



Agro DIVULGAÇÃO AGRO 556
Nº 8 2007

Mirtilo

Qualidade pós-colheita



Novembro 2007

DIVULGAÇÃO AGRO 556

Novembro, 2007

**Edição no âmbito do Projecto PO AGRO DE&D N° 556
“Diversificação da produção frutícola com novas espécies
e tecnologias que assegurem a qualidade agro-alimentar”**

Coordenação:

▶ **Pedro Brás de Oliveira (INRB / ex-EAN/DPA)**

Composição e Grafismo:

▶ **Francisco Barreto (INRB / ex-EAN/DPA)**

Impressão e Encadernação:

▶ **INRB / ex-EAN/DPA**

▶ **Tiragem - 50 exemplares impressos
100 exemplares em formato digital**



MIRTILO – QUALIDADE PÓS-COLHEITA

Folhas de Divulgação AGRO 556
Nº 8

Autora:

- ▶ Maria Beatriz Sousa (INRB / ex-EAN/DTPA)

Co-autores:

- ▶ Teresa Curado (INRB / ex-EAN/DTPA)
- ▶ Fernando Negrão e Vasconcellos (INRB / ex-EAN/DTPA)
- ▶ Maria João Trigo (INRB / ex-EAN/DTPA)

Equipa de laboratório:

- ▶ Maria de Lurdes Gomes (INRB / ex-EAN/DTPA)
- ▶ Maria Paula Antunes (INRB / ex-EAN/DTPA)
- ▶ Fernanda Balsemão (INRB / ex-EAN/DTPA)

Índice

	pág.
1	Introdução 3
2	Estado actual do conhecimento – algumas informações 5
2.1	Morfologia do fruto 5
2.2	Valor nutricional e evolução bioquímica 6
	Qualidades nutricionais 6
	Qualidades funcionais, dietéticas e terapêuticas 7
2.3	Factores de qualidade dos frutos 8
	Características físicas e químicas 8
	Parâmetros biométricos 10
	Cor 11
	Textura 12
	Propriedades sensoriais 12
2.4	Factores de qualidade à colheita e pós-colheita 13
	Critérios de qualidade à colheita 13
	Actividade respiratória 13
	Crtérios de qualidade pós-colheita 14
	Grau de maturação 15
	Data de colheita 15
	Recomendações à colheita 15
	Condições de pré-arrefecimento 16
	Condições de armazenamento 16
2.5	Importância e relação entre factores de qualidade 17
2.6	Métodos de descontaminação 18
3	Material e métodos 20
3.1	Matéria prima 20
3.2	Métodos 21
4	Resultados 23
	Avaliação do tempo de vida útil durante a conservação a 2°C 24
	Perda de massa 24
	Sólidos Solúveis Totais e Firmeza 24
	Acidez 25
	Cor 25
	Qualidade global 26
	Análise organoléptica 27
	Análise microbiológica 27
5	Formas de utilização 29
6	Referências bibliográficas 30



Figura 1 – Aspecto geral do mirtilo na planta.

Locais de demonstração:

Herdade Experimental da Fataca (HEF), Estação Agronómica Nacional (EAN)
Casa Nicolau – Sociedade Hortofrutícola, Lda

Esta linha de trabalho incidiu sobre a qualidade pós-colheita da cultivar Jubilee proveniente de um ensaio de adaptação de cultivares de mirtilo, em cultura protegida, no litoral Alentejano.

1. Introdução

Em Portugal, o progressivo crescimento e desenvolvimento do sector alimentar e a influência dos restantes países da Europa, introduziram novos hábitos alimentares, como o consumo de pequenos frutos, nos quais se inclui o mirtilo (Figura 1). Por outro lado, o nosso país, devido às suas condições edafo-climáticas, apresenta um elevado potencial para a cultura do mirtilo. Nos últimos anos assistiu-se a um aumento da área de produção, que passou de zero para cerca de quarenta e cinco hectares, com tendência para aumentar. O Alentejo e a zona do Severo do Vouga são as principais regiões de produção de mirtilo.

A introdução no país de diferentes cultivares de mirtilo têm conduzido à implementação de tecnologias de produção e concomitantemente à necessidade de se determinar a qualidade dos frutos obtidos, de forma a elegerem-se as cultivares com maior interesse económico.

Ao longo do tempo, o género *Vaccinium* evoluiu principalmente em climas temperados nomeadamente no norte do continente Americano, Europa e Ásia. A maior parte das actuais cultivares foram obtidas por hibridação de diferentes espécies norte-americanas, encontrando-se do ponto de vista hortícola, divididas em vários grupos.

Os grupos que apresentam maior interesse para as condições climáticas de Portugal são os "Northern Highbush Blueberry" (NHB) e "Southern Highbush Blueberry" (SHB) e eventualmente algumas cultivares do grupo "Rabbiteye".

Na zona centro/norte de Portugal as cultivares que melhor desempenho apresentam, pertencem principalmente ao grupo NHB, ao passo que, a sul do Tejo, têm-se revelado interessantes os híbridos dos grupos SHB e "Rabbiteye", por necessitarem de menos horas de frio.

A produção de mirtilos pode decorrer durante os meses de Abril a Agosto combinando-se a cultura ao ar livre e a cultura protegida, desde que se proceda a uma escolha criteriosa de cultivares.

Uma plantação de mirtilos entra em produção ao fim de 4 anos, sendo possíveis produções médias de cerca de 2 kg/planta.

Actualmente o maior produtor de mirtilo em Portugal, a empresa Mirtisul, situada no Alentejo, obteve em 2007, uma produção de 140 toneladas em 14 hectares. Esta empresa comercializa os seus produtos sob a designação de Frutazul (Anne Bournot, comunicação pessoal).

2. Estado actual do conhecimento - algumas informações

2.1. Classificação botânica e morfologia do fruto

Os mirtilos pertencem à família das *Ericaceae*, subfamília das *Vaccinoiodae*, género *Vaccinium*^[1].



Figura 2 – Pormenor de frutos de duas cultivares de mirtilo.

O fruto baciforme e globoso é sumarento e tem um sabor agridoce. Amadurece 2 a 3 meses após a floração. A baga pequena com sementes apresenta em geral cor azul com tonalidades variando de mais claro a mais escuro e intenso. A cor do mirtilo é influenciada pela presença de pruína, cera epicuticular, que produz o efeito glauco responsável pela cor azul típica dos mirtilos. Esta camada cerosa constitui uma barreira importante à perda de água, impedindo o emurchecimento do fruto^[2]. O tamanho do fruto é uma característica varietal^[3](Figura 2). A baga apresenta ainda uma cicatriz, diametralmente oposta ao ápice, de dimensão e formato variáveis, segundo a espécie e cultivar. A cicatriz, quando grande e húmida, é um foco de contaminação microbiana e pode também originar depreciação pós-colheita, por perda de humidade através dela^[3]. São ainda de considerar o maior ou menor número de sementes, porque contribuem para um sabor menos acentuado e um certo grau de arenosidade conferido pela presença de escleritos, ou seja células de esclerênquima lenhificadas^[4].

