

Instituto Politécnico de Santarém

Escola Superior Agrária

**Caracterização de quatro espécies de amora de silva
selvagens**

Vânia Raquel Duarte Sousa

Instituto Politécnico de Santarém
Escola Superior Agrária

Caracterização de quatro espécies de amora de silva selvagens

**Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
na área de Sistemas de Prevenção e Controlo Alimentar**

Vânia Raquel Duarte Sousa

Orientadora: Professora Coordenadora

Maria Paula de Sousa Ferreira da Silva Marinho Pinto

Co-orientadora: Professora Adjunta

Maria Gabriela Oliveira Lima Basto de Lima

AGRADECIMENTOS

Gostaria de exprimir os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles, que diretamente ou indiretamente, contribuíram com a sua valiosa colaboração, disponibilidade e apoio irrefutável no desenvolvimento deste trabalho.

À Doutora Paula Pinto, Orientadora da dissertação, e à Mestre Gabriela Lima, Co-orientadora da dissertação, pela excelente orientação, apoio e simpatia, bem como a experiência e conhecimentos que me proporcionaram.

Às técnicas do sector da Química da ESAS, Anabela Matos e Ana Reis pela ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

À técnica dos sectores de Solos e Análise Foliar, a Dr.^a Isabel Torgal pela ajuda e disponibilidade demonstradas ao longo deste percurso.

À Eng.^a Maria da Conceição Tovar Faro pela sua ajuda e disponibilidade demonstradas.

Ao Disease and Stress Biology Laboratory, Instituto de Tecnologia Química e Biológica e à Herdade Experimental da Fataca pelo material fornecido.

Ao Doutor Joaquim Marçalo pela compreensão que demonstrou, pela disponibilidade e oportunidade que me deu para realizar a análise elementar no Campos Tecnológico e Nuclear, IST/ITN.

A todos os que colaboraram na análise sensorial.

A todos os meus amigos, que sempre estiveram presentes nos bons e maus momentos, pelo seu carinho e compreensão.

A todos, um sincero, muito obrigado!

Caracterização de quatro espécies de amora de silva selvagens

RESUMO

A Amora Silvestre é um fruto com um alto conteúdo de nutrientes essenciais e de fitoquímicos que têm uma importância relevante na saúde humana.

Pretendemos verificar o valor nutricional e avaliar as características físico-químicas e organolépticas de quatro espécies de amora de silva (*Rubus brigantinus*, *Rubus henriquesii*, *Rubus radula*, *Rubus sampaioanus*) ainda não comercializadas de modo a avaliar a sua qualidade para uma futura aceitação no mercado.

Os frutos apresentaram valores de humidade entre 84,9 e 87,9%; proteína entre 1,2 e 1,4%, gordura entre 0,3 e 0,7%, cinzas entre 0,4 e 0,7% e glúcidos entre 9,9 e 12,4%. Os Sólidos solúveis, determinados no ano 2011, variaram entre 10,4 a 13,8° Brix e a acidez variou entre 4,4e 10,2%. No ano 2012, os sólidos solúveis variaram entre 11,1 a 14,1° Brix e a acidez variou entre 11,5 e 13,7%.

Os parâmetros de cor medidos com o colorímetro são concordantes com a análise sensorial, indicam espécies com frutos escuros, de cor indefinida e com um brilho pouco intenso.

A espécie *Rubus brigantinus* apresentou características mais próximas daquelas a que os elementos do painel estão habituados a perceber nas amoras, pois foi nitidamente a espécie que mais agradou ao painel. Foi também a que em 2012 apresentou um maior teor de sólidos solúveis e a menor acidez e por consequência a razão “açúcar/ácidos” mais elevada o que indica um sabor mais doce, geralmente preferido pelos consumidores.

Palavras-chave: Amora silvestre; *Rubus* spp.; Composição nutricional; Acidez titulável; Sólidos solúveis; Cor; Textura; Análise sensorial.

Characterization of four species of wild blackberry

ABSTRACT

The wild blackberry is a fruit with a high content of essential nutrients and phytochemicals that have a significant impact on human health.

We intend to check the nutritional value and evaluate the physical, chemical and organoleptic characteristics of four species of blackberry (*Rubus brigantinus*, *Rubus henriquesii*, *Rubus radula*, *Rubus sampaioanus*) not yet being sold, in order to assess their quality for future market acceptance.

The fruits showed values of humidity between 84.9 and 87.9%, protein between 1.2 to 1.4%, fat between 0.3 to 0.7%, ash between 0.4 to 0.7% and carbohydrate between 9.9 and 12.4%. Total soluble solids, determined in 2011, ranged from 10.4 to 13.8° Brix and acidity ranged between 4.4 and 10.2%. In 2012, soluble solids ranged from 11.1 to 14.1° Brix and acidity ranged between 11.5 and 13.7%.

Color parameters analyzed with the colorimeter showed concordant results with sensory analysis: dark and dull fruits, with undefined color.

The species *Rubus brigantinus* showed characteristics closer to those expected by the panel elements, since it was clearly the species that most pleased them. In 2012, this species was the one with higher soluble solids and lower acidity and hence a higher "sugar / acid" ratio indicating a sweeter taste, generally preferred by consumers.

Keywords: Blackberry, *Rubus* spp.; Nutritional composition, titratable acidity, soluble solids, color, texture, sensory analysis.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE GERAL	iv
ÍNDICE DE QUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Classificação e produção da amora silvestre	4
3.2 Valor nutricional da amora silvestre	6
3.2.1 Composição em nutrientes	6
3.2.2 Compostos fenólicos	9
3.3 Parâmetros de qualidade	16
3.3.1 Acidez titulável	17
3.3.2 Teor em sólidos solúveis totais	17
3.3.3 Determinação da textura	18
3.3.4 Determinação da cor	19
3.3.5 Análise sensorial	22
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 Material	24
4.2 Métodos analíticos	24
4.2.1 Parâmetros químicos	24

4.2.2	Parâmetros físicos	27
4.2.3	Análise sensorial	29
4.2.4	Análise estatística	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Composição nutricional	30
5.1.1	Humidade	31
5.1.2	Cinzas	31
5.1.3	Macronutrientes	31
5.1.4	Teor em sólidos solúveis e acidez titulável	32
5.2	Textura	35
5.3	Cor	40
5.3.1	L*	46
5.3.2	a*	46
5.3.3	b*	47
5.3.4	C*	47
5.3.5	H°	48
5.3.6	ΔE	49
5.4	Análise sensorial	49
5.4.1	Características gerais	51
5.4.2	Sensação residual (<i>AFTER TASTE</i>)	53
5.4.3	Apreciação global	54
5.4.4	Preferência entre espécies	54
5.5	CONCLUSÕES	56
6	BIBLIOGRAFIA	59
7	BIBLIOGRAFIA ONLINE	67
8	APÊNDICES	a

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I - Composição nutricional da amora (<i>Rubus</i> spp.) (por 100g de porção edível), adaptado de USDA (2011).	7
Quadro II - Parâmetros medidos no ensaio de penetração e a sua relação com as características sensoriais, adaptado de Lima (2011 ^a); Szczesniak (2002); Roshenthal (1999).	19
Quadro III - Diferença de cor total (TCD).	22
Quadro IV - Condições do ensaio para análise da textura.	29
Quadro V - Composição nutricional de quatro espécies de amora de silva obtida para material recolhido entre o final de Junho e início de Agosto de 2011.	30
Quadro VI - Teor em sólidos solúveis (TSS), acidez titulável e razão açúcares/ácidos de quatro espécies de amora de silva obtidos para material recolhido entre o final de Junho e início de Agosto de 2011.	34
Quadro VII - Teor em sólidos solúveis (TSS), acidez titulável, razão açúcares/ácidos de quatro espécies de amora de silva obtidos para material recolhido entre o meio Agosto de 2012 e o início de Setembro de 2012.	35
Quadro VIII - Comparação do teor em sólidos solúveis (TSS) e acidez da espécie <i>R. radula</i> em dois anos diferentes.	35
Quadro IX - Valores médios (MÉD.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros de textura, medidos nas diferentes espécies após colheita e uma semana após a colheita (n=20).	38
Quadro X - Valores médios (MÉD.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros de textura, medidos em dois lotes diferentes da espécie <i>R. sampaioanus</i> após colheita e uma semana após a colheita (n=20).	39
Quadro XI - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nas diferentes espécies após colheita (n=20).	41
Quadro XII - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nas diferentes espécies uma semana após colheita (n=20).	42

Quadro XIII - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos em dois lotes diferentes da espécie *R. sampaioanus* após colheita e uma semana após a colheita (n=20). **43**

Quadro XIV - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para diferença de cor total, medidos nas diferentes espécies após colheita e uma semana após a colheita (n=20). **44**

Quadro XV - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para diferença de cor total, medidos em dois lotes diferentes da espécie *R. sampaioanus* após colheita e uma semana após a colheita (n=20). **45**

Quadro XVI - Codificação atribuída às espécies de amoras silvestres para análise sensorial. **51**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Morfologia da amora silvestre, adaptado de Sousa <i>et al.</i> (2007).	4
Figura 2 - Formula estrutural do ascorbato.	8
Figura 3 - Formula estrutural do ácido ascórbico.	8
Figura 4 - Diferentes categorias de polifenóis presentes na dieta, adaptado de Blasa <i>et al.</i> (2010); Dai & Mumper (2010); Han <i>et al.</i> (2007).	10
Figura 5 - Estrutura básica dos flavonóides, adaptado de Ross & Kasum (2002).	11
Figura 6 - Estrutura química de antocianidinas em frutos, adaptado de http://www2.dq.fct.unl.pt/ , 2011.	12
Figura 7 - Formula estrutural do ácido málico.	17
Figura 8 - Formula estrutural do ácido cítrico.	17
Figura 9 - Aspeto dos frutos da espécie <i>Rubus sampaioanus</i>	50
Figura 10 - Aspeto dos frutos da espécie <i>Rubus henriquesii</i>	50
Figura 11 - Aspeto dos frutos da espécie <i>Rubus brigantinus</i>	50
Figura 12 - Aspeto dos frutos da espécie <i>Rubus radula</i>	50
Figura 13 - Aspeto geral das espécies de amora.	51
Figura 14 - Variação dos diversos parâmetros de análise sensorial das diferentes espécies de amora de silva. <i>Rubus radula</i> (Am1), <i>Rubus brigantinus</i> (Am2), <i>Rubus henriquesii</i> (Am3), <i>Rubus sampaioanus</i> (Am4).	52
Figura 15 - Variação dos parâmetros <i>after taste</i> das diferentes espécies de amoras. <i>Rubus radula</i> (Am1), <i>Rubus brigantinus</i> (Am2), <i>Rubus henriquesii</i> (Am3), <i>Rubus sampaioanus</i> (Am4).	53
Figura 16 - Variação da apreciação global entre espécies. <i>Rubus radula</i> (Am1), <i>Rubus brigantinus</i> (Am2), <i>Rubus henriquesii</i> (Am3), <i>Rubus sampaioanus</i> (Am4).	54
Figura 17 - Variação das preferências entre espécies. <i>Rubus radula</i> (Am1), <i>Rubus brigantinus</i> (Am2), <i>Rubus henriquesii</i> (Am3), <i>Rubus sampaioanus</i> (Am4).	55

LISTA DE ABREVIATURAS

CIE - *Comission Internationale de l'Eclairage*

DNA - Deoxyribonucleic acid (Ácido desoxirribonucleico)

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

PB - Proteína bruta

RAE - *Retinol activity equivalent* (Atividade equivalente de retinol)

ROS - *Reactive oxygen species* (Espécies reativas de oxigênio)

TCD - *Total color difference* (Diferença de cor total)

TSS - Teor em sólidos solúveis

USDA - *United States Department of Agriculture*

1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos demonstram que dietas ricas em alimentos de origem vegetal protegem os seres humanos contra doenças crônicas não transmissíveis, como o cancro e doenças cardiovasculares (Montoya *et al.*, 2010; Srivastava *et al.*, 2010).

