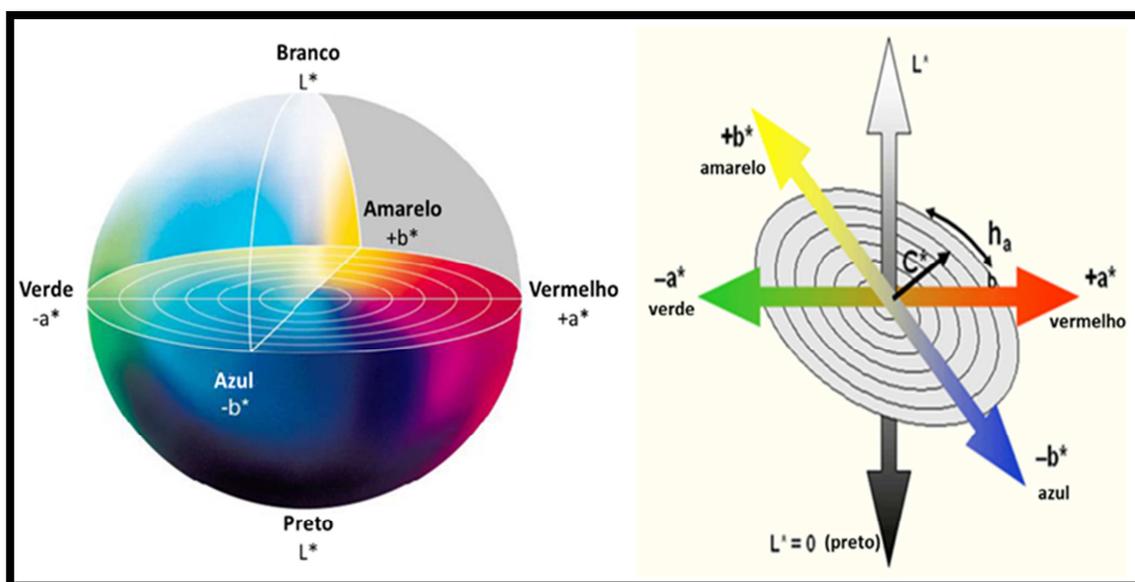


Figura 15 – Representação esquemática do sistema CIEL*a*b* (adaptado de Bastos de Lima, 2012).

tonalidade da cor (valores de h° próximos de 0° significam cores púrpuras, próximos de 90° amostras de coloração amarelada, próximos de 180° colorações verde-azuladas e quando rondam os 270° amostras com coloração azul), e o *chroma* (C^*), saturação ou pureza da cor que distingue cores vivas de cores baças (Pomeranz & Meloan, 1994). A determinação destes dois parâmetros é realizada pelas equações 2.1 e 2.2 (Pintado, 2012):

$$h^\circ = \arctg (b^*/a^*) \quad (2.1)$$

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (2.2)$$

- Textura

Segundo Bhowmik & Dris (2004), existem diferentes definições para a textura dos alimentos, sendo que a textura dos frutos está dependente das biomoléculas envolvidas na estrutura celular das paredes celulares (Bhowmik & Dris, 2004; Bai & Plotto, 2012). Alterações na textura e firmeza são na maioria atribuídas às alterações na composição e estrutura dos polissacáridos da parede celular (Nunan *et al.*, 1998; Bhowmik & Dris, 2004). Com o início das alterações na textura, ocorrem alterações na química da lamela média e nos componentes primários da parede celular (pectinas, celuloses e hemiceluloses) que aceleram a perda de firmeza dos frutos (Goulao *et al.*, 2006; Valero & Serrano, 2010; Balic *et al.*, 2014; Ejsmentewicz *et al.*, 2015).

As propriedades texturais dos alimentos podem ser avaliadas através da análise sensorial e/ou de métodos instrumentais, que estão relacionados com a avaliação da estrutura dos alimentos e a determinação da sua composição química.

Os atributos texturais variam durante o período de pré e pós-colheita, sendo afetado pelo estado de maturação, nutrição vegetal, stress-hídrico, temperatura de armazenamento e humidade relativa (Montero-Calderon & Cerdas-Araya, 2010).

A textura dos bagos de uva é um dos parâmetros de qualidade mais importantes que afeta o consumo deste fruto (Abbott, 1999; Ejsmentewicz *et al.*, 2015).

Estudos realizados em uva sugerem que ocorre durante o período de conservação uma redução de pectinas e hemiceluloses da parede celular (Deng *et al.*, 2005; Ejsmentewicz *et al.*, 2015), já que durante o amadurecimento dos frutos estas sofrem solubilização e despolimerização, o que contribui para a desintegração da parede celular (Abbott & Harker, 2002; Bai & Plotto, 2012).

Segundo Ejsmentewicz *et al.* (2015), a homogalacturonano (HG) é proposta como uma das principais componentes da parede celular, envolvida nas alterações de textura dos frutos.

O comportamento reológico dos alimentos encontra-se relacionado com a deformação, desintegração e fluxo quando se aplica uma força, podendo avaliar-se a resposta em função da força,

tempo e deformação. Segundo Abbott (1999), Alzamora *et al.* (2008) e Pintado (2012), os frutos têm um comportamento viscoelástico quando se submetem a uma carga, pelo que a força, tempo e deformação – intensidade, duração e velocidade da carga – determinam o seu comportamento reológico.

Em uva de mesa, a determinação instrumental da consistência da epiderme do bago e da compactação da polpa, fornece uma informação relevante sobre a aceitabilidade do produto por parte do consumidor (Segade *et al.*, 2013). Esta determinação pode ser realizada através de um equipamento designado por texturómetro, aplicando-se uma força que vai deformar ou perfurar a amostra em contato com uma sonda previamente definida. Com o presente equipamento obtêm-se uma curva de força *versus* deformação (ou em casos concretos força *versus* tempo), na qual se registam de acordo com a geometria utilizada, as medições dos parâmetros da textura.

2.2.4.2. Avaliação das características químicas

- Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais representam todos os sólidos dissolvidos em água, como é o caso dos ácidos orgânicos, aminoácidos e pectinas solúveis, sendo que os valores da leitura realizada são referentes à soma de todos estes compostos (Garner *et al.*, s.d.; Guleria, 2000). Os açúcares são o maior grupo de sólidos solúveis presentes nos frutos, pelo que a avaliação do conteúdo nestes sólidos pode ser usada para estimar o conteúdo em açúcares.

A determinação dos sólidos solúveis totais pode ser realizada em pequenas porções de sumo de fruto utilizando um refratómetro, equipamento que mede o índice de refração, o qual indica a quantidade de feixe de luz refratado quando passa através da amostra (Guleria, 2000). O resultado é normalmente expresso em grau Brix, em que uma unidade de grau Brix corresponde a 1 grama de sacarose em 100 gramas de solução. A temperatura da amostra é um fator crítico na precisão da leitura, já que todos os materiais expandem quando aquecidos e tornam-se menos densos, logo aumentam a sua dissolução em água (Garner *et al.*, s.d.; Guleria, 2000).

- Acidez titulável

Quando neste contexto se refere acidez, podem-se entender dois conceitos interligados, o pH e a acidez titulável. Cada uma dessas quantidades é determinada analiticamente de diferentes formas, tendo cada uma o seu próprio impacto sobre a qualidade dos frutos. A acidez titulável é o melhor indicador do impacto do ácido sobre o sabor de um determinado fruto que o pH (Sadler & Murphy, 2010).

A avaliação da acidez titulável mede a concentração de iões de hidrogénio tituláveis contidos nas amostras por neutralização com uma solução de base forte a baixa concentração, como é o caso

do hidróxido de sódio (NaOH) a 0.1 M, a um valor de pH fixo (Sadler & Murphy, 2010). A avaliação deste parâmetro é realizada por titulação tendo em conta o ácido predominante no tipo de fruto, o que muitas vezes é difícil, já que em muitos casos existe a presença de dois ácidos em elevada concentração, sendo que o predominante se altera com o estado de maturação do fruto. No caso das uvas o ácido málico predomina antes da maturação e o ácido tartárico predomina durante a maturação (cf. 2.1.3.2.), pelo que para estudos de conservação tem interesse considerar o ácido tartárico. Consoante o tipo de ácido em estudo adota-se um valor de fator de conversão, que no caso do ácido tartárico é de 0.075. Deste modo, é possível determinar após a titulação das amostras a acidez titulável, considerando a expressão 2.3 (Garner *et al.*, s.d.).

$$\text{Acidez Titulável (\% de ácido tartárico)} = \frac{|\text{mL NaOH gasto}| \cdot 0,1 \text{ M NaOH} \cdot 0,075}{\text{g amostra}} \times 100 \quad (2.3)$$

O contributo da acidez para a qualidade dos frutos por si só não tem grande importância, uma vez que a perceção da acidez é reduzida pelo conteúdo total de açúcares presentes, daí a análise da relação SST/AT ser de extrema importância na avaliação da qualidade dos frutos (cf. 2.2.1.).

- Compostos antioxidantes

Os antioxidantes são um dos muitos compostos químicos existentes com capacidade para reduzir a oxidação. Estes são caracterizados como substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de alguns substratos oxidáveis, por inibição da formação de radicais livres e eliminação de radicais importantes, através da doação de átomos de hidrogénio a estas moléculas levando à interrupção da reação de cadeia (Miguel, 2007).

O uso do ensaio do efeito bloqueador de radicais livres de DPPH é um dos métodos usado regularmente para avaliar a capacidade dos antioxidantes para sequestrar radicais livres, sendo um dos poucos radicais orgânicos azotados estáveis comercialmente (Miguel, 2007). O DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) é um radical livre estável, capaz de aceitar um eletrão ou átomo de hidrogénio, tornando-se num não radical dificilmente oxidável. Apresenta uma absorção máxima a 515 nm. Após a redução do radical, na presença de um antioxidante, há uma descoloração que pode ser seguida espectrofotometricamente.

- Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, também designados por polifenóis, são compostos orgânicos que resultam do metabolismo secundário das plantas e que são biosintetizados através do ciclo do ácido

xiquímico. Estes compostos são hidrossolúveis, em contraste com outros antioxidantes encontrados em frutos, como os carotenoides, que são lipossolúveis (Creus, 2004).

Os compostos fenólicos, antioxidantes naturais, caracterizam-se por possuírem atividade antioxidante, podendo esta ser tão ou mais eficiente do que a atividade de outros antioxidantes, como β -caroteno e vitaminas C e E (Creus, 2004; Miguel, 2007).

São definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxilo. Os principais compostos fenólicos presentes são agrupados em várias classes, destacando-se os flavonoides, os ácidos fenólicos e os taninos (Creus, 2004).

O conteúdo fenólico dos alimentos de origem vegetal depende de fatores intrínsecos (género, espécie e variedade) e extrínsecos (condições agronómicas, ambientais, processo de amadurecimento e condições de armazenamento). A presença de compostos fenólicos na constituição da uva de mesa encontra-se descrita na secção 2.1.3.2.

A quantificação deste tipo de compostos é geralmente realizada pelo método Folin-Ciocalteu que se baseia no número de grupos fenólicos ou noutros potenciais grupos oxidáveis presentes nos compostos da amostra. Os compostos fenólicos apenas reagem com o reagente de Folin em meio básico, razão pela qual é necessário adicionar carbonato de sódio, de modo a que a solução fique com um pH próximo de 10; a este pH forma-se o anião fenolato a partir do composto fenólico, por perda do protão, sendo capaz de reduzir o reagente, formando-se compostos azuis (Miguel, 2007).

CAPÍTULO III

Materiais e

Métodos

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

3.1.1. Material vegetal

O material vegetal objeto de estudo foram as uvas sem grainha 'Crimson' produzidas pela empresa "Herdade Vale da Rosa", sediada em Ferreira do Alentejo (38° 05' 23.80" N; 8° 04' 52.7 1" W), distrito de Beja. Esta possui uma área de exploração de cerca de 230 hectares de vinha e é atualmente o maior produtor nacional de uvas de mesa. Os frutos são produzidos em sistema pérgola, ou seja sistema de produção com vinhas altas de latada, cobertas por plástico e redes, que criam um micro-ambiente favorável ao desenvolvimento da uva, protegendo-a das adversidades climáticas.

Para o presente estudo foram colhidos 111 cachos de uva da variedade referida. A colheita foi realizada no dia 29 de Outubro de 2013, propositadamente na fase de colheita correspondente ao final da campanha na exploração em estudo, já que o produtor pretende alongar a vida útil destas uvas até à época natalícia.

Após a sua colheita, e depois de devidamente acondicionados foram transportados para o Laboratório de Tecnologia e Pós-colheita da Universidade de Évora, num período de tempo não superior a duas horas. Uma vez no laboratório, os cachos foram aleatoriamente preparados para cada um dos tratamentos, e eliminaram-se bagos anómalos ou com possíveis fungos e feridas na epiderme.

3.1.2. Revestimentos edíveis

Para o presente estudo com uvas de mesa 'Crimson' foi efetuada a aplicação de revestimentos edíveis de quitosano na concentração de 0.8% e de *Aloe vera* em duas diferentes concentrações, 0.125% e 0.250%. Refira-se que foram feitos ensaios prévios mais alargados com diferentes concentrações de quitosano, que não são aqui apresentados no presente trabalho.

3.1.2.1. Materiais utilizados na produção dos revestimentos

Para a preparação dos revestimentos edíveis foi necessário a utilização de materiais como, quitosano, ácido acético glacial, tween 80 e gel de *Aloe vera*.

Na escolha do quitosano foi necessário considerar a sua solubilidade e a variação das características reológicas e bioativas, em função da variação da massa molecular desta substância. Segundo Silva (2010), a aplicação de quitosano de baixa massa molecular permite um controlo mais eficaz sobre o fungo *Botrytis cinerea*, apresenta menor permeabilidade ao vapor de água e menor

viscosidade. Deste modo, foi selecionado o quitosano com baixa massa molecular fornecido pela Sigma-Aldrich Co., MO, USA, com um grau de desacetilação > 85% e com referência 448869-250G.

Relativamente ao *Aloe vera* foi utilizado o ACTIValue® *Aloe vera* Gel QM200X, com a referência AA8010XQ-80. Esta substância foi gentilmente cedida pela Zeus Química, Lda., representante da AloeCorp em Portugal.

Utilizou-se ainda ácido acético glacial fornecido pela Panreac, com a referência 131008.1611 e Tween 80, um surfatante, fornecido pela Sigma-Aldrich Co., Mo, USA, com a referência P1754-1L.

3.1.2.2. Formulação dos revestimentos

A solução de quitosano a 0.8% (m/V) foi preparada em água acidificada com ácido acético (CH₃COOH) a 0.5% (volume total da solução de 1000 mL), já que o polissacarídeo em estudo não é solúvel em água. Adicionou-se 0.15% (m/V) de Tween 80 à solução de quitosano, relativamente ao volume total e à massa de quitosano. Colocou-se a solução em agitação durante 1 hora a baixa velocidade e a uma temperatura de 25 °C. Ajustou-se o pH a 5.6 com solução de 1 N de NaOH, perpez-se o volume com a solução acidificada e colocou-se novamente em agitação durante 4 horas (Romanazzi *et al.*, 2007; Silva, 2010).

As soluções de *Aloe vera* foram preparadas nas seguintes concentrações, 0.125% e 0.250%. A sua diluição foi feita em água destilada, tal como descrito por Valverde *et al.* (2005).

Para a solução de quitosano com *Aloe vera* preparou-se previamente a solução de quitosano, tal como já foi descrito, e adicionou-se a esta o *Aloe vera* em pó.

3.1.2.3. Aplicação dos revestimentos

A aplicação dos revestimentos foi realizada pela imersão dos cachos de uva nas soluções durante 5 minutos, tal como descrito por Valverde *et al.* (2005), Martínez-Romero *et al.* (2006), Silva (2010) e Shahkoomahally & Ramezani (2014).

Para o processo de secagem, colocaram-se os cachos em suportes de rede construídos para efeito e com divisórias de forma a separar as amostras. A secagem decorreu durante um período de 2 horas.

Após a secagem, colocaram-se os cachos de uva em caixas plásticas previamente identificadas com cada modalidade em estudo e com a saída de câmara correspondente. Posteriormente foram armazenados em câmara de frio à temperatura de 1 ± 1 °C e a humidade relativa de 95% (Figura 16).

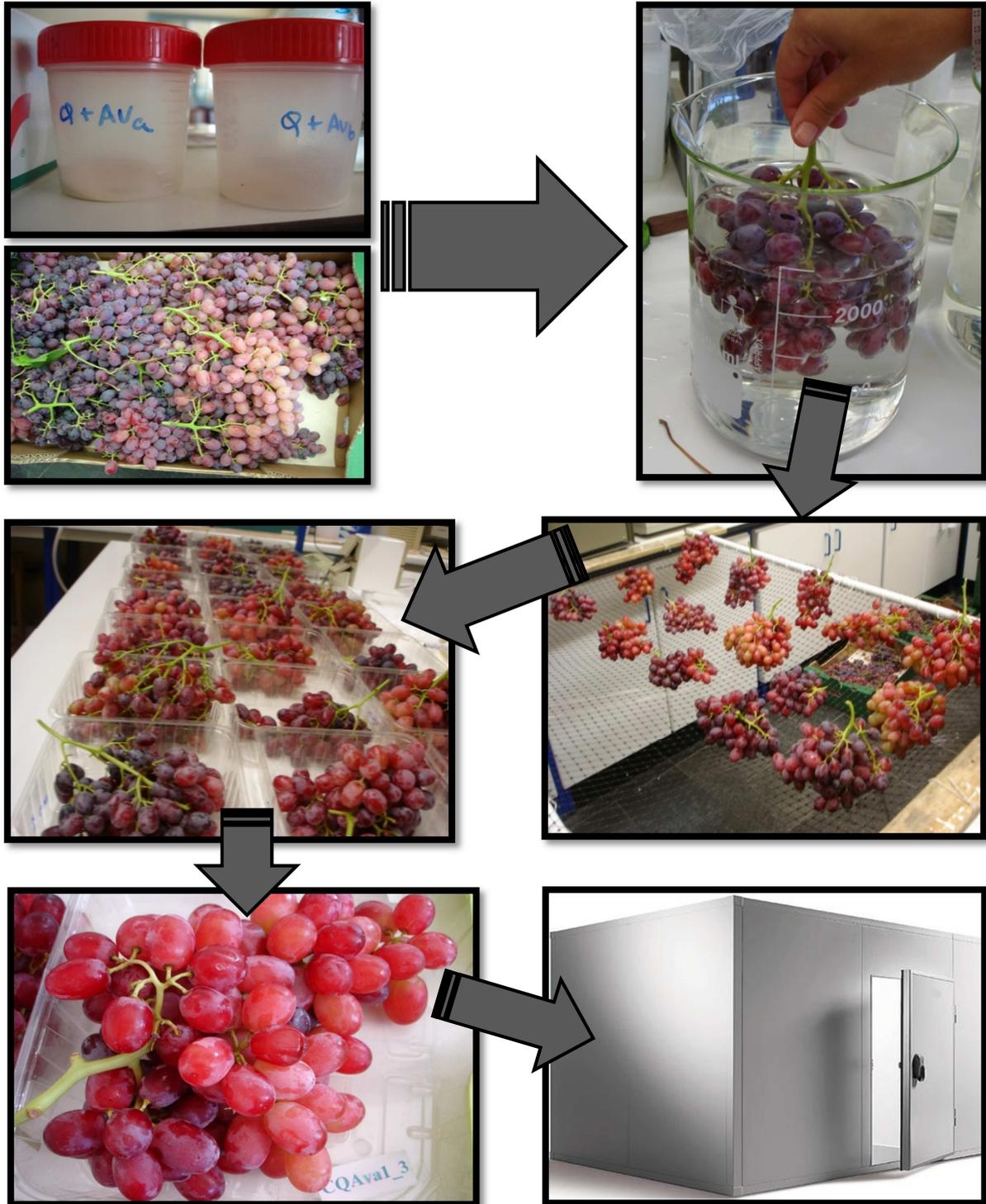


Figura 16 - Esquema do modo de aplicação dos revestimentos (Fotografias da autora).

3.1.2.4. Avaliação das características dos revestimentos

A avaliação das características dos revestimentos foi realizada no laboratório de química da Universidade de Évora.

- Tensão superficial

A tensão superficial foi avaliada através do método designado por “anel de du Nouy” com um tensiómetro K6 (Krüss GmbH, Alemanha).

As medições foram realizadas a uma temperatura de 25 °C, colocando-se para tal a amostra num recipiente de vidro de forma a que a superfície do líquido seja bastante maior que a área do anel, garantindo a planaridade da superfície e evitando interferências das paredes do recipiente. Para cada amostra em estudo foram realizadas 5 medições.

No instante em que o anel se separa da superfície do líquido o mostrador apresenta o valor de tensão superficial aparente em mM m^{-1} . Para a determinação da tensão superficial real mediu-se a tensão superficial da água destilada, que possui um valor teórico de 71.9 mM m^{-1} e obteve-se o fator de correção para a determinação da tensão superficial real.

- Caracterização reológica de revestimentos de quitosano a diferentes concentrações

Avaliou-se o comportamento reológico de revestimentos de quitosano a concentrações de 0.8%, 1.0% e 1.5% de forma a perceber quais as diferenças existentes entre eles, causadas pelas diferentes concentrações, mas também para saber as alterações causadas pela temperatura (10 °C, 25 °C e 40 °C). Os testes foram realizados num reómetro Kinexus Pro da Malvern (Malvern Instruments Ltd., UK) equipado com uma geometria de cone CP1/60 (ângulo de 1° e diâmetro de 60 mm; GAP 0.033 mm).

As amostras foram colocadas em quantidades suficientes (cerca de 1 mL) tendo-se elaborado curvas de escoamento da solução, fazendo variar a taxa de deformação entre 0.1 a 100.0 s^{-1} .

3.2. Metodologia

Foram consideradas 6 modalidades no presente estudo, sendo estas:

- (i) M1. Controlo (CN) – *In natura*
- (ii) M2. CAva – *Aloe vera* [0.125%]
- (iii) M3. CAvb – *Aloe vera* [0.250%]
- (iv) M4. CQAva – Quitosano [0.800%] + *Aloe vera* [0.125%]
- (v) M5. CQAvb - Quitosano [0.800%] + *Aloe vera* [0.250%]
- (vi) M6. CQ – Quitosano [0.800%]

Cada modalidade apresentada era constituída por 3 repetições à qual correspondiam 3 cachos da mesma videira. A cada saída de câmara foram retirados de cada cacho 5 bagos (2 da parte superior, 2 da parte intermédia e 1 da parte terminal), pelo que foram analisados 15 bagos de cada modalidade em cada data de análise, logo 90 bagos por saída de câmara.

As saídas de câmara foram feitas aos dias 3, 7, 14, 21, 28 e 35 de conservação. No final de cada um destes tempos, os frutos foram retirados da câmara de refrigeração e foi realizada a análise dos parâmetros físico-químicos (cf. 3.2.1.). Nas saídas de câmara 0, 14 e 28 foram separados bagos de cada modalidade que foram congelados em azoto líquido e de seguida armazenados a -80 °C, para posterior avaliação de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. No dia 0 foram retirados três cachos de uva para determinação de compostos minerais e açúcares.

3.2.1. Análise de parâmetros físico-químicos

Realizaram-se testes de avaliação das características pela ordem a seguir apresentada, em primeiro lugar os testes não destrutivos (perda de massa, cor da epiderme e desprendimento do bago) e depois testes destrutivos (textura, sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH).

3.2.1.1. Perda de peso dos cachos

Este parâmetro foi determinado com uma balança digital PB1502 da Mettler Toledo (Mettler Toledo AG, Greifensee, Suíça), com uma precisão de 0.1 g e expresso em gramas. Pesaram-se os cachos de uva antes do início da conservação e em cada uma das saídas de câmara, comparando-se os valores. A perda de massa total foi determinada relativamente à massa original de cada cacho em percentagem de perda de peso, pela equação 3.1.

$$\% \text{ Perda de Peso} = \left(\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.1.2. Cor da epiderme

A cor da epiderme dos bagos foi determinada através da utilização de um colorímetro Cr-400 da Konica Minolta (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japão) que nos fornece os valores das coordenadas cromáticas L*, a*, b*. Foi realizada uma leitura por bago considerando a zona equatorial do fruto.

Com os resultados obtidos para as coordenadas a* e b* é possível calcular o ângulo Hue (h°), e o *Chroma* (C*) pelas equações 2.1 e 2.2 apresentadas na secção 2.2.4.1.

O instrumento foi calibrado previamente usando um padrão de referência branco com as coordenadas Y = 86.8, x = - 0.3171, y = 0.3242 e as leituras foram realizadas com o iluminante C, ângulo de visão de 2° e numa área de 8 mm de diâmetro. Os dados foram recolhidos com o *software* Spectra Magic™ NC.

3.2.1.3. Desprendimento do bago

Para a avaliação deste parâmetro foi realizada a medição da força de tração necessária ao desprendimento dos bagos, tendo-se considerado 5 bagos de cada cacho utilizando para tal um Chatillon DFM 2 (AMETEK Test & Calibration Instruments, Florida, USA). Os resultados obtidos foram expressos em Newton.

3.2.1.4. Textura

Para a avaliação das propriedades mecânicas da uva, efetuou-se um teste destrutivo de penetração, utilizando para tal um texturómetro TA.HD.Plus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) com uma sonda cilíndrica de 2 mm de base plana (P\2). A penetração foi efetuada em bagos inteiros, na zona equatorial do fruto. A profundidade do teste foi de 5 mm e considerou-se a velocidade de avanço da sonda de 1 mm.

Durante a realização dos testes, os dados foram representados graficamente pelo *software* de aquisição e recolha de dados, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0.

Com a realização deste teste é possível obter gráficos idênticos ao apresentado na figura 17a. A partir da observação destes gráficos e tendo em conta conceitos teóricos adquiridos pode-se identificar vários parâmetros com interesse para a discussão da textura das amostras analisadas. A zona no texturograma representada pela figura 17a-1a mostra uma região de variação linear, estando o seu declive relacionado com o conceito de módulo de Young, refletindo a elasticidade da epiderme do fruto designada no gráfico por gradiente. A figura 17a-2a representa a força máxima (N) exercida para perfurar a epiderme do bago de uva, a uma determinada deformação ou distância (mm) que depende da elasticidade da epiderme do fruto e da resistência da polpa do fruto designada por força da epiderme. A figura 17a-3a representa a força da resistência exercida pela polpa do fruto à penetração da sonda, que é normalmente constante.

É de referir que muito embora os valores de força também devessem ser apresentados em força por unidade de área, são sempre expresso em unidade de força (N, g) para maior facilidade de entendimento, sendo esta decisão consentânea com as publicações nesta área de estudo e apoiada por publicação de Abbott *et al.* (1968).

Para a obtenção dos valores de força e distância relativos a cada parâmetro avaliado criou-se uma *macro* (conjunto de comandos associados ao software que permite o cálculo de diferentes parâmetros identificados no texturograma), com instruções para:

- (i) Calcular o valor de força máxima exercida para romper a epiderme do bago;
- (ii) Determinar qual a área (N mm) do gráfico até ao pico máximo de força (região a vermelho na figura 17b);
- (iii) Calcular o gradiente (N mm⁻¹), parâmetro apresentado na figura 17b-1b;

- (iv) Calcular a firmeza média da polpa dos frutos considerando o intervalo entre a distância de 3.0 e 4.7 mm (distância marcada na figura 17b entre o ponto 2b e o ponto 3b).