A firmeza da baga tem um papel relevante no manuseamento e transporte dos frutos. As cultivares do grupo "Rabbiteye", regra geral apresentam frutos de maior firmeza. Este facto foi confirmado, no litoral

Alentejano, onde as cvs Premier e Bonita Blue, se caracterizaram por maior firmeza e acidez. Todavia numa data de colheita mais tardia os frutos daquelas cultivares perderam firmeza, tornaram-se mais doces e acentuaram a cor azul. Os frutos da cv Bluecrop apresentaram estrutura menos firme^[4].

2.2. Valor nutricional e evolução bioquímica

Qualidades nutricionais: O mirtilo apresenta, em média, cerca de 82% de água. O conteúdo de água nos tecidos depende, entre outros factores, da disponibilidade hídrica do solo na altura da colheita. A perda de água nos frutos conduz ao emurchecimento e perda de massa, porém o elevado teor de humidade torna-os, geralmente, susceptíveis à deterioração, aumentando a possibilidade de contaminação por crescimento microbiano.

Os açúcares são dos principais componentes solúveis e representam cerca de 80% da matéria seca. A glucose e a frutose são os principais açúcares existentes no mirtilo e os seus teores influenciam o sabor (Quadro I).

Jennings^[5] refere que em amoras e framboesas, os frutos produzidos em zonas de verões quentes e secos, têm uma concentração mais elevada de açúcares, são mais aromáticos e de coloração mais intensa, do que os que crescem em regiões mais amenas e húmidas.

Os frutos contêm ácidos orgânicos em teores elevados, sendo os mais comuns o cítrico e o málico. O ácido quínico representa 40% dos ácidos orgânicos presentes, no mirtilo^[6]. O ácido málico apresenta no mirtilo valores entre 0,06 a 0,14 g/100 g de fruto maduro^[7].

Bushway *et al.*^[8] consideram o mirtilo um alimento rico em manganês, apresentando valores entre 0,4 a 1,2 mg/100 g no fruto maduro.

O mirtilo fornece também potássio, ferro, vitaminas A e C e fibra alimentar. Meia chávena de mirtilos fornece em média 45 kcal.

Mirtilo
Qualidade pós-colheita

Quadro I

Perfil nutricional do mirtilo^[7]

Nutrientes em 100g de fruto	
Humidade	83-87g
Valor energético	51-62 kcal
Proteínas	0,4-0,7g
Lípidos	0,5g
Glucose	5-7g
Frutose	5-7g
Sacarose	nd
Fibra	1-1,5g
Cinzas	0,19-0,25g
Sais minerais	
Cálcio	11,4-12,2mg
Ferro	0,6mg
Magnésio	5,8-8,4mg
Fósforo	14-47mg
Potássio	48-112mg
Sódio	3,4-4,3mg
Zinco	0,1mg
cobre	0,1mg
Manganês	0,4-1,2mg
Vitaminas e outros componentes	
Vitamina C	22-62mg
Taninos	270-550mg
Pectinas	300-600mg
Antocianinas	300-725mg



Figura 3 – Chá de mirtilo.

Qualidades funcionais, dietéticas e terapêuticas: Actualmente o enfoque dado à utilização e consumo de mirtilo, para além do agradável prazer que proporciona como fruto, está também relacionado com as suas propriedades como alimento funcional e nutricional (Figura 3). A

indústria alimentar está empenhada em manter a integridade dos constituintes fitoquímicos do mirtilo, tendo em vista a promoção da saúde. Pedro Queiroz, nutricionista da Clínica de Nutrição do Porto refere que o mirtilo impede a fixação e o desenvolvimento da *Escherichia coli*, bactéria tantas vezes causadora de infecções no trato urinário. Um estudo publicado, em 2002, nos EUA cita o papel protector do mirtilo em úlceras gástricas e dispepsia^[9].

No mirtilo, a sua capacidade antioxidante é devida à presença de compostos flavonóides, onde se incluem, as antocianidinas, proantocianidinas, flavonois e flavanas^[10].

Muitas das acções dos flavonóides podem ser atribuídas às suas propriedades antioxidantes, quer através das suas propriedades redutoras, quer através da influência que exercem no estado redox do meio intracelular.

Os flavonóides do mirtilo são também reconhecidos pelas propriedades anticancerígenas, sendo a capacidade antioxidante das antocianinas considerada a propriedade biológica mais relevante.

Nas últimas décadas têm sido desenvolvidos vários métodos para medir a actividade antioxidante. Os métodos mais comuns incluem o TEAC (capacidade antioxidante em equivalentes Trolox), FRAP (poder antioxidante / redução férrica) e ORAC (Capacidade de absorvância dos radicais de oxigénio). Cada um deles mede aspectos ligeiramente diferentes da capacidade antioxidante. Entre os pequenos frutos o valor ORAC do mirtilo é dos mais elevados (Quadro II).

Quadro II
Valor ORAC para o mirtilo^[11]

Fruto	Unidades ORAC.100 g ⁻¹
Mirtilo	2400

2.3. Factores de qualidade dos frutos

Características físicas e químicas: As determinações de pH, da acidez e do teor de sólidos solúveis, contribuem para a apreciação objectiva do sabor dos frutos. O pH, geralmente inferior a 4,5 aumenta

no decorrer do amadurecimento e influencia as características organolépticas e a capacidade de conservação dos frutos. É um parâmetro importante na determinação do potencial crescimento de microrganismos capazes de provocar deterioração e também no crescimento de microrganismos patogênicos. Embora baixo, o pH do mirtilo, ainda possibilita o crescimento de algumas leveduras e bolores tolerantes aos ácidos^[6].

Em Portugal, Sousa e Curado^[12] avaliaram 4 cultivares de mirtilo e os valores de pH obtidos foram: Sharpblue - 3,57, Bluecrop - 3,33, Premier - 3,32 e Bonita Blue - 3,25.

Moore^[13] analisou três amostras de mirtilo silvestre (*Vaccinium angustifolium* Ait.) e quatro cultivares de mirtilo e refere valores de pH compreendidos entre 4,15 e 4,30 no primeiro grupo e entre 3,75 e 4,40 no segundo.

A acidez total representa a soma de todos os ácidos presentes, livres ou combinados com catiões sob a forma de sais. O teor de ácidos (acidez titulável) é maior nos estádios iniciais do desenvolvimento do fruto e decresce durante a maturação.