Devido a uma maior preocupação dos consumidores com a sua saúde e alimentação tem havido uma evolução nas orientações dietéticas. Estas têm especial incidência na ingestão adequada de nutrientes essenciais com o fim de prevenir deficiências nutricionais e reduzir doenças crônicas, como doenças cardiovasculares e obesidade (Thompson, 2010). Por outro lado, os frutos e vegetais são naturalmente ricos em compostos bioativos com atividade antioxidante que podem participar na prevenção de doenças (Krügera *et al.*, 2011; Song *et al.*, 2010; Montoya *et al.*, 2010; Liu, 2003; Riboli & Norat, 2003).

O metabolismo celular aeróbio produz continuamente espécies reativas de oxigénio (ROS) com potenciais efeitos mutagénicos e oncogénicos. O desequilíbrio entre as ROS e os antioxidantes endógenos induz *stress* oxidativo, característico de algumas doenças. Os frutos são uma boa fonte de compostos de antioxidantes, especialmente compostos fenólicos e vitamina C, o que pode proteger contra os efeitos nocivos causados pelas ROS. Os pequenos frutos, nomeadamente as amoras, são altamente recomendados na dieta humana, uma vez que são classificados como produtos com níveis elevados de compostos fenólicos, como os ácidos fenólicos e os flavonóides, e de Vitamina C. Além disso, parecem ter uma gama de efeitos benéficos para a saúde como a prevenção de cancro e doenças neurodegenerativas (Fortalezas *et al.*, 2010; Sariburun *et al.*, 2010; Forbes *et al.*, 2010; Kalt *et al.*, 1999).

Os compostos fenólicos têm propriedades antioxidantes, anti-cancerígenas, anti-inflamatórias e neuroprotectoras (Basaran & Kepenek, 2011; Montoya *et al.*, 2010; Sariburun *et al.*, 2010; Srivastava *et al.*, 2010).

É nesta perspectiva que surge um interesse cada vez maior pelos pequenos frutos, tais como a amora de silva (*Rubus* sp.). Este fruto tem atraído muito a atenção tanto dos consumidores como dos investigadores, pois é reconhecido pela sua qualidade nutricional e pela sua alta atividade antioxidante (Basaran e Kepenek, 2011; Milivojevic *et al.*, 2011; Forbes *et al.*, 2010).

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo principal verificar o valor nutricional e a qualidade de quatro espécies de amora de silva (*Rubus brigantinus*, *Rubus henriquesii*, *Rubus radula*, *Rubus sampaioanus*) que ainda não são comercializadas.

Mais especificamente determinar e avaliar os principais componentes nutricionais (humidade e cinzas, gordura bruta, proteína total e glúcidos por diferença), parâmetros físico-químicos (acidez titulável, teor em sólidos solúveis, textura e cor) e as características organoléticas das diferentes espécies de amora de silva. Teve também como objetivo avaliar a aceitação de cada espécie de amora de silva por parte de possíveis consumidores, assim como qual a espécie de preferência dos mesmos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Classificação e produção da amora silvestre

A amora (*Rubus* sp.) é um fruto de arbustos que são vulgarmente designados como silvas. Existem várias espécies do género *Rubus*, que se incluem na subfamília *Rosoideae* e família *Rosaceae*. São frutos delicados, suculentos, saborosos e aromáticos que apresentam dimensões e pesos muito variáveis (2-12g). Podem apresentar formas oblongas e por vezes arredondas (Sousa *et al.*, 2007). A amora silvestre é um fruto composto por drupas agregadas que envolvem o receptáculo (designadas por drupéolas) e por um centro oco (**Fig. 1**) (Basaran & Kepenek, 2011; Sousa *et al.*, 2007).

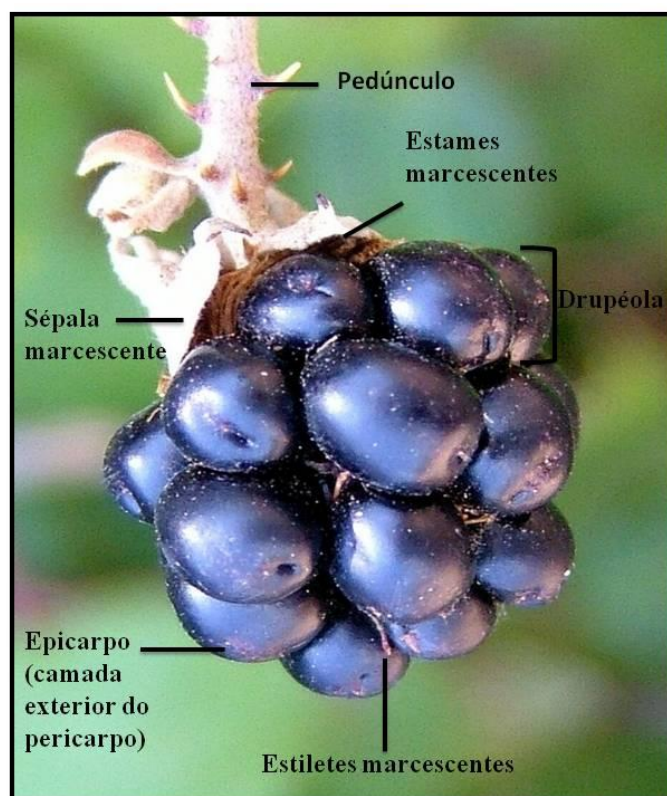


Figura 1 - Morfologia da amora silvestre, adaptado de Sousa *et al.* (2007).

Das centenas de espécies identificadas do género *Rubus* apenas três a quatro dezenas apresentam frutos comestíveis e apenas algumas delas têm importância comercial, mais especificamente as framboesas e as amoras (Bushway *et al.*, 2008).

A produção de pequenos frutos (morango, framboesa, amora, mirtilo e groselha) é reduzida em Portugal. A capacidade de produção destes frutos é diferente de região para região, especialmente a produção fora de época. No entanto em algumas regiões de Portugal a produção de pequenos frutos pode ser uma ótima alternativa às culturas de frutos tradicionais (Oliveira & Fonseca, 2010).

Com a adesão de novos países à União Europeia a competitividade aumentou no mercado, tanto das culturas de pequenos frutos como nas culturas de outros frutos. A Polónia é um exemplo de um grande produtor e exportador de pequenos frutos, no entanto devido à sua localização só produz a partir do final da primavera até ao verão. Deste modo, o mercado permanece em aberto durante o outono/inverno e início de primavera para os países mediterrâneos, em especial para a Espanha e Portugal (Oliveira & Fonseca, 2010).

Em Portugal, o mercado de amoras de silva ainda não é explorado e sendo este um país pequeno não pode ser um concorrente importante em termos de volume de produção, mas pode ocupar uma faixa importante do mercado com frutos de alta qualidade, especialmente se os custos de produção se mantiverem baixos (Oliveira & Fonseca, 2010).

A área cultivada de amora, em todo o mundo, aumentou de 34 490 hectares, em 1995, para 49 506 hectares, em 2005, um aumento de 44%. A maior parte do crescimento, nos últimos 10 anos, ocorreu no México, EUA, China e Costa Rica. A produção mundial de amora, em 2005, foi de cerca de 154 603 toneladas, não incluindo as amoras selvagens. (<http://berrygrape.org/>, 2011).

Segundo a FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*) no ano 2010 os países da Europa que se encontram entre os vinte maiores produtores mundiais de pequenos frutos (incluindo amoras não selvagens) foram Itália, Turquia, Polónia, Arménia, Áustria, Reino Unido e Sérvia, sendo que a Itália foi o país com maior produção e a Sérvia o país com menor (<http://faostat.fao.org/>, 2012).

3.2 Valor nutricional da amora silvestre

3.2.1 Composição em nutrientes

Os frutos e vegetais são uma parte essencial da alimentação saudável que deve ser praticada diariamente. Estes alimentos são ricos em minerais (potássio, zinco, cálcio, magnésio, cobre, entre outros), algumas vitaminas (especialmente as vitaminas A e C) e diversos polifenóis como os flavonóides (Candeias *et al.*, 2005).

Os minerais e as vitaminas são micronutrientes, considerados como nutrientes essenciais, isto é, substâncias que não podem ser produzidas no corpo humano (com exceção da vitamina D), mas que são necessárias para um funcionamento celular normal.

Por terem uma elevada concentração em micronutrientes (que muitas vezes não podem ser encontrados noutra tipo de alimentos), geralmente apresentam quantidades relativamente baixas de calorias e devido ao baixo conteúdo em macronutrientes e elevado conteúdo em água, os frutos e vegetais são considerados alimentos com elevado valor nutricional e aliados essenciais para obter uma dieta saudável (Blasa *et al.*, 2010; Candeias *et al.*, 2005).

As amoras silvestres são um fruto rico em água, variando o seu teor entre 85 e 90%. Os açúcares constituem a maior parte dos compostos solúveis e os mais representativos são a glucose e a frutose, sendo que um fruto típico maduro contém 5-6% de açúcar (Bushway *et al.*, 2008). Além disso, as amoras silvestres são muito pouco calóricas, apresentando apenas 181 kcal em 100 gramas de amora (**Quadro I**).

A amora silvestre é, como outros frutos, rica em minerais, sendo de destacar que cada 100 g de amora contém: 162mg de potássio, 29mg de cálcio, 20mg de magnésio e 0,62mg de ferro (USDA, 2011a; Bushway *et al.*, 2008). Apresenta um conteúdo em vitamina C de 21mg em cada 100 g de amora, ou seja 23 % da dose diária recomendada para um homem com idade igual ou superior a 19 anos e 28% da dose diária recomendada para uma mulher com idade igual ou superior a 19 anos (USDA, 2011a; USDA, 2010).

Quadro I - Composição nutricional da amora (*Rubus spp.*) (por 100g de porção edível), adaptado de USDA (2011a).