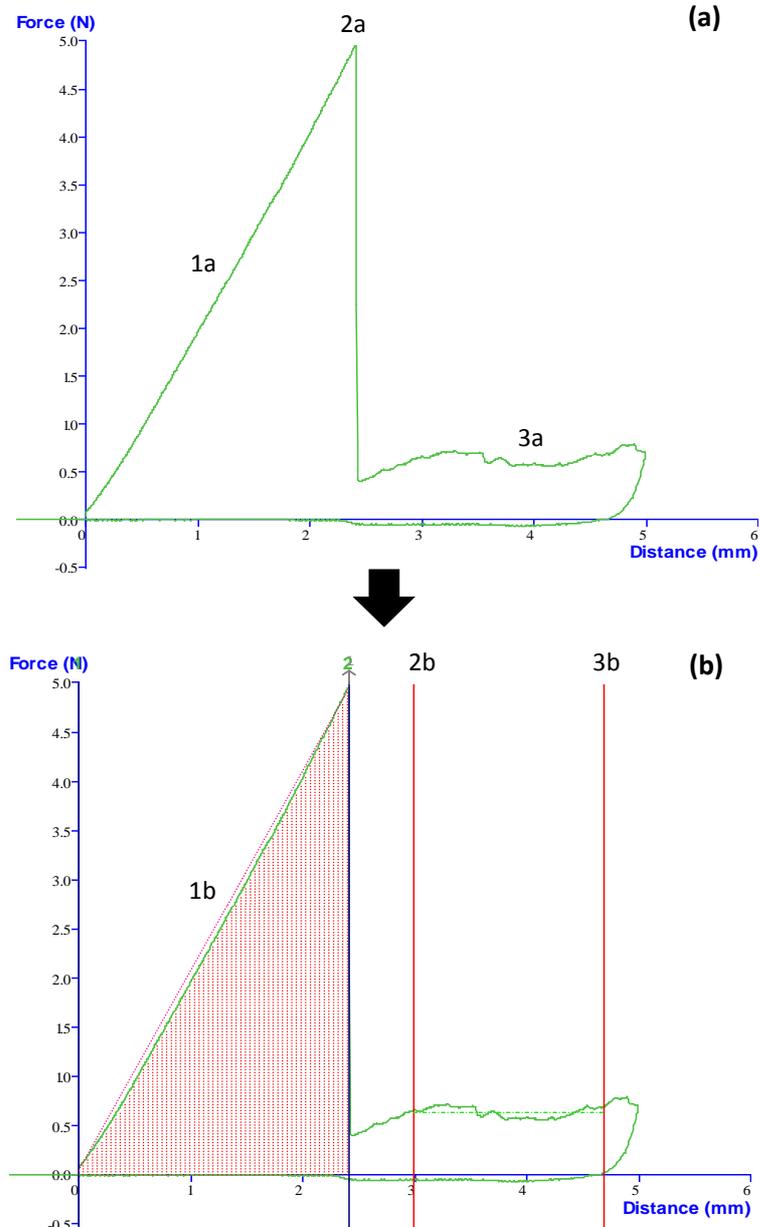


Figura 17 – (a) texturograma obtido diretamente do software de aquisição e recolha de dados, Texture Exponent 32 versão 5.1.1.0 aquando da realização de um teste de perfuração em um bago de uva com uma sonda cilíndrica de 2 mm de base plana (P\2); (b) texturograma obtido depois de usar a *macro*.

3.2.1.5. Sólidos solúveis totais

Para a determinação dos sólidos solúveis totais os bagos foram divididos em duas partes e espremeram-se umas gotas de ambas as partes para a superfície do refratômetro, registando-se os valores das leituras, expresso em °Brix. A quantificação foi realizada com um refratômetro digital ATAGO PR-101 (ATAGO CO., LTD, Tóquio, Japão), com uma precisão de $\pm 0.2\%$ para um espectro de °Brix entre 0 e 45% a 25 °C. Antes da sua utilização foi calibrado a 0 °Brix com água destilada.

3.2.1.6. Acidez titulável e pH

Para a realização destas análises considerou-se a utilização dos 15 bagos de uva de cada modalidade. Os bagos foram triturados, obtendo-se um preparado que foi posteriormente filtrado através de um tecido de malha fina de forma a obter soluções homogeneizadas.

A determinação da acidez e do pH foi realizada através da dissolução de 6 gramas de homogeneizado em 50 mL de água destilada, utilizando para tal um titulador automático da Crison Compact Tritrador – versão S (Crison Instruments, S.A., Barcelona, Espanha). O aparelho foi previamente calibrado com soluções padrão de pH 4.01 e 7.00. Depois de definir o programa a utilizar no equipamento, este foi debitando na solução em estudo hidróxido de sódio (NaOH) a 0.1 M até atingir um valor de pH de 8.2 (Garner *et al.*, s.d.). Dos resultados obtidos registou-se o valor de pH e os mililitros de NaOH gastos, tendo-se posteriormente determinado pela equação 2.3 a percentagem de ácido tartárico dos frutos.

3.2.1.7. Índice de maturação

O índice de maturação (cf. 2.2.1) expressou-se como o quociente entre o valor dos sólidos solúveis totais e a acidez titulável.

3.2.2. Análise de compostos funcionais

3.2.2.1. Extração das amostras

As amostras de cada modalidade foram homogeneizadas num Omni Mixer Homogeneizer na velocidade 2 durante 3 minutos. Pesaram-se em tubo de Falcon 24 gramas do preparado obtido e adicionaram-se 40 mL de metanol 50% (V/V), tendo-se agitado e deixado repousar por 1 hora no escuro e à temperatura ambiente. Passado este tempo o extrato foi centrifugado a 6500 rpm durante 15 minutos numa centrífuga Universal 320 (Hettich Zentrifuger). O sobrenadante foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL. A partir do resíduo da extração, adicionaram-se 40 mL de acetona 70% (V/V), agitou-se e deixou-se repousar por mais uma hora. Centrifugou-se novamente e transferiu-se o sobrenadante para o balão que contém o primeiro sobrenadante e completou-se o volume com água destilada.

3.2.2.2. Compostos fenólicos

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada através do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, adaptado de Singleton & Rossi (1965).

Em balões volumétricos de 20.0 mL adicionaram-se 0.5 mL do extrato, 1.0 mL de reagente de Folin puro e 5 mL de água destilada. Agitou-se e deixou-se reagir durante 2 minutos. Juntaram-se

2.0 mL de carbonato de sódio anidro (Panreac) e perpez-se o volume com água destilada, agitando novamente. Os balões foram mantidos num local escuro e à temperatura ambiente durante 2 horas. Passado este tempo procedeu-se à leitura da absorvância por espectrofotometria UV-Visível num espectrofotómetro Beckman DU®530 (Beckam Coulter, Inc.), a um comprimento de onda de 760 nm, utilizando como branco na solução de 1 mL de reagente de Folin, 17 mL de água destilada e 2 mL de carbonato de sódio.

O conteúdo fenólico total foi estimado a partir de uma curva padrão de ácido gálico e os resultados expressos em mg equivalente de ácido gálico por 100 g de peso fresco (mg GAE/ 100 g peso fresco).

Para a realização da reta de calibração utilizou-se uma solução de ácido gálico com uma concentração de 500.0 mg L⁻¹. As soluções padrão foram feitas para um volume de 5.0 mL com concentrações de 50.0 a 500.0 mg L⁻¹, sendo os volumes perfeitos com água destilada. Procedeu-se de igual modo como descrito para as amostras. A reta encontra-se representada na figura 18.

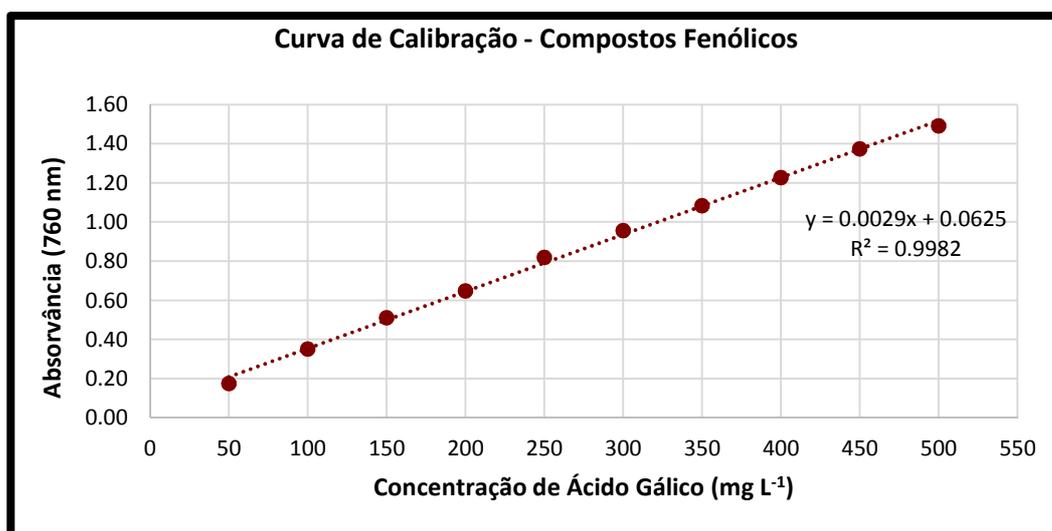


Figura 18 - Reta de calibração de ácido gálico para a determinação do conteúdo em compostos fenólicos.

3.2.2.3. Capacidade antioxidante

Num tubo de ensaio, adicionaram-se 0.1 mL de extrato e 3.9 mL de solução de DPPH em metanol de concentração 6×10^{-5} M, preparando-se a solução diariamente. As amostras foram homogeneizadas num vortex (Top mixer AT-1) e mantidas no escuro, à temperatura ambiente, durante 30 minutos. As amostras foram lidas as 515 nm num espectrofotómetro, utilizando como branco, metanol puro.

A capacidade antioxidante foi estimada a partir de uma curva padrão de ácido ascórbico e os resultados expressos em mg equivalente de ácido ascórbico por 100 g de peso fresco (mg AAE 100 g⁻¹ peso fresco).

Para a realização da reta de calibração utilizou-se uma solução de ácido ascórbico com uma concentração de 1.0 mmol L^{-1} . As soluções padrão foram feitas para um volume de 5.0 mL com concentrações de 0.1 a 1.0 mmol L^{-1} , sendo os volumes perfeitos com água destilada. Procedeu-se de igual modo como descrito para as amostras. A reta encontra-se representada na figura 19.

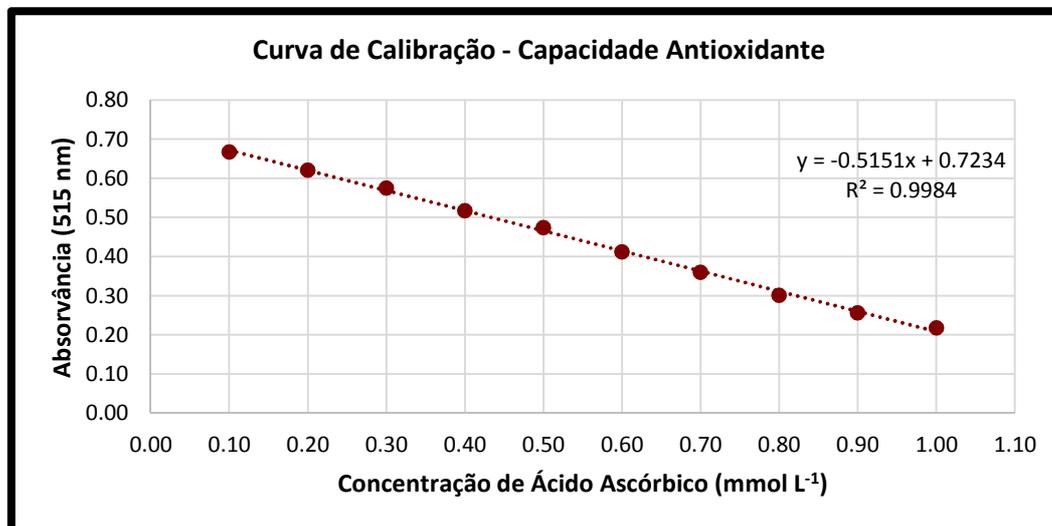


Figura 19 - Reta de calibração de ácido ascórbico para a determinação da capacidade antioxidante.

3.2.3. Análise de compostos nutricionais

A análise dos compostos nutricionais apenas foi realizada para o dia da colheita dos frutos (dia 0), de forma a fazer uma caracterização dos frutos à colheita.

A análise dos elementos minerais e açúcares foi realizada no laboratório de físico-química do Centro de Apoio Tecnológico Agro Alimentar (CATAA) em Castelo Branco.

3.2.3.1. Elementos minerais

Utilizaram-se 10 bagos de uva por cada repetição num total de 3 repetições. Os bagos foram previamente triturados com uma varinha mágica e depois homogeneizados num ultra-turrax T18 Digital (IKA®, Staufen, Alemanha) durante 2 minutos na velocidade 4.

A mineralização das amostras foi realizada num digestor microondas Milestone Ethos Plus (Milestone SrL, Sorisole, Itália), utilizando para tal 1 grama de cada preparado, 7 mL de ácido nítrico 65% e 2 mL de peróxido de hidrogénio 31%.

A digestão das amostras a altas pressões consistiu num aquecimento gradual até $180 \text{ }^\circ\text{C}$ em 5 minutos, permanecendo nestas condições durante 10 minutos e posteriormente, uma etapa de arrefecimento de 30 minutos. A solução resultante foi colocada em tubos de Falcon de 50 mL , depois de arrefecida, e perfez-se o volume até 45 mL com água bidestilada; a partir desta solução determinaram-se os minerais principais (cálcio, sódio, potássio e magnésio) e os minerais secundários (cobre, ferro, manganês e zinco).

A quantificação dos diferentes elementos minerais foi realizada com recurso a espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES – ActivaM, HORIBA, Kyoto, Japão) com potência no plasma de 1000 W, fluxo de gás no plasma de 15 L min⁻¹, fluxo de ar no nebulizador de 0.02 L min⁻¹ e pressão de ar de 1.0 bar, tendo-se por base a ISO 11885. Para cada um dos elementos em estudo selecionaram-se os comprimentos de onda (λ) apresentados no quadro 4. Os resultados foram expressos em mg por 100g de peso seco.

Quadro 4 – Comprimentos de onda considerados na determinação dos elementos minerais.

Elemento	λ (nm)
Cálcio	393.4
Cobre	327.4
Ferro	259.9
Potássio	766.5
Magnésio	279.6
Manganês	257.6
Sódio	589.0
Fósforo	213.6
Zinco	213.9

3.2.3.1. Açúcares

Para a determinação dos açúcares considerou-se o preparado das amostras obtidas para a determinação dos elementos minerais, e referido na secção 3.2.3.1.

Num tubo de Falcon de 50 mL, pesou-se 1 grama do preparado e adicionou-se água bidestilada até um volume de 45 mL. De seguida, colocou-se a centrifugar a uma temperatura de 4°C durante 20 minutos a 2500 rpm. Do centrifugado retirou-se 1 mL que se adicionou a um vial, de forma a se proceder à leitura.

As leituras foram realizadas por cromatografia iónica através da utilização de um cromatógrafo Dionex ICS 3000 (Dionex, Sunnyvale, US). Os resultados foram expressos em gramas por 100 gramas de peso fresco.

3.2.4. Análise sensorial

Após a avaliação instrumental dos frutos retiraram-se amostras de cada modalidade de forma a efetuar a avaliação sensorial. Esta foi realizada por um painel de oito provadores treinados do painel da Universidade de Évora. O treino do painel de provadores para frutos teve lugar no âmbito dum projeto RITECA I, pelo que neste trabalho foi simplesmente necessário aferir o painel para a prova de uva de mesa. As fichas utilizadas eram descritivas quantitativas e os atributos considerados dizem respeito a alguns parâmetros de qualidade do fruto, como características visuais (homogeneidade da cor e desidratação da ráquis), sabor (acidez e doçura) e textura (firmeza). No

anexo 6 encontra-se a ficha de prova utilizada para a avaliação sensorial, na qual se considerou uma escala de intensidade, não estruturada unipolar, sendo cada atributo associado a um segmento de reta com 10 cm, de acordo com a norma ISO 4121 (2003). A fim de determinar o período de comercialização, incluiu-se um campo de avaliação global, que embora não possa ser considerado um atributo fornece informação importante. Foi ainda considerado um campo destinado a comentários sobre a presença de sabores/aromas estranhos e outros defeitos.

3.2.5. Controlo de fungos

Pretendeu-se avaliar a ação dos revestimentos edíveis no controlo de fungos pós-colheita da uva de mesa, como a *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp., já que estes são causadores de muitas perdas. Para tal procedeu-se à inoculação de cada fungo com os revestimentos edíveis, quitosano [0.80%] e *Aloe vera* [0.25%] em placa de Petri de 90 mm.

Os fungos referidos foram isolados, em placa de Petri, a partir de bagos naturalmente infetados provenientes da mesma exploração. Após 14 dias, preparou-se uma suspensão de esporos de cada fungo, obtida através da raspagem do micélio. Com o auxílio de uma câmara de *Neubauer* ou hemacitómetro (câmara de contagem Fusch Rosenthal Bright line), lâmina de microscopia com marcações em quadrantes de medidas conhecidas, determinou-se a concentração final de esporos de cada fungo. Adicionou-se 0.2 µL da suspensão de esporos na câmara de contagem, e através da observação ao microscópio procedeu-se à contagem do número de esporos existente numa das quadrículas da câmara num total de 16 quadrículas. No caso da *Botrytis* spp. contabilizou-se uma concentração de esporos em cada placa de 4.2×10^4 e para *Penicillium* spp. de 1.0×10^5 . Ambas as concentrações foram ajustadas a 1.0×10^6 .

Nas placas de Petri, devidamente identificadas, adicionou-se ao meio de cultura PDA, após solidificação deste 100 µL de cada revestimento e espalhou-se pela placa. Posteriormente colocou-se 10 µL da suspensão de esporos no centro da placa de Petri. As placas ficaram em sala à temperatura de 25 °C, sendo o desenvolvimento dos fungos acompanhado com observações ao fim de 24 e 48 horas.

3.2.6. Tratamento estatístico

O tratamento estatístico foi realizado com recurso ao *software* Statistica versão 8.0 (StatSoft, Inc., Dell, Tulsa, EUA). Efetuou-se uma análise de variâncias (ANOVA), para um nível de significância de 0.05. As médias foram comparadas e as diferenças entre grupos identificadas com base no teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) ($p < 0.05$). Foram elaborados quadros, para cada parâmetro avaliado, com os resultados obtidos na ANOVA e no teste de comparações múltiplas de Tukey, sendo utilizadas letras do alfabeto para indicar as diferenças significativas encontradas.

Na apresentação dos resultados considerou-se a utilização da média \pm erro padrão, uma vez que a utilização do erro-padrão é mais correta quando se tem um pequeno número de amostras e muito heterógeneas entre si (Lunet *et al.*, 2006), como no caso em estudo.

Os dados obtidos da análise estatística realizada, foram organizados e tratados em Microsoft Office Excel 2010.

O tratamento dos resultados obtidos para o comportamento reológico de soluções de quitosano foi realizado com recurso ao programa MATLAB versão 2014a.

Relativamente à análise de componentes principais (ACP) realizada, considerou-se os resultados médios de cada parâmetro, sendo o tratamento de dados realizado em Statistica versão 8.0.

CAPÍTULO IV

Resultados e

Discussão

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização dos revestimentos edíveis

4.1.1. Tensão superficial

A análise da tensão superficial foi realizada para soluções de quitosano nas concentrações de 0.8, 1.0 e 1.5% e para soluções de quitosano (0.8 e 1.0%) com *A. vera* (0.125 e 0.250%). A leitura da tensão superficial das soluções de *A. vera* nas concentrações de 0.125 e 0.250% não foi realizada uma vez que não foi possível a sua conservação.

Entre concentrações de quitosano os valores de tensão superficial são considerados idênticos com uma variação entre $34.52 \pm 0.42 \text{ mM m}^{-1}$ e $36.96 \pm 0.39 \text{ mM m}^{-1}$ (Quadro 5), dando informação que a solução não aceita mais nenhuma molécula, tendo atingido a concentração micelar crítica, daí os valores de tensão superficial permanecerem constantes para as concentrações estudadas (Montenegro *et al.*, 2012; Yuan & Lee, 2013).

A aplicação de *Aloe vera* às formulações de quitosano levou ao aumento da tensão superficial do revestimento, pelo que esta apresentará, teoricamente uma menor capacidade molhante, tal como referido por Carneiro-da-Cunha *et al.* (2009) e Pinheiro *et al.* (2010). Verifica-se que o aumento da concentração de *A. vera* para a mesma concentração de quitosano (0.8%) leva à diminuição da tensão superficial, ou seja ocorre um aumento da molhabilidade do revestimento.

Os revestimentos exclusivamente de quitosano ao possuírem menor tensão superficial apresentam melhor molhabilidade, o que indica uma maior facilidade para aplicação em frutos permitindo uma aplicação mais homogênea e correta do revestimento.

Quadro 5 - Tensão superficial para uma temperatura de 25 °C, das diferentes soluções em estudo (Quitosano 0.8%, quitosano 1.0%, quitosano 1.5%, quitosano 0.8% + *A. vera* 0.125%, quitosano 0.8% + *A. vera* 0.250% e quitosano 1.0% + *A. vera* 0.250%).

Solução	Tensão Superficial (mM m ⁻¹)	Temperatura (°C)
Quitosano 0.8%	34.52 ± 0.42	25
Quitosano 1.0%	36.96 ± 0.39	
Quitosano 1.5%	35.17 ± 0.21	
Quitosano 0.8% + <i>A. Vera</i> 0.125%	40.74 ± 0.21	
Quitosano 0.8% + <i>A. Vera</i> 0.250%	38.70 ± 0.25	
Quitosano 1.0% + <i>A. Vera</i> 0.250%	39.99 ± 0.39	

4.1.2. Comportamento reológico

No presente estudo apenas se considerou a avaliação do comportamento reológico de soluções de quitosano a diferentes concentrações e temperaturas, uma vez que a solução de *Aloe vera* é demasiado líquida, o que acaba por dificultar a sua análise no reómetro utilizado. Para tal,

realizou-se um ensaio preliminar com testes de oscilação, percebendo-se que as soluções eram demasiado líquidas, adaptando-se melhor ao estudo testes de viscosimetria.

As diferentes temperaturas estudadas, 10 °C, 15 °C e 40 °C, não causaram diferenças nos valores de viscosidade de soluções de quitosano em concentrações mais baixas (0.8% e 1.0%), apresentando um comportamento newtoniano (Figura 20).

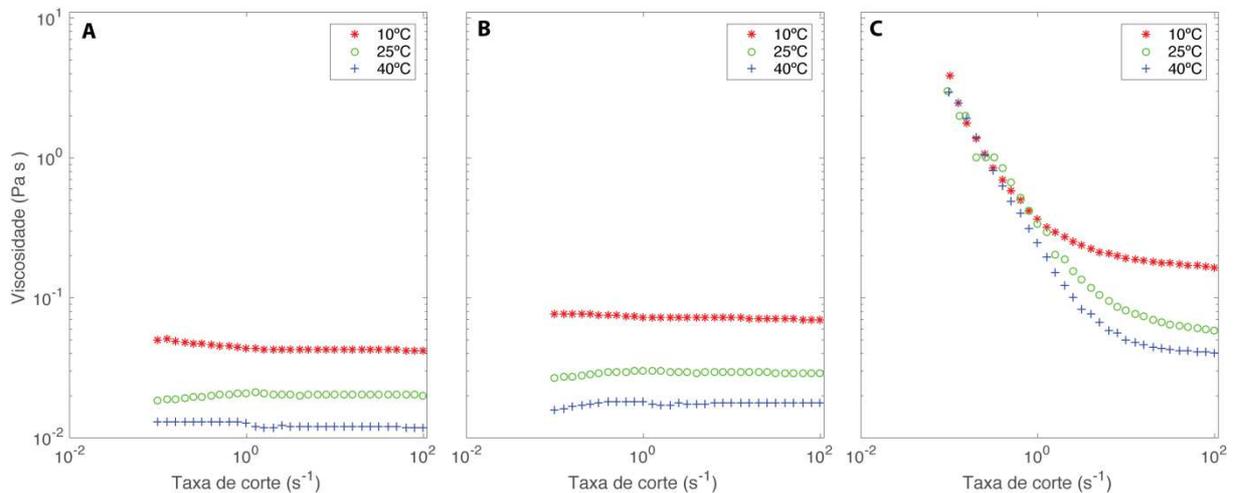


Figura 20 – Efeito da taxa de deformação (s^{-1}) e da temperatura na viscosidade (Pa s) de soluções de quitosano a diferentes concentrações: A-0.8%, B-1.0% e C-1.5%.

Com o aumento da concentração para 1.5% observou-se um comportamento não newtoniano pseudoplástico (reofluidificante), em que o aumento da taxa de deformação conduz à diminuição da viscosidade, para todas as temperaturas. De acordo com estudos efetuados por Chen & Tsaih (2000) e Pereira (2010) o efeito reofluidificante fica mais forte à medida que a concentração da solução aumenta. Tal como referido por Pereira (2010) a diminuição do valor de viscosidade com o aumento da taxa de corte pode ser atribuído à rutura das interações e entrelaçamentos moleculares, isto é, a taxa à qual as dissociações moleculares ocorrem excede o ritmo ao qual novos entrelaçamentos podem ser refeitos, aumentando assim a mobilidade das cadeias poliméricas e diminuindo a viscosidade da solução.

É visível na análise da figura 20 que com o aumento da taxa de deformação há uma tendência para estabilização da viscosidade, ou seja, aparenta ter a taxas de deformação mais elevadas comportamento newtoniano. Os resultados obtidos estão de acordo com os referidos em bibliografia sobre o comportamento reológico de quitosano (Hwang & Shin, 2000; Desbrieres, 2002; Santos, 2006; El-hefian & Yahaya, 2010; Pereira, 2010). Segundo Pereira (2010) o aumento da concentração das soluções leva apenas a um comportamento não-newtoniano reofluidificante para taxas de corte até $1000 s^{-1}$.

Com o aumento da concentração da solução de quitosano registou-se um aumento da viscosidade o que segundo Pereira (2010), pode ser explicado através do número de interações e entrelaçamentos das cadeias, que aumentam com a concentração e vão restringir os movimentos

individuais de cada cadeia. O aumento da temperatura conduz a uma diminuição dos valores de viscosidade, tal como aconteceu no estudo realizado por El-hefian & Yahaya (2010). É notório, para a concentração de 1.5% que a baixas taxas de deformação a temperatura não causa alterações, o que não acontece para valores de taxa de deformação mais elevadas ou para concentrações mais baixas.

Verificou-se que para a concentração de 2.5% a temperatura tem maior efeito na solução para valores de deformação baixos, ou seja, o aumento da viscosidade associado à temperatura é menos importante com taxas de deformação elevadas, tal como referido por El-hefian & Yahaya (2010).

A aplicação dos revestimentos edíveis foi realizada por imersão dos frutos nas soluções, o que acontece a baixas taxas de deformação. Deste modo, os resultados obtidos mostram que a aplicação de quitosano como revestimentos edíveis apenas deve ser feita para baixas concentrações (0.8% e 1.0%), já que estas apresentam comportamento newtoniano, ou seja independentemente das taxas de deformação aplicadas a viscosidade mantém-se constante. Relativamente à concentração de 1.5%, fluido com comportamento não newtoniano, que apresenta diminuição da viscosidade com o aumento da taxa de deformação, o que não se pretende já que não terá a capacidade de formar sobre a superfície do fruto um revestimento com boas características, afetando o aspeto visual da uva de mesa e dificultando a formação homogénea de uma película.

4.2. Caracterização dos frutos à colheita

No dia da colheita os frutos analisados apresentavam um peso médio do bago de 5.32 ± 0.05 g, com uma firmeza da epiderme de 4.06 ± 0.17 N e gradiente de 1.52 ± 0.10 N. Relativamente aos SST, AT e índice de maturação, os frutos apresentavam valores de 22.93 ± 0.30 °Brix, 0.35% de ácido tartárico e 64.93%, respetivamente. Tal como referido na secção 2.2.1. estes são os parâmetros de qualidade usados para definição do estado ideal de maturação à colheita.

O valor da relação SST/AT foi superior ao estabelecido como ideal para uvas 'Crimson', demonstrando, e tal como referido na secção 3.1.1., que as uvas já se encontravam numa fase avançada da maturação correspondente ao final da campanha na exploração.

O açúcar presente em maior concentração foi a frutose com $8.6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, seguida da glucose com $7.8 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Foi ainda detetada a presença de sacarose, mas em concentrações muito baixas ($<0.1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Comparando com os resultados divulgados pela USDA (2015) para a uva de mesa e apresentados no quadro 2, é possível perceber que os valores obtidos são idênticos. Segundo Reynier (2004), enquanto o bago verde contém sobretudo glucose, no fim do amadurecimento o teor em frutose aumenta, podendo em certas variedades ser superior ao da glucose, uma vez que esta é utilizada preferencialmente na respiração. Estas afirmações e os valores elevados de frutose encontrados nas amostras, confirmam a ideia anteriormente apresentada, de que as uvas estavam

num estado avançado de maturação. Note-se que a aparência exterior aquando da colheita não é esclarecedora quanto à maturação das uvas desta variedade.

De acordo com os resultados das análises dos elementos minerais apresentados no quadro 6, o potássio, fósforo e cálcio apresentam elevadas concentrações. Os valores obtidos para a maioria dos elementos coincidem com os valores atribuídos para uva de mesa no geral (Quadro 2) (USDA, 2015). Relativamente ao fósforo obteve-se no presente ensaio um valor superior, enquanto que para o potássio, sódio e zinco os valores foram relativamente

Quadro 6 - Composição mineral da uva de mesa em estudo.

Elementos Minerais:	(mg 100 g ⁻¹)
- Potássio	164.300
- Fósforo	28.800
- Cálcio	10.100
- Magnésio	7.980
- Sódio	0.375
- Ferro	0.279
- Cobre	0.106
- Manganês	0.061
- Zinco	0.025

inferiores aos referidos pela USDA (2015). Segundo Vicente *et al.* (2009) o potássio é o elemento mineral mais abundante em frutas e vegetais o que está de acordo com os resultados obtidos. Outro elemento mineral com grande importância é o cálcio, uma vez que está relacionado com os elementos pécticos, que possuem grande influência nas propriedades reológicas das paredes celulares, afetando a textura e a capacidade de conservação (Rato *et al.*, 2008). Os valores de cálcio vão de encontro aos valores de referência apresentados pela USDA (2015) (Quadro 2). Os restantes elementos são de grande importância para a dieta alimentar humana e nomeadamente, magnésio, ferro, manganês e zinco apresentam valores bastante interessantes sob este ponto de vista.