O teor de sólidos solúveis (SST) no mirtilo varia de 7% nos frutos verdes a 15% ou mais nos frutos maduros^[6]. O SST (°Brix) de mirtilos cultivados em Portugal apresentaram diferenças significativas e os valores médios observados variaram entre 10,51 para Georgiagem e 14,30 para Bonita Blue^[4].

Os açúcares e os ácidos têm uma evolução inversa ao longo do amadurecimento, sendo a sua relação uma indicação do estado de maturação do fruto, mas não necessariamente da sua qualidade gustativa. A evolução inversa entre o aumento dos açúcares e a diminuição da acidez total deve-se a duas razões principais: hidrólise de polissacáridos e a formação de açúcar como produto secundário da conversão dos ácidos orgânicos.

Parâmetros biométricos: Os diâmetros transversal e longitudinal, a massa e a dimensão da cicatriz do pedicelo são atributos de importância comercial (Figura 4).



Figura 4 – Diferentes tamanhos dos frutos.

Tamanho e diâmetro: O *Vaccinium angustifolium* Ait. apresenta bagas menores do que os frutos dos grupos "Rabbiteye" e "Highbush". Para o mercado em fresco, as dimensões maiores são uma característica favorável, porque facilita a colheita e permitem que a fruta atinja valores comerciais mais elevados. De facto, Donahue e Work^[14], ao estudarem a importância de várias características do mirtilo para o mercado em fresco, verificaram que as bagas com diâmetro inferior a 8 mm tinham menor aceitação. Não encontraram diferenças significativas nos frutos com diâmetros de 9-10 mm e 11-12mm. Contudo, notaram preferência acentuada, pelas bagas de dimensões superiores a 11-12mm.

Em Portugal os maiores diâmetros longitudinal e transversal de frutos foram os da cultivar Bluecrop variando entre 1,09 e 1,37 cm, respectivamente, ao passo que os frutos da cultivar Bonita Blue apresentaram os menores valores 0,72 e 0,94 cm respectivamente. Os frutos da cultivar Bonita Blue apresentaram menor diâmetro da cicatriz (0,41 cm) do que a cultivar Bluecrop (0,54 cm)^[4].

Massa: Em estudo efectuado com diferentes cultivares de mirtilo verificou-se que a massa média unitária de frutos apresentou o seguinte comportamento: Bluecrop (1,27g) > Sharpblue (1,02g) > Premier (0,75g) > Bonita Blue (0,65g)^[12]. No ano seguinte os frutos de maior massa foram os da "Bluecrop" com 1,80g e os menores da "Bonita Blue" com 0,82g^[4].

O Quadro III apresenta valores médios de características físicas e químicas do mirtilo.

Quadro III

Características físicas e índice de maturação do mirtilo^[7]

Massa (g)	1,06-1,77
Comprimento (cm)	1,27-2,51
Largura (cm)	1,01-2,25
Cor (nm)	493-498
pH	3,5-3,8
Sólidos solúveis (°Brix)	11,3-16,00
Acidez total (% ac. Málico)	0,41-0,55
°Brix/acidez	28,09-39,02



Figura 5 – Cor azul coberta com pruína e cicatriz dos frutos.

Cor: a cor da epiderme e da polpa é conferida pela presença de pigmentos de antocianinas (Figura 5). As antocianinas encontram-se normalmente no interior dos vacúolos das células da epiderme do fruto, dissolvidas em meio aquoso ligeiramente ácido, sendo o maior grupo de pigmentos solúveis em água.

No mirtilo, a cor está estreitamente correlacionada com o teor de antocianinas do fruto e este, por sua vez, está relacionado com o pH e a relação açúcar/ácido^[15].

O teor de antocianinas está inversamente relacionado com o tamanho da baga, uma vez que os pigmentos estão concentrados na epiderme^[16].

As principais antocianinas identificadas nos frutos do grupo "Highbush" são: cianidina 3-glucosido, cianidina 3-galactosido, cianidina 3-arabinosido, peonidina 3-glucosido, peonidina 3-arabinosido, delphinidina 3-galactosido, delphinidina 3-arabinosido, petunidina 3-glucosido, petunidina 3-galactosido, petunidina 3-arabinosido, petunidina 3-galactosido, malvidina 3-glucosido, malvidina 3-galactosido e malvidina 3-arabinosido [6, 18]. As cultivares do grupo "Highbush" contêm cerca de 100 mg de antocianinas por 100 g de fruto^[17].

O pH influencia as formas de equilíbrio das antocianinas dissolvidas e conseqüentemente a sua cor e estabilidade. A temperatura afecta também a síntese das antocianinas, assim como níveis elevados de azoto na planta. Esta situação pode surgir quando ocorre desvio de glúcidos para a síntese de proteínas, em detrimento da síntese de polifenóis, ou quando existe um intenso crescimento vegetativo da planta que leva á diminuição da luz solar na superfície do fruto.

Textura: a estrutura celular, nomeadamente a natureza dos polímeros da parede celular, parece determinar as propriedades físicas dos tecidos vegetais.

A perda de turgescência é das alterações mais importantes durante a maturação plena dos frutos de polpa e é provocado, simultaneamente, pela hidrólise e pela degradação progressiva da protopectina insolúvel da lamela média, em pectina solúvel, resultando numa maior mobilidade celular e, em modificações nas características da textura, com perda de firmeza e abrandamento dos tecidos. Existem diferenças significativas entre genótipos, pelo que se pode afirmar que a firmeza é uma propriedade varietal.

Em estudo realizado na HEF encontraram-se diferenças significativas entre os frutos de várias cultivares. A maior firmeza correspondeu ao grupo "Rabbiteye" – cv. Premier 18,63 N.g⁻¹, verificando-se valores médios de textura de 10,00 N.g⁻¹ para a Sharpblue, grupo "SHB"^{[4][18]}.

Propriedades sensoriais: as características sensoriais são os atributos dos alimentos detectados por intermédio dos sentidos. Algumas propriedades são perceptíveis através de um só sentido, enquanto outras são detectadas por dois ou mais. Assim o sentido da visão detecta a cor, a aparência, a forma, a superfície, as dimensões e o brilho. Através do olfacto é possível ter a percepção do odor ou seja das

substâncias voláteis que se libertam dos alimentos e também do aroma. A percepção do gosto parece ser devida ao reconhecimento químico das substâncias: na extremidade da língua encontram-se as papilas capazes de interpretar o sabor doce dos alimentos. O gosto salgado e ácido detectam-se nos bordos laterais da língua, papilas filiformes, sendo o amargo percebido através das papilas caliciformes, situadas na parte posterior. O sentido do tacto dá-nos a percepção de uma variedade de sensações tais como: a temperatura dos objectos, a massa destes, as características da superfície e a textura. O sentido da audição, capta os sons, que podem ser tomados em conta na avaliação da textura^[19].