		Quantidade por 100 g
Macronutrientes	Energia (kJ)	43
	(kcal)	181
	Água (g)	88,15
	Proteína (g)	1,39
	Lípidos totais (gordura) (g)	0,49
	Glúcidos, por diferença (g)	9,61
	Açúcares totais (g)	4,88
	Sacarose (g)	0,07
	Glucose (g)	2,31
	Frutose (g)	2,40
Minerais	Cálcio (mg)	29
	Ferro (mg)	0,62
	Magnésio (mg)	20
	Fósforo (mg)	22
	Potássio (mg)	162
	Sódio (mg)	1
Vitaminas	Zinco (mg)	0,53
	Vitamina C (mg)	21
	Caroteno, beta (µg)	128
	Vitamina A (mcg_RAE)	11
	Tiamina (mg)	0.020
	Riboflavina (mg)	0.026
	Niacina (mg)	0.646

3.2.1.1 Vitamina C

As vitaminas são pequenas moléculas orgânicas necessárias em pequenas quantidades na dieta de alguns animais. Estas moléculas têm as mesmas funções em praticamente todas as formas de vida, mas algumas perderam a capacidade de as sintetizar com o decorrer da

evolução. Os seres humanos necessitam de pelo menos 12 vitaminas na sua dieta. As vias de biossíntese de vitaminas podem ser complexas, tornando-se mais eficiente ingeri-las do que sintetizá-las, embora cause a dependência de outros organismos (Berg *et al.*, 2004)

O ascorbato (**Fig. 2**), forma ionizada do ácido ascórbico (**Fig. 3**), serve como agente redutor (antioxidante) e encontra-se abundantemente em frutos frescos e vegetais (Berg *et al.*, 2004).

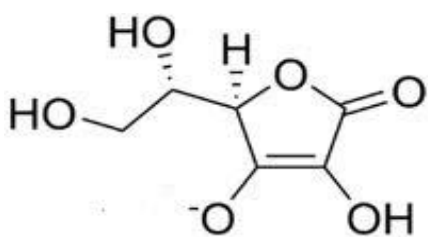


Figura 2 - Formula estrutural do ascorbato.

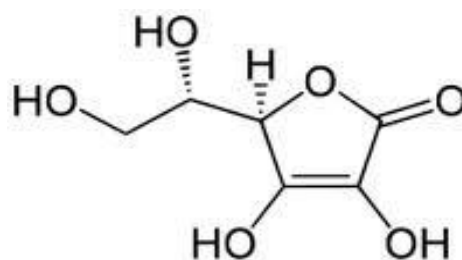


Figura 3 - Formula estrutural do ácido ascórbico.

A deficiência em vitamina C causa um enfraquecimento nas estruturas do colagénio levando à perda de dentes, dores nas articulações e má cicatrização de feridas, que são características do escorbuto (Buettner & Schafer 2004; Carr & Frei, 1999).

Torna-se evidente que a ingestão de vitamina C é importante para o ser humano já que não podemos sintetizá-la e que a sua ingestão insuficiente pode causar escorbuto. Além disso, esta vitamina é um co-fator importante necessário a várias enzimas, está envolvida em vários processos metabólicos e é um importante redutor hidrossolúvel (Blasa *et al.*, 2010; Buettner & Schafer, 2004; Carr & Frei, 1999).

A vitamina C poder ser oxidada por muitas espécies com potencial para estarem envolvidas em doenças humanas. Estas espécies em causa que recebem elétrões e são reduzidas pela vitamina C podem ser compostos com elétrões desemparelhados (radicais), tais como radicais de oxigénio (radicais hidroxilo, superóxido e peróxido) (Blasa *et al.*, 2010; Padayatty *et al.*, 2003).

Por ser reconhecida como um antioxidante com capacidade para eliminar radicais livres é geralmente considerada um nutriente importante na dieta do dia-a-dia (Kim *et al.*, 2002).

3.2.2 Compostos fenólicos

Para além do conteúdo em micronutrientes, os frutos são ricos em fitoquímicos, compostos bioativos provenientes de diferentes partes das plantas, tais como, sementes, cereais, vegetais, frutos, folhas e raízes, muitos deles descritos como tendo diversos efeitos benéficos na saúde (Skerget *et al.*, 2005; Blasa *et al.*, 2010).

Os polifenóis, uma das classes de fitoquímicos mais abundantes, são metabolitos secundários das plantas, contribuindo para as suas qualidades organolépticas e cor, geralmente estão relacionados com os sistemas de defesa das plantas contra a radiação ultravioleta ou as agressões de patogénicos (Manach *et al.*, 2004).

Os frutos e bebidas, como chá e vinho tinto, constituem as principais fontes de polifenóis na dieta. Alguns polifenóis, como a quercetina são encontrados na maioria dos produtos vegetais (frutos, legumes, cereais, leguminosas, sumos de frutos, chá, vinho, infusões, etc), enquanto outros são específicos para determinados alimentos (flavononas em frutas cítricas, isoflavonas na soja). Na maioria dos casos, os alimentos contêm misturas complexas de polifenóis (Manach *et al.*, 2004).

3.2.2.1 Classificação e estrutura

Nos alimentos vegetais foram identificados várias centenas de polifenóis que, de modo genérico, possuem pelo menos um núcleo benzénico com um ou mais hidroxilos, livres ou fazendo parte de ésteres ou heterósidos (Cunha, 2005).

Estes são classificados em grupos de acordo com o número de anéis fenólicos que possuem e pelos grupos funcionais ligados a esses anéis. Na dieta encontram-se principalmente os ácidos fenólicos, os flavonóides, os taninos, as lignanas e os estilbenos (**Fig. 4**) (Dai & Mumper, 2010; Han *et al.*, 2007).

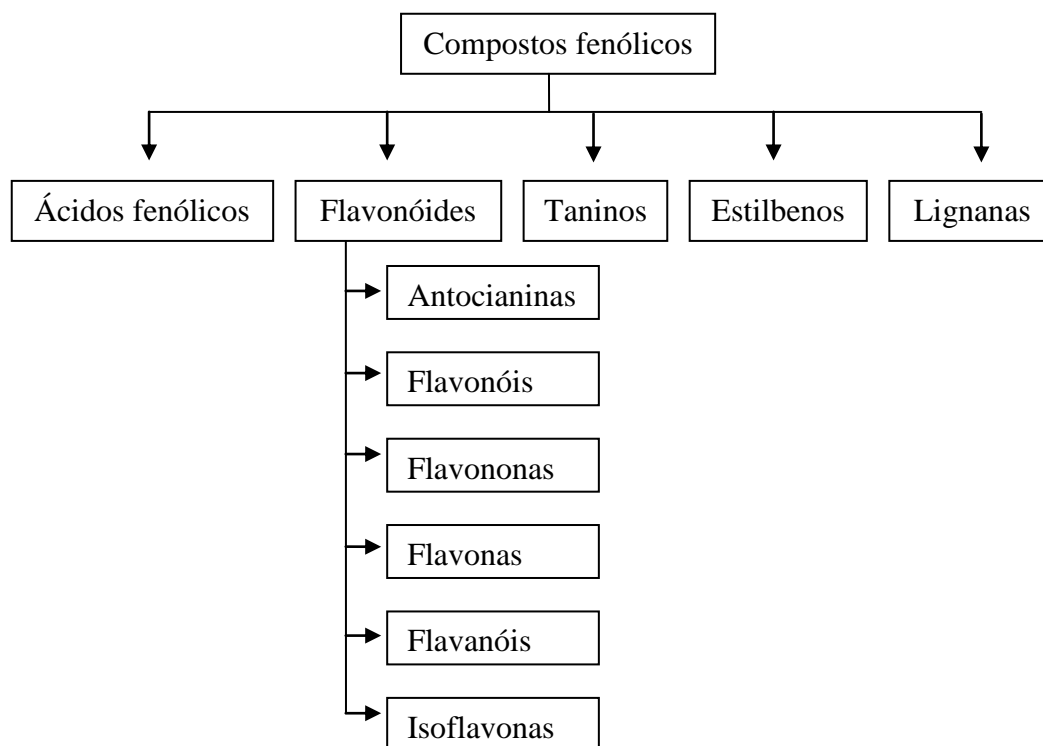


Figura 4- Diferentes categorias de polifenóis presentes na dieta, adaptado de Blasa *et al.* (2010); Dai & Mumper (2010); Han *et al.* (2007).

3.2.2.1.1 Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos estão divididos em dois grupos principais: ácidos fenólicos derivados do ácido benzóico (ácidos hidroxibenzóicos) e derivados do ácido cinâmico (ácidos hidroxicinâmicos). Estes ocorrem nas frutas e legumes, usualmente, na forma de ésteres livres ou conjugados (Dai & Mumper, 2010).

O teor de ácido hidroxibenzóico das plantas comestíveis é geralmente muito baixo, com exceção de alguns frutos vermelhos e cebolas. Os ácidos hidroxicinâmicos são mais comuns que os ácidos hidroxibenzóicos e os mirtilos, kiwis, ameixas, cerejas, maçãs são dos frutos com o maior conteúdo deste ácido (Manach *et al.*, 2004)

3.2.2.1.2 Flavonóides

O grupo de compostos fenólicos mais abundante nos alimentos é o dos flavonóides caracterizando-se por possuir uma estrutura química do tipo C6-C3-C6 - dois anéis

aromáticos (A e B) ligados através de três carbonos (**Fig. 5**) (Williams & Spencer, 2012; Belitz *et al.*, 2009; Han *et al.*, 2007; Shahidi & Naczki, 2005; Ross & Kasum, 2002).

Conforme o estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano (C), têm-se diferentes classes de flavonóides: antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas e flavononas e os flavanóis (Williams & Spencer, 2012; Ross & Kasum, 2002).

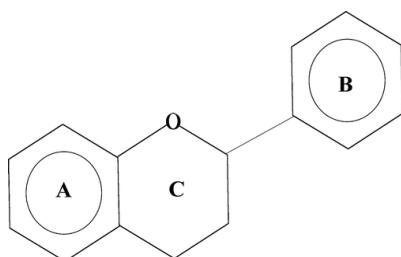


Figura 5 - Estrutura básica dos flavonóides, adaptado de Ross & Kasum (2002).

3.2.2.1.2.1 Antocianinas

As antocianinas, componentes do grupo flavonóides, são pigmentos solúveis em água, ocorrem naturalmente nas células vegetais e são responsáveis pela cor vermelha, violeta, azul e púrpura de muitas espécies de plantas e dos seus frutos (Elisia *et al.*, 2007; Shahidi & Naczki, 2005; deMan, 1999).

Na dieta humana, as antocianinas são encontradas no vinho tinto, em certas variedades de cereais e raízes vegetais (beringelas, couve, feijão, cebola) mas são mais abundantes nos frutos. Muitos frutos como as amoras, as framboesas vermelhas e pretas, as cerejas, as groselhas, os mirtilos e as ameixas contêm antocianinas (Horbowicz *et al.*, 2008; Shahidi & Naczki, 2005; Manach *et al.*, 2004).

Entre os compostos fenólicos dos pequenos frutos, as antocianinas são as mais estudadas e têm uma vasta gama de bioatividades como por exemplo, capacidade antioxidante, anticancerígena e propriedades anti-inflamatórias (Seeram, 2008).

A estrutura básica das antocianinas deriva do ião flavílio (2-fenilbenzopirílio), com diferentes graus de hidroxilação e metoxilação. Estas existem na natureza sob a forma de

glicósidos, na sua forma não glicosilada denominam-se antocianidinas (agliconas) (**Fig. 6**) (Horbowicz *et al.*, 2008).

Nas antocianinas verifica-se a existência de um resíduo de açúcar que normalmente é constituído por uma ou duas moléculas de glucose, galactose e ramnose. A molécula de açúcar liga-se geralmente ao grupo hidroxilo no carbono 3 (Belitz *et al.*, 2009; deMan1999).