4.3. Influência dos revestimentos edíveis ao longo do tempo de conservação

4.3.1. Perda de peso

Este parâmetro apresenta diferenças significativas ($p < 0.05$) para o tempo de conservação, modalidade e interação, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explica as diferenças registadas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 40.111 > F_{\text{modalidade}} = 4.698 > F_{\text{interação}} = 2.369$. Realce-se o facto de durante todo o tempo de ensaios e considerando todas as modalidades, nunca terem sido alcançados valores superiores a 2.5% de perda de peso, o que é manifestamente um valor baixo e aceitável sob o ponto de vista prático.

Da análise da figura 21, pode-se observar que a perda de peso (%) ao longo dos primeiros 28 dias de conservação é inferior nas uvas controlo (CN), do que nas amostras de uva com revestimentos edíveis. A modalidade CN apresentou um aumento gradual da perda de água, atingindo no fim do ensaio valores de cerca de $1.02 \pm 0.06\%$. Apenas no dia 35 de conservação os frutos revestidos apresentaram valores de perda de peso inferiores aos do controlo.

Considerando o efeito das modalidades foi possível observar que a que levou a maiores perdas de peso foi a CQAvb ($0.91 \pm 0.23\%$), seguida da CQ ($0.83 \pm 0.71\%$) e da CQAva ($0.76 \pm 0.13\%$), ou seja todas as modalidades que continham quitosano. Nota-se ainda que frutos revestidos com *Aloe vera*, independentemente da concentração (CAva e CAVb), levaram a menores perdas de peso que os revestimentos com quitosano na sua formulação.

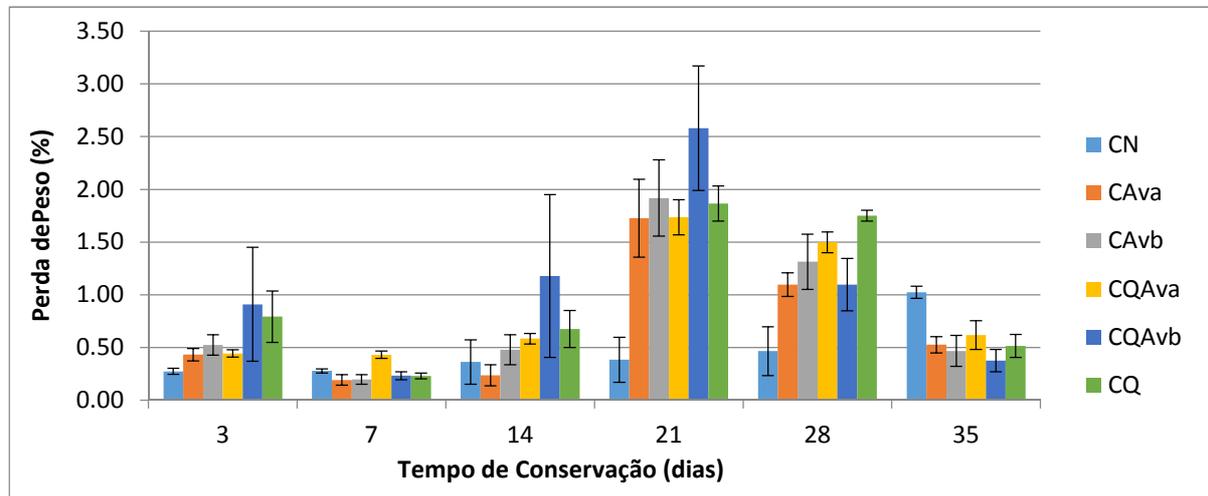


Figura 21 - Valores de perda de peso (%) obtidos para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAVb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação ($n = 3$, média \pm erro padrão).

Através do teste de comparações múltiplas de Tukey HSD verificou-se que no dia 21 e 28 as perdas de peso foram diferentes das restantes, ocorrendo um aumento significativo das perdas de peso dos frutos revestidos com CAva, CAVb, CQAva e CQAvb. No dia 21 a modalidade CQAvb regista uma perda mais elevada, com valores de $2.58 \pm 0.59\%$, o que não é, e tal como já referido anteriormente (cf. 2.2.4.1.), um valor suficientemente elevado, uma vez que apenas com perdas superiores a 5% é que se regista depreciação na qualidade dos cachos.

Os resultados obtidos não corresponderam ao expectável, já que vários autores referem que, tanto os revestimentos baseados em quitosano (Xu *et al.*, 2007; Shiri *et al.*, 2013; EL-Eleryan, 2015) como em *Aloe vera* (Valverde *et al.*, 2005; Martínez-Romero *et al.*, 2006; Arowora *et al.*, 2013; Athmaselvi *et al.*, 2013; Brishti *et al.*, 2013; Chauhan *et al.*, 2014; Shahkoomahally & Ramezani, 2014; Farahi, 2015) proporcionam uma ação retardadora sobre a perda de água por parte dos frutos ao longo do seu período de conservação. Apesar disto, em trabalho realizado com morango (Silva, 2010), e contrariamente ao esperado pelo autor, registou-se menor perda de massa nas amostras controlo do que nas amostras com revestimento de quitosano e *Aloe vera*, sendo a causa apontada para tal comportamento o tempo insuficiente de secagem dos revestimentos, causando as diferenças apresentadas na perda de massa. Num dos estudos efetuados em uva de mesa, com aplicação de quitosano e cera de abelha, por Fonseca (2012), registaram-se menores valores de perda de peso em amostras controlo que em amostras revestidas com quitosano, o que segundo o autor pode estar

relacionado com a espessura do revestimento quando aplicado no fruto, ou seja se a espessura não for a suficiente o revestimento não exercerá a sua função de barreira ao vapor de água, não diminuindo assim as perdas de água. Outra justificação apontada por Fonseca (2012) está relacionada com a água absorvida pelo próprio revestimento, já que é considerada no controlo de pesagem ao longo do ensaio.

4.3.2. Cor

Para a avaliação das alterações ocorridas na cor dos frutos entre modalidades e ao longo do tempo de conservação determinaram-se os valores de L^* , a^* , b^* e calcularam-se os parâmetros *Chroma* e ângulo *Hue*. Contudo, a avaliação da cor na variedade em estudo, é bastante difícil de ser concretizada uma vez que esta variedade apresenta como característica negativa uma deficiente coloração, com grande heterogeneidade nos cachos produzidos nas mesmas condições e até nos bagos dentro do mesmo cacho, como é visível na figura 22.



Figura 22 - Cacho de uva de mesa da variedade 'Crimson' em que é visível a heterogeneidade da coloração (Fotografia da autora);

Apesar deste facto, no anexo 2 são apresentados os resultados de média e erro-padrão para todos os parâmetros avaliados, bem como o teste de comparações de médias de Tukey.

4.3.3. Desprendimento do bago

A análise da força de desprendimento do bago é muito importante, pois dá-nos uma medida da facilidade que os bagos têm de se soltarem do cacho. Quando o bago se desprende do pedicelo (ráquis), representa não só uma perda, mas também uma limitação à aparência do produto quando exposto para venda (Chandia, 2003).

Neste estudo o resultado da análise de variâncias para o desprendimento do bago mostrou diferenças significativas ($p < 0.05$) para o fator tempo de conservação.

Da análise da figura 23 verificou-se que até ao dia 21 de conservação o comportamento registado foi o esperado, uma vez que com o passar do tempo de conservação a tendência é para a diminuição da força de aderência do bago ao pedicelo, o que se justifica em termos fisiológicos pelas alterações no equilíbrio dos fitorreguladores, com maior predominância do ácido abscísico que promove a diminuição dos feixes existentes entre a ráquis e o bago. São inesperados e carecem de explicação fisiológica os aumentos registados nos dias 28 e 35, sendo de considerar a possibilidade

de erro humano. Pode ainda estar relacionado com as uvas selecionadas para estes dias aquando da aplicação dos revestimentos. É de referir que a utilização do Chatillon para a presente medição, tem intervenção humana, sendo necessário grande precisão por parte do operador para a obtenção de resultados fiáveis.

Apesar dos resultados algo inesperados saliente-se o comportamento mais estável dos cachos com revestimento de quitosano.

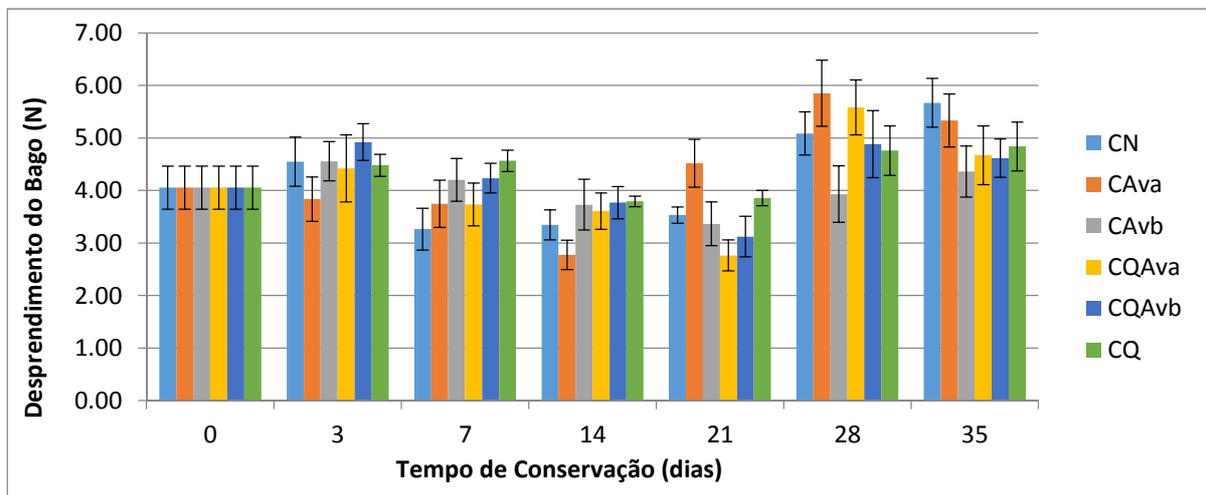


Figura 23 - Valores médios de desprendimento do bago (N) para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média ± erro padrão).

4.3.4. Textura

O método usado para avaliação da textura permite a partir do gráfico força/deformação obter vários parâmetros, como a firmeza da epiderme, firmeza da polpa, gradiente, deformação e área entre duas deformações pré-definidas, dos quais se optou pela escolha da firmeza da epiderme e gradiente, uma vez que são os parâmetros que melhor permitem compreender a textura dos frutos ao longo do tempo de conservação. Contudo, no anexo 3 são apresentados os resultados de média e erro-padrão para todos os parâmetros, bem como os resultados do teste de comparações de médias de Tukey.

4.3.4.1. Firmeza da epiderme

O teste de penetração e mais concretamente este parâmetro de firmeza, que corresponde à força máxima no ponto de rutura da epiderme, é usado com frequência para a avaliação da textura do bago inteiro (Vargas *et al.*, 2000; Walker *et al.*, 2001; Pintado, 2012; Segade *et al.*, 2013).

O resultado da análise de variância para este parâmetro apresentou diferenças significativas ($p < 0.05$) para o fator tempo de conservação e interação deste com o fator modalidade, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explica as diferenças registadas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 23.654 > F_{\text{interação}} = 1.745$.

Analisando a figura 24 foi possível perceber que ao longo do tempo de conservação há uma tendência para a diminuição da firmeza da epiderme dos bagos de uva, com valores para o dia 0 de 4.06 ± 0.07 N e de 2.60 ± 0.09 N no dia 35, o que indica que a força necessária para romper a epiderme do bago é cada vez menor, tal como foi verificado por Pintado (2012) para uva 'Red Globe' e por Martínez-Romero *et al.* (2003) com uva 'Flame Seedless'. Verificou-se que no dia 35, no momento da determinação dos parâmetros texturais em alguns dos bagos, independentemente da modalidade, já não eram perfurados pela sonda até à deformação considerada. Tal facto deve-se à perda de água na zona mais superficial da cutícula da uva. Apesar de ocorrer uma perda de firmeza de 1.46 N, esta é inferior à registada por Valverde *et al.* (2005). Segundo Deng *et al.* (2005) e Ejsmentewicz *et al.* (2015) a diminuição da força necessária para a penetração da sonda no bago de uva acontece devido à redução de pectinas e hemiceluloses da parede celular, porque durante a conservação das uvas estas sofrem solubilização e despolimerização, o que contribui para a desintegração da parede celular, e consequentemente para a perda de firmeza.

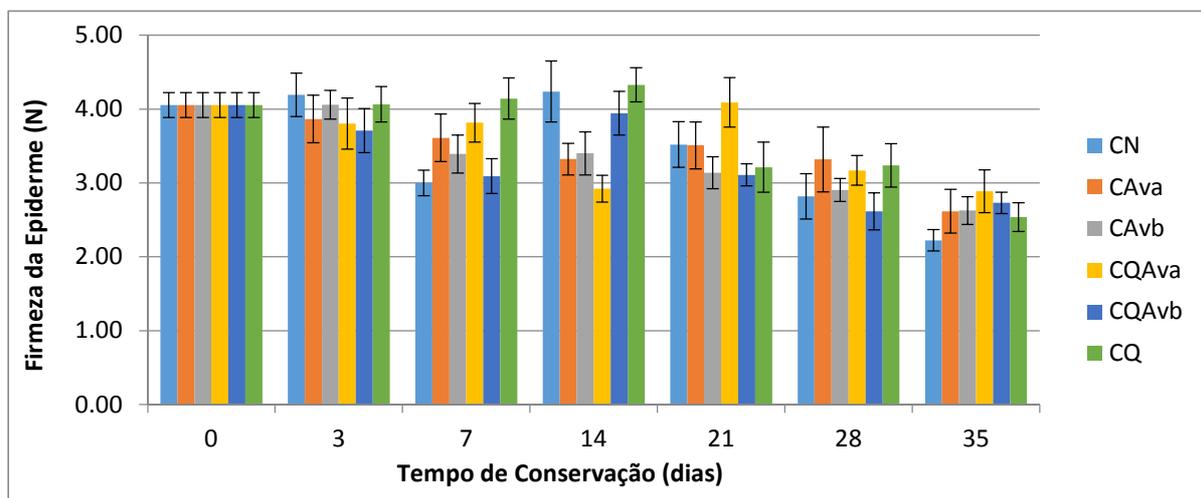


Figura 24 - Valores médios de firmeza da epiderme (N), obtidos no teste de penetração, para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação ($n = 15$, média \pm erro padrão).

Através do teste de comparações múltiplas de Tukey é possível confirmar que os resultados de firmeza da epiderme no dia 28 e 35, de uma forma geral, são significativamente diferentes dos obtidos para os restantes dias de conservação, sendo de notar que aos 21 dias ocorrem alterações notórias.

Apesar de estatisticamente não se verificarem diferenças significativas entre modalidades, é de referir que as amostras tratadas com o revestimento CQ apresentaram valores de firmeza constantes, na ordem dos 4 N, até aos 14 dias de conservação, o que permite manter as características texturais da uva por curtos períodos de conservação. Esta manutenção da firmeza da epiderme durante o período referido poderá estar relacionado, com a diminuição da perda de água e

também segundo Valverde *et al.* (2005) com o efeito do revestimento na redução da atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular.

4.3.4.2. Gradiente

A análise de variância para este parâmetro apresenta diferenças significativas ($p < 0.05$) para o fator tempo de conservação e para a interação deste com o fator modalidade, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explica as diferenças registradas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 17.456 > F_{\text{interação}} = 1.623$.

O gradiente, parâmetro relacionado com a elasticidade da epiderme do fruto, apresentou ao longo do tempo de conservação uma diminuição dos valores, passando de 1.52 ± 0.04 para $1.07 \pm 0.03 \text{ N mm}^{-1}$ no dia 35 de conservação (Figura 25). Considerando o teste de comparações múltiplas de Tukey é de referir que o dia 21, 28 e 35 são estatisticamente diferentes dos restantes dias em estudo, uma vez que ocorre ao longo do tempo de conservação uma diminuição da elasticidade da epiderme do fruto. Isto demonstra, que ao longo do período de conservação a agregação entre a estrutura da parede celular primária e a lamela média diminui, levando a que a epiderme do fruto fique mais elástica perdendo a sua turgidez inicial (Veracruz, 2005).

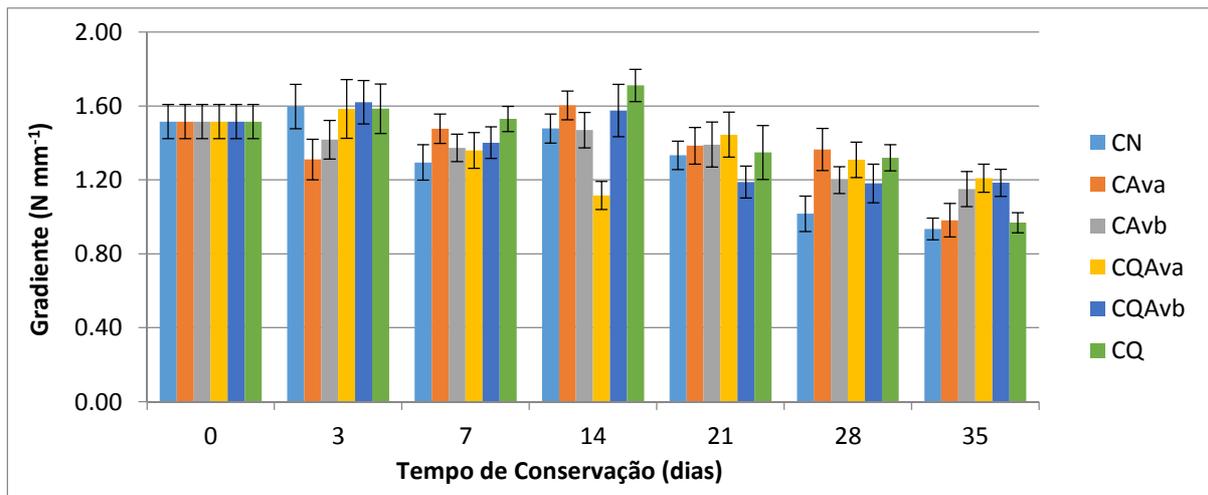


Figura 25 - Valores médios de gradiente (N mm^{-1}), obtidos no teste de penetração, para as uvas sem revestimento (CN) e com revestimentos (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação ($n = 15$, média \pm erro padrão).

Apesar de estatisticamente não existirem diferenças significativas entre as modalidades, é possível referir que a modalidade CQ possui até ao dia 14 valores de gradiente mais elevados e constantes que os das restantes modalidades, tal como se verificou anteriormente no parâmetro da firmeza da epiderme. Em relação aos valores das modalidades CAvb, CQAva e CQAvb verificou-se diminuição gradual ao longo do tempo de conservação, apresentando no dia de conservação 35 valores superiores à modalidade CQ. Torna-se possível indicar que para conservação de curta duração a modalidade CQ tem um bom comportamento no que respeita à textura, mas para

conservações mais longas o uso das modalidades com *Aloe vera* (CAvb, CQAva e CQAvb) é mais adequado.

Analisando simultaneamente os resultados obtidos para os parâmetros de textura e para a perda de peso verificou-se que o comportamento não se adequa aos conhecimentos técnicos. É possível perceber que se os revestimentos edíveis tivessem permitido realmente as perdas de peso registadas, então tanto a firmeza da epiderme como o gradiente teriam sofrido as alterações consentâneas, ou seja deveriam ter diminuído, com essas perdas de água e seriam ao longo do tempo de conservação muito inferiores ao que foi registado. Logicamente a modalidade controlo teria texturas inferiores às das uvas revestidas, uma vez que a perda de água levará à perda de turgidez, o que tornará a epiderme do bago mais elástica. Na realidade não se observou este comportamento, tendo sido notória a baixa perda de peso e a manutenção de textura das modalidades em estudo ao longo do tempo de conservação. Os revestimentos edíveis considerados neste estudo, tendo em conta estes parâmetros não funcionaram como esperado.

4.3.5. Sólidos solúveis totais, acidez titulável e índice de maturação

O parâmetro SST quando sujeito a análise de variância apresenta diferenças significativas ($p < 0.05$) para o tempo de conservação e interação deste fator com a modalidade, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explica as diferenças registadas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 13.70 > F_{\text{interação}} = 1.60$.

Ao longo do tempo de conservação houve uma diminuição dos valores de SST sendo no dia 0 de 22.93 ± 0.12 °Brix e no dia 35 de 21.55 ± 0.19 °Brix (Figura 26). Apesar de não existirem diferenças significativas para os valores de SST das várias modalidades em estudo é possível observar na figura 25 que a modalidade CQ apresenta uma diminuição gradual dos valores de SST ao longo dos 35 dias de conservação.

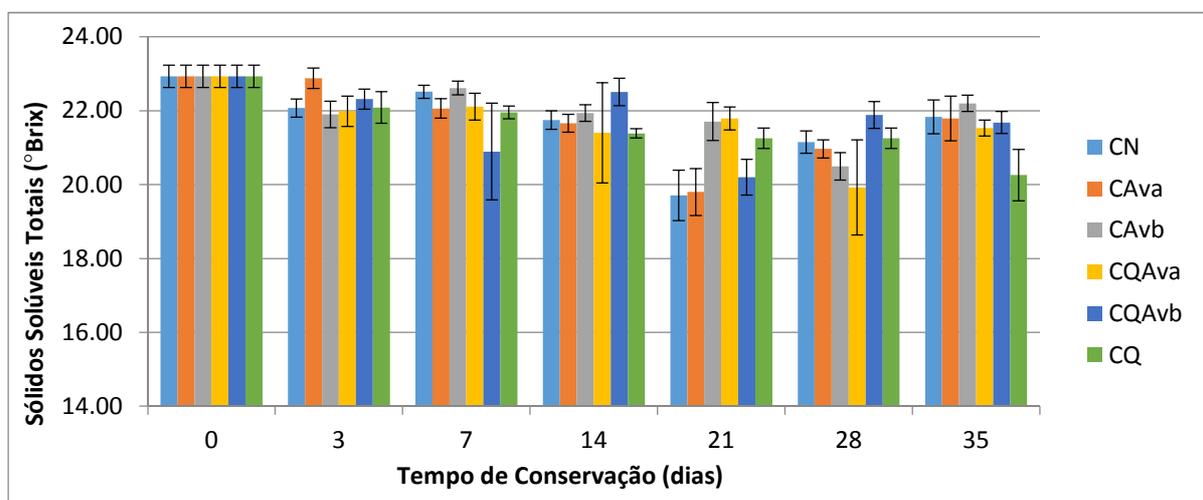


Figura 26 - Valores médios do conteúdo em sólidos solúveis totais (°Brix) obtidos por refratometria para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n = 15, média \pm erro padrão).

Através do teste de comparações múltiplas de Tukey HSD realizado é possível perceber que a partir do dia 21 para a modalidade CN e CAva existem diferenças significativas em relação aos valores medidos para todas as modalidades do dia 0. É ainda de referir que a modalidade CQAva só apresenta no dia 28 diferenças significativas em relação a todas as modalidades do dia 0. Deste modo, a utilização de *Aloe vera* em baixas concentrações não tem efeito no controlo do teor de SST por períodos de conservação superiores a 21 dias; no caso de se conjugar essa mesma concentração de *A. vera* com quitosano, então consegue-se retardar em 7 dias as alterações deste importante parâmetro de qualidade, SST. Ao analisar os valores de SST é possível perceber que as perdas de peso verificadas no decurso deste ensaio para as modalidades com revestimentos proporcionam aumento dos SST, pelo que a perda de peso registada para os frutos com revestimentos, não poderá estar diretamente relacionada apenas com as perdas de água do fruto. Segundo Silva (2010), a diminuição dos SST ao longo da conservação de morango sugere que os revestimentos reduziram a solubilização característica de polissacarídeos da parede celular e teriam aumentado a sua metabolização energética, ou seja gasto de polissacarídeos.

A determinação da acidez dos frutos pode ser efetuada através do pH e da acidez titulável, contudo o parâmetro da AT torna-se mais fiável uma vez que remete ao ácido tartárico, o principal ácido orgânico presente na constituição das uvas (cf. 2.1.3.2.). Analisando agora os resultados obtidos para a acidez titulável (Figura 27), é possível perceber que ao longo do tempo de conservação da uva de mesa, ocorre um aumento da percentagem de ácido tartárico, uma vez que no dia 0 esse valor é de $0.35 \pm 0.00\%$ e no dia 35 é de $0.41 \pm 0.01\%$. Comparando a evolução da acidez ao longo do tempo de conservação com as modalidades, percebe-se que a modalidade controlo registou um maior aumento de acidez do que as modalidades revestidas, pelo que o revestimento poderá ter apresentado alguma inibição nos aumentos de acidez dos frutos.

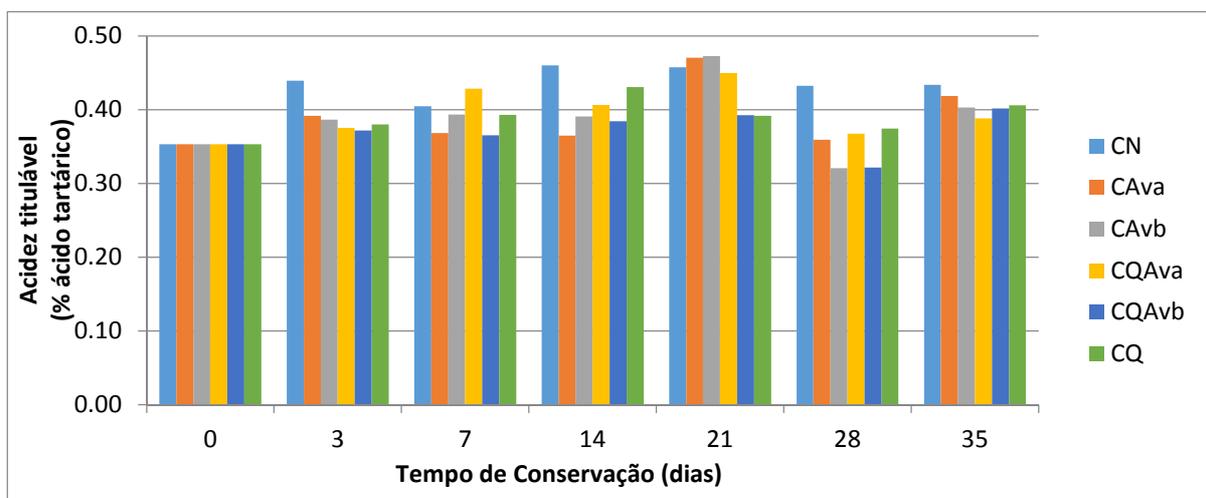


Figura 27 - Valores de acidez titulável (% ácido tartárico) obtidos para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n=1).

Relativamente à relação entre os dois parâmetros descritos anteriormente, SST e AT, ocorreu uma diminuição do índice de maturação associado às uvas de mesa em estudo passando de $64.93 \pm 0.00\%$ no dia 0 para $52.78 \pm 0.97\%$ (Figura 28). A modalidade controlo registou ao longo de todo o tempo de conservação o valor mais baixo de SST/AT. A diminuição do índice de maturação registada poderá estar relacionada com os cachos de uva utilizados, uma vez que a videira não matura toda no mesmo período de tempo, pelo que poder-se-ão ter considerado cachos com bagos com diferentes graus de maturação, causando as diferenças registadas; este aspeto da maturação do cacho na videira está relacionado com as características do solo, com a humidade ambiental e temperatura, e também com as diferenças varietais (Veracruz, 2005).

Os resultados obtidos para SST e AT não são concordantes com o esperado, uma vez que o normal comportamento ao longo do período de conservação é o aumento dos SST e a diminuição da AT, tal como referido em numerosos estudos efetuados em uva de mesa (Valverde *et al.*, 2005; Shiri *et al.*, 2013; Chauhan *et al.*, 2014; Shahkoomahally & Ramezani, 2014), cereja (Martínez-Romero *et al.*, 2006), tomate (Athmaselvi *et al.*, 2013) e laranja (Arowora *et al.*, 2013; EL-Eleryan, 2015).