O conjunto dos cinco sentidos conferem ao ser humano a possibilidade de captar e perceber o meio ambiente, podendo, através deles, fazer uma avaliação sensorial dos alimentos. Esta avaliação que traduz a opinião do consumidor é tão importante como uma análise física, química ou microbiológica.

2.4 Factores de qualidade à colheita e pós-colheita

Critérios de qualidade à colheita: a qualidade do mirtilo relaciona-se em primeiro lugar com seu aspecto exterior (tamanho, forma, humidade exterior, defeitos, sanidade) e posteriormente com parâmetros como maturação, aroma, sabor, cor e textura. Depois de alcançar a cor característica, o fruto sofre poucas alterações no tamanho e na cor, mas melhora em relação ao sabor a mirtilo e acentua-se o doce.

Para o mercado em fresco é também desejável que os frutos apresentem a epiderme coberta com pruína, sendo a sua remoção indicação de sobrematuração ou deficiente manuseamento, durante ou após a colheita.

Actividade respiratória: Os frutos são classificados como climatéricos e não climatéricos, de acordo com a respectiva taxa respiratória e de produção de etileno. Existem também frutos que apresentam comportamentos intermédios. O mirtilo é considerado não climatérico. Nestes frutos a intensidade respiratória diminui gradualmente da colheita à senescência. Como não amadurecem fora da planta, a colheita deve realizar-se no estado quase óptimo de maturação para

consumo. No Quadro IV verifica-se a importância da temperatura na taxa respiratória.

Quadro IV

Taxa de respiração do mirtilo a distintas temperaturas^[20]

Temperatura.	mg. CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹
0° C	2-10
4-5° C	9-12
10° C	23-35
15-16° C	34-62
20 -21° C	52-87
25-27° C	78-124

A Figura 6 representa um analisador de gases PBI Dansensor O₂ CO₂ destinado a medir a composição da atmosfera interna. O gráfico representa a taxa respiratória de cvs de mirtilo (Georgiagem, Sharpblue, Premier e Bonita Blue)^[18].

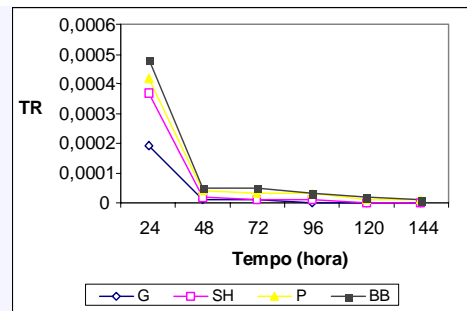


Figura 6 - Aspecto da medição de gases para determinação taxa respiratória e representação gráfica da taxa respiratória de quatro cvs de mirtilo^[18].

Critérios de qualidade pós-colheita: a qualidade final do fruto resulta da acção de factores anteriores à colheita (cultivares, factores ambientais, condições de solo e clima e práticas culturais) e de factores pós-colheita, como estado de maturação, método de colheita e manuseamento dos frutos.



Figura 7 – Homogeneidade à colheita.

Grau de maturação: A maturação do fruto à colheita é um factor muito importante porque determina a duração de armazenamento e a palatibilidade dos frutos (Figura 7).

Os frutos destinados a serem conservados devem ser colhidos num estado de maturação adequada. Devem encontrar-se livres de danos mecânicos, fisiológicos e patológicos. De facto, os frutos demasiado maduros não podem ser expedidos para grandes distâncias sem que existam elevadas perdas e, os frutos colhidos demasiado cedo, sem atingirem a maturação organoléptica desejada, apresentam fraco valor comercial.

Data de colheita: Em Portugal ao estudar-se a influência da data de colheita na qualidade dos frutos de cinco cultivares de mirtilo, verificou-se que as cultivares Georgiagem, Sharpblue e Bluecrop produziram entre o final do mês de Maio e final do mês de Junho. No grupo “Rabbiteye” (Premier e Bonita Blue) a data de colheita ocorreu entre meados do mês de Junho e início do mês de Agosto. Assim, os produtores interessados em prolongar o período de colheita, de forma a responder atempadamente às solicitações do mercado, deverão optar por plantar cultivares dos grupos “Highbush” e “Rabbiteye”, de diferentes precocidades^{[4][12]}.

Recomendações à colheita: Realizar a colheita nas horas mais frescas do dia, colocando os frutos em local protegido do sol e de preferência refrigerado. Colher os frutos com o mesmo grau de coloração; manusear cuidadosamente de modo a preservar a pruína. Colocar os frutos

directamente na embalagem de comercialização, que deverá ser pequena, contendo cerca de 100-150g.

Condições de pré-arrefecimento: outro aspecto essencial é o tempo que decorre entre a colheita e o arrefecimento. O pré-arrefecimento é tanto mais importante e urgente, quanto mais elevada for a temperatura do fruto. A pré-refrigeração rápida é indispensável, sobretudo quando se pretende expedir os frutos para mercados mais distantes.

O abaixamento da temperatura e a aplicação conjunta de outros métodos protectores, permitem atrasar a parte final do ciclo de vida do fruto.

Condições de armazenamento: recomenda-se que os frutos sejam armazenados em ambientes de humidade relativa suficientemente elevada, para minimizar as perdas de água e para que se mantenha a turgescência celular; no entanto a humidade presente não deverá ser demasiado elevada que permita a condensação do vapor de água e a consequente proliferação de microrganismos.

No quadro V referem-se as condições de armazenamento para o mirtilo. Nestas condições, o mirtilo dura em média três a cinco semanas, por vezes mais, consoante a cultivar.

Quadro V

Parâmetros específicos de conservação por refrigeração para o mirtilo

Espécie	Temperatura de refrigeração	H.R	Duração de Conservação
	(°C)	(%)	(semanas)
Mirtilo	-0,5 – 0,0	≥90	3-5

2.5 Importância e relação entre factores de qualidade

A análise de componentes principais (ACP) é a técnica de análise exploratória multivariada que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto menor de variáveis independentes (combinações lineares das variáveis) designadas por "componentes principais". A ACP é normalmente encarada como um método de redução dos dados e para além deste objectivo permite resumir informação de várias variáveis correlacionadas (e portanto de alguma forma redundantes) em uma ou mais combinações lineares independentes (as componentes principais) que representam a maior parte da informação presente nas variáveis originais. Estas podem depois ser utilizadas como índices ou indicadores que resumem a informação disponível nas variáveis originais^[21].

Submeteram-se os dados dos atributos de qualidade mais relevantes, referentes a cinco cultivares de mirtilo e dois anos de produção, à análise de componentes principais (ACP) e factorial discriminante (FD)(Figura 8). As duas primeiras componentes explicaram respectivamente 63,30 e 18,98 % num total de variância acumulada de 82,28%^[12].