A substituição dos grupos hidroxilo e metoxilo interferem na cor apresentada por cada uma das antocianinas. As antocianinas encontradas nos alimentos são todas derivadas das agliconas pertencentes a três pigmentos básicos: pelargonidina (vermelha), cianidina (vermelho) e delphinidina (violeta) (**Fig. 6**) (deMan, 1999).

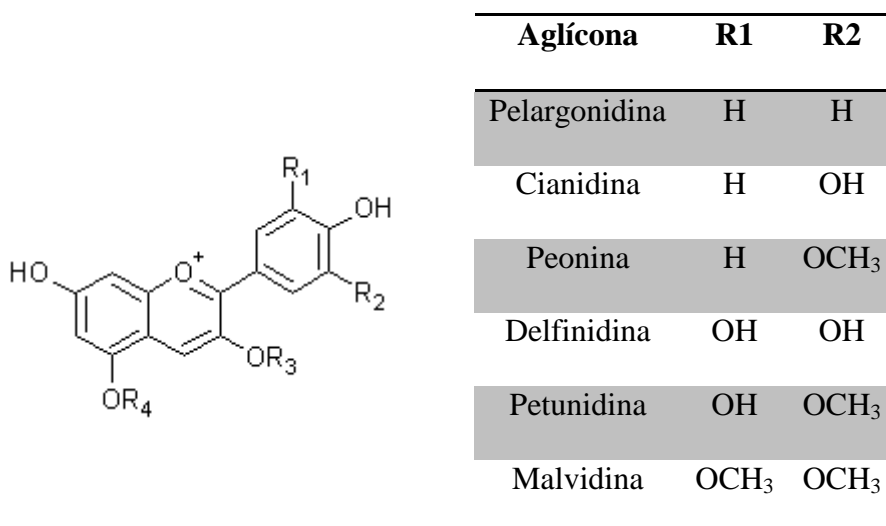


Figura 6 - Estrutura química de antocianidinas em frutos, adaptado de <http://www2.dq.fct.unl.pt/>, 2011.

3.2.2.1.3 Taninos

Os taninos são um grupo de compostos fenólicos hidrossolúveis com pesos moleculares entre 500 e 3000 Dalton. Este grupo de compostos, para além das reações normais das moléculas fenólicas, apresentam capacidade para reagir com alcalóides, poliósidos e proteínas formando precipitados (Han *et al.*, 2007). Podem ser classificados em taninos hidrolisáveis e taninos não hidrolisáveis ou taninos condensados (Han *et al.*, 2007). Os

taninos hidrolisáveis têm como unidades básicas um ácido fenólico, o ácido gálico ou ácido elágico, esterificados a uma molécula de açúcar (geralmente a glucose) ou a um polifenol. Os taninos condensados, também denominados proantocianidinas, são polímeros de flavonóides (Blasa *et al.*, 2010).

3.2.2.1.4 Estilbenos

Os estilbenos são caracterizados essencialmente pela presença de um núcleo 1,2-difeniletieno, geralmente possuem grupos hiroxilo substituintes nos anéis aromáticos. O membro mais abundante desta família é o resveratrol, abundante em uvas e frequentemente encontrado no vinho tinto (Han *et al.*, 2007; Cassidy *et al.*, 2000)

3.2.2.1.5 Lignananas

As lignanas são dímeros do ácido cinâmico o qual forma ciclos de maneiras diferentes, dando origem a uma vasta gama de moléculas (Blasa *et al.*, 2010).

As sementes oleaginosas (linhaça) são a fonte mais rica de lignanas, as algas, plantas leguminosas (lentilhas), cereais (trigo), legumes (alho, espargo, cenoura) e frutas (peras, ameixas) também contêm estes polifenóis mas em menores quantidades (Manach *et al.*, 2004).

3.2.2.2 Composição em polifenóis da amora

As amoras são conhecidas entre os frutos devido às suas características antioxidantes, principalmente devido aos seus altos teores de compostos fenólicos, como o ácido elágico, ácido gálico, taninos e flavonóides como os flavanóis, flavonóis e antocianinas (Huang *et al.*, 2012; USDA, 2011b; López *et al.*, 2010; Han *et al.*, 2007).

As antocianinas são o grupo predominante de flavonóides presentes nas amoras (USDA, 2011b)

3.2.2.3 Efeitos benéficos na saúde humana e biodisponibilidade

Os frutos, além de ricos em nutrientes, contêm fitoquímicos, compostos bioativos que podem proporcionar benefícios à saúde além da nutrição básica (Seeram, 2011).

Os efeitos dos compostos fenólicos na proteção contra doenças degenerativas e na saúde têm sido atribuídos principalmente às suas propriedades antioxidantes (López *et al.*, 2010).

Os danos oxidativos induzidos no corpo humano são considerados como uma das principais causas tanto do início como na progressão de doenças degenerativas, como cancro, doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas (Alzheimer, doença de Parkinson), entre outras (López *et al.*, 2010; Sariburun *et al.*, 2010; Fortalezas *et al.*, 2010, Einbond *et al.*, 2004). O termo “espécies reativas” é aplicado tanto aos radicais livres (espécies que contém um ou mais elétrons desemparelhados) como aos seus intermediários.

Estes intermediários, apesar de não possuírem átomos com elétrons desemparelhados, são potencialmente geradores desses radicais. Esta configuração faz dos radicais livres espécies altamente instáveis e com uma reatividade muito elevada. Os radicais livres podem ser gerados a partir de muitos elementos, mas nos sistemas biológicos a maioria são os que envolvem oxigénio e azoto (Burton & Jauniaux, 2011). Os radicais livres derivados de oxigénio são genericamente conhecidos como espécies reativas de oxigénio (ROS) e representam a classe mais importante de radicais livres geradas pelo organismo (Ferreira & Abreu, 2007). Em concentrações baixas ou moderadas, as ROS desempenham papéis importantes no processo metabólico aeróbio. A reatividade destas espécies permite-lhes participar em transferências de elétrons que requerem energias elevadas durante o metabolismo oxidativo (Burton & Jauniaux, 2011; Ferreira & Abreu, 2007). Normalmente a produção endógena de radicais livres é contrabalançada por um evoluído sistema de defesa antioxidante, que inclui enzimas e moléculas não enzimáticas, mantendo um equilíbrio no sistema oxidativo. Se a concentração de radicais de oxigénio aumentar durante os processos fisiológicos ou devido a fatores ambientais adversos (oxidantes

ambientais, substâncias tóxicas e metais pesados) e não existirem antioxidantes disponíveis pode haver uma perturbação no equilíbrio e as espécies reativas de oxigênio podem causar danos indiscriminados de moléculas biológicas (sejam elas proteínas, lípidos ou DNA) levando à perda da sua função biológica ou até mesmo à morte da célula (Burton & Jauniaux, 2011; Lindsay & Astley, 2002).

O *stress* oxidativo é definido como o desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes em que a concentração de oxidantes é mais elevada e pode potencialmente causar danos. O conceito de *stress* oxidativo é muito importante, pois indica que o distúrbio pode ser causado tanto pelo excesso de ROS como pela deficiência de antioxidantes (Burton & Jauniaux, 2011; Lindsay & Astley, 2002).

O controlo da produção excessiva de ROS pode ser obtido assegurando níveis adequados de antioxidantes e quelantes de radicais livres. Alguns produtos naturais com atividade antioxidante podem auxiliar o sistema protetor que mantém o equilíbrio oxidativo. Os antioxidantes naturais de frutos e vegetais são facilmente obtidos através da dieta alimentar e são um mecanismo de defesa contra o dano oxidativo (Ferreira & Abreu, 2007; Einbond *et al.*, 2004). Nesta perspetiva, os antioxidantes presentes na dieta assumem grande importância como possíveis agentes protetores.

Os efeitos dos polifenóis na saúde humana dependem da quantidade consumida e da sua biodisponibilidade (López *et al.*, 2010; Manach *et al.*, 2004).

A bioatividade depende da concentração de um componente específico a um nível fisiologicamente significativo, no local em que irá atuar. A ação preventiva ou terapêutica é afetada por algumas propriedades como a absorção, distribuição, metabolismo e excreção.

A estrutura química dos compostos fenólicos determina o nível de absorção intestinal e a natureza dos metabolitos que circulam no plasma. A absorção determina a

biodisponibilidade do composto, que é também influenciada pelo grau em que o composto atinge o sistema circulatório e está disponível no local da ação, assim como a distribuição do composto para os tecidos e órgãos após a sua absorção. Geralmente a absorção e a biodisponibilidade dos compostos fenólicos é afetada pela sua estrutura (tamanho molecular, esterificação e glicosilação) (López *et al.*, 2010).

Embora as agliconas possam ser absorvidas no intestino delgado, a maioria dos compostos fenólicos ocorre sob a forma de glicósidos, ésteres ou polímeros. Teoricamente estas formas são pouco absorvidas na sua forma nativa e a sua digestibilidade depende da presença de enzimas bacterianas, que podem também quebrar as moléculas dos flavonóides e transformá-los em ácidos fenólicos (López *et al.*, 2010; Manach *et al.*, 2004).

Os flavonóides, uma vez absorvidos, são transportados ligados à albumina plasmática ou a lipoproteínas. A afinidade destes polifenóis à albumina plasmática ou a lipoproteínas varia de acordo com a sua estrutura química, mantendo-se a questão para as formas heterosídicas pois a sua hidrólise no intestino ainda não é clara. Apesar de existir discussão sobre o tema, os estudos epidemiológicos têm demonstrado benefícios na ingestão de flavonóides de origem natural na prevenção de determinadas doenças (López *et al.*, 2010; Cunha, 2005).

3.3 Parâmetros de qualidade

A qualidade é um conceito subjetivo e varia consoante o tipo de consumidores. Pode ser definida como a totalidade de propriedades e características de um produto que têm a capacidade de satisfazer as necessidades explícitas ou implícitas do consumidor. Podem existir fatores de qualidade que sejam relativamente mais importantes para um grupo de consumidores do que para outro, dependendo por exemplo da cultura, da nacionalidade, da idade, dos hábitos alimentares, etc. Relativamente aos frutos, a qualidade destes refere-se a um conjunto de características como a aparência, textura, odor e sabor e ao valor nutricional (UNCTAD, 2007).

3.3.1 Acidez titulável

A acidez titulável proporciona uma estimativa do teor de ácido total presente num alimento. Esta mede a concentração de ácidos contidos num alimento, sendo esta quantidade medida por titulação exaustiva dos ácidos intrínsecos com uma base padrão. A acidez titulável é um bom indicador do impacto que o ácido terá no sabor (Nielsen, 1998). A acidez dos produtos hortofrutícolas é dada pela presença dos ácidos orgânicos. Estes servem de substrato para a respiração, sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lípidos e aromas voláteis. Os ácidos encontram-se nos vacúolos das células na forma livre e/ou combinados com sais e ésteres. Os principais ácidos orgânicos encontrados nos pequenos frutos são o ácido málico (**Fig. 7**) e o ácido cítrico (**Fig. 8**) (Petkovsek *et al.*, 2012; Bushway *et al.*, 2008).

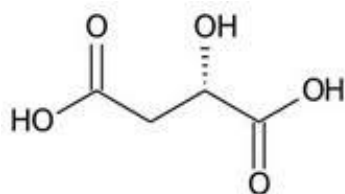


Figura 7 - Formula estrutural do ácido málico.