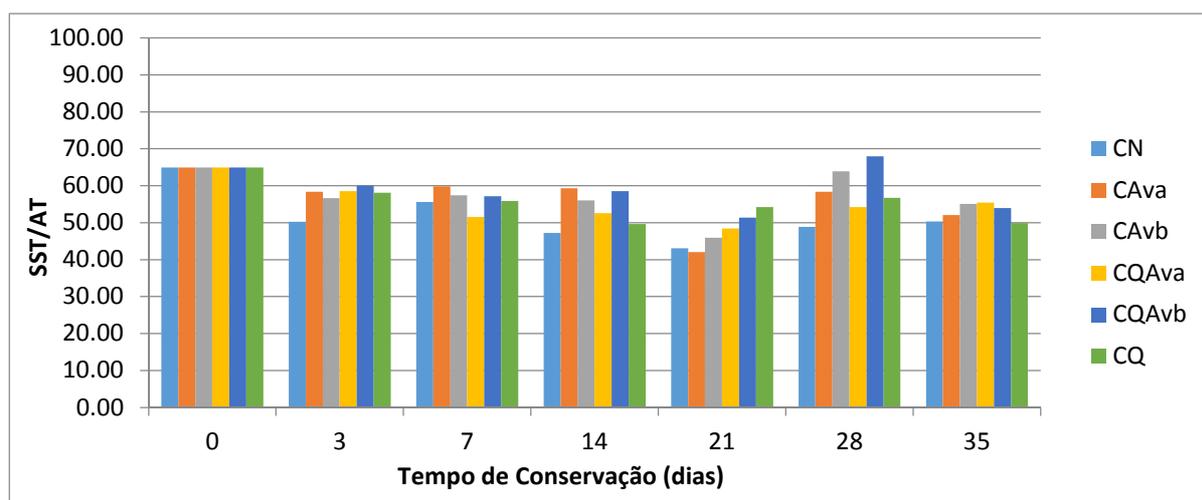


Figura 28 - Índice de maturação (SST/AT) obtido para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAva, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação (n =1).

Apesar disto, e tal como referido por Silva (2010) e Veracruz (2005), o menor índice de maturação associado à aplicação de revestimentos edíveis pode estar relacionado com a menor taxa de respiração apresentada por uvas revestidas, já que o aumento do CO_2 se deve à utilização de substratos de reserva no ciclo de Krebs, como o açúcar e os ácidos orgânicos. Contudo, isto não justifica o que acontece com a modalidade controlo, que apresenta ao longo de todo o tempo de conservação o valor mais baixo de SST/AT. Pode-se ainda colocar a hipótese da presença de bactérias psicotróficas levar à diminuição dos valores de SST, ou seja de açúcares, observada ao longo do tempo de conservação, bem como o aumento de acidez que ocorreu. As bactérias psicotróficas são identificadas em vários trabalhos realizados com uva para vinificar (Renouf *et al.*, 2007), mas também

em uva de mesa (Kántor & Kacániová, 2015), e é sabido que o seu metabolismo tem como substrato os açúcares e por outro lado é promotor da acidificação do meio. É de referir que foi observado pela equipa de investigação a presença de bactérias psicrotróficas no dia da colheita de uva de mesa 'Crimson' analisadas noutro ensaio.

4.3.6. Compostos fenólicos

Este parâmetro apresentou diferenças significativas ($p < 0.05$) para o tempo de conservação, modalidade e interação, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explica as diferenças registadas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 38.38 > F_{\text{modalidade}} = 26.68 > F_{\text{interação}} = 8.55$.

Ao longo do tempo de conservação (Figura 29) ocorreu uma diminuição dos compostos fenólicos presentes nas uvas, passando de 101.06 ± 0.78 mg GAE 100 g^{-1} no dia 0 para 93.81 ± 1.34 mg GAE 100 g^{-1} no dia 28.

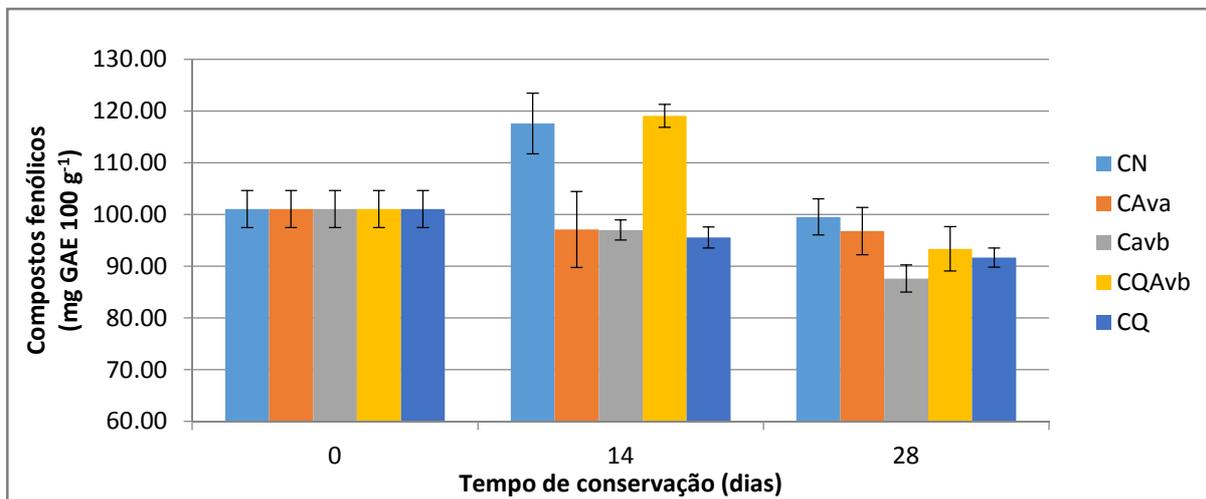


Figura 29 - Conteúdo de compostos fenólicos obtidos para as amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, Cavb, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação ($n = 3$, média \pm erro padrão).

Explique-se que no dia 21 só foi possível realizar a quantificação dos compostos fenólicos para algumas das modalidades em estudo (CN, CQAvb e CQ). No entanto após a realização do teste de comparações múltiplas de Tukey (Anexo 5) foi possível verificar que o dia 28 não apresentou diferenças significativas em relação ao dia 21, indicando que para as modalidades analisadas neste dia, já não ocorrem diferenças.

De uma forma global pode-se salientar o facto dos valores se manterem semelhantes entre o dia da colheita e os observados ao fim de 28 dias de conservação. Assim do ponto de vista do consumidor não há depreciação da qualidade intrínseca com o consumo de frutos conservados durante 28 dias, no que respeita aos compostos fenólicos.

Detalhando a análise podemos realçar os valores elevados de CN e CQAvb ao fim de 14 dias e os valores muito baixos de CAva ao fim de 28 dias de conservação.

Comparando com os ensaios realizados por Serrano *et al.* (2006) verifica-se que para o dia da colheita obteve-se valores de 53.6 mg GAE 100 g⁻¹, observando-se ao longo do tempo de conservação diminuição significativa dos compostos fenólicos com boa ação dos revestimentos. Apesar disto, no presente estudo verificou-se no dia da colheita valores mais elevados e ao longo do tempo de conservação uma diminuição do conteúdo em compostos fenólicos.

4.3.7. Capacidade antioxidante

Este parâmetro apresentou diferenças significativas ($p < 0.05$) para o tempo de conservação, modalidade e interação, sendo o fator tempo de conservação o que melhor explicou as diferenças registadas, uma vez que $F_{\text{conservação}} = 846.06 > F_{\text{modalidade}} = 240.40 > F_{\text{interação}} = 65.36$.

Verificaram-se acentuadas diferenças quer entre modalidades quer ao longo do tempo de conservação, que foram confirmadas pela análise de comparações múltiplas de Tukey (Anexo 5).

Ao longo do tempo de conservação verificou-se um aumento da capacidade antioxidante até ao dia 14 de conservação, sendo que a partir dessa data ocorreu uma diminuição notória dos valores, pelo que é de referir que os dias em análise foram estatisticamente diferentes um dos outros (Figura 30).

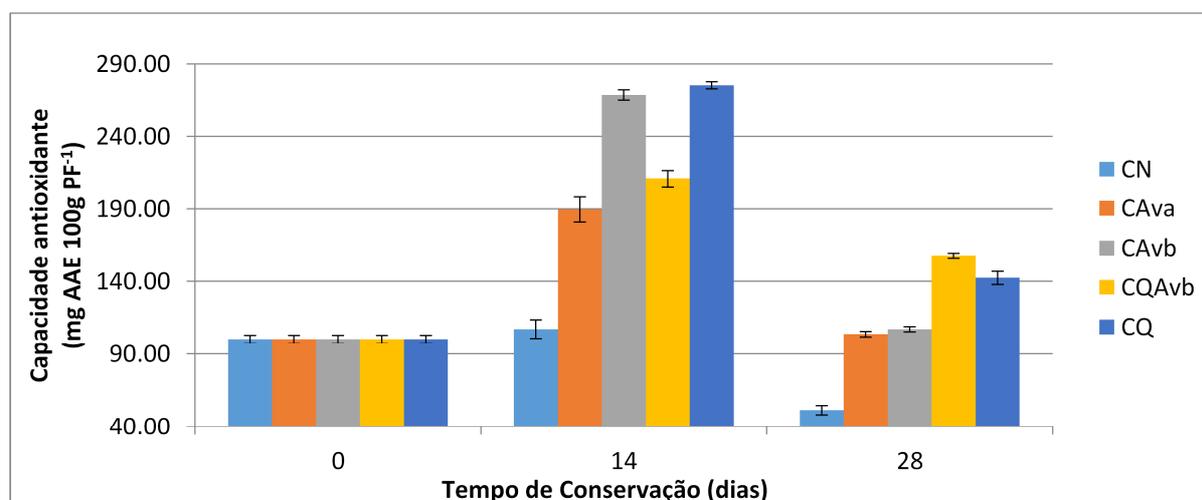


Figura 30 – Capacidade antioxidante das amostras sem revestimentos (CN) e com revestimentos edíveis (CAva, CAvb, CQAvb e CQ) ao longo do tempo de conservação ($n=3$, média \pm erro padrão).

A modalidade CN apresentou no dia 28 uma capacidade antioxidante de 51.34 ± 3.19 mg AAE 100 g⁻¹, muito inferior ao registado pelos frutos revestidos. Entre revestimentos verificou-se que CAva e CAvb apresentaram comportamento semelhante, mas diferenças de CQ e CQAvb, que entre si não apresentaram diferenças significativas.

Através do teste de comparações múltiplas de Tukey verificou-se para o dia 14 a existência de diferenças significativas da modalidade CAvb e CQ, por apresentarem valores relativamente elevados, e da modalidade CN, por apresentar valores idênticos ao do dia 0.

A evolução da capacidade antioxidante durante a conservação levou a diferenças entre as modalidades em estudo, ocorrendo uma diminuição dos valores, dos 14 dias para os 28 dias, o que indica uma perda importante das propriedades funcionais destes frutos. Contudo aos 28 dias de conservação as uvas revestidas tanto com *Aloe vera* como quitosano, apresentaram valores iguais ou superiores aos frutos avaliados no dia da colheita, pelo que do ponto de vista do consumidor não há diminuição da capacidade antioxidante das uvas consumidas.

4.4. Análise de componentes principais para os parâmetros físico-químicos avaliados e análise sensorial

A análise das componentes principais (ACP) é uma técnica estatística para decompor um conjunto de variáveis correlacionadas em fatores identificando padrões de comportamento comuns. Através de uma análise das relações entre as variáveis do sistema, a ACP tenta reproduzi-las com um número menor de variáveis, tirando partido da informação redundante. Deste modo, o propósito desta análise é determinar as componentes principais de forma a explicar o mais possível da variação total dos dados com o menor número possível de componentes (Abdi & Williams, 2010).

As componentes principais são calculadas por ordem decrescente de importância, pelo que a primeira explica o máximo possível da variância dos dados originais, a segunda explica o máximo possível da variância ainda não explicada, e assim sucessivamente, sendo que a última componente será a que menor contribuição dá para a explicação da variância total dos dados originais (Abdi & Williams, 2010).

4.4.1. Parâmetros físico-químicos

Na análise das componentes principais, optou-se por incluir as seguintes variáveis: acidez titulável, capacidade antioxidante, compostos fenólicos, desprendimento do bago, firmeza da epiderme, gradiente, luminosidade, perda de massa e sólidos solúveis totais, uma vez que da análise realizada anteriormente são os parâmetros com maior interesse para o estudo.

As componentes principais 1, 2 e 3 com valores próprios superiores a 1 (Quadro 7), explicam 79.27% da variância total. Na análise dos resultados considerou-se apenas as componentes principais 1 e 2 que explicam 63.98% da variância total.

Em relação à componente principal 1, que explica 40.78% da variância total, encontra-se definida principalmente pelas variáveis tempo de conservação, firmeza da epiderme, gradiente, SST, perda de massa, L* e compostos fenólicos (Quadro 7; Figura 31).

Quadro 7 - Análise de componentes principais: Valores próprios ("eigenvalues"), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis em estudo.

Parâmetros físico-químicos									
Componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9
"Eigenvalue" (valores próprios)	3.67	2.09	1.38	0.63	0.54	0.37	0.193	0.09	0.04
Variância total (%)	40.78	23.20	15.29	7.01	6.04	4.11	2.148	1.00	0.43
Variância total acumulada (%)	40.78	63.98	79.27	86.28	92.32	96.43	98.58	99.57	100.00
Variáveis:									
- Acidez titulável (AT)	0.02	0.76							
- Capacidade antioxidante	0.01	0.69							
- Compostos fenólicos	-0.59	0.30							
- Desprendimento do bago	0.30	-0.66							
- Firmeza da epiderme	-0.87	0.24							
- Gradiente	-0.85	0.28							
- Luminosidade (L*)	0.69	0.34							
- Perda de massa	0.78	0.26							
- Sólidos solúveis totais (SST)	-0.81	-0.45							
- * Tempo de conservação	0.89	0.12							
- * Modalidade	0.08	0.04							

A componente principal 2, a qual explica 23.30% da variância total, é definida principalmente pelas variáveis desprendimento do bago, AT e capacidade antioxidante. Repare-se que a variável modalidade tem pouca expressão, estando relacionada com o fator 1 e 2.

As variáveis em análise estão bem representadas no plano, pois encontram-se próximas da circunferência unitária (Figura 31): firmeza da epiderme, gradiente e fenólicos estão fortemente correlacionados entre si, tal como luminosidade e perda de massa e ainda antioxidantes e acidez titulável, mas são independentes das variáveis sólidos solúveis totais e desprendimento do bago. Deste modo, tanto sólidos solúveis totais como desprendimento do bago estão fracamente correlacionados com os pares de variáveis indicados que apresentam forte correlação negativa entre si.

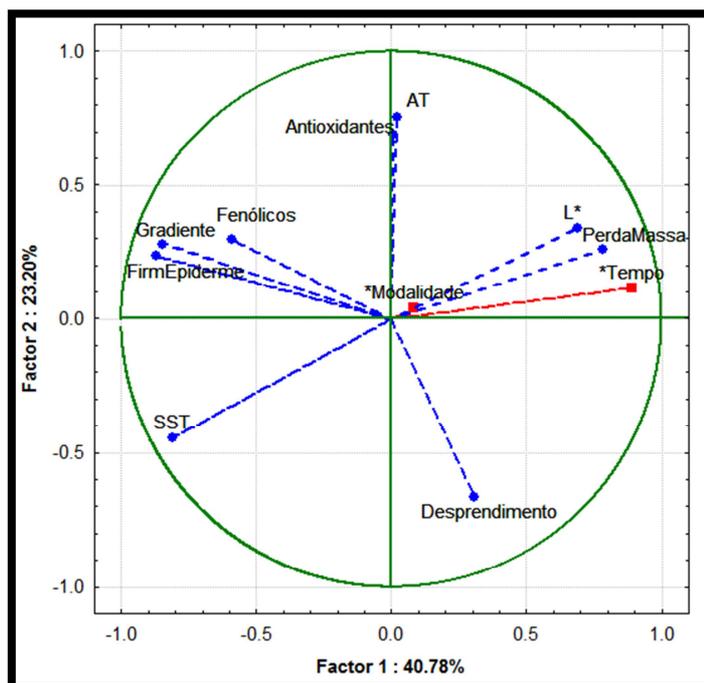


Figura 31 - Distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros físico-químicos avaliados, considerando o tempo de conservação e a modalidade.

É de salientar que o tempo de conservação possui maior importância que as modalidades, uma vez que a maioria das diferenças encontradas acontece ao longo do tempo de conservação e não

para as diferentes modalidades em estudo, o que vai de encontro à análise dos resultados descrita nas secções anteriores.

A perda de peso pode levar a alterações na coloração dos frutos, tendo sido observado no decorrer dos ensaios a perda de brilho dos frutos, daí a relação apresentada na figura 31 entre a perda de peso e o parâmetro L*. Relativamente aos parâmetros de textura analisados encontra-se uma relação com os compostos fenólicos o que pode estar relacionado com a maturação fenólica das uvas. Quanto à relação entre os antioxidantes e a acidez titulável não se encontra uma justificação válida.

4.4.2. Análise sensorial

Para a análise das componentes principais optou-se por incluir as seguintes variáveis: homogeneidade da cor, doçura, sabor a fruta, firmeza e avaliação global, sendo que as restantes variáveis avaliadas, desidratação da rãquis e acidez, não foram consideradas uma vez que o painel não se encontrava em consenso na avaliação realizada.

As componentes principais 1 e 2, com valores próprios de 3.72 e 0.95, respetivamente, explicam 93.32% da variância total (Quadro 8). A componente principal 1, explicando 74.34% da variância total, encontra-se definida principalmente por parâmetros como firmeza, doçura, sabor a fruta e avaliação global (Quadro 8; Figura 32). A componente principal 2, a qual explica 18.98% da variância total, é definida principalmente pela variável homogeneidade da cor (Quadro 8; Figura 32).

Quadro 8 - Análise de componentes principais: Valores próprios ("eigenvalues"), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis em estudo.

Análise sensorial					
Componente	1	2	3	4	5
"Eigenvalue" (valores próprios)	3.72	0.95	0.20	0.08	0.06
Variância total (%)	74.34	18.98	4.02	1.53	1.13
Variância total acumulada (%)	74.34	93.33	97.34	98.87	100.00
Variáveis:					
- Homogeneidade da cor	-0.28	0.96			
- Doçura	-0.97	-0.14			
- A fruta	-0.95	-0.03			
- Firmeza	-0.93	-0.03			
- Avaliação global	-0.97	-0.08			

Na projeção das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 (Figura 32) é possível observar que o consumidor tem preferência por atributos de doçura, firmeza e sabor a fruta aquando da escolha de frutos para consumo. É perceptível da análise da figura 32 que a avaliação global tem forte correlação com os atributos de firmeza, doçura e sabor a fruta. Do mesmo modo,

outros autores encontraram estreita correlação entre doçura, firmeza e sabor a fruta com a avaliação global em uva de mesa (Jayasena & Cameron, 2008; Pintado, 2012).

Em relação à homogeneidade da cor o consumidor não considera que este seja um atributo decisivo na avaliação dos frutos, o que é de extrema importância dado os problemas de homogeneidade da cor associados à variedade de uva em estudo (cf. 4.2.2.).

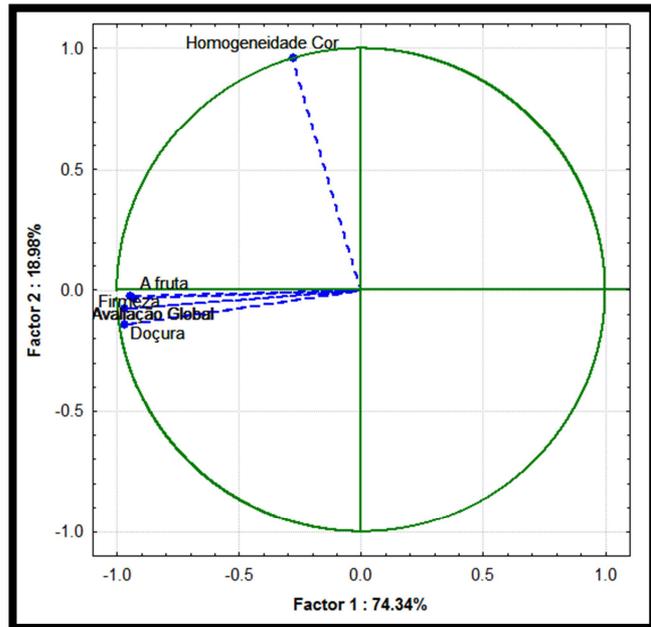


Figura 32 - Distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros de análise sensorial avaliados.

4.5. Controlo de fungos

Do estudo efetuado *in vitro*, de forma a avaliar a ação dos revestimentos edíveis, quitosano 0.8% e *Aloe vera* 0.25%, no controlo de fungos pós-colheita da uva de mesa, *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp. (Figura 33), foi possível observar que tanto o *Aloe vera* como o quitosano possuem ação retardativa no aparecimento e desenvolvimento dos fungos.

Ao fim de 24 horas apenas era observável a presença do desenvolvimento dos fungos em estudo nas placas controlo, sendo que nas placas com *Aloe vera* e com quitosano o desenvolvimento dos fungos se encontra inibido, o que ao fim de 48 horas já não acontece.



Figura 33 – Observação à lupa Olympus SZ61 de *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp., respetivamente, com uma ampliação de 140X (Fotografia da autora).

Nas placas controle com inoculação de *Botrytis* spp., é observável, ao fim de 48 horas (Figura 34), o desenvolvimento do micélio, com a presença de hifas vegetativas. Nas placas com *Aloe vera* ainda não é observável o desenvolvimento de *Botrytis*, enquanto que nas placas com quitosano já é visível a presença do micélio do fungo, com a presença de hifas vegetativas em menor densidade que na situação controle. É de referir que ao fim de 48 horas ainda não é observável a produção de hifas reprodutivas.



Figura 34 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e *Aloe vera* no controlo do desenvolvimento de *Botrytis* spp. passado 48 horas (Fotografia da autora).

Relativamente ao *Penicillium* spp., observou-se ao fim de 48 horas (Figura 35) que nas placas controle a mancha criada pelo fungo é de pequeno diâmetro, no entanto já apresenta coloração muito azulada, indicando um desenvolvimento muito avançado do fungo com produção de esporos.

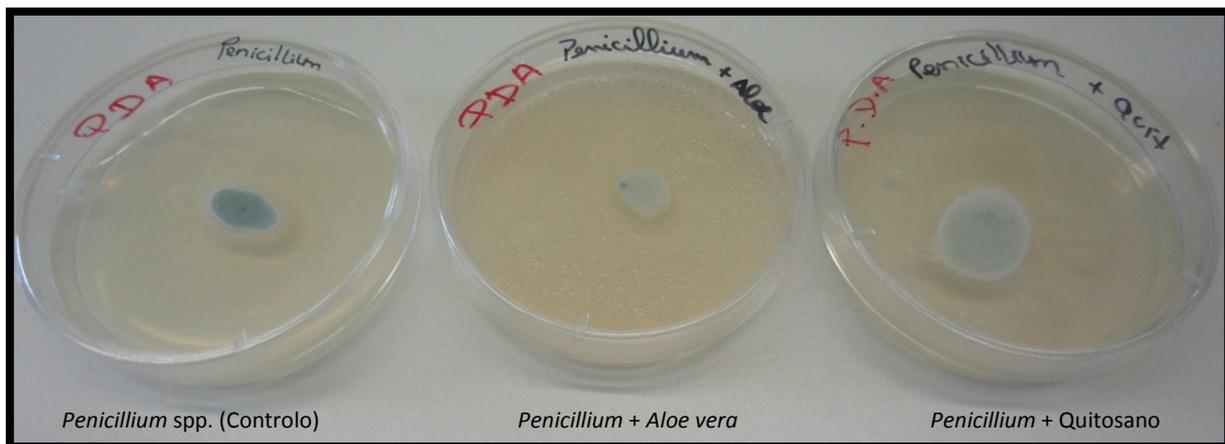


Figura 35 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e *Aloe vera* no controlo do desenvolvimento de *Penicillium* spp. passado 48 horas (Fotografia da autora).

A aplicação de *Aloe vera* em placas de Petri com *Penicillium* spp. inoculado demonstraram que este revestimento retarda o desenvolvimento do fungo, apesar de já ser visível o seu micélio. Quanto ao quitosano, ao fim de 48 horas é visível um crescimento inicial de esporos, identificados pelo início do aparecimento de mancha com coloração azul muito claro. Comparando o desenvolvimento do

fungo na presença de quitosano e de *Aloe vera* é possível afirmar que o quitosano tem menor ação no controlo do desenvolvimento do fungo, apresentando mancha de maior diâmetro, maior densidade (Figura 36) e início do desenvolvimento de esporos. Contudo é de referir que tanto o *Aloe vera* como o quitosano, nas concentrações e condições de teste consideradas têm eficácia no controlo do desenvolvimento de *Penicillium*.

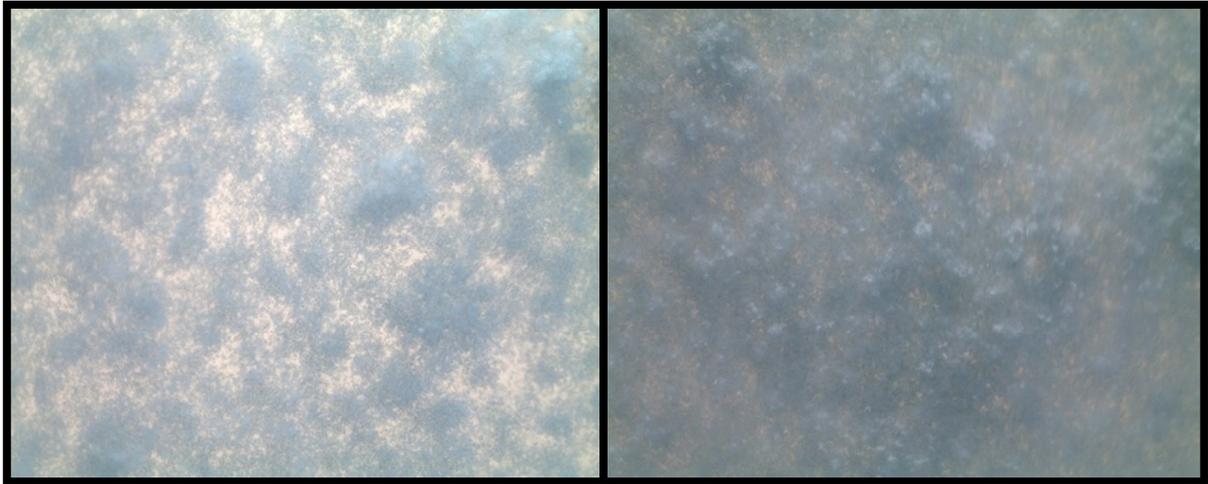


Figura 36 - Observação à lupa Olympus SZ61 de placas com inoculado de *Penicillium* e revestimento de *Aloe vera* e quitosano, respetivamente com uma ampliação de 300X; Verifica-se uma densidade de micélio inferior na placa com *Aloe vera* (Fotografia da autora).

Passados 30 dias voltaram-se a observar as placas em estudo, sendo visível que o *Aloe vera* teve efeito inibitório no desenvolvimento de ambos os fungos, sendo visível na figura 37 uma diferença muito grande entre as placas controlo e as placas com quitosano, que apresentam maior densidade de micélio e maior número de estruturas reprodutivas.

Em todas as preparações realizadas os resultados são os descritos, não havendo diferenças visíveis entre placas do mesmo tipo. É de referir que se utilizou uma elevada concentração de esporos de cada um dos fungos, o que poderá levar a que o atraso no desenvolvimento destes no presente estudo seja apenas de 24 horas.

Tanto o *Aloe vera* como o quitosano possuem nas concentrações e condições de teste consideradas, eficácia no controlo do desenvolvimento de ambos os fungos, apesar de o *Aloe vera* apresentar um efeito inibitório marcante, podendo estes dois tipos de revestimentos ser uma alternativa válida ao uso de fungicidas no controlo das perdas de pós-colheita. A realização de estudos deste tipo já se encontra referida para o quitosano (Romanazzi *et al.*, 2002, 2007; Camili *et al.*, 2007; Xu *et al.*, 2007; EL-Eleryan, 2015) e para o *Aloe vera* (Castillo *et al.*, 2010) por diversos autores, sendo os resultados idênticos aos apresentados neste trabalho.