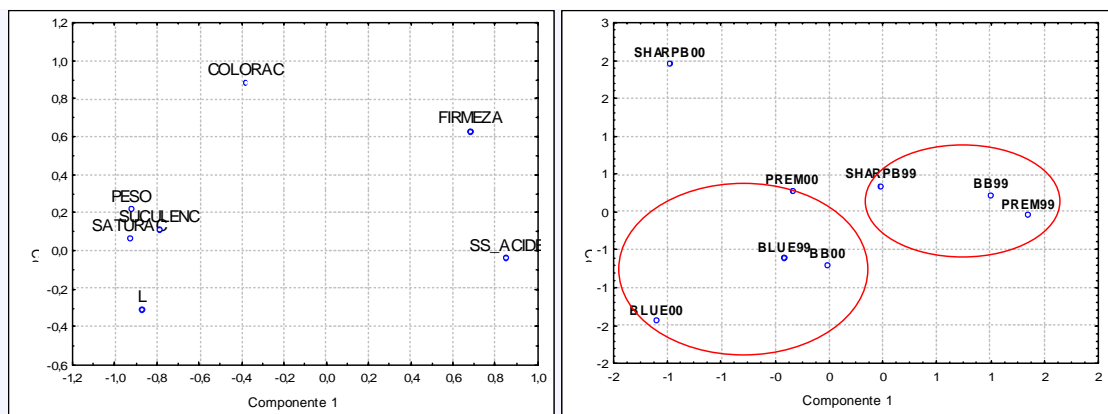


Figura 8 – Análise de componentes principais (I) e factorial discriminante (II).

Legenda (I): L =Luminosidade; Colorac= Coloração; Saturac=Saturação; Firmeza; SS-Acid =Sólidos Solúveis Totais/Acidez Titulável; Peso= massa; Suculc=suculência; **Legenda (II):** BLUE99=Bluecrop; BB99=Bonita Blue; SHARP99= Sharpblue; BLUE99 =Bluecrop; BB00=Bonita Blue; SHARP00= Sharpblue PREMIE00=Premier, (99 e 00=ano de 1999 e 2000).

Esta metodologia que permite destringir os atributos de maior relevância na caracterização das cultivares, mostrou a importância da relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável (SS/acidez) com contributo positivo e os restantes parâmetros (luminosidade, saturação, suculência e peso) que apresentaram uma influência negativa, explicada pela 1ª componente. A 2ª componente foi justificada positivamente pela coloração. Na Figura 8, II distinguiram-se dois grupos, o formado pelas cultivares "Premier" e "Bonita Blue" de 1999, a serem influenciados pela firmeza e relação SS/acidez e o grupo constituído pelas restantes cultivares. Verificou-se também que o painel de provadores deu preferência aos frutos das cultivares do ano de 2000, por estes apresentarem maior suculência.

Os dados da análise sensorial, quando submetidos a uma ACP, permitiram concluir que os frutos da cultivar Bluecrop se caracterizaram por serem doces, suculentos e apresentarem um sabor característico a mirtilo, no entanto, entre as cultivares estudadas foram os que apresentaram estrutura menos firme, facto confirmado pela análise física.

Estabeleceram-se correlações entre parâmetros subjectivos da análise sensorial e os objectivos da caracterização física e química. Nas condições deste estudo, em 1999 verificou-se que quanto mais elevados eram os valores do parâmetro cor azul menores os valores da acidez ($r=-0,918^*$). Os valores da firmeza correlacionaram-se inversamente com peso ($r=-0,919^*$) e com acidez ($r=-0,966^*$). O sabor a mirtilo correlacionou-se directamente com a acidez titulável e inversamente com a relação SS/pH, respectivamente ($r=0,976^*$) e ($r=-0,964^*$). Em 2000, observou-se que os parâmetros objectivos da Luminosidade vs cor baça ($r=0,999^*$) e os valores de SS vs doce ($r=1,000^{***}$) estavam directamente correlacionados^[12].

2.6 Métodos de descontaminação

Tendo em atenção a ocorrência de surtos de toxinfecções alimentares em que os alimentos implicados foram frutos frescos, nomeadamente pequenos frutos, estudámos a inactivação de microrganismos de deterioração e microrganismos patogénicos com a utilização de radiação gama.

A irradiação é um meio eficaz na redução dos teores microbianos e na inibição de células de organismos superiores, nomeadamente ovos, larvas e parasitas adultos. A quantidade de radiação a aplicar ao alimento resulta de um compromisso entre a dose necessária para inibir os organismos alvos e a dose máxima que o produto suporta, mantendo as características de um produto fresco.

Constituiu objectivo do estudo a avaliação do efeito da irradiação em mirtilos, cv Bonita Blue, submetidos a radiação gama^[22]. Em doses de 0,5 e 1,0 kGy, não se observaram diferenças nos sabores e aromas em relação aos não irradiados. Contudo mirtilos irradiados com doses superiores apresentaram sabor e aroma desagradáveis (doses $\geq 3,0$ kGy). Os mesmos autores observaram um decréscimo na taxa respiratória e uma diminuição na firmeza dos frutos submetidos às doses de irradiação estudadas, quando comparados com a testemunha. O tempo de vida útil dos frutos irradiados a 0,5 e 1,0kGy diminuiu ligeiramente em relação aos não irradiados. Um aspecto positivo foi verificar-se uma redução de 1,5 logs na flora mesófila total e 5 logs nos coliformes e *Enterobacteriaceae*. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os resultados obtidos com a cv. Clímax^[23].

3. Material e métodos

Espécie estudada: Mirtilo (*Vaccinium* sp)



Figura 9 – Mirtilo da cultivar Jubilee.

3.1 Matéria prima: cv Jubilee

A cultivar Jubilee pertence ao grupo dos mirtilos Southern Highbush. Foi desenvolvida pelo Agricultural Research Service, USA, através de um programa de melhoramento em Poplarville, no Mississippi. Foi apresentada nos EUA, como tendo bom desempenho em condições de crescimento de solos relativamente pesados, verões quentes e invernos subitamente frios. Requer cerca de 400 horas de frio. Os frutos amadurecem em cerca de duas semanas e são fáceis de colher^[1].

Os frutos destinados a este trabalho foram obtidos na Herdade Experimental da Fataca, EAN, Odemira (Figura 9). Foram convenientemente embalados, em caixas de polietileno, com protecção almofadada, pesando cerca de 150g. À chegada ao laboratório foram imediatamente colocados em câmara de refrigeração.