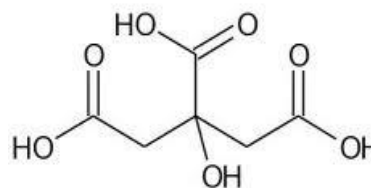


Figura 8 - Formula estrutural do ácido cítrico.

3.3.2 Teor em sólidos solúveis totais

O sabor está relacionado com o teor de sólidos solúveis (ou °Brix). Um elevado conteúdo de açúcares dá origem a um teor de sólidos solúveis no fruto mais elevado.

Os açúcares são uns dos principais constituintes solúveis dos pequenos frutos e têm um grande efeito sobre o sabor, o amadurecimento e mesmo sobre a aceitação pelos consumidores, pois a avaliação organolética é muito influenciada pelas quantidades relativas e totais de açúcares e ácidos nos frutos maduros (Bushway *et al.*, 2008).

Durante a maturação, o teor de sólidos solúveis totais tende a aumentar devido hidrólise de polissacáridos e à formação de açúcar como produto secundário da conversão dos ácidos orgânicos (Kays, 1997).

3.3.3 Determinação da textura

Segundo a ISO 11036:1994 “ A textura são todos os atributos mecânicos, geométricos e de superfície de um produto, perceptíveis por meios mecânicos, tácteis e quando apropriado, por recetores visuais e auditivos”.

Szczesniak e Kahn (1971), citados por Lima (2011a), conduziram várias entrevistas com provadores nos EUA, tendo chegado à seguinte conclusão:

“ Se a textura dos alimentos é o modo como os consumidores aprenderam que os mesmos correspondem, às expectativas e se são psicologicamente e fisiologicamente aceitáveis, então isso dificilmente será notado. Se contudo, a Textura não corresponde às expectativas, torna-se no ponto fulcral de críticas e rejeição do alimento. É necessário cautela, em não subestimar a importância da Textura porque é dado adquirido quando tudo é como deve ser”.

De acordo com Szczesniak (2002) a textura é a manifestação sensorial e funcional das propriedades estruturais, mecânicas e superfícies dos alimentos, detetada através dos sentidos da visão, audição, tato e cinestesia.

No **Quadro II** são apresentadas as definições sensoriais, físicas e as unidades de medida respetivas aos parâmetros medidos durante o ensaio de penetração.

Quadro II - Parâmetros medidos no ensaio de penetração e a sua relação com as características sensoriais, adaptado de Lima (2011a); Szczesniak (2002); Roshenthal (1999).

Parâmetros	Definição física	Definição sensorial	Unidade
Dureza	Propriedade mecânica de textura relacionada com a força necessária para obter a deformação de um produto ou uma dada penetração	Na boca, avalia-se comprimindo o produto entre dentes molares (sólidos) ou entre a língua e o palato (semi-sólidos).	Kg, g, N
Fracturabilidade	Propriedade mecânica da textura ligada à coesão e relacionada com a força necessária à fratura do material.	Força para a qual o material desagrega, racha ou fratura. É avaliada imprimindo uma pressão brusca no produto colocando-o entre os dentes (incisivos) ou os dedos.	Kg, g, N
Módulo aparente	É a razão entre a força no 1º pico e a distância correspondente (declive inicial da curva de deformação) que está associado à rigidez do alimento.	-	N/m, kg/mm ou g/mm

3.3.4 Determinação da cor

A cor é um parâmetro fundamental para aceitação do produto por parte dos consumidores, assim como a textura e o sabor. Sendo a cor a primeira sensação que o consumidor percebe e uma das principais características que definem a aparência do alimento, esta tem um

grande impacto sobre o consumidor. Como a aparência é praticamente o único critério que o consumidor utiliza para aceitar ou rejeitar o alimento este critério é muitas vezes considerado o mais importante pois se o produto não agradar ao olhar do consumidor este pode não chegar a julgar os outros aspetos (Lima, 2011a).

A cor é o nome geral para todas as sensações decorrentes da atividade da retina do olho. Quando a luz atinge a retina o mecanismo neural do olho responde sinalizando, entre outras coisas, a cor. A luz visível é a uma forma de energia radiante na gama de comprimentos de onda de cerca de 400 a 800 nm. De acordo com esta definição a cor (como o sabor e a textura) não pode ser estudada sem considerar o sistema sensorial humano. Mesmo em pessoas diferentes as características dos olhos para a visualização de cores são bastantes uniformes, assim é possível medir e quantificar a cor como o sistema visual humano obtendo resultados consistente (Lima, 2011a).

Existem fundamentalmente dois métodos instrumentais de medição da cor: o método espectrofotométrico e o método colorimétrico.

No método espectrofotométrico, usa-se um espectrofotómetro de reflectância, que mede a transmitância, calculando a densidade ótica e pode relacionar-se com as coordenadas do sistema CIELab. No método colorimétrico, recorre-se a um colorímetro de reflectância. Os colorímetros triestímulos utilizam três filtros de banda larga para obter três números que podem ser convertidos diretamente para valores triestímulos (Lima, 2011a).

O colorímetro utiliza iluminantes normalizados que simulam a luz do dia, o D65 (que inclui a região UV), C (sem a região UV) e A (luz incandescente) (Lima, 2011a).

Existem vários sistemas de medição da cor, os métodos mais frequentemente utilizados são baseados no sistema CIE LAB ou $L^* a^* b^*$ (Comission Internationale de l'Eclairage, 1978), e compreende três coordenadas retangulares:

- L^* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100) claro e escuro (Value);
- a^* é uma coordenada da cromaticidade, e representa a quantidade de croma ou cor em plano cromático, define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos;
- b^* é uma coordenada da cromaticidade, e representa a quantidade de croma ou cor em plano cromático, define a cor amarela para valores positivos e a cor azul para valores negativos.

Além das coordenadas retangulares existem ainda as coordenadas cilíndricas utilizadas pelo sistema CIE $L^*C^*H^\circ$. Este é um sistema de coordenadas uniformes mas num espaço polar que resulta da conversão das coordenadas retangulares CIEL* a^* b^* , utilizando equações específicas para a conversão dessas variáveis, em três coordenadas cilíndricas (Lima, 2011a):

- L^* mede a variação da luminosidade entre o preto (0) e o branco (100) claro e escuro (Value);
- C^* corresponde à pureza (quanto mais forte e brilhante é a cor, mais afastado está da origem das coordenadas (Chroma).

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

- H° corresponde à tonalidade (Hue), e é representada por um ângulo entre 0° a 360° . Os ângulos entre 0° e 90° representam os vermelhos, laranja e amarelo, os de 90° a 180° são os amarelos, amarelos-verdes e os verdes, os de 180° a 270° são os verdes, *cyans* (azul-verde) e azuis, de 270° a 260° são os azuis, magenta e novamente os vermelhos.

$$H^\circ = \arctg(b^*/a^*), \text{ onde } a^* > 0 ; b^* > 0$$

$$H^\circ = 180^\circ + \arctg(b^*/a^*), \text{ onde } a^* < 0 ; b^* > 0$$

$$H^\circ = 270^\circ + \arctg(b^*/a^*), \text{ onde } a^* < 0 ; b^* < 0$$

$$H^\circ = 360^\circ + \arctg (b^*/ a^*), \text{ onde } a^*>0 ; b^*<0$$

Quando existem as coordenadas L^* a^* e b^* de um padrão de cor de determinado produto, é possível calcular a diferença de cor total, com a média a dos valores das leituras nas amostras, para cada coordenada da seguinte forma (Lima, 2011a):

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}, \text{ onde:}$$

$$\Delta L^* = \bar{L}^*_{\text{amostras}} - L_{\text{padrão}}$$

$$\Delta a = \bar{a}^*_{\text{amostras}} - a_{\text{padrão}}$$

$$\Delta b^* = \bar{b}^*_{\text{amostras}} - b_{\text{padrão}}$$

Segundo Drlange (1994) a diferença de cor total pode ser classificada com critérios diferentes, de acordo com o **Quadro III** em baixo.

Quadro III- Diferença de cor total (TCD).

TCD	Critérios de classificação de cor
0,0 - 0,2	Diferença imperceptível
0,2 - 0,5	Diferença muito pequena
0,5 - 1,5	Diferença pequena
1,5 - 3,0	Diferença distinta
3,0 - 6,0	Diferença muito distinta
6,0 - 12,0	Diferença grande
> 12	Diferença muito grande

Fonte: Drlange (1994), citado por Lima (2011a).

3.3.5 Análise sensorial

A análise sensorial é definida como uma “disciplina da Ciência usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais tal como são

percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (IFT, 1981)." Nesta avaliação, os indivíduos, usam os órgãos dos sentidos para analisar as características organolépticas de um determinado produto.

As características sensoriais dos produtos alimentares são de vital importância, dado que estas determinam a aceitabilidade de qualquer alimento pelos consumidores.

Os testes sensoriais classificam-se em testes afetivos e analíticos. Os testes afetivos são provas sensoriais utilizadas para avaliar a preferência e/ou aceitação de um produto por provadores (sem treino prévio) que são selecionados entre possíveis consumidores. Os testes analíticos são utilizados para avaliar as diferenças e qualidade e/ou quantidade de características sensoriais de um produto e são normalmente usados para painéis de provadores treinados ou para a seleção de provadores (Lima, 2011b).

Fazem parte dos testes analíticos dois grupos de teste: discriminatórios e descritivos. Os testes discriminatórios têm como objetivo discriminar diferentes intensidades da mesma substância ou distinguir substâncias diferentes. Os testes de classificação ordinal são testes discriminatórios e usam-se quando se pretende comparar mais do que duas amostras, pode ser pedido aos provadores que "ordenem por mérito" ou por preferência, várias amostras (entre 3 e 7) de diferentes produtos relativamente a determinada característica ou atributo (Lima, 2011b).

Os testes descritivos indicam a possível diferença entre amostras e, além disso, a extensão dessas diferenças, a sua caracterização e descrição. Na análise descritiva as amostras são apresentadas aleatoriamente a cada provador e pede-se que este as ordene de acordo com a intensidade de uma característica específica. Estes testes sensoriais permitem descrever características específicas num ou mais produtos. Aos provadores são fornecidas escalas para avaliarem a intensidade das sensações provocadas pelos atributos e avaliarem hedonisticamente os produtos (Lima, 2011b).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

O material foi recolhido num campo de avaliação na Herdade Experimental da Fataca, Odemira entre final de Junho e início de Agosto de 2011 e entre o início de Agosto e final de Setembro de 2012. Para a determinação dos parâmetros químicos foram pesados três replicados de cerca de 15g de cada espécie para as diferentes análises a efetuar e guardados a -80°C até análise. Todas as análises foram efetuadas em triplicado.

Os parâmetros físicos foram determinados para as diferentes espécies após a colheita e com amostras conservadas durante oito dias, a 5°C, após a colheita.

4.2 Métodos analíticos

4.2.1 Parâmetros químicos

Os parâmetros analisados foram: humidade e cinzas, gordura bruta, proteína, glúcidos por diferença e acidez titulável.

As amostras foram preparadas de acordo com a norma portuguesa NP 783 de 1985. Depois de descongeladas, misturou-se o produto com o líquido que se formou durante a descongelação e homogeneizou-se com almofariz.