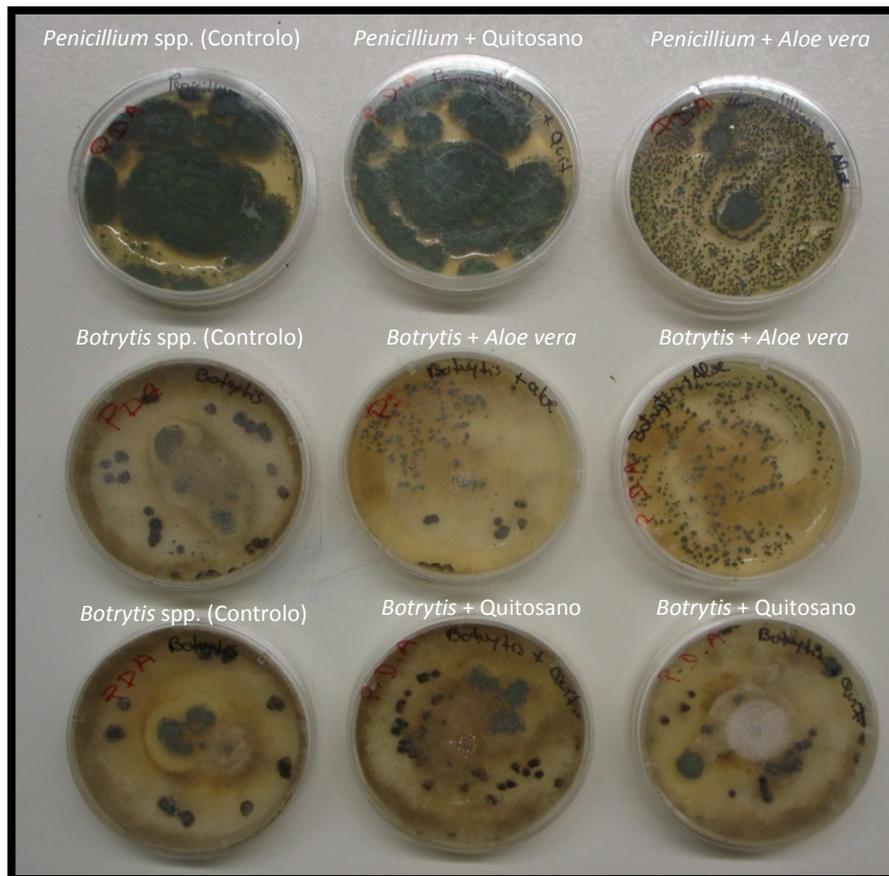


Figura 37 - Ação dos revestimentos edíveis à base de quitosano e *Aloe vera* no controle do desenvolvimento de *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp. passado 30 dias (Fotografia da autora).

CAPÍTULO V

*Conclusões e
estudos futuros*

V. CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

A uva de mesa, tal como outros frutos sofre numerosas alterações físico-químicas, bioquímicas e microbianas durante o período de conservação, induzindo o processo de maturação e a redução do período de vida útil.

O material colhido apresentava características de qualidade indicativas de acentuada maturação, como foi confirmado pela relação entre os açúcares analisados.

O comportamento das uvas com revestimentos edíveis, durante o período de pós-colheita de 35 dias não correspondeu ao habitualmente descrito. O metabolismo respiratório anómalo ou a presença de bactérias psicotróficas justificam uma ligeira diminuição do SST/AT ao longo do tempo de conservação.

O ensaio realizado *in vitro* de controlo de fungos demonstrou a eficácia dos revestimentos estudados no controlo do desenvolvimento de fungos como a *Botrytis* spp. e *Penicillium* spp.

O uso de revestimentos de quitosano melhorou a conservação das uvas, no que respeita a textura (firmeza e gradiente F/D) e à capacidade antioxidante.

A modalidade de quitosano com *Aloe vera* parece ter um bom efeito de revestimento dos bagos e retarda a proliferação dos fungos.

As formulações exclusivamente com *Aloe vera*, não desempenham o papel de revestimento pretendido devido às suas características físicas que não formam barreira sobre a película cerosa típica das uvas, uma vez que as concentrações em estudo são demasiado líquidas, de acordo com a avaliação reológica, atuando unicamente como desinfetante. Evidenciou-se a eficácia do *Aloe vera* na inibição da proliferação dos fungos aos 30 dias.

O uso de quitosano cria uma barreira protetora, semi-permeável a gases e ao vapor de água, permitindo o aumento da vida útil dos frutos. A aplicação deste tipo de revestimento por imersão apenas deve ocorrer para baixas concentrações (0.8 e 1.0%), uma vez que ao ser um fluido newtoniano, permitirá a formação de um filme homogéneo com boas características.

A modalidade composta unicamente por quitosano apresenta bom comportamento até aos 14 dias de conservação, sendo de referir que para conservações de curta duração esta é uma boa opção. No entanto, se se pretender conservações mais longas o uso de modalidades de quitosano com *A. vera* são as mais adequadas, uma vez que o *A. vera* apresenta efeito inibitório para o desenvolvimento de fungos.

As alterações observadas neste ensaio foram justificadas pelo tempo de conservação e pela interação deste com a modalidade, sendo evidente que esta interação obriga à escolha da modalidade tendo em conta o período de conservação que se tem como objetivo.

A aplicação dos revestimentos edíveis, independentemente da modalidade em estudo, não afetou a aparência das uvas, o que é relevante sob ponto de vista do consumidor.

Em estudos futuros dever-se-ão utilizar frutos do início e do meio da campanha comercial, pois as características dos frutos no final da campanha comercial já não são as ótimas para se poder efetuar a sua conservação, obtendo-se resultados como os apresentados, com reduzido número de dias de conservação. É ainda de referir que para o final da campanha ocorre um aumento da probabilidade de ocorrência de precipitação, o que leva à maior incidência de fungos nos frutos e à perda de qualidade. De forma a perceber o que acontece depois do período de conservação, dever-se-á em futuros trabalhos realizar ensaios de vida útil (temperatura de 20 °C durante um período de 4 dias).

A aplicação destes revestimentos por imersão necessita de diversos ajustes, a fim de ultrapassar as dificuldades de secagem uniforme, e a dificuldade de formação do filme no interior do cacho, para que assim seja eficaz no aumento da vida útil de uva de mesa.

Outra das análises que se poderá tornar relevante realizar será o estudo do comportamento do revestimento durante o período de secagem e de conservação, uma vez que a secagem do revestimento acontece por perda de água e conseqüente aumento da concentração do revestimento aplicado; isto poderá justificar os resultados obtidos para a perda de peso, em que a os frutos controlo apresentam valores inferiores aos frutos revestidos.

Outro aspeto a considerar, e dado a variabilidade dos resultados obtidos, uma vez que as uvas desta variedade são muito heterogéneas, é a utilização de um maior número de bagos por amostra.

Em trabalhos futuros deverá ser realizado um estudo da tensão superficial para os presentes revestimentos, com e sem a adição de surfatantes, de modo a perceber quais as alterações que ocorrem com a sua adição e o estudo do efeito da aplicação de A. vera individualmente. Dever-se-á ainda procurar determinar o ângulo de contato da superfície do fruto e relacionar com os resultados de tensão superficial obtidos.

Torna-se ainda necessário perceber o efeito dos revestimentos estudados no controlo de fungos pós-colheita de uva de mesa, testando a sua eficácia *in vitro* e *in vivo*.

CAPÍTULO VI

Referências

Bibliográficas

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 207–225. doi:10.1016/S0925-5214(98)00086-6
- Abbott, J.A., Bachman, G.S., Childers, R.F., Fitzgerald, J. V., Matusik, F.J., 1968. Sonic Techniques for Measuring Texture of Fruits and Vegetables. *Food Technol.* 22, 101 – 112.
- Abbott, J.A., Harker, F.R., 2002. Texture, in: Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M. (Eds.), *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks - A Draft Version of the Revision to USDA Agriculture Handbook Number 66*. USDA.
- Abdi, H., Williams, L.J., 2010. Principal component analysis. *WIREs Comput. Stat.* 2, 433–470. doi:10.1002/wics.101
- Alagappan, D.R., 2011. Influence of infections of mild isolates of different grapevine viruses on berry colour , texture , flavour and storage life of “Crimson Seedless” Table Grapes Diviya Rathinam Alagappan. Curtin University, School of science.
- Albertini, S., 2011. Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões minimamente processados. Universidade de São Paulo - Centro de Energia Nuclear na Agricultura.
- Ali, E.E.D., 2008. Effect of Horticultural Practices on improving productivity and fruit quality of “Crimson Seedless” grapes. Technische Universität München.
- ALOECORP, 2010. GRAS Status given to Qmatrix (r) [WWW Document]. URL <http://www.aloecorp.com/news-release/gras-status-given-qmatrix%C2%AE> (accessed 8.11.15).
- Alzamora, S.M., Violaz, P.E., Martinez, V.Y., Nieto, A.B., Salvatori, D., 2008. Exploring the linear viscoelastic properties structure relationship in processed fruit tissues, in: Gutierrez-López, G., Barbosa-Cánova, G., Welti-Chanes, J., Parada-Arias, E. (Eds.), *Food Engineering: Integrates Approaches*. Springer, pp. 155 – 181.
- Amaro, A.C., 2014. Respostas fisiológicas à aplicação de reguladores vegetais e nutrientes em videira “Crimson Seedless.” Tese para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura): Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho.”
- Aquino, J.S., Mascarenhas, R.J., Oliveira, E.S., Oliveira, F.J., Silva, P.E.B.A., 2010. Physico-chemical and sensorial evaluation of “Benitaka” grapes commercialized in the state of Piauí-Brazil. *Nutr. Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.* 35, 29–41.
- Arowora, K.A., Williams, J.O., Adetunji, C.O., Fawole, O.B., Afolayan, S.S., Olaleye, O.O., Adetunji, J.B., Ogundele, B.A., 2013. Effects of Aloe Vera Coatings on Quality Characteristics of Oranges Stored Under Cold Storage. *Greener J. Agric. Sci.* 3, 39–47.
- Athmaselvi, K.A., Sumitha, P., Revathy, B., 2013. Development of Aloe vera based edible coating for tomato. *Int. Agrophysics* 27, 369–375. doi:10.2478/intag-2013-0006
- Augusto, A.L., 2013. Desenvolvimento de revestimentos comestíveis para produtos de IV gama. Dissertação para obtenção do grau de mestre em biotecnologia dos recursos marinhos. Leiria:Escola Superior de Turismo e Tecnologia do mar - Instituto Politécnico de Leiria.
- Azeredo, H.M.C., 2012. Edible coatings, in: Rodrigues, S., Fernandes, F.A.N. (Eds.), *Advances in Fruit Processing Technologies*. CRC Press, pp. 345 – 360.
- Azeredo, H.M.C., de Britto, D., Assis, O.B.G., 2010. Chitosan Edible Films and Coatings – a Review, in: *Chitosan: Manufacture, Properties, and Usage*. pp. 179–194.
- Bai, J., Plotto, A., 2012. Coating for fresh fruits and vegetables, in: Baldwin, E.A., Hagenmaier, R., Bai,

- J. (Eds.), *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. CRC Press, pp. 185 – 226.
- Baiano, A., Terracone, C., 2011. Varietal Differences among the Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Seven Table Grape Cultivars Grown in the South of Italy Based on Chemometrics. *J. Agric. Food Chem.* 59, 9815–9826. doi:10.1021/jf203003c
- Baldwin, E.A., 2007. Surface Treatments and Edible Coatings in Food Preservation, in: Rahman, M.S. (Ed.), *Handbook of Food Preservation*. CRC Press, pp. 486 – 488.
- Balic, I., Ejsmentewicz, T., Sanhueza, D., Silva, C., Peredo, T., Olmedo, P., Barros, M., Verdonk, J.C., Paredes, R., Meneses, C., Prieto, H., Orellana, A., Defilippi, B.G., Campos-Vargas, R., 2014. Biochemical and physiological study of the firmness of table grape berries. *Postharvest Biol. Technol.* 93, 15–23. doi:10.1016/j.postharvbio.2014.02.001
- Baneh, H.D., 2013. Sulfite residue and post harvest decay and disorders control of grapevine (*Vitis vinifera*) cv Bidaneh sefid. *World Sci. J.* 1, 16 – 26.
- Barrera, E., Gil, J., Restrepo, A., Mosquera, K., Durango, D., 2015. A coating of chitosan and propolis extract for the postharvest treatment of papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiiiana). *Rev. Fac. Nac. Agron.* 68, 7667–7678. doi:10.15446/rfnam.v68n2.50982
- Bastos de Lima, M.G., 2012. *Análise Química e Física de Alimentos - Sebenta (Análise Física)*.
- Bhowmik, P.K., Dris, R., 2004. Enzymes and quality factors of fruits and vegetables, in: Dris, R., Jain, S.M. (Eds.), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops - Quality Handling and Evaluation (Volume 3)*. Kluwer Academic Publishes.
- Bourtoom, T., 2008. Review article - Edible films and coatings: characteristics and properties. *Int. Food Res. J.* 15, 237–248.
- Boyhan, G.E., Hurst, W.C., Kelley, W.T., Krewer, G.W., Taylor, K.C., 2009. *Postharvest Handling and Transportation of Fruits and Vegetables. Fact Sheet 100 - Univ. Georg.*
- Brishti, F., Misir, J., Sarker, A., 2013. Effect of Biopreservatives on Storage Life of Papaya (*Carica papaya* L.). *Int. J. Food Stud.* 2, 126–136. doi:10.7455/ijfs/2.1.2013.a10
- Bruhn, C., 2002. Consumer issues in quality and safety, in: Kader, A.A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California - Agriculture and Natural Resources, California, p. 31.
- Camili, E.C., Benato, E.A., Pascholati, S.F., Cia, P., 2007. Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva "Itália" contra *Botrytis cinerea*. *Summa Phytopathol.* 33, 215–221. doi:10.1590/S0100-54052007000300001
- Carneiro-da-Cunha, M.G., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Souza, M.P., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., 2009. Physical properties of edible coatings and films made with a polysaccharide from *Anacardium occidentale* L. *J. Food Eng.* 95, 379–385. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.05.020
- Casariago, A., Souza, B.W.S., Vicente, A.A., Teixeira, J.A., Cruz, L., Díaz, R., 2008. Chitosan coating surface properties as affected by plasticizer, surfactant and polymer concentrations in relation to the surface properties of tomato and carrot. *Food Hydrocoll.* 22, 1452–1459. doi:10.1016/j.foodhyd.2007.09.010
- Castillo, S., Navarro, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., Martínez-Romero, D., 2010. Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biol. Technol.* 57, 183–188. doi:10.1016/j.postharvbio.2010.04.006
- Castro, A.G., Covas, J.A., Diogo, A.C., 2001. *Reologia e suas aplicações industriais. Coleção Ciência e Técnica - Instituto Piaget, Lisboa.*

- Chandia, J.P.A., 2003. "Efectos de la fumigación con bromuro de metilo em dosis máxima sobre el pardeamiento, deshidratación y desgrane en uva de mesa (*Vitis vinifera* L.), cv. Princess obtenida de dos portainjertos diferentes (cv. Crimson y cv. Italia), V región, Chile. Escuela de Agronomía - Universidad del Mar.
- Chauhan, S., Gupta, K.C., Agrawal, M., 2014. Original Research Article Application of Biodegradable Aloe vera gel to control post harvest decay and longer the shelf life of Grapes. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 3, 632–642.
- Chen, R.H., Tsaih, M.L., 2000. Urea-induced conformational changes of chitosan molecules and the shift of break point of Mark-Houwink equation by increasing urea concentration. *J. Appl. Polym. Sci.* 75, 452–457. doi:10.1002/(SICI)1097-4628(20000118)75:3<452::AID-APP16>3.0.CO;2-J
- Chervin, C., Aked, J., Crisosto, C.H., 2012. Grapes, in: Rees, D., Farrell, G., Orchard, J. (Eds.), *Crop Post-Harvest: Science and Technology - Perishables*. Blackwell Publishing Ltd., pp. 187 – 211.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A.C.P., Tavares, R.M., Sousa, M.J., Agasse, A., Delrot, S., Gerós, H., 2007. Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Glob. Sci. Books* 1, 1 – 22.
- Correia, C.A.S., 2012. O sombreamento como técnica de monda de flores e bagos nas cultivares de uva de mesa "Sugraone" e "Crimson Seedless." Universidade Técnica de Lisboa.
- Creus, E.G., 2004. Compuestos fenólicos - Un análisis de sus beneficios para la salud. *Farm. y salud, Of. Farm.* 23, 80–84.
- Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G., 2003. Developing optimum controlled atmosphere conditions for "Redglobe" table grapes, in: *Proc. 8th Int. CA Conference. ISHS*, pp. 803–808.
- Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A., 2004. Uva de Mesa: Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. *Postharvest Technol. Res. Inf. Center, Univ. California, Davis* 1 – 2.
- Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., 2000. New table grape postharvest technologies. *Proc. 4th Int. Symp.*
- Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., 1986. Grape (Table), in: *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, Florist and Nursery*. United States Department of Agriculture - Agriculture Handbook Number 66 (revised).
- Crisosto, C.H., Smilanick, J.L., Dokoozlian, N., Luvisi, D.A., 1994. Maintaining Table Grape Post-Harvest Quality for Long Distant Markets. *Int. Symp. Table Grape Prod.* 195–199.
- Dami, I., Sabbatini, P., 2011. Crop Estimation of Grapes. *Fact Sheet - Agric. Nat. Resour.* The Ohio State University.
- Deloire, A., 2010. Berry development - An overview, in: *Wynboer Technical Yearbook*. pp. 104–119.
- Deng, Y., Wu, Y., Li, Y., 2005. Changes in firmness, cell wall composition and cell wall hydrolases of grapes stored in high oxygen atmospheres. *Food Res. Int.* 38, 769–776. doi:10.1016/j.foodres.2005.03.003
- Desbrieres, J., 2002. Viscosity of semiflexible chitosan solutions: Influence of concentration, temperature, and role of intermolecular interactions. *Biomacromolecules* 3, 342–349. doi:10.1021/bm010151+
- Dhanapal, A., Sasikala, P., Rajamani, L., Kavitha, V., Yazhini, G., Banu, M.S., 2012. Edible films from Polysaccharides. *Food Sci. Qual. Manag.* 3, 9–18.
- Dias, J.P., 2006. Fases de Maturação da Uva.
- Dokoozlian, N., 2000. Grape berry growth and development, in: *Raisin Production Manual*. University of California - Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, pp. 30–37.

- Dokoozlian, N., Luvisi, D., Moriyama, M., Schrader, P., 1995. Cultural practices improve color , size of "Crimson Seedless." Calif. Agric. 49, 36 – 40.
- Dokoozlian, N., Peacock, B., Luvisi, D., Vasquez, S., 1989. Cultural Practices for Crimson Seedless Table Grapes. Coop. Ext. Work Agric. home Econ. - Univ. Calif. 5200.
- Donoso, A., Latorre, B.A., 2006. Caracterización del moho azul causado por *Penicillium* spp. en uva de mesa almacenada en frío. Cienc. e Investig. Agrar. 33, 143–155.
- Ejsmentewicz, T., Balic, I., Sanhueza, D., Barria, R., Meneses, C., Orellana, A., Prieto, H., Defilippi, B.G., Campos-Vargas, R., 2015. Comparative study of two table grape varieties with contrasting texture during cold storage. *Molecules* 20, 3667–80. doi:10.3390/molecules20033667
- EL-Eleryan, E.E., 2015. Effect of Chitosan and Green Tea on the Quality of Washington Navel Orange During Cold Storage. *Am. J. Plant Physiol.* 10, 43–54. doi:10.3923/ajpp.2015.43.54
- El-hefian, E.A., Elgannoudi, E.S., Mainal, A., Yahaya, A.H., 2010. Characterization of chitosan in acetic acid: Rheological and thermal studies. *Turkish J. Chem.* 34, 47–56. doi:10.3906/kim-0901-38
- El-hefian, E.A., Yahaya, A.H., 2010. Rheological study of chitosan and its blends: An overview. *J. Sci. Technol.* 4, 210–220.
- Embuscado, M.E., Huber, K.C., 2009. *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Springer. ed. Springer New York, New York, NY. doi:10.1007/978-0-387-92824-1
- Etchebarne, F., Ojeda, H., Deloire, A., 2009. Influence of water status on mineral composition of berries in "Grenache Noir" (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 48, 63–68.
- Fahmi, A.I., Nagaty, M.A., El-Shehawi, A.M., 2012. Fruit quality of Taif grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *J. Am. Sci.* 8, 590–599.
- Falguera, V., Quintero, J.P., Jiménez, A., Muñoz, J.A., Ibarz, A., 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends Food Sci. Technol.* 22, 292–303. doi:10.1016/j.tifs.2011.02.004
- Farahi, M.H., 2015. The Impact of Aloe vera Gel as Postharvest Treatment on the Quality and Shelf Life of Table Grape cv . ' Askari '. *Agrivultural Commun.* 3, 30–36.
- Feliziani, E., Romanazzi, G., Smilanick, J.L., 2014. Application of low concentrations of ozone during the cold storage of table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 93, 38–48. doi:10.1016/j.postharvbio.2014.02.006
- Fonseca, J.P., 2012. Revestimentos comestíveis à base de quitosano e cera de abelha: aplicação na conservação da uva de mesa. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Alimentar. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
- Francisco, R.B., 2011. Biochemistry of Grape Berries : Post-genomics approaches to uncover the effects of water deficits on ripening. Dissertation presented to obtain the Ph.D degree in Biochemistry, Plant Physiology: Instituto de Tecnologia Química e Biológica - Universidade Nova de Lisboa.
- Franck, A., 2004. Understanding rheology of structured fluids, *Book of TA instruments*.
- Gabler, F.M., Smilanick, J.L., Mansour, M.F., Karaca, H., 2010. Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 55, 85–90. doi:10.1016/j.postharvbio.2009.09.004
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M., s.d. Measurement of Soluble Solids Content.
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P., Crisosto, G.M., s.d. Measurement of pH and Titratable Acidity. Davis.

- Garrido, J., Borges, F., 2013. Wine and grape polyphenols — A chemical perspective. *Food Res. Int.* 54, 1844–1858. doi:10.1016/j.foodres.2013.08.002
- Goulao, L.F., Santos, J., de Sousa, I., Oliveira, C.M., 2006. Patterns of enzymatic activity of cell wall-modifying enzymes during growth and ripening of apples. *Postharvest Biol. Technol.* 43, 307–318. doi:10.1016/j.postharvbio.2006.10.002
- GPP, 2012. Ficha de Internacionalização - Uva de Mesa.
- Guillén, F., Zapata, P.J., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D., 2007. Improvement of the Overall Quality of Table Grapes Stored under Modified Atmosphere Packaging in Combination with Natural Antimicrobial Compounds. *J. Food Sci. Sens. Nutr. Qual. Food* 72, S185–S190. doi:10.1111/j.1750-3841.2007.00305.x
- Guleria, S.P.S., 2000. Quality assurance for fruits, vegetables and their products, in: Verma, L.R., Joshi, V.K. (Eds.), *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables - Handling, Processing, Fermentation and Waste Management*. Indus Publishing Company, New Delhi, India, pp. 201 – 234.
- Hwang, J.K., Shin, H.H., 2000. Rheological properties of chitosan solutions. *Korea-Australia Rheol. Journal* 12, 175–179.
- INE, 2015. Estatísticas Agrícolas 2014. INE - Instituto Nacional de Estatística, I. P.
- ISO 4121, 2003. Sensory analysis - Guidelines for the use of quantitative response scales.
- Jayasena, V., Cameron, I., 2008. °Brix/Acid ratio as a predictor of consumer acceptability of crimson seedless table grapes. *J. Food Qual.* 31, 736–750. doi:10.1111/j.1745-4557.2008.00231.x
- Julião, M.R.A., 2013. Avaliação do Potencial da *Salicornia ramosissima* para saladas frescas ou em pó (SAL VERDE). Universidade do Algarve - Dissertação de mestrado em Tecnologia dos Alimentos.
- Junior, J.A.L., Coimbra, J.S., Oliveira, E.B., Martins, M.A., Oliveira, M.J., Alvarenga, E.S., 2011. Avaliação reológica de soluções aquosas de quitosana contendo diferentes concentrações de ácido cítrico. *Hig. Aliment.* 25, 429–431.
- Kader, A.A., 2002. Postharvest Biology and Technology: An overview, in: Kader, A.A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California - Agriculture and Natural Resources, California, pp. 39 – 47.
- Kántor, A., Kacániová, M., 2015. Diversity of Bacteria and Yeasts on the Surface of Table Grapes. *Anim. Sci. Biotechnol.* 48, 149–155.
- Karaca, H., Walse, S.S., Smilanick, J.L., 2012. Effect of continuous 0.3µL/L gaseous ozone exposure on fungicide residues on table grape berries. *Postharvest Biol. Technol.* 64, 154–159. doi:10.1016/j.postharvbio.2011.07.004
- Kaviani, M., Shariati, M.A., Joshevska, E., Tomovska, J., Vanaei, M., 2015. Effects of Chitosan and Aloe Vera Gel Coating on Quality Characters of Pistachio. *J. Nutr. Heal. Food Eng.* 2, 1 – 4. doi:10.15406/jnhfe.2015.02.00042
- Kennedy, J., 2002. Understanding grape berry development [WWW Document]. *Prat. Winer. Vineyard J.* URL <http://www.practicalwinery.com/julyaugust02/julaug02p14.htm> (accessed 5.17.15).
- Klaasen, J.A., Merwe, J. a van der, Vries, F.A., Calitz, F.J., 2006. Long-Term Storage Quality of Table Grapes as Influenced by Pre-Harvest Yeast Applications and Post-Harvest Use of Controlled Atmosphere. *South African J. Enol. Vitic.* 27, 187–195.
- Lachman, L., Lieberman, H.A., Kanig, J.L., 2001. Teoria e prática na Indústria Farmacêutica. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

- Lunet, N., Severo, M., Barros, H., 2006. Desvio Padrão ou Erro Padrão. *ArquiMed - Arq. Med.* 20, 55–59.
- Lutz, M., Jorquera, K., Cancino, B., Ruby, R., Henriquez, C., 2011. Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. *J. Food Sci.* 76, C1088–93. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02298.x
- Luvielmo, M., Lamas, S., 2012. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estud. Tecnológicos em Eng.* 8, 8–15. doi:10.4013/ete.2012.81.02
- Martínez-Romero, D., Albuquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biol. Technol.* 39, 93–100. doi:10.1016/j.postharvbio.2005.09.006
- Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2003. Modified Atmosphere Packaging Maintains Quality of Table Grapes. *J. Food Sci. Sens. Nutr. Qual. Food* 68, 1838 – 1843.
- Micharet, B.V., 2012. Estudio de atributos de calidad de Ciruela japonesa (*Prunus salicina* Lindl.) producida en Extremadura. Caracterización y aplicación de tecnologías postcosecha. Universidad de Extremadura - Dpto. de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra.
- Miguel, M.G., 2007. Plantas aromáticas e medicinais como antioxidantes naturais: Métodos de análise, in: *Potencialidade E Aplicações Das Plantas Aromáticas E Medicinais - Curso Teórico-Prático*. Edição Centro de Biotecnologia Vegetal - Faculdade de Ciências da universidade de Lisboa, Portugal, pp. 106–136.
- Montenegro, C.B., Lapa, R., Lopes, D., Ramos, I., 2012. Determinação da concentração micelar crítica (CMC) de um surfactante e do excesso de concentração na interface, em função da concentração. *Sebenta física Apl. - Mestr. Integr. em Ciências Farm. Univ. do Porto*.
- Montero-Calderon, M., Cerdas-Araya, M. del M., 2010. Fruits and vegetables for the fresh-cut processing industry, in: *Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. (Eds.), Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. CRC Press, pp. 192 – 193.
- Ngcobo, M.E.K., 2013. Resistance to Airflow and Moisture Loss of Table Grapes Inside Multi- scale Packaging. Faculty of AgriSciences at Stellenbosch University.
- Ngcobo, M.E.K., Delele, M.A., Pathare, P.B., Chen, L., Opara, U.L., Meyer, C.J., 2012. Moisture loss characteristics of fresh table grapes packed in different film liners during cold storage. *Biosyst. Eng.* 113, 363–370. doi:10.1016/j.biosystemseng.2012.09.011
- Nigro, F., Ippolito, A., Lima, G., 1998. Use of UV-C to reduce Botrytis storage rot of table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 13, 171 – 181.
- Nóbrega, H.P.V., 2013. Utilização de redes de ensombramento para monda de bagos em uva de mesa. Universidade de Lisboa.
- Nunan, K.J., Sims, I.M., Bacic, A., Robinson, S.P., Fincher, G.B., Science, P., Campus, W., Osmond, G., Crc, C., Grove, H., 1998. Changes in Cell Wall Composition during Ripening of Grape Berries. *Plant Physiol.* 783–792.
- OIV, 2013. Vine and wine outlook 2008-2009.
- OMAIAA, 2011. A comercialização da uva de mesa em Portugal [WWW Document]. Obs. dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares. URL http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=109 (accessed 5.23.15).
- Ortiz, C.M., Vicente, A.R., Mauri, A.N., 2014. Combined use of physical treatments and edible coatings in fresh produce : moving beyond. *Stewart Postharvest Rev.* 3, 1–6.
- Paul, W., Deepa, R., Anilkumar, T.V., Sharma, C.P., 2014. Chitin and chitosan derivatives for wound-