3.2. Métodos

Seguiu-se a seguinte metodologia de trabalho:

Métodos de qualidade objectiva (Figura 10 – I e II)

Biométricos: - diâmetros transversal, longitudinal, cicatriz e massa;

Físico-químicos:

Sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) - refractómetro ATAGO,

pH - potenciómetro Crison-Micro pH 2002;

Acidez titulável - titulação potenciométrica, (NP EN 12147,1999);

Cor superficial (L*a*b*) - colorímetro de reflectância Minolta Chroma Meter CR-200b, CIE; (H° , ΔE);

Reológicos - Texture Analyser TA-Hdi, (Stable Micro System, UK), ensaios de punção 8mm, célula de carga=50N, velocidade=3,33mm.s⁻¹

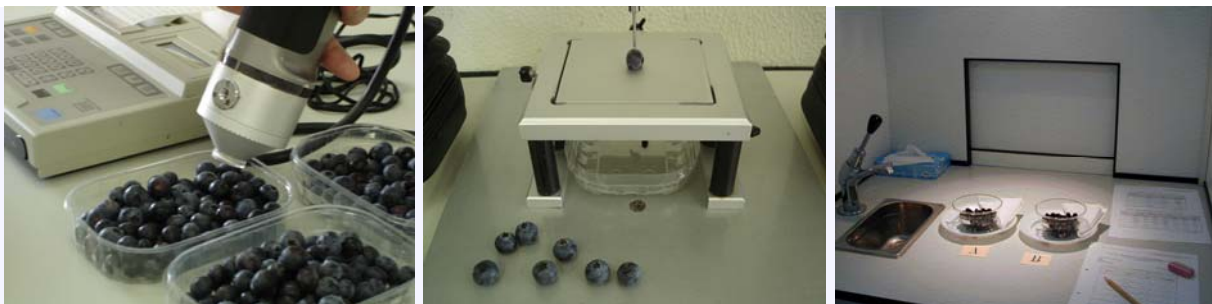


Figura 10 – Determinação de parâmetros de qualidade objectivos (I e II) e subjectivos (III).

Análise microbiológica:

mesófilos aeróbios totais - *Plate Count Agar*;

coliformes e *Enterobacteriaceae* - *Violet Red Bile Agar* e *Violet Red Bile Glucose Agar*; **bolores e leveduras** em *Rose Bengal Chloranphenicol Agar*, expressas em CFU/g.

Métodos de qualidade subjectiva (Figura 10 - III)

Análise sensorial - painel de provadores - sete elementos treinados, escala hedónica de cinco pontos (1 - ausência da característica a 5 - presença bem definida);

Avaliação de características de interesse comercial - fichas de Qualidade Global (QG), escala hedónica de 6 pontos, (0 - frutos não comercializáveis a 5 - excelente).

Condições de armazenamento: os frutos foram colocados numa câmara de refrigeração, Uniblok Zanotti, com ventilação forçada, à temperatura de 2°C. A avaliação da estabilidade dos frutos decorreu num período de cerca de um mês, retirando-se amostras para determinação da qualidade, com intervalos de 3 dias.

A correspondência entre os tempos de conservação e os dias que decorreram ao longo do período de armazenamento, em câmara de refrigeração é dada na tabela 1.

Tabela 1

Correspondência dos tempos com os dias de conservação

Conservação	
Tempo	Dias
T1	1
T2	4
T3	7
T4	9
T5	11
T6	15
T7	17
T8	19
T9	22
T10	24
T11	26
T12	20
T13	31

4. Resultados

Os mirtilos das diferentes cultivares podem reagir de forma distinta a alterações físicas, químicas e biológicas do meio ambiente. Ao pretendermos prolongar a vida útil do fruto teremos que atender a um conjunto de procedimentos adequados.

Os lotes deverão apresentar frutos limpos, secos, isentos de pragas e de doenças e com a cor azul varietal coberta com pruína (Figura 11).



Figura 11 – Mirtilos embalados para conservação.

Os frutos da cv Jubilee apresentaram a forma globulosa, típica dos mirtilos, tendo em média 1,61g de massa. A cor azul escura era relativamente homogénea, notando-se um ou outro fruto de cor púrpura. Observou-se presença bem marcada de pruína. Os frutos eram firmes e sem esmagamento húmido. A cicatriz era pequena em forma de estrela e não muito profunda.

Quadro VI

Características biométricas da cv Jubilee

Diâmetro transversal (cm)	Diâmetro longitudinal (cm)	Massa (g)	Cicatriz
1,29	1,04	1,61	Forma de estrela à superfície da epiderme

Quadro VII

Características físicas e químicas da cv Jubilee

SST (° Brix)	pH	Acidez titulável (g/l)	Firmeza (N)	Qualidade global (QG)
13,4	2,80	1,41	2,39	4,5

Os dados biométricos e algumas características físicas e químicas dos frutos desta cultivar (Quadro VI e VII) encontram-se dentro dos valores médios determinados para os frutos de cultivares estudadas anteriormente.

Avaliação do tempo de vida útil durante a conservação a 2°C

Perda de massa: a perda de massa (Figura 12) foi mínima, ao longo do tempo de conservação, não atingindo 0,5%. Tal facto pode atribuir-se à existência de várias características favoráveis, como a presença de maior quantidade de pruína, ou de maior espessura da epiderme. Estas propriedades funcionam como barreira à perda de humidade. Deve realçar-se também o facto de não se ter constatado a existência de exsudato nesta cultivar, durante a conservação.

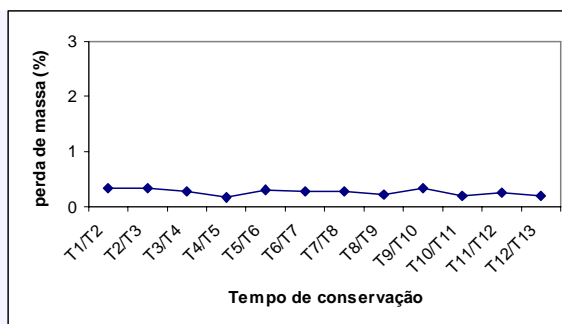


Figura 12 – Evolução da perda de massa durante a conservação.

Sólidos Solúveis Totais e Firmeza: O teor em sólidos solúveis (°Brix) manteve-se relativamente constante ao longo dos cerca de 30 dias de conservação, com valores variando de 13,4 a 12,2 °Brix, no início e no fim respectivamente.

Os frutos mantiveram uma estrutura firme e os valores da resistência mecânica, expressos em (N) foram da ordem dos 2,39-2,36N, quase não apresentando oscilações.

Acidez: a cultivar apresentou valores de pH no início do período de conservação de 2,80 e no final 3,00. Os valores da acidez titulável, variaram de 1,41-1,75g/l. A ocorrência de acidez elevada na cv Jubilee foi vantajoso na conservação, na medida em que os ácidos presentes no fruto têm efeito bacteriostático. Entre os ácidos carboxílicos presentes no mirtilo, encontra-se o ácido benzóico que desempenha um papel importante na conservação, devido à sua actividade antifúngica. O ácido benzóico apresenta a sua actividade máxima entre pH 2,5 – 4,0.