4.2.1.1 Determinação do teor de humidade

Os métodos mais simples para determinação do teor de humidade baseiam-se na remoção de água das amostras em estufa e medição da perda de peso.

A determinação do teor de humidade foi feita por gravimetria recorrendo a processos de volatilização. Após pesagem em balança analítica (cerca de 5g) as amostras foram submetidas a secagem em estufa (Memmert 40050, IP20) a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até obtenção de peso constante.

4.2.1.2 Determinação do teor de cinzas

As cinzas de um produto alimentar referem-se ao resíduo inorgânico, isento de carbono, que resulta da combustão das substâncias orgânicas em condições apropriadas. É importante determinar o teor de cinzas, pois este representa o conteúdo mineral total de um alimento indicando se o alimento é rico em minerais ou não. A mineralização pode ser feita por incineração ou por via húmida. A incineração é o método mais simples e mais usado, consiste na incineração da amostra numa mufla a 400-600°C até destruição de todas as partículas carbonadas. No aquecimento da amostra, que deve ser gradual, podem caracterizar-se três fases: eliminação de água; carbonização do produto; incineração a 500 ± 50°C, em mufla, com a qual o produto ficará reduzido a cinzas (Nielsen, 1998).

Após secagem, as amostras foram incineradas numa mufla (Lindberg 51894) a 500°C ± 50°C. De seguida procedeu-se a um arrefecimento em exsiccador e determinação da massa do resíduo seco, verificando as perdas de peso, até este se manter constante.

4.2.1.3 Determinação da proteína bruta total

Existem numerosos métodos para quantificar o teor de proteína. No entanto, o princípio comum entre os vários métodos baseia-se em determinar a quantidade de nitrogénio existente no alimento em questão (Jorge, 2010).

A análise elementar determina simultaneamente carbono, hidrogénio, nitrogénio e enxofre presente numa ampla gama de substâncias orgânicas ou inorgânicas. O princípio de funcionamento baseia-se em três etapas: a amostra é oxidada energeticamente produzindo uma mistura gasosa; a mistura é arrastada para uma coluna cromatográfica; os gases produzidos são eluídos através de um detetor de condutividade térmica que gera um sinal elétrico proporcional à quantidade de gás eluído. A amostra é pesada para uma cápsula de estanho e é colocada no *autosampler*, onde é introduzida num tubo vertical de quartzo (tubo de combustão) aquecido a 1000°C com um fluxo constante de hélio. Alguns

segundos antes da amostra cair dentro do tubo de combustão, o fluxo de hélio é enriquecido com oxigénio para garantir um ambiente suficientemente oxidante que permita a combustão/oxidação completa, mesmo de substâncias termicamente resistentes. Após a combustão os gases produzidos são separados por cromatografia em fase gasosa e posteriormente detetados, pelo detetor de condutividade térmica, na sequência N₂, CO₂, H₂O e SO₂ (CE instruments, 1996).

Após a determinação do nitrogénio, multiplica-se o resultado por um coeficiente apropriado (C) relacionado com a quantidade de N presente na proteína (que é em geral 16%), obtendo-se um valor que se designa por proteína bruta. $PB (g/100g) = g N/100g \times C$ (Jorge, 2010; Nielsen, 1998).

Para análise do azoto foram pesados entre 1,5 e 2,5mg de amostra para uma cápsula de estanho que foi introduzida num analisador elementar (*CE instruments*, modelo EA 1110). A proteína total foi calculada multiplicando o teor de azoto por um fator de 6.25.

4.2.1.4 Determinação da matéria gorda total

O teor de lípidos total de um alimento é, normalmente, determinado por métodos de extração com um solvente orgânico. A precisão deste método depende da solubilidade dos lípidos no solvente utilizado (Nielsen, 1998).

A determinação da gordura bruta de alimentos pelo método semiautomático de extração do tipo *soxhlet* baseia-se na extração da matéria gorda com um solvente sobre a amostra (diretamente sobre o alimento ou após a hidrólise deste).

Na determinação gravimétrica do teor de gordura bruta, efetuou-se a hidrólise prévia da gordura num sistema de aquecimento a refluxo, usando uma manta de aquecimento elétrico (Electrothermal-MK2, Electrothermal, Rochford United Kingdom) e condensadores de refluxo lisos do tipo *Liebzig*. Aproximadamente 5g de amostra foram submetidos a hidrólise com 50 mL de ácido clorídrico (4M), durante 60 minutos.

De seguida fez-se a neutralização do hidrolisado, após filtração e lavagem com sucessivas porções de água destilada quente. Concluída esta etapa, secaram-se as amostras em estufa com circulação forçada de ar (Cassel), seguindo-se o arrefecimento em exsiccador e por fim submetem-se as amostras à extração da gordura, usando um equipamento extrator semi-automático do tipo *soxhlet* (Det-Gras Overtemp, Selecta, Barcelona Espanha).

Finda a extração, removeu-se o excesso de solvente por vaporização no próprio equipamento extrator e submeteu-se o resíduo a secagem em estufa com circulação forçada de ar (Cassel) a $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, seguido de arrefecimento em exsiccador. A matéria gorda total foi determinada pela diferença entre o peso final e o peso inicial.

4.2.1.5 Determinação de glúcidos por diferença

Os glúcidos totais foram calculados através da subtração da massa dos diferentes componentes da amostra (proteína, gordura, cinza e humidade).

4.2.1.6 Determinação da acidez titulável

A acidez titulável foi efetuada por titulação com indicador segundo a norma portuguesa NP 1421 de 1977. Diluíram-se 5 g da amostra para 50 mL de água destilada. Retirou-se uma toma de 25 mL para um *Erlenmeyer*, adicionou-se 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína e titulou-se com hidróxido de sódio (0,1N) até viragem para coloração rosada.

4.2.2 Parâmetros físicos

4.2.2.1 Determinação do teor em sólidos solúveis totais

A análise dos sólidos solúveis presentes nas espécies de amoras silvestres efetuou-se a partir da amostra de amora homogeneizada. Os sólidos solúveis totais foram determinados num refratómetro digital (Zuzi 50305150), em que se colocaram duas a três gotas da amostra no prisma do refratómetro e leu-se diretamente os valores em °Brix.

4.2.2.2 Determinação da cor

A medição da cor foi realizada após a colheita de cada lote e após uma semana da primeira medição. O equipamento utilizado foi um colorímetro de reflectância (Konica Minolta CR-400, Osaka, Japão) controlado pelo programa SpectraMagic NX (Konica Minolta, Osaka, Japão). Para a quantificação dos parâmetros da cor seguiu-se o sistema CIE Lab.

Condições de ensaio:

- Temperatura: Ambiente;
- Iluminante: D65;
- Ângulo de incidência: 2°;

As medições foram efetuadas num padrão escolhido entre os frutos, e individualmente em 10 frutos de cada espécie e em duplicado em cada fruto.

4.2.2.3 Análise do perfil de textura

Foram recolhidos 10 frutos de cada espécie e cada fruto foi analisado em dois lados diferentes através do ensaio de penetração, o que significa que para cada espécie foram obtidos vinte valores.

Para analisar o perfil de textura da amora utilizou-se um texturómetro (Stevens QTS – 25, Reino Unido). Determinaram-se os seguintes parâmetros: Fracturabilidade (N), Dureza (N) e Módulo aparente (N/m).

Apresentam-se as condições do ensaio no **Quadro IV** abaixo indicado.

Quadro IV - Condições do ensaio para análise da textura.

Tipo de ensaio	Penetração
Nº de ciclos de compressão	1
Velocidade do ensaio	60mm/min.
<i>Target unit</i>	Distância
<i>Target value</i>	8 mm
Tipo de sonda	Sonda agulha
Tipo de gráfico	Carga (N) vs. Tempo (s)

4.2.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por um painel não treinado, composto por 51 elementos, 23 do sexo feminino e 28 do sexo masculino, com uma média de idades de 34,8 anos e 32,6 anos, respetivamente. Aos indivíduos constituintes do painel procedeu-se a um esclarecimento sobre este tipo de análise, tendo sido distribuído um folheto informativo (**Apêndice I**), para sensibilizar os provadores. As amostras avaliadas foram os frutos frescos das espécies em estudos.

Para acompanhar a avaliação sensorial, foram criadas “Fichas de Análise Sensorial”: A Ficha de prova de espécies de amora de silva selvagens (**Apêndice II**), classificada como descritiva com escala numérica (1 - 5), em que os parâmetros avaliados foram: aparência (cor, brilho e uniformidade da cor), aroma, sabor (doce, ácido, adstringente), textura (dureza, succulência) e a apreciação global. Foi criada também uma ficha de prova de ordenação de espécies de amora de silva selvagens (**Apêndice III**), em que se verifica a preferência do consumidor.

4.2.4 Análise estatística

Os valores dos diferentes parâmetros analisados são apresentados como a média \pm desvio padrão. As diferenças estatísticas foram avaliadas seguindo o teste paramétrico de análise de variâncias de fatores (ANOVA) – Teste *post hoc* de Fisher para as coordenadas da cor e parâmetros de textura e o Teste *post hoc* de Tuckey para os restantes parâmetros. O nível de significância considerado foi de 5%, ($p < 0,05$), de modo a verificar-se a existência ou não, de diferenças significativas.

Os resultados da análise sensorial foram tratados no Excel e apresentados sobre a forma de gráficos de radar e colunas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição nutricional

No **Quadro V**, são apresentados os valores obtidos da humidade, cinzas, proteína total, lípidos totais e glúcidos totais das diferentes espécies de amora silvestre.

Quadro V - Composição nutricional de quatro espécies de amora de silva obtida para material recolhido entre o final de Junho e início de Agosto de 2011.

Espécies	Humidade (%)	Cinzas (%)	Proteína Total (%)	Lípidos Totais (%)	Glúcidos totais (por diferença) (%)
<i>R. radula</i>	85,3 ^a \pm 0,2	0,6 ^a \pm 0,0	1,4 ^a \pm 0,2	0,3 ^a \pm 0,1	12,4 ^a \pm 0,1
<i>R. henriquesii</i>	86,6 ^b \pm 0,5	0,6 ^a \pm 0,1	1,2 ^a \pm 0,1	0,4 ^a \pm 0,2	11,2 ^b \pm 0,5
<i>R. brigantinus</i>	84,9 ^a \pm 0,2	0,7 ^a \pm 0,1	1,4 ^a \pm 0,2	0,6 ^a \pm 0,1	12,4 ^a \pm 0,3
<i>R. sampaioanus</i>	87,9 ^c \pm 0,5	0,4 ^b \pm 0,0	1,4 ^a \pm 0,1	0,4 ^a \pm 0,0	9,9 ^c \pm 0,6

Os valores são a média (n=3) \pm desvio padrão

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma coluna são significativamente diferentes

5.1.1 Humidade

A amora silvestre apresenta um elevado conteúdo de água, o que é confirmado pelos resultados obtidos para as diferentes espécies de amoras, com valores médios de humidade que variam dos 84,9% a 87,9% (**Quadro V**). A espécie *R. radula* e a espécie *R. brigantinus* apresentam valores muito próximos não sendo significativamente diferentes e são as que apresentaram valores mais baixos de água, enquanto as outras espécies apresentaram valores significativamente diferentes das demais e um teor de água mais elevado. Os valores não diferem muito em relação ao teor médio de água relatado em frutos de amora na *USDA Nutrient Database*, que é 88.15% (**Quadro I**) (USDA, 2011a).