- healing applications, in: Kim, S.-K. (Ed.), *Chitin and Chitosan Derivatives*. CRC Press, pp. 243 – 260.
- Pereira, G.J. dos R., 2010. *Reologia de Fluidos Complexos*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia de materiais - Universidade Nova de Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- Perera, C.O., 2007. *Minimal Processing of Fruits and Vegetables*, in: Rahman, M.S. (Ed.), *Handbook of Food Preservation*. CRC Press, pp. 137 – 150.
- Pillai, C.K.S., Paul, W., Sharma, C.P., 2009. Chitin and chitosan polymers: Chemistry, solubility and fiber formation. *Prog. Polym. Sci.* 34, 641–678. doi:10.1016/j.progpolymsci.2009.04.001
- Pinheiro, A.C., Cerqueira, M.A., Souza, B.W.S., Martins, J.T., Teixeira, J.A., Vicente, A.A., 2010. Utilização de revestimentos/filmes edíveis para aplicações alimentares. *Bol. Biotecnol.* 18 – 28.
- Pintado, C.M., 2012. *Utilización de atmósferas modificadas en el almacenamiento frigorífico de uva de mesa*. Tesis Doctoral: Dpto. Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la tierra - Universidad de Extremadura.
- Pires, A.P.M., 2010. *Composição química e actividade antioxidante de folhas de diferentes castas de videira*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em qualidade e segurança alimentar: Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Bragança.
- Pomeranz, Y., Meloan, C.E., 1994. *Food analysis: Theory and practice*. Aspen Publisher, Nova Iorque.
- Qun, G., Ajun, W., 2006. Effects of molecular weight, degree of acetylation and ionic strength on surface tension of chitosan in dilute solution. *Carbohydr. Polym.* 64, 29–36. doi:10.1016/j.carbpol.2005.10.026
- Ramming, D., Tarailo, R., 1995. “Crimson Seedless”: A New Late-maturing , Red Seedless Grape 30, 1473–1474.
- Rato, A.E., Agulheiro-Santos, A.C., Barroso, J.M., Riquelme, F., 2008. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 118, 218 – 222.
- Rees, D., 2012. Introduction, in: Rees, D., Farrell, G., Orchard, J. (Eds.), *Crop Post-Harvest: Science and Technology - Perishables*. Blackwell Publishing Ltd., pp. 1 – 3.
- Renouf, V., Strehaiano, P., Lonvaud-Funel, A., 2007. Yeast and bacteria analysis of grape, wine and cellar equipments by PCR-DGGE. *J. Int. des Sci. la Vigne du Vin* 41, 51–61.
- Reynier, A., 2004. *Manual de Viticultura*, 3ª Edição. ed. Publicações Europa-América - Coleções Euro-Agro, Mem Martins.
- Ricardo-Rodrigues, S., Laranjo, M., Martins, P., Rato, A.E., Shahidian, S., Vaz, M., Coelho, R., Valverde, P., Vieira, F., Agulheiro-Santos, A.C., 2016. Efeito do quitosano e ácido acético na conservação de uva de mesa. *Rev. Ciências Agrárias - Artig.* submetido para avaliação.
- Ricardo-Rodrigues, S., Martins, P., Agostinho, J., Rato, A.E., Shahidian, S., Vieira, F., Vaz, M., Coelho, R., Agulheiro-Santos, A.C., 2014. Quality evaluation of seedless table grapes “Crimson” from two different vineyards. XI Simposio Nacional y VIII Ibérico sobre maduración y postcosecha - POST’14, 21-23 outubro 2014, Valência, Espanha.
- Ricardo-Rodrigues, S., Martins, P., Rato, A.E., Shahidian, S., Vaz, M., Coelho, R., Valverde, P., Agulheiro-Santos, A.C., 2015. Effects of chitosan and Aloe vera gel edible coatings on quality of seedless table grapes “Crimson.” VIII Congreso CYTA/CESIA, 7-10 abril 2015, Badajoz, Espanha.
- Romanazzi, G., Karabulut, O.A., Smilanick, J.L., 2007. Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 45, 134–140. doi:10.1016/j.postharvbio.2007.01.004
- Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Di Venere, D., Salerno, M., 2002. Effects of Pre- and

- Postharvest Chitosan Treatments to Control Storage Grey Mold of Table Grapes. *J. Food Sci. Food Microbiol. Saf.* 67.
- Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Salerno, M., 2001. Effect of short hypobaric treatment on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. *Postharvest Biol. Technol.* 22, 1 – 6.
- Sadler, G.D., Murphy, P.A., 2010. pH and Titratable Acidity, in: Nielsen, S.S. (Ed.), *Food Analysis*. Springer, pp. 219–238.
- Salgado, A.C.G.B., 2008. Desenvolvimento galénico de um gel para o tratamento de dermatites no couro cabeludo. Universidade de Lisboa - Departamento de Tecnologia Farmacêutica.
- Santana, A. I., 2012. Aplicação de revestimentos comestíveis à base de quitina desacetilada extraída de subprodutos da indústria de pescado em maçã Fuji de IV gama. Dissertação para obtenção do grau de mestre em gestão da qualidade e segurança alimentar, Leiria: Escola superior de turismo e tecnologia do mar - Instituto Politécnico de Leiria.
- Santos, C., 2011. Desenvolvimento de um novo produto : “ Fruta com iogurte ”. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa.
- Santos, C.N. de S., 2006. Propriedades de Filmes de Quitosano – Influência do grau de acetilação e da massa molecular do biopolímero. Universidade de Aveiro - Departamento de Química (Obtenção do grau de mestre em Química e Qualidade dos Alimentos).
- Santos, J.E., Soares, J.P., Dockal, E.R., Campana, S.P.F., Cavalheiro, É.T.G., 2003. Caracterização de quitosanas comerciais de diferentes origens. *Polímeros Ciência e Tecnol.* 13, 242–249. doi:10.1590/S0104-14282003000400009
- Segade, R., Giacosa, S., Palma, L., Novello, V., Torchio, F., Gerbi, V., Rolle, L., 2013. Effect of the cluster heterogeneity on mechanical properties, chromatic indices and chemical composition of Italia table grape berries (*Vitis vinifera* L.) sorted by flotation. *Int. J. Food Sci. Technol.* 48, 103–113. doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03164.x
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Zapata, P.J., Guillén, F., Valverde, J.M., Díaz-Mula, H.M., Castillo, S., Valero, D., 2015. Advances in Edible Coatings, in: Wills, R.B.H., Golding, J.B. (Eds.), *Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. CRC Press.
- Serrano, M., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D., 2006. Use of Aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes. *J. Agric. Food Chem.* 54, 3882–6. doi:10.1021/jf060168p
- Shahidi, F., Arachchi, J.K.V., Jeon, Y.J., 1999. Food applications of chitin and chitosans. *Trends Food Sci. Technol.* 10, 37–51. doi:10.1016/S0924-2244(99)00017-5
- Shahkoomahally, S., Ramezani, A., 2014. Effect of Natural Aloe Vera Gel Coating Combined with Calcium Chloride and Citric Acid Treatments on Ggrape (*Vitis vinifera* L . Cv . Askari) Quality during Storage. *Am. J. Food Sci. Technol.* 2, 1–5. doi:10.12691/ajfst-2-1-1
- Sharma, R.M., Singh, R.R., 2000. Harvesting, Postharvest Handling and Physiology of fruits and vegetables, in: Verma, L.R., Joshi, V.K. (Eds.), *Postharvest Technology of Fruits and Vegetables - Handling, Processing, Fermentation and Waste Management*. Indus Publishing Company, New Delhi, India, pp. 94 – 97.
- Shiri, M.A., Bakhshi, D., Ghasemnezhad, M., Dadi, M., Papachatzis, A., Kalorizou, H., 2013. Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi. *Turkish J. Agric. For.* 37, 148–156. doi:10.3906/tar-1101-1671
- Silva, É.R., 2010. Avaliação do potencial de revestimentos de quitosano e Aloe vera em morangos. Dissertação de mestrado para obtenção do grau de mestre em biotecnologia. Aveiro:

Departamento de Química - Universidade de Aveiro.

- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16, 144 – 158.
- Smilanick, J.L., Crisosto, C., Mlikota, F., 1999. Postharvest Use of Ozone on Fresh Fruit. *Perishables Handl. Q.* 10–14.
- Smilanick, J.L., Gabler, F.M., Margosan, D.A., 2012. Evaluation under Commercial Conditions of the Application of Continuous, Low Concentrations of Ozone during the Cold Storage of Table Grapes, in: Toivonen, P.M.A. (Ed.), *Proc. 4th International Conference. ISHS*, pp. 357–362.
- Smilanick, J.L., Harvey, J.M., Henson, D.J., Harris, C.M., Fouse, D.C., Assemi, M., 1990. Influence of sulfur dioxide fumigant dose on residues and Control of Postharvest Decay of Grapes. *Am. Phytopathol. Soc. - Plant Dis.* 74, 418 – 421.
- Sonnekus, N., 2015. Development and Change that Occurs in Table Grape Berry Composition During Growth. Stellenbosch University - Faculty of AgriSciences.
- Sousa, L.L. de, 2013. Aplicação dos óleos essenciais de *Rosmarinus officinalis* L. e *Origanum vulgare* L. no controle de fungos patógenos pós-colheita em *Vitis labrusca* L. (Uva Isabel). Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciência da Saúde (obtenção do título de Mestre em Ciências da Nutrição).
- Soutinho, S.M., 2012. Avaliação dos compostos fenólicos e da actividade antioxidante de frutos vermelhos produzidos em modo biológico. Instituto Politécnico de Viseu - Escola Superior Agrária de Viseu.
- Steffe, J.F., 1996. *Rheological methods in food process engineering*, 2nd ed. Freeman Press.
- Suput, D., Lazic, V., Popovic, S., Hromis, N., 2015. Edible films and coatings: Sources, properties and application. *Food Feed Res.* 42, 11–22. doi:10.5937/FFR1501011S
- Thompson, A.K., 2015. Specific recommendation for fruit - Grapes, in: *Fruit and Vegetables - Harvesting, Handling and Storage (Volume 1 - Introduction and Fruit)*. Wiley Blackwell, USA.
- USDA, 2015. National Nutrient Database for Standart Reference, Release 27 [WWW Document]. Grapes, red or green (European type, such as Thompson seedless), raw. NDB n° 09132. URL <http://goo.gl/4JCGDO> (accessed 6.16.15).
- Valero, D., Serrano, M., 2010. Changes in fruit quality attributes during handling, processing, and storage, in: *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. CRC Press, pp. 49 – 55.
- Valverde, J.M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., Serrano, M., 2005. Novel Edible Coating Based on Aloe vera Gel To Maintain Table Grape Quality and Safety. *J. Agric. Food Chem.* 53, 7807–7813.
- Vargas, A., Perez, J., Zoffoli, J.P., Perez, A., 2000. Evolución de la textura de bayas de uva del cv. Thompson Seedless. *Cienc. e Investig. Agrária* 27, 117 – 126.
- Veracruz, J.M.V., 2005. Nuevas Tecnologías no contaminantes para preservar la calidad de la uva de mesa durante su conservación post-recolección. Tesis Doctoral en tecnología agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández.
- Vicente, A.R., Manganaris, G.A., Sozzi, G.O., Crisosto, C.H., 2009. Nutritional quality of fruits and vegetables, in: Florkowsky, W.J., Shewfelt, R.L., Brueckner, B., Prussia, S.E. (Eds.), *Postharvest Handling: A Systems Approach*. Elsevier's Science & Technology, pp. 57 – 106.
- Walker, T., Morris, J.R., Threlfall, R.T., Main, G.L., Lamikanra, O., Leong, S., 2001. Density separation, storage, shelf life, and sensory evaluation of "Fry" muscadine. *HortScience* 36, 941 – 945.

- Xu, W.-T., Huang, K.-L., Guo, F., Qu, W., Yang, J.-J., Liang, Z.-H., Luo, Y.-B., 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biol. Technol.* 46, 86–94. doi:10.1016/j.postharvbio.2007.03.019
- Yuan, Y., Lee, T.R., 2013. Contact angle and wetting properties, in: Bracco, G., Holst, B. (Eds.), *Surface Science Techniques*. Springer, p. 663. doi:10.1007/978-3-642-34243-1
- Zhang, H., Li, R., Liu, W., 2011. Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: A review. *Int. J. Mol. Sci.* 12, 917–934. doi:10.3390/ijms12020917
- Zoffoli, J.P., Latorre, B.A., 2011. Table grape (*Vitis vinifera* L.), in: Yahia, E.M. (Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits - Volume 3: Cocona to Mango*. Woodhead Publishing Limited, New Delhi, India, pp. 179 – 207.

CAPÍTULO VII

Anexos

VII. ANEXOS

Anexo 1. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação na perda de peso dos cachos.

	Modalidade (Mod.)	Período de Conservação (PCons.)								F (p)		
		0	3	7	14	21	28	35	Global	Mod.	PCons.	Mod x PCons.
Perda de Peso (%)	CN	0.00±0.00 h	0.27±0.03 f-h	0.28±0.02 f-h	0.36±0.21 f-h	0.38±0.21 f-h	0.47±0.23 e-h	1.02±0.06 b-h	0.40±0.08 b	4.70 (0.001)	40.11 (< 0.001)	2.37 (0.001)
	CAva	0.00±0.00 h	0.43±0.06 f-h	0.19±0.05 gh	0.24±0.10 f-h	1.73±0.37 a-e	1.10±0.11 b-h	0.53±0.08 d-h	0.60±0.13 ab			
	CAvb	0.00±0.00 h	0.52±0.10 d-h	0.20±0.04 gh	0.48±0.14 d-h	1.91±0.36 ab	1.31±0.26 a-g	0.47±0.15 e-h	0.70±0.15 ab			
	CQAva	0.00±0.00 h	0.44±0.04 f-h	0.43±0.03 f-h	0.58±0.05 d-h	1.73±0.17 a-e	1.50±0.10 a-f	0.62±0.14 c-h	0.76±0.13 a			
	CQAvb	0.00±0.00 h	0.91±0.54 b-h	0.23±0.04 f-h	1.18±0.77 b-h	2.58±0.59 a	1.10±0.25 b-h	0.37±0.11 f-h	0.91±0.23 a			
	CQ	0.00±0.00 h	0.79±0.24 b-h	0.23±0.03 f-h	0.68±0.18 b-h	1.87±0.17 a-c	1.75±0.05 a-d	0.51±0.11 d-h	0.83±0.15 a			
	Global	0.00 0.00 c	0.56±0.10 d	0.26±0.02 cd	0.59±0.14 d	1.70±0.20 a	1.20±0.12 b	0.59±0.06 d				

Valor médio e erro-padrão (n = 3). Para cada parâmetro, letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0.05.

Anexo 2. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nas coordenadas da cor avaliadas.

COR	Modalidade (Mod.)	Período de Conservação (PCons.)								F (p)		
		0	3	7	14	21	28	35	Global	Mod.	PCons.	Mod. x PCons.
L*	CN	32.38±0.58 d-f	31.97±0.64 d-f	31.25±0.78 ef	37.90±1.00 a-c	36.93±0.90 a-d	33.96±0.97 a-f	35.42±1.22 a-f	34.26±0.40 ab	3.530 (0.004)	22.49 (<0.001)	2.12 (0.001)
	CAva	32.38±0.58 d-f	35.13±0.86 a-f	32.35±1.27 d-f	32.40±0.73 d-f	37.94±1.29 ab	37.90±0.99 a-c	39.12±0.89 a	35.32±0.45 a			
	CAvb	32.38±0.58 d-f	32.01±0.84 b-f	31.93±0.61 d-f	31.79±0.93 d-f	33.52±0.55 b-f	35.69±0.74 a-f	35.80±0.86 a-f	33.43±0.31 b			
	CQAva	32.38±0.58 d-f	32.90±1.63 b-f	32.92±1.06 b-f	32.65±0.77 c-f	35.32±1.51 a-f	34.92±0.93 a-f	34.56±0.98 a-f	33.67±0.43 b			
	CQAvb	32.38±0.58 d-f	34.42±0.78 a-f	31.05±1.08 ef	34.67±0.73 a-f	37.03±1.20 a-d	34.97±0.74 a-f	36.23±1.04 a-e	34.39±0.38 ab			
	CQ	32.38±0.58 d-f	33.33±1.03 b-f	30.71±0.95 f	32.35±1.01 d-f	37.94±1.10 ab	34.68±1.22 a-f	35.41±1.20 a-f	33.83±0.44 b			
	Global	32.38±0.23 bc	33.44±0.42 b	31.70±0.40 c	33.63±0.41 b	36.45±0.48 a	35.36±0.40 a	36.09±0.44 a				
a*	CN	6.32±0.65 a-d	4.84±0.84 cd	7.18±0.61 a-d	9.50±0.72 ab	8.93±0.82 a-c	8.31±0.58 a-d	5.74±0.77 a-d	0.989 (0.424)	5.842 (<0.001)	1.889 (0.003)	
	CAva	6.32±0.65 a-d	6.10±0.79 a-d	7.57±1.02 a-d	4.47±0.73 d	7.29±0.90 a-d	9.75±0.64 a	5.77±0.61 a-d				
	CAvb	6.32±0.65 a-d	6.46±0.96 a-d	7.98±1.02 a-d	6.87±0.65 a-d	6.82±0.86 a-d	6.32±0.68 a-d	5.95±0.72 a-d				
	CQAva	6.32±0.65 a-d	7.07±0.91 a-d	8.85±1.22 a-c	6.99±0.79 a-d	6.90±0.71 a-d	9.03±0.92 a-c	6.04±0.52 a-d				
	CQAvb	6.32±0.65 a-d	6.25±0.83 a-d	6.64±0.93 a-d	7.02±0.83 a-d	7.47±0.58 a-d	6.24±0.74 a-d	6.74±0.53 a-d				
	CQ	6.32±0.65 a-d	7.12±0.52 a-d	8.73±1.13 a-d	7.74±0.80 a-d	5.86±0.86 a-d	7.50±0.55 a-d	5.47±0.41 b-d				
	Global	6.32±0.26 b	6.30±0.34 b	7.83±0.41 a	7.10±0.34 ab	7.21±0.33 ab	7.86±0.31 a	5.95±0.24 b				
b*	CN	-0.29±0.40 cd	-0.90±0.48 d	-2.01±0.46 cd	3.52±0.96 a	1.62±0.64 a-d	1.67±0.49 a-d	0.30±0.64 b-d	0.82±0.26bc	5.699 (<0.001)	8.444 (<0.001)	2.673 (<0.001)
	CAva	-0.29±0.40 cd	-0.89±0.56 d	0.99±0.64 a-d	-0.20±0.73 cd	1.48±0.85 a-d	2.73±0.62 a-c	2.14±1.06 a-d	0.85±0.29 bc			
	CAvb	-0.29±0.40 cd	0.29±0.64 b-d	0.72±0.60 a-d	1.05±0.43 a-d	0.49±0.59 a-d	-0.48±0.36 cd	0.02±0.40 b-d	0.27±0.19 c			
	CQAva	-0.29±0.40 cd	1.41±0.57 a-d	3.19±0.94 ab	1.16±0.43 a-d	2.70±0.70 a-c	3.11±0.92 ab	1.42±0.34 a-d	1.81±0.27 a			
	CQAvb	-0.29±0.40 cd	0.88±0.37 a-d	1.40±0.50 a-d	0.92±0.60 a-d	0.53±0.49 a-d	0.76±0.37 a-d	1.53±0.33 a-d	0.82±0.17 bc			
	CQ	-0.29±0.40 cd	1.43±0.44 a-d	2.42±0.67 a-c	2.31±0.60 a-d	0.60±0.61 a-d	1.62±0.31 a-d	1.11±0.47 a-d	1.31±0.21 ab			
	Global	-0.29±0.16 c	0.37±0.23 bc	1.43±0.28 a	1.46±0.29 a	1.24±0.27 ab	1.57±0.25 a	1.09±0.25 ab				
C	CN	6.58±0.60 a-e	5.47±0.73 de	7.42±0.58 a-e	10.86±0.59 a	9.44±0.77 a-e	8.62±0.63 a-e	6.20±0.78 b-e	1.788 (0.113)	5.927 (<0.001)	2.143 (0.001)	
	CAva	6.58±0.60 a-e	6.58±0.75 a-e	7.90±0.58 a-e	5.27±0.72 e	8.18±0.84 a-e	10.35±0.68 ab	7.14±0.74 a-e				
	CAvb	6.58±0.60 a-e	6.96±0.92 a-e	8.22±1.09 a-e	7.07±0.70 a-e	7.14±0.89 a-e	6.55±0.62 a-e	6.19±0.69 b-e				
	CQAva	6.58±0.60 a-e	7.43±0.97 a-e	9.87±1.32 a-c	7.21±0.83 a-e	7.76±0.78 a-e	9.84±1.14 a-d	6.30±0.55 b-e				
	CQAvb	6.58±0.60 a-e	6.43±0.85 b-e	6.95±0.98 a-e	7.32±0.90 a-e	7.69±0.61 a-e	6.44±0.73 b-e	6.98±0.57 a-e				
	CQ	6.58±0.60 a-e	6.43±0.85 b-e	6.95±0.98 a-e	7.32±0.90 a-e	7.69±0.61 a-e	6.44±0.73 b-e	6.98±0.57 a-e				

h°	CQ	6.58±0.60 a-e	7.36±0.60 a-e	9.19±1.24 a-e	8.22±0.92 a-e	6.23±0.91 b-e	7.73±0.58 c-e	5.75±0.50 a-e				
	Global	6.58±0.24 b	6.70±0.33 b	8.26±0.44 a	7.66±0.36 ab	7.74±0.34 ab	8.26±0.34 a	6.43±0.26 b				
	CN	-6.97±5.07 a-d	-23.51±7.59 d	-5.31±4.19 a-d	18.27±5.88 a	7.55±5.10 a-c	9.62±3.00 a-c	-4.92±6.46 a-d	-0.75±2.37 bc			
	CAva	-6.97±5.07 a-d	-14.87±5.54 cd	0.50±4.21 a-d	-11.00±7.96 bd	6.88±7.13 a-c	15.18±3.51 ab	13.42±8.42 ab	0.44±2.53 bc			
	CAvb	-6.97±5.07 a-d	-6.77±6.82 a-d	0.98±3.38 a-d	4.90±3.23 a-c	-3.49±4.96 a-d	-9.99±4.77 bd	-6.55±5.07 a-d	-3.98±1.85 c			
	CQAva	-6.97±5.07 a-d	6.05±4.42 a-c	10.62±6.56 a-c	5.30±3.45 a-c	17.47±5.02 a	14.31±3.63 ab	11.84±2.89 a-c	8.37±1.83 a	5.925	7.442	2.758
	CQAvb	-6.97±5.07 a-d	2.42±4.06 a-d	5.93±4.36 a-c	1.95±4.04 a-d	1.11±3.67 a-d	0.62±4.92 a-d	11.94±2.07 a-c	2.42±1.60 a-c	(<0.001)	(<0.001)	(<0.001)
	CQ	-6.97±5.07 a-d	9.36±2.34 a-c	11.12±3.06 a-c	12.08±3.85 a-c	-3.41±5.55 a-d	10.83±2.07 a-c	9.09±3.31 a-c	6.01±1.57 ab			
	Global	-6.97±2.01 b	-4.55±2.48 b	3.97±1.87 a	5.25±2.21 a	4.35±2.25 a	6.76±1.77 a	5.60±2.24 a				

Valor médio e erro-padrão (n = 15). Para cada parâmetro, letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0.05.

Anexo 3. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos parâmetros texturais avaliados.

TEXTURA	Modalidade (Mod.)	Período de Conservação (PCons.)							F (p)		
		0	3	7	14	21	28	35	Mod.	PCons.	Mod x PCons.
Firmeza da Epiderme (N)	CN	4.06±0.17 a-d	4.19±0.29 ab	3.00±0.17 a-f	4.24±0.41 ab	3.52±0.31 a-f	2.82±0.31 b-f	2.22±0.15 f	1.491 (0.191)	23.654 (<0.001)	1.745 (0.009)
	CAva	4.06±0.17 a-d	3.87±0.32 a-e	3.61±0.32 a-f	3.32±0.21 a-f	3.51±0.32 a-f	3.32±0.44 a-f	2.62±0.30 ef			
	CAvb	4.06±0.17 a-d	4.06±0.20 a-d	3.39±0.26 a-f	3.40±0.29 a-f	3.14±0.32 a-f	2.91±0.15 a-f	2.63±0.19 b-f			
	CQAva	4.06±0.17 a-d	3.80±0.35 a-e	3.81±0.26 a-e	2.92±0.18 a-f	4.09±0.33 a-c	3.17±0.20 a-f	2.89±0.29 d-f			
	CQAvb	4.06±0.17 a-d	3.71±0.30 a-e	3.09±0.24 a-f	3.94±0.30 a-e	3.11±0.15 a-f	2.61±0.25 ef	2.73±0.14 c-f			
	CQ	4.06±0.17 a-d	4.06±0.24 a-c	4.14±0.28 a-c	4.33±0.23 a	3.21±0.34 a-f	3.24±0.30 a-f	2.54±0.19 ef			
	Global	4.06±0.07 a	3.95±0.12 ab	3.51±0.11 bc	3.69±0.12 a-c	3.43±0.12 ce	3.01±0.12 de	2.60±0.09 d			
Área (N . mm)	CN	5.93±0.35 a-d	5.46±0.45	3.63±0.29 bd	6.50±0.96 a	4.99±0.67 a-d	4.08±0.47 a-d	3.28±0.21 cd	1.856 (0.100)	16.127 (<0.001)	1.830 (0.005)
	CAva	5.93±0.35 a-d	6.05±0.72 ab	4.76±0.63 a-d	3.97±0.39 a-d	4.62±0.51 a-d	4.29±0.72 a-d	3.91±0.62 a-d			
	CAvb	5.93±0.35 a-d	6.03±0.36 ab	4.28±0.40 a-d	4.44±0.60 a-d	4.21±0.57 a-d	3.82±0.28 a-d	3.47±0.33 b-d			
	CQAva	5.93±0.35 a-d	4.79±0.55 a-d	5.39±0.42 a-d	4.14±0.35 a-d	5.85±0.59 a-d	4.09±0.46 a-d	3.84±0,60 a-d			
	CQAvb	5.93±0.35 a-d	4.34±0.41 a-d	3.58±0.38 b-d	5.40±0.50 a-d	4.20±0.28 a-d	3.23±0.50 d	3.35±0.26 b-d			
	CQ	5.93±0.35 a-d	5.57±0.50 a-d	5.94±0.67 a-c	5.72±0.43 a-d	3.98±0.47 a-d	4.15±0.55 a-d	3.71±0.39 b-d			
	Global	5.93±0.14 a	5.38±0.21 ab	4.60±0.21 bc	5.03±0.25 b	4.69±0.22 bc	3.95±0.21 cd	3.59±0.17 d			
Gradiente (N mm ⁻¹)	CN	1.52±0.10 a-d	1.60±0.12 ab	1.29±0.10 a-f	1.48±0.10 a-e	1.33±0.10 a-f	1.02±0.10 c-f	0.93±0.10 f	1.018 (0.406)	17.456 (<0.001)	1.623 (0.020)
	CAva	1.52±0.10 a-d	1.31±0.11 a-f	1.48±0.10 a-f	1.60±0.10 ab	1.38±0.10 a-f	1.36±0.11 a-f	0.98±0.10 d-f			
	CAvb	1.52±0.10 a-d	1.42±0.11 a-f	1.37±0.10 a-f	1.47±0.10 b-f	1.39±0.12 a-f	1.20±0.10 a-f	1.15±0.10 b-f			
	CQAva	1.52±0.10 a-d	1.58±0.16 ab	1.36±0.10 a-f	1.12±0.10 a-f	1.44±0.12 a-f	1.31±0.10 a-f	1.21±0.10 a-f			
	CQAvb	1.52±0.10 a-d	1.62±0.12 ab	1.40±0.10 a-f	1.58±0.14 ab	1.19±0.10 a-f	1.18±0.10 a-f	1.18±0.10 a-f			
	CQ	1.52±0.10 a-d	1.59±0.13 ab	1.53±0.10 a-c	1.71±0.10 a	1.35±0.15 a-f	1.32±0.10 a-f	0.97±0.10 ef			
	Global	1.52±0.04 ab	1.52±0.05 a	1.41±0.03 ab	1.49±0.04 ab	1.35±0.04 bd	1.23±0.04 cd	1.07±0.03 c			
Deformação (mm)	CN	2.73±0.15 ab	2.67±0.15 ab	2.37±0.13 ab	2.78±0.24 ab	2.69±0.25 ab	2.76±0.17 ab	2.54±0.13 ab	2.110 (0.062)	3.22 (0.004)	1.79 (0.007)
	CAva	2.73±0.15 ab	2.99±0.17 a	2.40±0.15 ab	2.05±0.10 b	2.49±0.10 ab	2.25±0.19 ab	2.69±0.15 ab			
	CAvb	2.73±0.15 ab	2.94±0.14 a	2.42±0.10 ab	2.32±0.16 ab	2.4±0.19 ab	2.44±0.11 ab	2.37±0.14 ab			
	CQAva	2.73±0.15 ab	2.49±0.17 ab	2.80±0.10 ab	2.65±0.15 ab	2.89±0.20 a	2.52±0.20 ab	2.35±0.16 ab			
	CQAvb	2.73±0.15 ab	2.25±0.10 ab	2.20±0.11 ab	2.56±0.12 ab	2.67±0.12 ab	2.27±0.16 ab	2.32±0.11 ab			

Firmeza da Polpa (N)	CQ	2.73±0.15 ab	2.67±0.16 ab	2.70±0.17 ab	2.52±0.10 ab	2.38±0.10 ab	2.39±0.14 ab	2.63±0.16 ab	0.980 (0.429)	7.885 (<0.001)	1.896 (0.003)
	Global	2.73±0.06 a	2.67±0.06 ab	2.48±0.06 ab	2.48±0.07 ab	2.59±0.07 ab	2.44±0.07 b	2.48±0.06 ab			
	CN	0.66±0.04 a	0.54±0.04 ab	0.58±0.05 ab	0.51±0.04 ab	0.47±0.02 ab	0.58±0.06 ab	0.43±0.04 ab			
	CAva	0.66±0.04 a	0.47±0.05 ab	0.64±0.04 ab	0.60±0.03 ab	0.61±0.04 ab	0.64±0.05 ab	0.49±0.04 ab			
	CAvb	0.66±0.04 a	0.55±0.05 ab	0.53±0.05 ab	0.60±0.03 ab	0.60±0.05 ab	0.52±0.03 ab	0.47±0.03 ab			
	CQAva	0.66±0.04 a	0.67±0.05 a	0.56±0.07 ab	0.41±0.03 b	0.55±0.05 ab	0.63±0.04 ab	0.53±0.04 ab			
	CQAvb	0.66±0.04 a	0.66±0.07 ab	0.61±0.04 ab	0.61±0.07 ab	0.54±0.04 ab	0.44±0.04 ab	0.53±0.03 ab			
	CQ	0.66±0.04 a	0.58±0.04 ab	0.57±0.04 ab	0.67±0.04 a	0.50±0.06 ab	0.59±0.05 ab	0.48±0.04 ab			
	Global	0.66±0.02 a	0.58±0.02 b	0.58±0.02 b	0.57±0.02 b	0.54±0.02 bc	0.57±0.02 b	0.49±0.02 c			
Desprendimento do Bago (N)	CN	4.06±0.41	4.55±0.47	3.27±0.40	3.34±0.29	3.53±0.15	5.09±0.41	5.67±0.47	0.523 (0.759)	12.966 (<0.001)	1.407 (0.075)
	CAva	4.06±0.41	3.84±0.42	3.75±0.45	2.77±0.28	4.52±0.46	5.85±0.63	5.33±0.50			
	CAvb	4.06±0.41	4.56±0.38	4.20±0.41	3.73±0.48	3.37±0.42	3.93±0.54	4.36±0.49			
	CQAva	4.06±0.41	4.42±0.64	3.73±0.41	3.61±0.35	2.76±0.29	5.58±0.52	4.67±0.56			
	CQAvb	4.06±0.41	4.92±0.35	4.24±0.28	3.77±0.31	3.12±0.39	4.88±0.64	4.62±0.37			
	Q	4.06±0.41	4.48±0.21	4.57±0.21	3.79±0.10	3.86±0.14	4.76±0.47	4.84±0.46			
	Global	4.06±0.16 bc	4.46±0.17 ab	3.96±0.15 bc	3.50±0.13 c	3.53±0.14 c	5.02±0.22 a	4.92±0.20 a			

Valor médio e erro-padrão (n = 15). Para cada parâmetro, letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0.05.