Cor: analisando os parâmetros da cor ($L^*a^*b^*$), durante os 31 dias de conservação, verificou-se que na Luminosidade (L^*) que traduz o brilho ou a intensidade luminosa, os valores variaram de 31,0 no início a 28,5 no fim do tempo de conservação. Os valores da saturação que representa a pureza da cor, situaram-se entre 4,23 e 5,46, no início e no fim, respectivamente. A coloração (rad), que mede o tipo de cor, foi o parâmetro em que se verificou modificações ligeiras ao longo do tempo de conservação, todavia os valores observados no início e no final são semelhantes de (-1,00 a -0,98). As diferenças verificadas não são relevantes (Figura 13).

Traduzindo as informações da cor $L^*a^*b^*$, para linguagem comum podemos afirmar que o lote de mirtilos cv Jubilee apresentava frutos de cor azul escura homogénea, com pruína e que estas características se mantiveram relativamente inalteradas, durante a conservação.

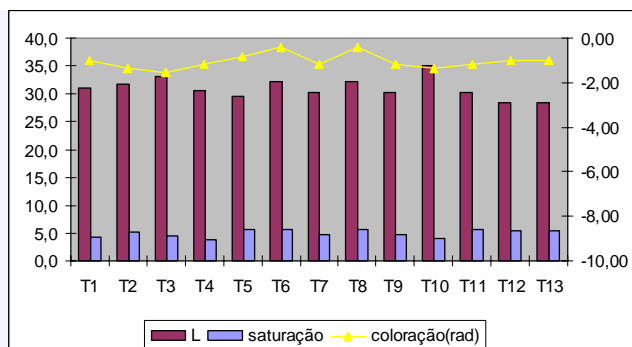


Figura 13 – Representação gráfica da cor $L^*a^*b^*$, durante o período de conservação.

É interessante citar que a literatura refere que no Mississipi a cv Jubilee apresenta cor azul clara^[1], enquanto em Portugal é de cor azul escura. De facto, sabe-se que para além das características genéticas, intrínsecas a cada cultivar, o meio ambiente em que os frutos se desenvolvem também pode afectar a cor.



Figura 14 – Amostra representativa para apreciação da qualidade global.

Qualidade global (QG): os valores atribuídos à qualidade global durante o tempo de conservação foram muito bons (Figura 14). Numa escala em que a pontuação máxima correspondia a 5 (Excelente), os valores de QG mantiveram-se em 4,5 até 11º dia (T5). Notou-se depois declínio muito ligeiro da qualidade, mas no 31º dia de conservação, a pontuação ainda era 4 (Bom) (Figura 15). Não foi possível prolongar o ensaio. Porém a perda de qualidade, mesmo em condições adequadas de armazenamento é inevitável, porque a senescência e a perda de turgor são acontecimentos inerentes à vida do fruto.

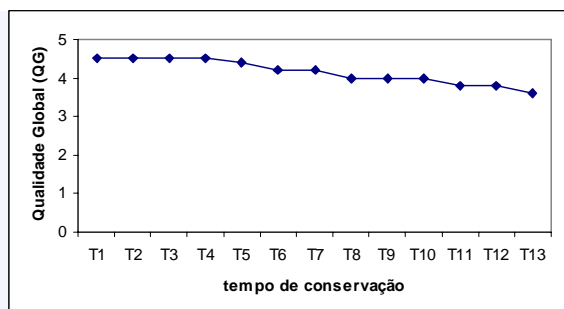


Figura 15 – Avaliação da qualidade global ao longo do tempo de conservação

Análise organoléptica: a avaliação sensorial dos mirtilos foi efectuada por provadores treinados. É uma análise de qualidade tão importante como as determinações efectuadas por métodos físicos, químicos e microbiológicos.

Podemos observar (Figura 16) a evolução dos atributos sensoriais durante o período de conservação. Constatou-se que, os parâmetros cor azul e presença de pruína (aspecto baço) não sofreram oscilações. Notou-se um ligeiro aumento da uniformidade de cor. Os provadores detectaram ligeiro aumento na firmeza, suculência, intensidade do sabor doce e do sabor a mirtilo. A acidez diminuiu. Não se detectaram aromas nem sabores estranhos. Os provadores não referiram a presença de arenosidades ou células lenhificadas.

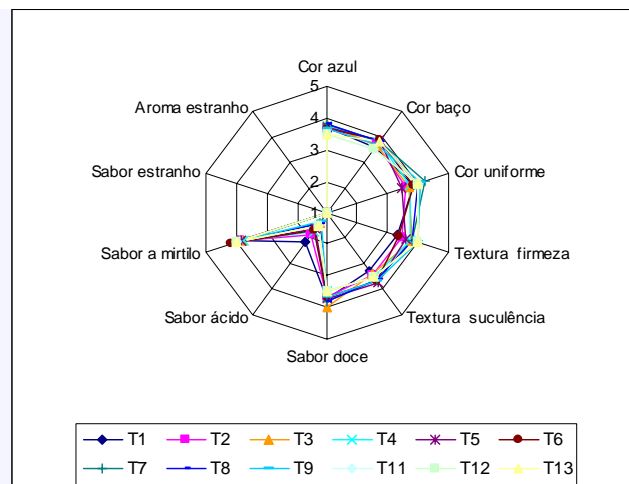


Figura 16 – Perfil sensorial do mirtilo ao longo do tempo de conservação.

Análise microbiológica: Eck^[3] observou em laboratório, que o mirtilo em contacto com *Botryosphaeria*, apresentou uma menor contaminação fúngica à medida que o nível de acidez aumentava, o que poderá ser um mecanismo de defesa inerente ao mirtilo. No entanto, é importante controlar o crescimento de bolores em mirtilos pois é sabido da capacidade de fungos, como a *Alternaria* de produzir micotoxinas nestes frutos^[24](Figura 17).



Figura 17 – Incubação de amostras para ensaio microbiológico.

A análise microbiológica efectuada aos mirtilos em estudo, apresentou valores de microrganismos aeróbios mesófilos totais na ordem de 4 log. Estes valores sofreram pequenas oscilações ao longo do tempo de conservação (Figura 18). Não foram detectadas leveduras tendo-se obtido contagens de bolores que oscilaram entre 3 a 4 logs. Os bolores isolados pertenciam aos géneros *Clasdosporium* e *Penicillium*. Durante a observação macroscópica dos frutos não se detectaram colónias visíveis de bolores, talvez devido à falta de humidade da superfície exterior dos frutos e à incapacidade dos microrganismos presentes de atacar a epiderme sã e infectar os tecidos internos do fruto.