5.1.2 Cinzas

Comparando os valores médios obtidos para o teor de cinzas das diferentes espécies (**Quadro V**), que variaram entre 0,4% e 0,7% foi possível verificar que apenas a espécie *R. sampaioanus* difere significativamente das outras espécies estudadas, apresentando um teor consideravelmente mais baixo de cinzas. Todas as espécies destes frutos apresentam valores médios de teor de cinza um pouco mais elevados do valor descrito em frutos de amoras pela *USDA Nutrient Database*, que é 0.37%, exceto a espécie *R. sampaioanus* que apresenta um valor muito semelhante ao referido (USDA, 2011a).

5.1.3 Macronutrientes

Analisando os resultados obtidos observou-se, em qualquer uma das espécies, que para os valores médios do teor de lípidos e proteínas totais não existiram diferenças significativas. As espécies de amoras silvestres apresentaram valores médios de lípidos totais entre os 0,3% e os 0,6% (**Quadro V**), valores próximos ao descrito em frutos de amoras pela *USDA Nutrient Database*, que é 0,49% (USDA, 2011a).

Os valores médios de proteína total variaram entre os 1,2% e os 1,4% (**Quadro V**), valores muito próximos ao descrito em frutos de amoras pela *USDA Nutrient Database*, que é 1,39% (USDA, 2011a).

Os valores de glúcidos variaram entre 9,9 e 12,4 (**Quadro V**) em que a espécie *R. sampaioanus* apresentou o menor conteúdo de glúcidos. Todas as espécies apresentaram diferenças significativas, exceto a espécie *R. radula* da *R. brigantinus*.

O conteúdo de glúcidos médio determinado pela *USDA Nutrient Database* é 9,61%, um pouco inferior aos valores encontrados nas espécies em estudo (USDA, 2011a).

5.1.4 Teor em sólidos solúveis e acidez titulável

Nos **Quadro VI**, **VII** e **VIII**, são apresentados os valores obtidos do teor em sólidos solúveis (TSS), da acidez titulável e da razão açúcares/ácidos de quatro espécies de amora de silva colhidas entre o final de Junho e início de Agosto de 2011 e entre meio de Agosto e início de Setembro de 2012.

O teor de sólidos solúveis das amostras, no ano de 2011 (**Quadro VI**), variou entre um mínimo de 10,4° Brix na espécie *R. sampaioanus* e um máximo de 13,8° Brix na espécie *R. brigantinus*. As espécies *R. radula* e *R. henriquesii* apresentaram valores semelhantes sem diferenças significativas, enquanto as restantes espécies apresentam valores significativamente diferentes. Em 2012 (**Quadro VII**), o teor em sólidos solúveis variou entre um mínimo de 11,1° Brix na espécie *R. sampaioanus* e um máximo de 14,1° Brix na espécie *R. brigantinus* e, de acordo com o ano anterior, também neste ano apenas as espécies *R. radula* e *R. henriquesii* apresentaram valores semelhantes não sendo significativamente diferentes.

No que diz respeito à acidez titulável, em 2011 (**Quadro VI**), apenas a espécie *R. brigantinus* apresentou diferenças significativas das outras espécies e foi também a que apresentou um valor médio de acidez titulável mais elevado (10,2%). A espécie *R.*

sampaioanus foi a que apresentou o menor valor de acidez titulável (4,4%). Em 2012 (**Quadro VII**) apenas a espécie *R. radula* apresentou diferenças significativas das demais espécies, sendo a que apresentou o valor médio de acidez titulável mais elevado (13,7%).

Existe a possibilidade de, no ano 2011, a espécie *R. henriquesii* ter sido misturada com a *R. brigantinus* e das espécies *R. brigantinus* e *R. sampaioanus* terem sido misturadas com a espécie *Rubus vagabundos*. Deste modo não foi possível comparar os resultados do teor em sólidos solúveis e a acidez titulável de anos diferentes para estas espécies.

Para a espécie *R. radula*, o teor de sólidos solúveis não apresentou diferenças significativas entre os anos 2011 e 2012, no entanto foi observado um aumento significativo na acidez titulável como se pode observar no **Quadro VIII**.

A média das quatro espécies para o teor em sólidos solúveis (12,3° Brix) em 2011 não diferiu muito da obtida em 2012 (12,5° Brix). No entanto, observou-se um aumento significativo no valor obtido para a média das espécies em relação à acidez titulável, que passou de 6,3% em 2011 para 12,1% em 2012. As médias das espécies obtidas para o teor em sólidos nos dois anos são um pouco mais elevadas do que os valores relatados por outros autores, nomeadamente 8,5° Brix (Basaran & Kepenek,2011) e 7,7° Brix para amoras maduras (Montoya *et al.*, 2010). As médias das espécies obtidas de acidez titulável nos dois anos são também ambas mais elevadas que os valores reportados pelos autores atrás indicados, respetivamente 3,2 mg ácido cítrico/100 mL (0,1%) e 24 mg equivalente de ácido málico/ 100g (0,4%) (Basaran & Kepenek,2011; Montoya *et al.*, 2010).

O equilíbrio entre os açúcares (teor em sólidos solúveis) e os ácidos orgânicos (acidez titulável) é muito importante para a aceitação do produto pelo consumidor, pois a perceção sensorial depende em larga escala desta relação. Normalmente, os frutos com uma razão “açúcares/ácidos” baixa têm um sabor mais ácido, enquanto os com uma razão “açúcares/ácidos” mais elevada apresentam um sabor mais doce (Bushway *et al.*, 2008).

No ano 2011, a espécie *R. brigantinus* foi a que apresentou a menor razão “açúcares/ácidos” enquanto a espécie *R. radula* foi a que apresentou a razão mais elevada. Todas as espécies apresentaram diferenças significativas entre si (**Quadro VI**). Em 2012, a espécie *R. radula* foi a que apresentaram a menor razão “açúcares/ácidos” enquanto a espécie *R. brigantinus* foi a que apresentou a razão mais elevada e a única que diferiu significativamente das restantes espécies (**Quadro VII**).

Quadro VI- Teor em sólidos solúveis (TSS), acidez titulável e razão açúcares/ácidos, de quatro espécies de amora de silva, obtidos para material recolhido entre o final de Junho e início de Agosto de 2011.

Espécies	TSS (°Brix)	Acidez (%)	Razão açúcares/ ácidos
<i>R. rádula</i>	12,6 ^a ±0,1	4,5 ^a ±0,2	2,8^a±0,2
<i>R. henriquesii</i>	12,2 ^a ±0,1	6,3 ^a ±0,4	1,9^b±0,1
<i>R. brigantinus</i>	13,8 ^b ±0,1	10,2 ^b ±0,4	1,4^c±0,0
<i>R. sampaioanus</i>	10,4 ^c ±0,1	4,4 ^a ±0,3	2,4^d ±0,1
Média das espécies	12,3 ±1,4	6,3 ±2,7	2,1 ±0,6

Os valores são a média (n=3) ± desvio padrão

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma coluna são significativamente diferentes

Quadro VII - Teor em sólidos solúveis (TSS), acidez titulável, razão açúcares/ácidos de quatro espécies de amora de silva obtidos para material recolhido entre o meio Agosto de 2012 e o início de Setembro de 2012.

Espécies	TSS (°Brix)	Acidez (%)	Razão açúcares/ ácidos
<i>R. rádula</i>	12,6 ^a ±0,4	13,7 ^b ±0,2	0,9^a±0,0
<i>R. henriquesii</i>	12,1 ^a ±0,1	11,7 ^a ±0,4	1,0^a±0,0
<i>R. brigantinus</i>	14,1 ^b ±0,1	11,5 ^a ±0,4	1,2^b±0,1
<i>R. sampaioanus</i>	11,1 ^c ±0,2	11,6 ^a ±0,3	1,0^a±0,1
Média das espécies	12,5±1,3	12,1±1,0	1,0±0,1

Os valores são a média (n=3) ± desvio padrão

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma coluna são significativamente diferente

Quadro VIII - Comparação do teor em sólidos solúveis (TSS) e acidez da espécie *R. radula* em dois anos diferentes.

Ano	TSS (°Brix)	Acidez (%)
2011	12,6 ^a ±0,1	4,5 ^a ±0,2
2012	12,6 ^a ±0,4	13,7 ^b ±0,2

Os valores são média (n=3) ± desvio padrão

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma coluna são significativamente diferentes

5.2 Textura

Nos **Quadros IX e X** abaixo indicados são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros da textura.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para a fracturabilidade (**Quadro IX**), verificou-se a existência de diferenças significativas entre a espécie *R. radula* e as restantes espécies (apresentando valores superiores), no entanto, uma semana após a colheita as

espécies não diferiram significativamente entre si. A única espécie que apresentou diferenças significativas de uma semana para a outra foi a espécie *R. brigantinus*.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro X**) observou-se que para a fracturabilidade não existem diferenças significativas entre os dois lotes.

Relativamente aos valores médios obtidos para a dureza (**Quadro IX**), verificou-se a existência de diferenças significativas entre espécies após colheita - as espécies *R. radula* e *R. brigantinus* (sem diferenças significativas entre si) diferiram significativamente das espécies *R. brigantinus* e *R. Sampaioanus* (também sem diferenças significativas entre si).

Uma semana após colheita, apenas as espécies *R. brigantinus* e *R. sampaioanus* apresentaram diferenças significativas entre si, não diferindo significativamente das restantes. De uma semana para a outra, verificou-se a existência de diferenças significativas apenas para espécie *R. radula*.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro X**) observou-se que para a dureza existem diferenças significativas entre os dois lotes e que no lote 2 existem diferenças significativas entre semanas diferentes.

Os valores estimados para a resistência mecânica foram no geral baixos dando a indicação de se estar perante lotes de frutos em estado de maturação um pouco avançado, pois valores mais baixos de dureza estão associados a um grau de maturação mais elevado.

No que diz respeito aos valores médios obtidos para o módulo aparente (**Quadro IX**) logo após a colheita, não existiram diferenças significativas entre espécies, sucedendo o mesmo para os valores médios obtidos uma semana após a colheita. Entre semanas diferentes verificou-se a existência de diferenças significativas para as quatro espécies em estudo. Os valores médios obtidos após colheita foram mais elevados relativamente aos obtidos uma semana após a colheita, o que significa que houve uma diminuição da rigidez do fruto com o passar do tempo.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro X**) observou-se que para o módulo aparente existem diferenças significativas entre os dois lotes e que o lote 1 apresenta diferenças significativas entre semanas diferentes, no entanto o lote 2 não apresenta diferenças significativas entre semanas diferentes.

Quadro IX - Valores médios (MÉD.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros de textura, medidos nas diferentes espécies após colheita e uma semana após a colheita (n=20).