Anexo 4. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos parâmetros SST, AT, pH e SST/AT.

	Modalidade (Mod.)	Período de Conservação (PCons.)							F (p)		
		0	3	7	14	21	28	35	Mod.	PCons.	Mod x PCons.
SST (°Brix)	CN	22.93±0.30	22.07±0.25	22.51±0.18	21.75±0.25	19.71±0.68	21.15±0.30	21.83±0.46	0.47 (<0.001)	13.70 (0.799)	1.60 (0.023)
	CAva	22.93±0.30	22.88±0.28	22.06±0.26	21.66±0.24	19.80±0.64	20.97±0.25	21.79±0.61			
	CAvb	22.93±0.30	21.90±0.36	22.61±0.19	21.93±0.23	21.71±0.51	20.49±0.37	22.20±0.22			
	CQAva	22.93±0.30	21.99±0.41	22.11±0.36	21.40±1.35	21.79±0.31	19.92±1.29	21.53±0.22			
	CQAvb	22.93±0.30	22.31±0.27	20.89±1.31	22.51±0.37	20.20±0.48	21.89±0.36	21.68±0.30			
	CQ	22.93±0.30	22.09±0.43	21.95±0.17	21.39±0.13	21.25±0.28	21.25±0.28	20.26±0.70			
	Global	22.93±0.12 a	22.20±0.14 ab	22.02±0.24 b	21.77±0.24 bc	20.74±0.22 b-d	20.94±0.25 cd	21.55±0.19 d			
Acidez	CN	0.35	0.44	0.40	0.46	0.46	0.43	0.43			
	CAva	0.35	0.39	0.37	0.37	0.47	0.36	0.42			
	CAvb	0.35	0.39	0.39	0.39	0.47	0.32	0.40			
	CQAva	0.35	0.38	0.43	0.41	0.45	0.37	0.39			
	CQAvb	0.35	0.37	0.37	0.38	0.39	0.32	0.40			
	CQ	0.35	0.38	0.39	0.43	0.39	0.37	0.41			
	pH	CN	4.03	4.05	4.04	3.88	3.84	3.75	3.71		
CAva	4.03	4.03	4.01	3.91	3.9	3.81	3.79				
CAvb	4.03	4.80	3.97	3.94	3.93	3.85	3.71				
CQAva	4.03	4.12	4.00	3.99	3.99	3.81	3.70				
CQAvb	4.03	4.19	4.10	3.98	3.93	3.97	3.79				
CQ	4.03	4.07	4.02	3.95	4.00	3.83	3.79				
SST/AT	CN	64.93	50.24	55.63	47.24	43.08	48.89	50.33			
	CAva	64.93	58.40	59.86	59.32	42.07	58.35	52.05			
	CAvb	64.93	56.64	57.42	56.07	45.90	63.88	55.07			
	CQAva	64.93	58.58	51.57	52.61	48.45	54.19	55.42			
	CQAvb	64.93	59.99	57.17	58.54	51.42	68.01	53.93			
	CQ	64.93	58.11	55.83	49.67	54.26	56.74	49.89			

Valor médio e erro-padrão - SST (n = 15). Valor médio – Acidez, pH e SST/AT (n = 1). Para cada parâmetro, letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0.05.

Anexo 5. Efeito da aplicação de revestimentos edíveis e do período de conservação nos compostos fenólicos totais e na capacidade antioxidante.

	Modalidade (Mod.)	Período de Conservação (PCons.)				Global	F (p)		
		0	14	21	28		Mod.	P.Cons.	Mod. x PCons.
Fenólicos Totais	CN	101.06±2.05 b	117.60±3.37 a	100.84±1.32 b	99.55±2.02 bc	104.76±2.45 a	26.68 (<0.001)	38.38 (<0.001)	8.55 (<0.001)
	CAva	101.06±2.05 b	97.10±4.23 b-d	---	96.82±2.65 b-d	98.33±1.70 bc			
	CAvb	101.06±2.05 b	97.01±1.13 b-d	---	87.62±1.52 d	95.23±2.15 bc			
	CQAvb	101.06±2.05 b	119.09±1.29 a	93.85±0.13 b-d	93.37±2.48 b-d	101.84±3.23 ab			
	CQ	101.06±2.05 b	95.57±1.17 b-d	88.82±1.32 cd	91.69±1.08 b-d	94.28±1.52 bc			
	Global	101.06±0.78 b	105.27±3.02 a	94.50±1.82 c	93.81±1.34 c				
Capacidade Antioxidante	CN	100.25±4.74 f	107.11±6.41 f	181.70±2.80 cd	51.34±3.19 g	110.10±14.16 e	240.40 (<0.001)	848.06 (<0.001)	65.36 (<0.001)
	CAva	100.25±4.74 f	189.54±8.67 bc	---	103.81±1.85 f	131.20±14.84 d			
	CAvb	100.25±4.74 f	268.52±3.79 a	---	107.14±1.79 f	158.64±27.53 c			
	CQAvb	100.25±4.74 f	210.78±5.96 b	187.40±1.71 bc	157.95±1.66 de	164.09±12.55 b			
	CQ	100.25±4.74 f	275.55±2.48 a	194.20±11.17 bc	142.33±4.57 e	178.08±19.89 a			
	Global	100.25±1.04 d	210.29±16.50 a	187.76±3.82 b	112.51±9.92 c				

Valor médio e erro-padrão (n = 3). Para cada parâmetro, letras distintas indicam diferenças segundo o teste de Tukey HSD para um nível de significância de 0.05.

Anexo 6. Ficha de prova



Análise Sensorial de Uvas de Mesa
Ficha de Prova

Nome: _____

Data: ___/___/___

Amostra: _____

Avalie as amostras apresentadas de acordo com os seguintes parâmetros:

- **Características visuais**

- Homogeneidade da cor



- Desidratação do ráquis



- **Sabor**

- Ácido



- Doce



- A fruta (uva)



- **Textura:**

- Firmeza



- Avaliação Global



Observações: _____

Obrigado pela Colaboração!

Anexo 7. Artigo apresentado no XI Simposio Nacional y VIII Ibérico sobre maduración y postcosecha - POST'14 em Valência

Quality evaluation of seedless table grapes 'Crimson' from two different vineyards

S. Ricardo-Rodrigues¹, P. Martins¹, J. Agostinho¹, A.E. Rato¹, S. Shahidian¹, F. Vieira¹, M. Vaz¹, R. Coelho¹, A. C. Agulheiro-Santos¹

1. Universidade de Évora, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Escola de Ciências e Tecnologia – Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

Abstract

All the vegetal products lose quality after the harvest moment. Seedless table grapes is a commodity that allow good profits to producers and so they intent to storage them for a long period of time with easy and practical technologies. The subject of this study was the post-harvest behaviour of seedless table grapes variety Crimson, harvested from two different farms, and stored in cold conditions at 1°C and RH 95%, with application of a plastic film (©PPlus), often used for fruit preservation. Samples were analyzed during a period of 60 days, considering 3 repetitions for each sample, and evaluating the following parameters: weight of berry, weight loss during storage time, external color ($L^*a^*b^* C^* h^\circ$), fruit texture, soluble solids content (SSC), pH, titratable acidity (TA), total polyphenols and mineral analysis. For the analysis of the results an analysis of variance was performed and can be conclude that there are significant differences between table grapes obtained in the different farms. Considering the above referred quality parameters and also the fungus development the sixtieth day conservation seems to be the limit of time storage under these conditions.

Keywords: *Vitis vinifera* L.; Table grapes; Postharvest quality; Different vineyards.

INTRODUCTION

'Crimson' seedless table grape (*Vitis vinifera* L.), is a non-climateric fruit with low physiological activity at maturity stage. Being an highly perishable crop, it undergoes severe problems during post-harvest phase as weight loss, color deterioration, accelerated softening, berry shatter, rachis browning and fungal infection (Alagappan, 2011). The development of new table grapes cultivars with high value has stimulated market interest because of seedlessness and precocity. Fruit is considered an important part of human diet because of nutritional value such as minerals, organics acids and phenolic compounds.

So the aim of this study was to evaluate post-harvest behavior of 'Crimson' seedless table grapes, harvested from two vineyards locations and stored during 60 days at 1°C and 95% RH, with application of a plastic film (©PPlus).

MATERIAL AND METHODS

Table grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Crimson seedless were harvest on commercial maturity stage in two vineyards (Vale da Rosa and UVAL) in the region of Ferreira do Alentejo (Beja, Portugal). Agronomical practices and pre-harvest treatment performed in the two vineyards were identical, although soil and climate are very significantly different. At the Laboratory of Post-harvest Technology of the University of Évora berries with possible infections and wounds were eliminated. Eightenn clusters of each vineyard were considered and each individual cluster was placed in each plastic box previously identified and packed with a commercial plastic film ©PPlus. Were submitted to analysis samples of fruits of each

vineyard (10 berries for each repetition). Analysis was performed at 0, 15, 30, 45 and 60 days of storage.

Weight Loss. On harvest day and at the different days of storage individual package weight was recorded using a digital balance PB1502 for Mettler Toledo (Mettler Toledo AG, Greifensee, Switzerland), with a precision of 0,1 grams.

External Color. External color was determined using the CIELAB System (L^* a^* b^* coordinates color space) with a Minolta colorimeter model CR-400 (Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan). One measurement per fruit was made along the equatorial axis and values were expressed as L^* , C^* (*Chroma*) and H° (hue angle).

Firmness. This parameters were evaluated with a Texture Analyzer TA.HD.Plus (Stable micro Systems Ltd., Surrey, UK) using a 2 mm diameter cylindrical flat probe until a maximum deformation of 5 mm. Each test was performed in the equatorial region of berry.

Maturity index determination. Total soluble solids concentration (TSS) was determined in triplicate from the juice obtained from 10 berries for each cluster with a digital refractometer Atago PR-101 (ATAGO CO., LTD, Tokyo, Japan) at 20°C. The results were expressed in °Brix. Titratable acidity (TA) was measured in triplicate from the juice obtained from 10 berries, using a Crison Compact Titrator, with NaOH 0.1N, to pH 8.2 (ISO 750 – 1981), and results were expressed as tartaric acid percentage. The maturity index was expressed as the ratio TSS/TA.

Total Polyphenols. Total polyphenols were assayed using the Folin-Ciocalteu reagent, following Singleton's method slightly modified by Tousin *et al*, 2009.

Mineral Analysis. Samples were analyzed using atomic emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES-Activa M, Horiba Jobin Yvon).

Statistical Analysis. Data for the physical, chemical and mineral parameters were subjected to analysis of variance (ANOVA). Sources of variation were storage period and the different vineyard. Mean comparisons were performed using HSD Tukey's test to examine if differences between storage period and localization were significant at $p < 0,05$. All analyses were performed with STATISTICA software package v. 7.0.61.0 for windows.

RESULTS AND DISCUSSION

ANOVA results for the coordinated L^* are significant ($p < 0,05$) for both factors and their interaction, and considering F value location factor is that one that best explains the variation in the values of L^* (F local = 76.22; F storage. = 19.11; F interaction = 8.33). Grapes from VR are slightly lighter than UVAL grapes ($L^* = 33.25 \pm 3.41$ and $L^* = 30.28 \pm 3.40$, respectively). Fruits from VR kept the L^* value until day 45 ($L^* = 31.87 \pm 2.94$), increasing this value for 60 days of storage to a final value of $L^* = 34.88 \pm 4.29$. Regarding fruits from UVAL there was an unexpected decrease in values up to day 45 ($L^* = 33.97 \pm 2.67$ to $L^* = 27.60 \pm 2.90$) and increased to 60 days ($L^* = 31.46 \pm 2.19$). Thus, the fruits of UVAL quickly lose brightness, which leads to decreased commercial value (Figure 1). Fruits from VR exhibited over time L^* values more constant, unlike UVAL, which means that the grapes of UVAL have more heterogeneous appearance than VR grapes, which was visually confirmed each day of camera output.

In order to understand the texture of grapes many parameters were obtained and the gradient (F/D) was chosen. It is significant ($p < 0,05$) for the factor time of storage, and for interaction, and is the factor that best explains the differences observed during time (F storage = 19.73). During storage the value of the gradient decreases about 0.36 N/mm (Figure

2). This parameter is related to the elasticity of the skin of the fruit, demonstrating that conservation throughout the epidermis of the fruit will become increasingly elastic, losing its initial turgidity. On day 0 epidermis of grapes from UVAL exhibited a less elastic behavior what justifies more turgid berries than VR berries. Nevertheless, after 60 days of storage berries from the two different locations showed identical values gradient. Between locations there are no significant changes ($p > 0.05$) in the value of the gradient, indicating that their behavior is identical from one farm to another. Relating the gradient with weight loss (Figure 3) it is possible to say that UVAL berries have a lower water loss along the conservation because the structure of the epidermis of the berries of this exploration is thicker, allowing a smaller loss of water and leads to a greater resistance to penetration of the probe during texture evaluation, which is reflected in the gradient.

The TSS/TA ratio has values of 43.74 ± 6.65 for VR table grapes and 49.79 ± 5.30 and for UVAL berries (Figure 4). Considering this ratio can be said that grapes from VR are in less advanced state of ripening than the UVAL grapes. Values of VR have a lower ratio, because the acidity values are higher.

During the storage time was a tendency for accumulation of phenolic compounds in grapes from both farms, however grapes from VR expressed a higher value, what is a positive from the consumer point of view.

Results from the mineral analysis emphasize the values for manganese, calcium and potassium that indicate differences between both farms. Regarding the potassium and magnesium values are higher in the fruits from UVAL (177.3 mg /100 g and 8.81 mg /100g, respectively) than values from VR grapes (164.3 mg / 100 g and 7.98 mg / 100 g, respectively). These findings can justify the more turgid berries present by UVAL and also the higher TSS values observed on the very some grapes on day 0, without any storage. The difference on manganese values between the two vineyards requires explanation (0,385 mg/100g for UVAL and 0,061mg/100g for VR). Forthcoming studies concerning mineral analysis and characterization of fruits and their storage ability are absolutely necessary.

CONCLUSIONS

The behavior recorded in grapes exploitation UVAL for different parameters, is related to the existence of very heterogeneous clusters, which have led to observed oscillations. According to Valverde *et al.* (2005), bunches of grapes do not ripen on the plant at the same time, so each differs in the degree of berry ripening. This statement was confirmed during harvesting in UVAL, contrary to what was visually evaluated during harvesting in VR, where fruits were much more homogeneous. It is concluded that studied grapes from the two farms, UVAL and Vale da Rosa (VR), have very significant differences, being noticeable not only at harvest time (day 0), but also during storage time. Considering that consumers are very fond of constant quality of fruits, we conclude that the pointed homogeneity of berries and clusters from of VR, allow us to state that the ideal grapes for conservation are those from e exploration of VR, in order to make sure that the fruits are more similar to each other at harvest time and also during storage that can be led to 60 days on this condition of MA.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been partially financed by the PRODER Project (National Portuguese project), Medida 4.1/2013, nº 46190 (MORECRIMSON – “Técnicas de produção e

conservação de uvas sem grainha da variedade Crimson”). The authors thanks to ICAAM (Institute of Mediterranean Agrarian and Ambient Sciences), from University of Évora.

REFERENCES

Alagappan, D. R. (2011). Influence of infections of mild isolates of different grapevine viruses on berry colour, texture, flavour and storage life of 'Crimson seedless' table grapes. M.Phil. Curtin University, School of Science, Department of Environment and Agriculture.

Valverde, J. M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M., Valero, D. (2005). Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 7458-7464.

Tounsi, M. S., Ouerghemmi, I., Wannas, W. A., Ksouri, R., Zemni, H., Marzouk, B., Kchouk, M. E. (2009). Valorization of three varieties of grape. Industrial Crops and Products 30 292-296.

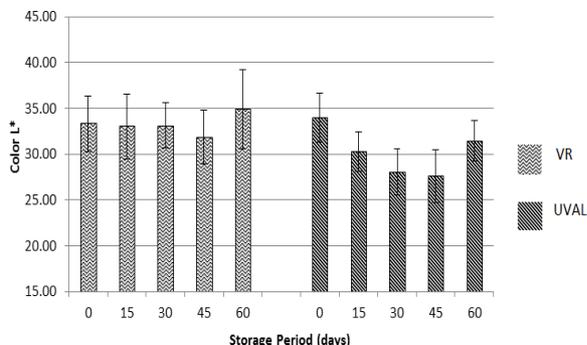


Figure 1 – External color (Coordinate L*);

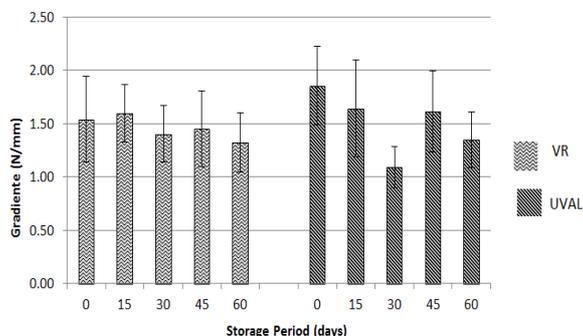


Figure 2 - Texture of grapes (Gradient, N/mm);

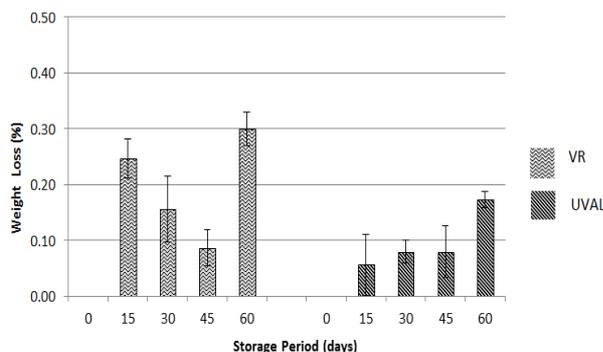


Figure 3 – Weight loss (%);

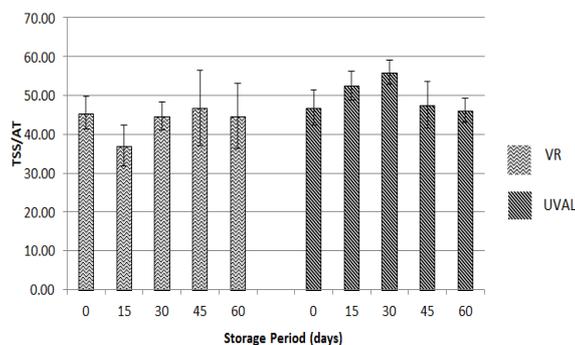


Figure 4 – Ratio TSS/AT (°Brix/ Titratable acidity);

Anexo 8. Artigo apresentado no VIII Congresso CYTA/CESIA em Badajoz

EFFECTS OF CHITOSAN AND *ALOE VERA* GEL EDIBLE COATINGS ON QUALITY OF SEEDLESS TABLE GRAPES ‘CRIMSON’

S. Ricardo-Rodrigues¹, P. Martins¹, A. E. Rato¹, S. Shahidian¹, M. Vaz¹, R. Coelho¹, P. Valverde¹ and A.C. Agulheiro-Santos¹

¹ University of Évora, School of Science and Technology. Institute of Mediterranean Agrarian and Ambient Sciences (ICAAM), Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal

Abstract – Edible coatings based on chitosan and Aloe vera gel has been used as postharvest treatment to maintain table grapes quality and safety. The subject of this study was the postharvest behavior of seedless table grapes variety ‘Crimson’ stored in cold conditions at 1°C and RH 95%, treated with 0,8% chitosan, 0,8% chitosan + 0,25% Aloe vera and control. Samples, with 3 repetitions for each sample, were analyzed during a period of 35 days, and evaluated the following parameters: weight loss, fruit texture, soluble solids content (SSC) and titratable acidity (TA). Analysis of variance considering “storage time” and “treatment applied” was performed and can be conclude that there are significant differences for both.

Keywords – Cold Storage, Postharvest quality, *Vitis vinifera* L.

I. INTRODUCTION

The use of edible coatings, with natural biomaterials is being explored as a safer alternative to extend shelf-life of perishable fruits, as table grapes. This kind of fruit undergoes severe problems during postharvest as weight loss, color deterioration, accelerated softening and destemmed grapes [1].

The aim of this work was the study of postharvest behavior of table grapes cv. ‘Crimson’ stored in cold conditions at 1°C and RH 95%, treated with 0,8% chitosan, 0,8% chitosan + 0,25% *Aloe vera* and control.

II. MATERIALS AND METHODS

Seedless table grapes cv. Crimson were harvested at ripe stage from a comercial vineyard in Ferreira do Alentejo region (Beja, Portugal). Analysis of samples (5 berries for each repetition) were performed at 0, 3, 7, 14, 21, 28 and 35 days of storage. The preparation and application of edible coatings was carried out in the Laboratory of Technology and Post-harvest of University of Évora in accordance with [2] and [3]. On harvest day and at the different days of storage individual package weight was recorded using a digital balance PB1502 for Mettler Toledo to obtain weight loss. Firmness was evaluated with a Texture Analyzer TA.HD.Plus using a 2 mm diameter cylindrical flat probe until a maximum deformation of 5 mm. Soluble solids content, expressed in °Brix, was determined for each berry with a digital refractometer Atago PR-101. Titratable acidity, expressed in tartaric acid percentage, was measured in triplicate from the juice obtained from 5 berries, using a Crison Compact Titrator. Maturity index was expressed as ratio SSC/AT.

III. RESULTS AND DISCUSSION

In view of the above referred quality parameters ‘Crimson’ table grapes storage is easily reachable until fourteenth days, registering negligible differences between treatments. Should be highlighted that for longer storage time the modality of 0,8% chitosan edible coating allow better maintenance of berry firmness, an important parameter for consumer evaluation.

IV. CONCLUSIONS

Although the use of chitosan coating has yielded good results in terms of firmness, the application of such coatings by immersion, is not the best method to increase the shel-life table grape, due to the non uniform drying, and the difficulty of the coating material reach properly the interior of the bunch.

ACKNOWLEDGMENT

This work has been partially financed by the PRODER Project (National Portuguese project), Medida 4.1/2013, nº 46190 (MORECRIMSON – “Técnicas de produção e conservação de uvas sem grainha da variedade Crimson”). The authors thanks to ICAAM (Institute of Mediterranean Agrarian and Ambient Sciences), from University of Évora.

REFERENCES

- [1] Marpudi, S. L. *et al.* (2013). RJPBCS. 4:878-887.
- [2] Fonseca, J. P. (2012). Revestimentos comestíveis à base de quitosano e cera de abelha: aplicação na conservação da uva de mesa. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
- [3] Silva, É. R. (2010). Avaliação do potencial de revestimentos de quitosano e Aloe vera em morangos. Aveiro: Departamento de Química - Universidade de Aveiro.

Anexo 9. Artigo publicado na revista de Ciências Agrárias

Efeito do quitosano e ácido acético na conservação de uva de mesa

Sara Ricardo-Rodrigues⁴, Marta Laranjo¹, Patrícia Martins⁴, Ana Elisa Rato^{1,4}, Shakib Shahidian^{1,3}, Margarida Vaz^{1,2}, Renato Coelho^{1,2}, Pedro Valverde³, Fabiana Vieira⁴ e Ana Cristina Agulheiro-Santos^{1,4*}

¹ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Instituto de Investigação e Formação Avançada (IIFA), Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal

² Departamento de Biologia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal

³ Departamento de Engenharia Rural, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal

⁴ Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Pólo da Mitra, Ap. 94, 7006-554 Évora, Portugal

*autor correspondente: acsantos@uevora.pt

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16021>

Recebido/received: 2016.02.12

Recebido em versão revista/received in revised form: 2016.04.17

Aceite/accepted: 2016.04.19

Resumo

Todos os frutos sofrem perdas de qualidade desde o momento da colheita até ao seu consumo. A utilização de quitosano como revestimento edível tem sido uma alternativa no tratamento pós-colheita de uva de mesa com bons resultados. Tendo em consideração que a preparação de revestimentos à base deste biopolímero é realizada em solução de ácido acético, pretendeu-se ainda avaliar se a aplicação do referido ácido terá alguma influência nas características físico-químicas da uva de mesa durante o período de conservação a 1 °C e HR de 95%.

Do presente estudo conclui-se que a modalidade de ácido acético apresentou pior comportamento que a modalidade controlo e que para além disso não se verificaram interferências negativas deste ácido na solução de quitosano. A conservação de uva de mesa foi facilmente conseguida até aos 14 dias de conservação em frio com a utilização do revestimento edível à base de quitosano na concentração de 0,8%.

Palavras-chave: pós-colheita, qualidade, vida útil, *Vitis vinifera* L.

Abstract

All fruits suffer quality loss from the time of harvest to their consumption. The use of chitosan as edible coating has been considered as an alternative postharvest treatment with good results in table grape. Considering that coatings based in this biopolymer are prepared in acetic acid solution, it was intended to assess whether the application of the acetic acid has an influence on the physicochemical characteristics of table grapes during their conservation period at 1° C and 95% RH.

From the present study, it is concluded that the acetic acid alone has a worse performance than the control mode. However, no negative interference of the acetic acid was found in the chitosan solution. The postharvest conservation of table grapes may be easily achieved even after 14 days of cold storage with the use of a chitosan-based edible coating at a concentration of 0.8 %.

Keywords: postharvest, quality, shelf-life, *Vitis vinifera* L.

Introdução

O aumento de consciencialização dos consumidores sobre aspetos alimentares e de saúde tem conduzido ao incremento do consumo de frutos frescos. Para dar resposta a esta crescente procura impõe-se a melhoria das técnicas de cultivo, bem como das tecnologias de conservação pós-colheita. Deste modo, e no sentido de permitir a manutenção dos frutos com boa qualidade nutricional e organolética durante um tempo mais alargado, têm vindo a ser desenvolvidos e postos em prática, nas últimas décadas, novos métodos, como os revestimentos edíveis, que permitem reduzir a degradação dos frutos durante o período pós-colheita (Silva, 2010). Os revestimentos edíveis criam uma barreira protetora, semipermeável aos gases e ao vapor de água, que permitem aumentar o tempo de conservação do produto, uma vez que melhoram as características organoléticas e estruturais e reduzem a proliferação microbiológica e as perdas de peso ao longo do tempo de distribuição e conservação. Além disso, diminuem os impactos negativos das embalagens sintéticas no ambiente.