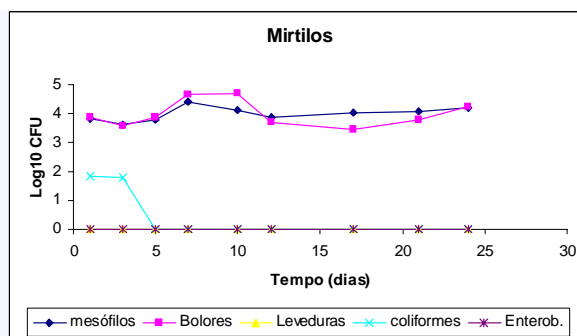


Figura 18 – Evolução da carga microbiana ao longo da conservação.

Crowe^[25] e Jackson^[26] relataram teores de contaminação semelhantes aos valores por nós observados.

5. Formas de utilização

O mirtilo é utilizado na alimentação humana há já vários séculos. Existem referências que datam do Sec. XVIII, sobre o seu consumo em fresco e seco e sua utilização com fins medicinais. Actualmente o seu consumo está muito ligado à transformação e incorporação em vários produtos alimentares, conferindo-lhes uma mais valia.

Alguns destinam-se quase exclusivamente à transformação (Cranberries), outros têm uma utilização não só em fresco, como na indústria, sendo desidratados, congelados, incorporados em compotas, sumos, bebidas, vinagre, chás, tisanas e muitas outras aplicações (Figura 19).



Figura 19 – Vinagre de mirtilo.

6. Referências bibliográficas

- 1 Spiers, J.M., Marshall, D.A., Smith, B.J. e Braswell, J.H. 2004. Method to determine chilling requirement in Blueberries. *Acta Horticulturae* 715: 105-110.
2. Albrigo, L.G., Lyrene, P.M. e Freeman, B. 1980. Waxes and other surface characteristics of fruit and leaves of native *Vaccinium elliotti* Chapm. *J Am Soc Hort Sci* 105: 230-235
3. Eck, P. 1988. Blueberry Science. Rutgers University Press, New Brunswick and London.
4. Sousa, M.B., Curado, T., Lavadinho, C. e Moldão-Martins, M. 2006. A survey of Quality Factors in Highbush and Rabbiteye Blueberry cultivars in Portugal. *Acta Horticulturae* 715: 567-572.
5. Jennings, D.L. 1988. Raspberries and blackberries: Their breeding, diseases and growth. *Academic press*, New York, p.227.
6. Somogyi, L.P., e Luh, B.S. 1996. Dehydration of fruits In *Commercial Fruit Processings*, J.G. Woodroof and B.S. Luh (Eds.): Second Edition, Avi Publish Company, in a Westport, CT, p. 353-405.
7. Rodrigues, R.M.A., Vázquez Oderiz, M.L., Simal-Lozano, J. e López Hernández, J. 1992. Estudio de la composición química de pequeños frutos, arandano, framboesa, groselha branca, grosella negra, grosella roja y zarzamora producidos en Galicia. *Industria conserve* 67: 29-33.
8. Bushway, R.J., McGann, D.F., Cook, W.P. e Bushway, A.A. 1983. Mineral and vitamin content of lowbush blueberries (*Vaccinium angustifolium* Aiot.). *J.Food Sci.* 48: 1878-1880.
9. Mauricio, S. 2005. O poder do vermelho. *Mens' s Health*, Set p46-48.
10. Kalt, W. 2006. Vaccinium berry crops and human health. *Acta Horticulturae* 715: 533-536.
11. <http://www.ars.usda.gov/is/pr/1999/990208.htm?pf=1>, acedido em 26 de Setembro de 2007.
12. Sousa, M.B., Curado, T. e Vieira, S. 2001. Características Físicas, Químicas e Sensoriais de Cultivares de Mirtilo (*Vaccinium* sp) Introduzidas em Portugal. *In Actas 5º Encontro de Química de Alimentos: Qualidade, Segurança & Inovação*, Porto, p. 349-351.
13. Moore, J.N. 1988. *Small Fruit Crop Management*. Gene Galletta e David Himetrich (Eds.), Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, p. 124-243.

14. Donahue, D.W. e Work, T.M. 1998. Sensory and Textural Evaluation of Maine Wild Blueberries for the Fresh Pack Market. *Journal of Texture Studies*, 29: 305-312.
15. Stohr, H.E. e Hermann, K. 1976. The phenolic contents of fruits:VIII. Changes of Flavonol concentration during fruit development. *In Blueberry Science*. Rutgers Univ. Press Rutgers, p. 31-37.
16. Gao, L. e Mazza, G. 1984. Quantification and distribution of simple and acylated anthocyanins and other phenolics in blueberries. *J. Food Sci.* 59: 1057-1059.
17. Mazza, G. e Miniati, E. 1993. Types of anthocyanins. *In Anthocyanins in fruits, vegetables and grains*. Mazza e Miniati (Eds.) CRS Press London.
18. Lavadinho, C., Sousa, M.B. e Moldão-Martins, M. 2001. Influência da data de colheita na qualidade do mirtilo. Actas do 5º Encontro de Química de Alimentos. Sociedade Portuguesa de Química, 346-348.
19. Anzaldúa-Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. S.A, Zaragoza, Spain. Acribia Eds. p. 70-79.
20. Veazie, P.P. 2007. Blueberry. Acedido em 26 de Setembro de 2007 em <http://usna.usda.gov/hb66/039blueberry.pdf>
21. Maroco, J. 2003. Análise estatística. 2ª ed., Lisboa. Edições Silobo.
22. Trigo, M.J., Sousa, M.B., Sapata, M.M., Ferreira, A., Curado, T., Andrada, L., Ferreira, E.S., Antunes, C., Horta, M.P., Pereira, A.R., Botelho, M.L. e Veloso, G. 2006. Quality of Gamma Irradiated Blueberry. *Acta Horticulturae* 715: 573-578.
23. Miller, W.R., Mitcham, E.J. e McDonald, R.E. 1994. Postharvest storage quality of gamma-irradiated 'Climax' rabbiteye blueberries. *HortScience* 29: 98-101.
24. Tournas, V.H. e Katsoudas, E. 2005. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruit. *Int. J. Food Microb* 105: 11-17.
25. Crowe, K.M. 2002. Effects of post-harvest treatments on the microbiological quality and pesticide residues of lowbush blueberries, Degree of Master of Science (in Food Science and Human Nutrition) The Graduate School The University of Maine, 81 pp.
26. Jackson, E.D., Sanford, K.A., Lawrence, R.A., McRae, K.B. e Star, R. 1999. Lowbush blueberry quality changes in response to prepacking delays and holding temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 15: 117-126.