A uva de mesa (Figura 1), desde a colheita até chegar ao consumidor final, sofre perdas de peso e de turgidez, desidratação da ráquis, modificações na cor da epiderme e aparecimento de fungos, o que justifica o interesse da utilização deste tipo de revestimento.

No presente estudo aplicaram-se revestimentos edíveis à base de quitosano, um polímero natural obtido da desacetilação da quitina, que é o maior constituinte do exosqueleto dos

crustáceos (Fonseca, 2012). Na preparação da solução do revestimento de quitosano, e como esta molécula no seu estado de polímero catiónico não é solúvel em água, é possível solubilizá-lo em soluções aquosas de ácidos orgânicos, como o ácido acético glacial e o ácido nítrico, os mais usados na preparação de soluções deste biopolímero (Nieto, 2009; Paul *et al.*, 2014; Serrano *et al.*, 2015).

A utilização de quitosano em uva de mesa já foi testada e encontra-se referida em diversos trabalhos (Romanazzi *et al.*, 2007; Fonseca, 2012; Shiri *et al.*, 2013; Oliveira *et al.*, 2014), nos quais a presente substância exhibe resultados satisfatórios no controlo de fungos e na manutenção da qualidade da uva de mesa, durante o período de conservação. A utilização do quitosano foi aprovada pela EPA como um biopesticida e pela FDA como um aditivo alimentar seguro (GRAS) de possível aplicação em alimentos desde que seja garantido o seu grau de pureza (Shahidi *et al.*, 1999; Zhang *et al.*, 2011).

Tendo em conta que a preparação das soluções de quitosano pode ser realizada em solução de ácido acético, pretendeu-se ainda avaliar se a aplicação desse ácido teria alguma influência nas características físico-químicas da uva de mesa durante o período de conservação. Os estudos realizados com a aplicação de ácido acético incidem principalmente sobre o controlo do desenvolvimento de fungo durante o período pós-colheita, sem referência ao seu efeito nos parâmetros de qualidade (Venditti *et al.*, 2008, 2012).

O objetivo do presente estudo foi a avaliação do efeito da aplicação de quitosano e de ácido acético na conservação da uva de mesa ‘Crimson Seedless’.

Material e métodos

A uva de mesa ‘Crimson’ é uma uva apirénica, avermelhada e de textura firme, sendo uma variedade tardia (Figura 1). Foi desenvolvida por Ramming e Tarailo na Califórnia, Estados Unidos da América e começou a ser cultivada em 1989 (Dokoozlian *et al.*, 1989). Esta variedade foi muito bem recebida pelo comércio e pelo consumidor, devido ao seu excelente paladar e boa vida útil (Dokoozlian *et al.*, 1993).

Os frutos foram colhidos no dia 23 de Outubro de 2013 na “Herdade Vale da Rosa” localizada em Ferreira do Alentejo, Portugal (38° 05' 23.80" N; 8° 04' 52.7 1" W), de acordo com o procedimento habitual na empresa (Figura 1).

Após a colheita, os frutos, depois de devidamente acondicionados, foram transportados para o Laboratório de Tecnologia e Pós-Colheita, ICAAM-Universidade de Évora, num período de tempo inferior a duas horas. Uma vez no laboratório, os cachos foram aleatoriamente

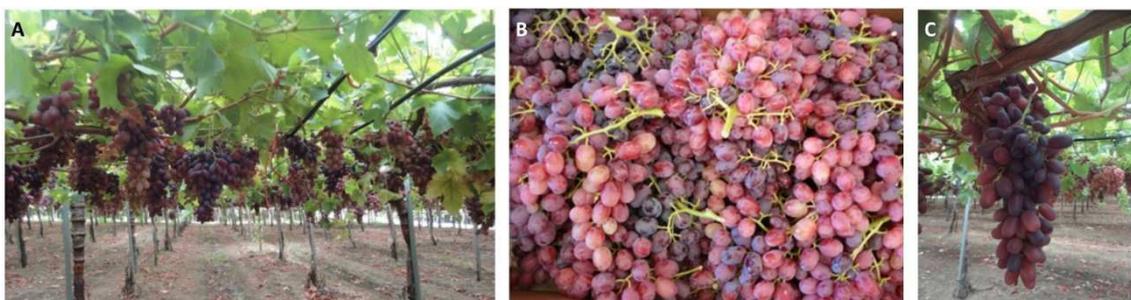


Figura 1 – Fotografias da exploração (A), das uvas colhidas (B) e de um cacho na planta (C).

preparados para cada um dos tratamentos, e eliminaram-se bagos anómalos ou com possíveis fungos e feridas na epiderme.

Foram estudadas três modalidades de conservação de uva de mesa 'Crimson Seedless': 1) sem qualquer revestimento, designada por *in natura* (CN); 2) modalidade com aplicação de uma solução de ácido acético (CC) na concentração de 0,5%; 3) modalidade com aplicação de uma solução de quitosano na concentração de 0,8% (CQ);

A solução de quitosano com grau de desacetilação > 85% (Sigma-Aldrich Co., Mo, USA, referência 448869-250G) a 0,8% (m/V) foi preparada em água acidificada com ácido acético glacial (Panreac, referência 131008.1611) a 0,5%, já que o polissacarídeo em estudo não é solúvel em água. Adicionou-se 0.15% (m/V) de tween 80 (Sigma-Aldrich Co., Mo, USA, referência P1754-1L) à solução de quitosano, relativamente ao volume total e à massa de quitosano. Colocou-se em agitação e ajustou-se o pH a 5.6 com solução de 1 N de NaOH.

A aplicação do quitosano e ácido acético foi realizada por imersão dos cachos de uva nas soluções anteriormente descritas, durante 5 minutos, tal como descrito por Martínez-Romero *et al.* (2006), Shahkoomahally e Ramezian (2014), Silva (2010) e Valverde *et al.* (2005). Para se proceder à secagem, os cachos foram colocados durante 2 horas em suportes de rede construídos para o efeito, com divisórias de forma a separar as amostras, que foram depois colocadas em caixas plásticas previamente identificadas. Os frutos foram armazenados em câmara de frio à temperatura de 1 ± 1 °C e humidade relativa de 95%. As saídas de câmara e respetivas análises dos frutos foram realizadas com regularidade semanal, durante um período de 21 dias sendo cada amostra constituída por 15 bagos (cada modalidade apresentada era constituída por 3 repetições à qual correspondiam 3 cachos, sendo considerados 5 bagos por cacho (2 da parte superior, 2 da parte intermédia e 1 da parte terminal).

No dia da colheita procedeu-se à pesagem de todos os cachos e nos dias de análise foram pesados os cachos retirados da câmara, utilizando uma balança digital PB1502 (Mettler Toledo AG, Greifensee, Suíça) de modo a obter a percentagem de perda de peso. A força de desprendimento do bago, expressa em Newton (N) foi avaliada através da utilização de um

Chatillon DFM 2 (AMETEK Test & Calibration Instruments, Florida, USA). A firmeza da epiderme foi determinada com um texturómetro TA.HD.Plus (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) a uma deformação de 5 mm com uma sonda cilíndrica de 2 mm de base plana (P2) e uma velocidade de 1mm/segundo. O conteúdo em sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi determinado, para cada bago, com um refratómetro digital Atago PR-101 (ATAGO CO., Ltd, Tóquio, Japão). A acidez titulável (AT), expressa em percentagem de ácido tartárico, foi avaliada, para o conjunto de bagos que constituem cada modalidade (15 bagos), utilizando um titulador automático Crison Compact Titrador – versão S (Crison Instruments, S.A., Barcelona, Espanha). O índice de maturação foi expresso como a relação entre SST/AT.

Os dados obtidos foram sujeitos a uma análise de variâncias (ANOVA), realizada com recurso ao *software* Statistica versão 8.0 (StatSoft, Inc., Dell, Tulsa, EUA), para um nível de significância de 0,05. As médias foram comparadas e as diferenças entre grupos identificadas com base no teste de Tukey da diferença honestamente significativa (HSD) ($P < 0.05$). Todos os resultados são apresentados como média \pm erro padrão da média, devido ao pequeno número que constitui cada amostra.

Resultados e Discussão

Ao longo do tempo de conservação, as modalidades CC e CQ apresentaram valores mais elevados da perda de peso do que a modalidade controlo (CN), tal como apresentado na Figura 2. A modalidade CC apresentou valores médios de perda de peso de $1,32 \pm 0,29\%$, a CQ de $0,71 \pm 0,18\%$ e a CN de $0,26 \pm 0,06\%$. Segundo Ngcobo *et al.* (2012), perdas de peso superiores a 5% são causadoras do aparecimento de bagos macios e enrugados, com a consequente diminuição do seu valor comercial; este valor não foi alcançado no presente ensaio, pois a perda de peso máxima que ocorreu foi de 3,17% (Figura 2). Os resultados obtidos não corresponderam ao comportamento expectável de diminuição da perda de peso com aplicação de revestimentos edíveis com quitosano em uva de mesa, já observados e expostos por vários autores (Romanazzi *et al.*, 2007; Fonseca, 2012; Shiri *et al.*, 2013), que referem a sua ação retardadora da perda de água em relação aos frutos sem revestimento. Contudo Fonseca (2012), também registou menores valores de perda de peso em amostras controlo que em amostras revestidas, o que poderia ser justificado pela sua aplicação não constituir espessura suficiente, para se verificar a capacidade de barreira ao vapor de água. O

mesmo autor aponta ainda outra possível justificação relacionada com a água absorvida pelo revestimento, cujo peso é considerado no controlo de pesagem ao longo do ensaio.

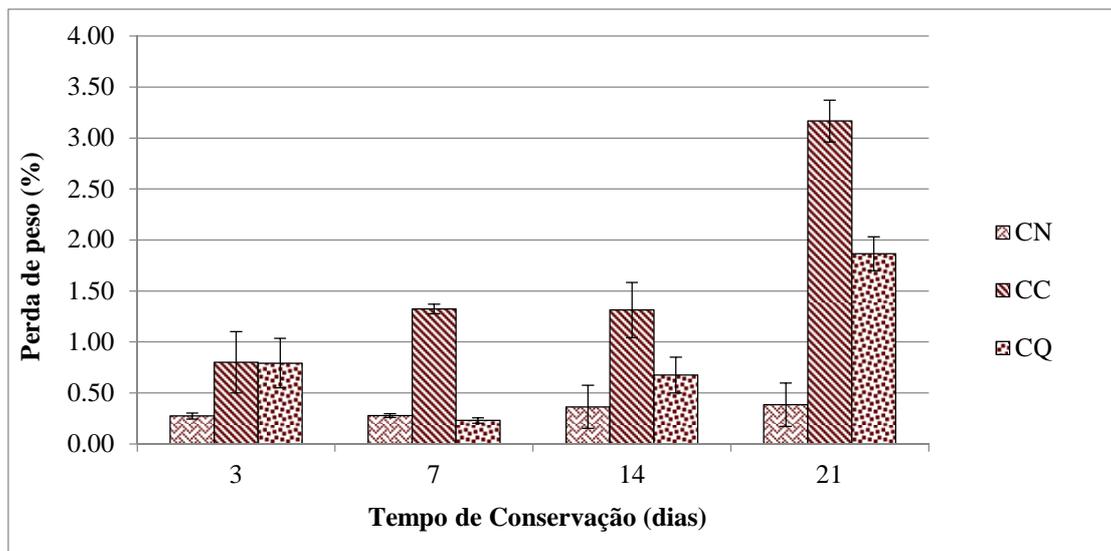


Figura 2 - Efeito dos tratamentos: controlo (CN), ácido acético (CC) e quitosano (CQ), ao longo do tempo de conservação, na perda de peso dos cachos (%) (n = 3 bagos, média ± erro padrão).

Valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Tukey HSD).

A análise da força de desprendimento do bago é determinante para a avaliação da qualidade, pois quando os bagos se desprendem da ráquis, existe não só uma perda, mas também uma limitação à aparência do produto quando exposto para venda (Chandia, 2003). No presente estudo este parâmetro apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre modalidades verificando-se que a força de desprendimento do bago foi maior para as modalidades CN e CQ aos 3 e 7 dias, respectivamente, quando comparado com as modalidades CC aos 21 dias (Figura 3). É de referir que a modalidade CQ evidenciou valores mais elevados que as outras

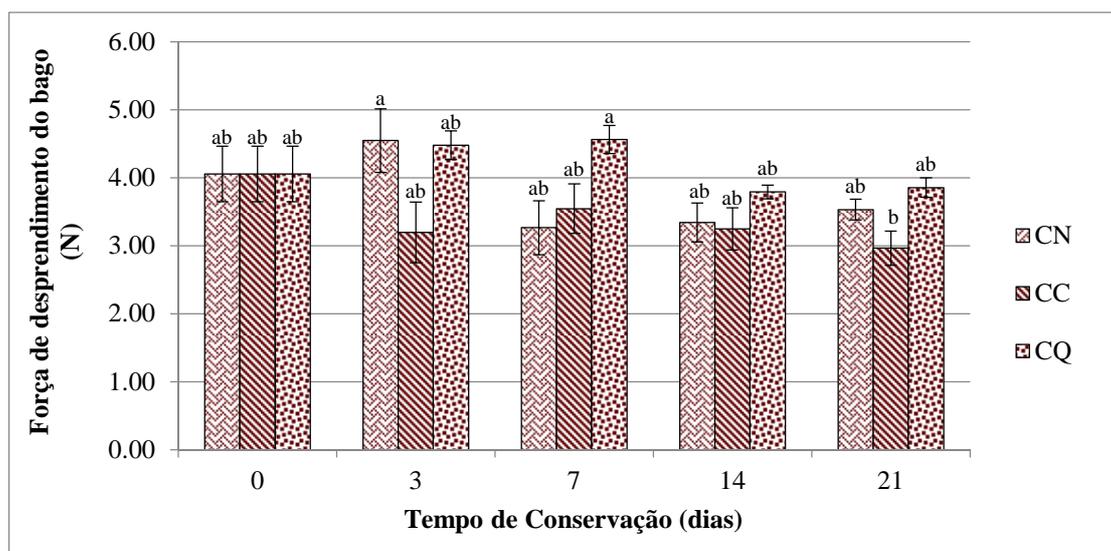


Figura 3 - Efeito dos tratamentos: controlo (CN), ácido acético (CC) e quitosano (CQ), ao longo do tempo de conservação, na força de desprendimento do bago (N) (n = 15 bagos, média ± erro padrão).

Valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Tukey HSD).

duas modalidades em todas as datas de avaliação. As modalidades CC e CQ apresentaram diferenças significativas entre si e a modalidade CN não se distinguiu das outras duas. Da análise deste parâmetro é de realçar que o revestimento à base de quitosano melhorou a aderência dos bagos aos pedicelos dos cachos, o que pode estar relacionado, segundo Neves *et al.* (2008) com a ação do revestimento na redução da desidratação da ráquis e do escurecimento, também observados neste ensaio.

Ao longo do tempo de conservação verificou-se que a modalidade CQ aos 14 dias possui bagos mais firmes que a modalidade CN aos 7 dias e a CC aos 7, 14 e 21 dias. É de referir que os bagos da modalidade CN aos 3 dias apresentaram maior firmeza que os da modalidade CC aos 7 e 21 dias de conservação. Deste modo, o revestimento CQ permitiu um comportamento mais estável e causou menor perda de firmeza da epiderme que a modalidade CC e CN, sendo que até aos 14 dias de conservação a firmeza se manteve na ordem dos 4 N (Figura 4). A modalidade *in natura* (CN) apresentou uma perda de firmeza inferior à da modalidade CC, pelo que se pode afirmar que a aplicação de ácido acético, não teve efeito benéfico na conservação das propriedades texturais da uva de mesa. É de realçar que a comparação dos resultados obtidos para a perda de peso e da firmeza da epiderme nas modalidades CN e CQ, permitem-nos perceber que as perdas de peso observadas não poderiam corresponder à realidade, já que se assim fosse esta última modalidade não teria valores de firmeza da epiderme tão estáveis ao longo da conservação e até mais elevados que os da modalidade controlo. Parece confirmar-se assim, a possibilidade de aquisição de peso pela absorção de água pelo próprio revestimento, quando da sua aplicação.

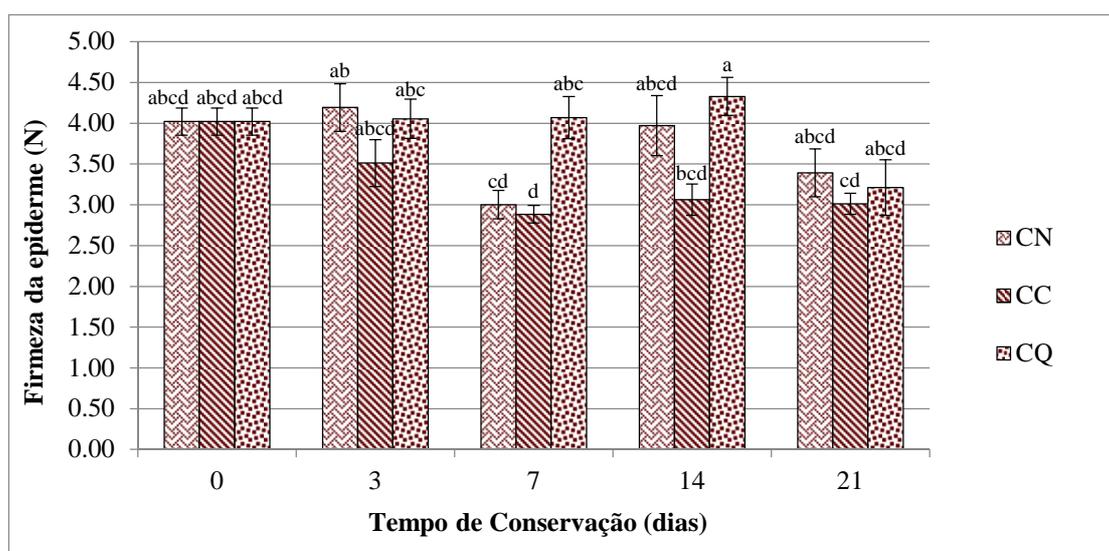


Figura 4 - Efeito dos tratamentos: controlo (CN), ácido acético (CC) e quitosano (CQ), ao longo do tempo de conservação, na firmeza da epiderme (N) (n = 15 bagos, média ± erro padrão).

Valores seguidos pela mesma letra ou letras, não são significativamente diferentes para um nível de 5% (Tukey HSD).

Durante o tempo de conservação registou-se uma diminuição da relação SST/AT, tendo-se registado uma diminuição dos SST e um aumento da acidez titulável em todas as modalidades (Figura 5). Contudo, a modalidade CQ foi a que apresentou valores de SST/AT mais elevados, apesar da sua diminuição gradual. Os resultados obtidos para SST e AT não são concordantes com o esperado porque o normal comportamento em uva de mesa é o aumento dos SST e a diminuição da AT, tal como referido por Shiri *et al.* (2013). A justificação para tal ocorrência pode ser a eventual colheita de cachos de uva em distintos estados de maturação, mesmo que colhidos simultaneamente, uma vez que a videira não matura toda a uva em simultâneo; pode ainda ser justificada pela presença de bactérias psicrotróficas, cujo metabolismo tem como substrato os açúcares e por outro lado é promotor da acidificação do meio, cuja presença foi confirmado por análises microbiológicas realizadas pela mesma equipa de investigação (dados não apresentados).

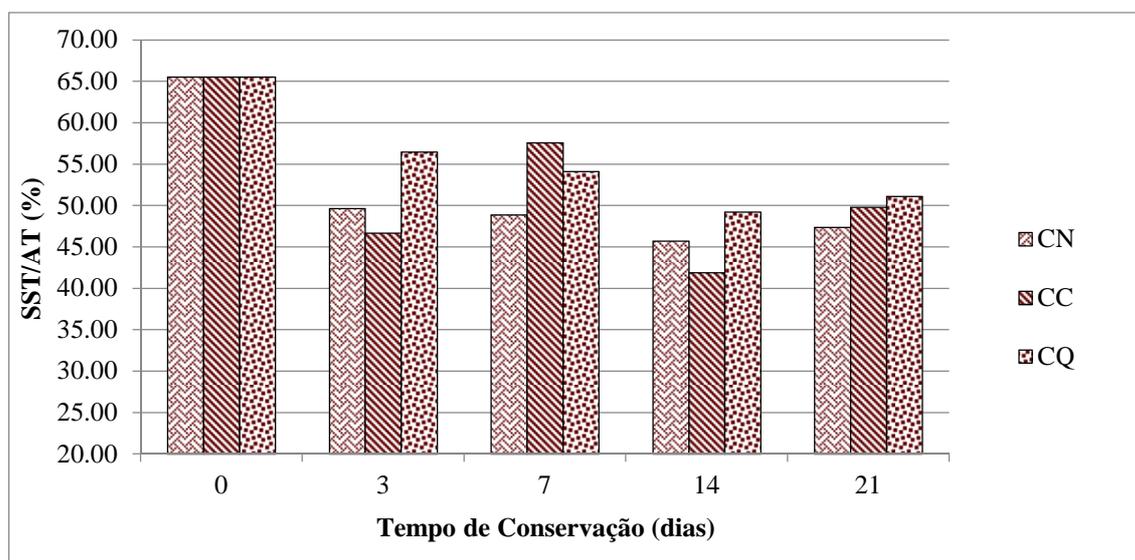


Figura 5 - Efeito dos tratamentos: controlo (CN), ácido acético (CC) e quitosano (CQ), ao longo do tempo de conservação, no índice de maturação, SST/AT (%) (n = 1).

Conclusões

A conservação da uva de mesa 'Crimson Seedless' foi facilmente conseguida até aos 14 dias de conservação em frio com a utilização de revestimentos edíveis de quitosano na concentração de 0,8%. Este tipo de revestimento proporcionou uma melhor manutenção da firmeza da epiderme do bago, um parâmetro de extrema importância para a avaliação da qualidade do produto por parte do consumidor. Deve-se ainda referir o seu efeito positivo relativamente à força de desprendimento do bago que se manteve ao longo dos 21 dias de

conservação com valores mais elevados, que as restantes modalidades, apesar de não se registarem diferenças significativas.

Para um eficaz efeito dos revestimentos de quitosano em uva de mesa dever-se-á ter em conta o tempo de secagem e o aperfeiçoamento do modo de secagem, de forma a permitir uma secagem uniforme do bago e a uma distribuição uniforme do revestimento por todo o cacho.

A aplicação de ácido acético não melhorou a conservação de uva de mesa, uma vez que, tendo em conta os parâmetros avaliados, apresentou pior comportamento que a modalidade *in natura*. Apesar disto, não são verificadas interferências negativas do ácido acético na formulação da solução de quitosano.

Agradecimentos

Este trabalho fez parte integrante da Dissertação de Mestrado do primeiro autor em Engenharia Agronómica na Escola de Ciências e Tecnologia – Universidade de Évora.

O trabalho apresentado foi realizado no âmbito do projeto financiado pelo PRODER (MORECRIMSON – “Técnicas de produção e conservação de uvas sem grainha da variedade ‘Crimson’” – medida 4.1/2013, nº46190). Um especial agradecimento à empresa Vale da Rosa, participante do projeto referido, pela disponibilização do material vegetal.

Os autores agradecem ao ICAAM (Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas) pelo apoio logístico e disponibilidade de infraestruturas, financiados com fundos nacionais através da FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia) sob o Projeto Estratégico PEst-OE/AGR/UI0115/2014.

Referências Bibliográficas

Chandia, J.P.A. (2003) - *Efectos de la fumigación con bromuro de metilo em dosis máxima sobre el pardeamiento, deshidratación y desgrane en uva de mesa (Vitis vinifera L.), cv. Princess obtenida de dos portainjertos diferentes (cv. Crimson y cv. Italia), V región, Chile*. Tese de doutoramento. Escuela de Agronomía, Universidad del Mar, Valparaíso.

Dokoozlian, N.; Peacock, B.; Luvisi, D. e Vasquez, S. (1989) - *Cultural Practices for Crimson Seedless Table Grapes*. University of California, Cooperative Extension. California, USA.

Dokoozlian, N.; Peacock, B. e Luvisi, D. (1993) - *Crimson Seedless Production Practices*. University of California, Cooperative Extension. California, USA.

Fonseca, J.P. (2012) - *Revestimentos comestíveis à base de quitosano e cera de abelha: aplicação na conservação da uva de mesa*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Alimentar. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa,

Lisboa.

Martínez-Romero, D.; Alburquerque, N.; Valverde, J.M.; Guillén, F.; Castillo, S.; Valero, D. e Serrano, M. (2006) - Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 39, n. 1, p. 93–100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.09.006>

Neves, L.C.; Silva, V.X.; Benedette, R.M.; Prill, M.A.D.S.; Vieites, R.L. e Roberto, S.R. (2008) - Conservação de uvas “Crimson Seedless” e “Itália”, submetidas a diferentes tipos de embalagens e dióxido de enxofre (SO₂). *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 30, n. 1, p. 65–73. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000100014>

Ngcobo, M.E.K.; Delele, M.A.; Pathare, P.B.; Chen, L.; Opara, U.L. e Meyer, C.J. (2012) - Moisture loss characteristics of fresh table grapes packed in different film liners during cold storage. *Biosystems Engineering*, vol. 113, n. 4, p. 363–370. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.09.011>

Nieto, M.B. (2009) – Structure and function of polysaccharide gum-based edible films and coatings. In: Embuscado, M.E. e Huber, K.C. (eds.) – *Edible films and coatings for food applications*. Springer, p. 57–80. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1>

Oliveira, C.E.V.; Magnani, M.; Sales, C.V.; Pontes, A.L.S.; Campos-Takaki, G.M.; Stamford, T.C.M. e Souza, E.L. (2014) - Effects of post-harvest treatment using chitosan from *Mucor circinelloides* on fungal pathogenicity and quality of table grapes during storage. *Food Microbiology*, vol. 44, p. 211–219. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2014.06.007>

Paul, W.; Deepa, R.; Anilkumar, T.V. e Sharma, C.P. (2014) - Chitin and chitosan derivatives for wound-healing applications. In: Kim, S.K. (Ed.) - *Chitin and Chitosan Derivatives*. CRC Press, p. 243–260.

Romanazzi, G.; Karabulut, O.A. e Smilanick, J.L. (2007) - Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 45, n. 1, p. 134–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.01.004>

Serrano, M.; Martínez-Romero, D.; Zapata, P.J.; Guillén, F.; Valverde, J.M.; Díaz-Mula, H.M.; Castillo, S. e Valero, D. (2015) - Advances in Edible Coatings. In: Wills, R.B.H. e Golding, J.B. (Eds.) - *Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. CRC Press.

Shahidi, F.; Arachchi, J.K.V. e Jeon, Y.J. (1999) - Food applications of chitin and chitosans. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 10, n. 2, p. 37–51. [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00017-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00017-5)

Shahkoomahally, S. e Ramezani, A. (2014) - Effect of natural aloe vera gel coating combined with calcium chloride and citric acid treatments on grape (*Vitis vinifera* L. cv .Askari) quality during storage. *American Journal of Food Science and Technology*, vol. 2, n. 1, p. 1–5. <http://dx.doi.org/10.12691/ajfst-2-1-1>

Shiri, M.A.; Bakhshi, D.; Ghasemnezhad, M.; Dadi, M.; Papachatzis, A. e Kalorizou, H. (2013) - Chitosan coating improves the shelf life and postharvest quality of table grape (*Vitis vinifera*) cultivar Shahroudi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 37, p. 148–156. <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1101-1671>

Silva, E.R. (2010) - *Avaliação do potencial de revestimentos de quitosano e Aloe vera em morangos*. Dissertação de mestrado para obtenção do grau de Mestre em biotecnologia. Departamento de Química, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Valverde, J.M.; Valero, D.; Martínez-Romero, D.; Guillén, F.; Castillo, S. e Serrano, M. (2005) - Novel edible coating based on aloe vera gel to maintain table grape quality and

safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 53, n. 20, p. 7807–7813. <http://dx.doi.org/10.1021/jf050962v>

Venditti, T.; D'Hallewin, G.; Dore, A.; Molinu, M.G.; Fiori, P.; Angiolino, C. e Agabbio, M. (2008) - Acetic acid treatments to keep postharvest quality of 'Regina' and 'Taloppo' table grapes. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, vol. 73, n. 2, p. 265-271.

Venditti, T.; Dore, A.; Molinu, M.G. e D'Hallewin, G. (2012) - Effect of acetic acid repeated treatments on post-harvest quality of 'Taloppo' table grape. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, vol. 77, n. 3, p. 219–224.

Zhang, H.; Li, R.e Liu, W. (2011) - Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 12, n. 2, p. 917–934. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms12020917>