Parâmetros	Após colheita.								Uma semana após colheita.							
	<i>R. radula</i>		<i>R. henriquesii</i>		<i>R. brigantinus</i>		<i>R. sampaioanus</i>		<i>R. radula</i>		<i>R. henriquesii</i>		<i>R. brigantinus</i>		<i>R. sampaioanus</i>	
	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.
Fracturabilidade (N)	0,26 ^a	0,15	0,13 ^b	0,10	0,12 ^b	0,07	0,12 ^b	0,07	0,25 ^a	0,24	0,20 ^{ab}	0,15	0,28 ^a	0,23	0,19 ^{ab}	0,18
Dureza (N)	0,56 ^a	0,29	0,36 ^{b c} _d	0,16	0,52 ^a	0,24	0,39 ^{b c} _d	0,19	0,39 ^{c d}	0,18	0,35 ^{c d}	0,14	0,46 ^{a c}	0,20	0,33 ^d	0,19
Modulo Aparente (N/m)	0,44 ^a	0,38	0,43 ^a	0,46	0,50 ^a	0,48	0,47 ^a	0,33	0,17 ^b	0,08	0,14 ^b	0,13	0,17 ^b	0,07	0,12 ^b	0,08

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma linha são significativamente diferentes.

Quadro X - Valores médios (MÉD.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros de textura, medidos em dois lotes diferentes da espécie *R. sampaioanus* após colheita e uma semana após a colheita (n=20).

Parâmetros	Espécies							
	Lote 1				Lote 2			
	Após colheita.		Uma semana após colheita.		Após colheita.		Uma semana após colheita.	
	<i>R. sampaioanus</i>		<i>R. sampaioanus</i>		<i>R. sampaioanus</i>		<i>R. sampaioanus</i>	
	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.	MÉD.	±DP.
Fraturabilidade (N)	0,12 ^a	0,07	0,19 ^a	0,18	0,27 ^a	0,26	0,11 ^a	0,11
Dureza (N)	0,39 ^a	0,19	0,33 ^a	0,19	0,51 ^b	0,21	0,18 ^c	0,09
Modulo Aparente (N/m)	0,47 ^a	0,33	0,12 ^b	0,08	0,15 ^b	0,05	0,10 ^b	0,03

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma linha são significativamente diferentes

5.3 Cor

Nos **Quadros XI, XII, XIII, XIV e XV** abaixo indicados são apresentados os resultados obtidos para os parâmetros da cor: L^* , a^* , b^* , C^* , H^0 e ΔE .

Quadro XI - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nas diferentes espécies após colheita (n=20).

Parâmetros	Espécies															
	<i>R. radula</i>				<i>R. henriquesii</i>				<i>R. brigantinus</i>				<i>R. sampaioanus</i>			
	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
L*	18,22 ^a	1,96	14,93	21,75	18,14 ^a	1,74	15,03	23,50	20,26 ^a	1,22	16,32	21,97	16,84 ^a	2,21	12,47	19,80
a*	1,68 ^a	0,30	1,10	2,43	1,46 ^a	0,49	1,00	2,89	1,31 ^a	0,19	0,94	1,64	2,20 ^b	0,53	1,53	3,37
b*	1,47 ^a	0,53	0,60	2,87	1,34 ^b	0,97	0,26	3,61	1,51 ^a	0,37	1,04	2,36	1,29 ^{ab}	0,48	0,59	2,14
c*	2,26 ^a	0,50	1,39	3,35	2,04 ^a	0,98	1,09	4,14	2,00 ^a	0,38	1,48	2,76	2,60 ^b	0,53	1,53	3,48
H°	40,05 ^a	8,46	25,46	58,77	37,88 ^{ac}	14,60	12,03	60,65	48,50 ^b	5,06	37,42	58,61	30,55 ^c	10,48	14,16	44,60
Cor																

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma linha são significativamente diferentes

Quadro XII - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos nas diferentes espécies uma semana após colheita (n=20).

Parâmetros	Espécies															
	<i>R. radula</i>				<i>R. henriquesii</i>				<i>R. brigantinus</i>				<i>R. sampaioanus</i>			
	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
L*	18,75 ^a	4,13	2,43	22,59	20,12 ^a	1,34	17,83	23,42	17,02 ^a	5,72	1,74	22,88	18,38 ^a	1,93	14,2	21,14
a*	1,72 ^a	0,59	0,73	2,94	1,43 ^a	0,33	0,97	1,95	1,41 ^a	0,53	0,49	2,55	2,77 ^b	1,98	1,28	9,14
b*	1,46 ^a	0,75	0,17	2,81	0,93 ^b	0,42	0,28	1,83	1,68 ^a	1,16	0,65	5,66	1,44 ^{ab}	0,46	0,77	2,68
c*	2,30 ^a	0,85	1,00	4,05	1,73 ^a	0,43	1,10	2,59	2,22 ^a	1,23	0,98	6,21	3,25 ^b	2,01	1,74	9,68
H°	38,83 ^a	11,70	5,68	52,36	31,93 ^{ac}	11,02	14,41	46,39	47,32 ^b	8,64	32,25	65,75	33,19 ^c	9,76	19,30	49,61
Cor																

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma linha são significativamente diferentes

Quadro XIII - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para os parâmetros da cor, medidos em dois lotes diferentes da espécie *R. sampaioanus* após colheita e uma semana após a colheita (n=20).

Espécies																
Lote 1									Lote 2							
Após colheita.					Uma semana após colheita.				Após colheita.				Uma semana após colheita.			
<i>R. sampaioanus</i>					<i>R. sampaioanus</i>				<i>R. sampaioanus</i>				<i>R. sampaioanus</i>			
Parâmetros	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
L*	16,84 ^a	2,21	12,47	19,80	18,38 ^a	1,93	14,2	21,14	17,58 ^a	2,13	14,52	22,60	16,87 ^a	1,62	12,27	19,12
a*	2,20 ^b	0,53	1,53	3,37	2,77 ^b	1,98	1,28	9,14	3,65 ^b	2,72	1,48	11,10	2,63 ^b	1,17	1,35	7,04
b*	1,29 ^c	0,48	0,59	2,14	1,44 ^c	0,46	0,77	2,68	1,83 ^c	1,19	0,45	4,12	1,15 ^c	0,56	0,43	2,27
c*	2,57 ^d	0,53	1,53	3,48	3,25 ^d	2,01	1,74	9,68	4,21 ^d	2,78	1,79	11,59	2,91 ^d	1,79	1,43	7,40
H°	30,55 ^e	10,48	14,16	44,60	33,19 ^e	8,59	19,30	49,61	27,74 ^f	15,15	12,80	68,54	25,48 ^f	10,39	12,15	46,65
Cor																

Os valores que não possuem pelo menos uma letra em comum na mesma linha são significativamente diferentes

Quadro XIV - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para diferença de cor total (ΔE), medidos nas diferentes espécies após colheita e uma semana após a colheita (n=20).

		Espécies															
		<i>R. radula</i>				<i>R. henriquesii</i>				<i>R. brigantinus</i>				<i>R. sampaioanus</i>			
Parâmetros		MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
Após colheita.	ΔE	2,15	1,49	0,40	4,79	1,48	1,39	0,06	5,61	1,34	1,06	0,37	5,03	2,23	0,88	1,14	4,33
	Critérios de classificação da cor	Diferença distinta				Diferença pequena				Diferença pequena				Diferença distinta			
Parâmetros		MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
Uma semana após colheita.	ΔE	2,42	3,59	0,67	17,27	1,93	1,08	0,81	4,97	5,15	5,06	0,82	19,58	2,90	1,94	0,61	9,01
	Critérios de classificação da cor	Diferença distinta				Diferença distinta				Diferença muito distinta				Diferença distinta			

Quadro XV - Valores médios (MÉD.), mínimos (MÍN.), máximos (MÁX.) e desvios padrão (DP) para diferença de cor total (ΔE), medidos em dois lotes diferentes da espécie *R. sampaioanus* após colheita e uma semana após a colheita (n=20).

		Espécies								
		Lote 1				Lote 2				
		<i>R. sampaioanus</i>				<i>R. sampaioanus</i>				
		Parâmetros	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
Após colheita.	ΔE	2,23	0,88	1,14	4,33	3,11	2,05	0,33	2,05	
	Critérios de classificação da cor	Diferença distinta				Diferença muito distinta				
		Parâmetros	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.	MÉD.	±DP.	MÍN.	MÁX.
Uma semana após colheita.	ΔE	2,90	1,94	0,61	9,01	2,63	1,34	1,31	6,45	
	Critérios de classificação da cor	Diferença distinta				Diferença distinta				

5.3.1 L*

Para a luminosidade (L*) (**Quadro XI e XII**), verificou-se que não existiram diferenças significativas entre espécies, nem entre semanas diferentes para a mesma espécie.

Os valores médios obtidos para a luminosidade após colheita oscilaram entre os 16,84 para a espécie que apresentou o valor mais baixo e 20,26 para a espécie que apresentou o valor mais elevado. Uma semana após a colheita os valores obtidos oscilaram entre os 17,01 para a espécie que apresentou o valor mais baixo e 20,12 para a espécie que apresentou o valor mais elevado.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro XIII**) observou-se que para luminosidade (L*) não existem diferenças significativas entre os dois lotes, nem no mesmo lote em semana diferentes.

Os valores pouco elevados obtidos para esta coordenada dão a indicação de estarmos perante frutos muito escuros.

5.3.2 a*

Relativamente aos valores médios obtidos para a* (**Quadros XI e XII**) verificou-se que existiram diferenças significativas entre algumas espécies, mas em semanas diferentes para a mesma espécie não existem variações significativas. Pode-se verificar que a espécie *R. sampaioanus* apresentou diferenças significativas em relação às restantes, com valores médios de 2,20 após colheita e de 2,77 uma semana após colheita.

Os valores médios obtidos para as espécies que não apresentaram diferenças significativas entre elas após colheita oscilaram entre 1,31 para a espécie que apresentou o valor mais baixo e 1,68 para a espécie que apresentou o valor mais elevado. Uma semana após a colheita os valores médios obtidos para as mesmas oscilaram entre 1,41 para a espécie que apresentou o valor mais baixo e 1,72 para a espécie com o valor mais elevado.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro XIII**) observou-se que para esta coordenada de cromaticidade não existem diferenças significativas entres os dois lotes, nem no mesmo lote em semanas diferentes.

Os valores obtidos para esta coordenada de cromaticidade indicam estarmos perante frutos de cor avermelhada.

5.3.3 b*

Relativamente aos valores médios de b* (**Quadro XI e XII**) verificou-se que existiram diferenças significativas entre algumas espécies, mas em semanas diferentes para a mesma espécie não existem variações significativas. A espécie *R. henriquesii* apresentou variações significativas da espécie *R. radula* e da espécie *R. brigantinus* mas não da espécie *R. sampaioanus* e apresentou valores médios de 1,34 após colheita e de 0,93 uma semana após colheita. As espécies *R. radula*, *R. brigantinus* e *R. sampaioanus* não apresentaram variações significativas entre si os valores médios obtidos variaram entre 1,29 e 1,51 após colheita e 1,44e 1,68 uma semana após a colheita.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro XIII**) observou-se que para esta coordenada de cromaticidade não existem diferenças significativas entres os dois lotes, nem no mesmo lote em semanas diferentes.

Os valores obtidos para esta coordenada de cromaticidade parecem indicar estarmos perante frutos de cor na zona dos amarelos.

5.3.4 C*

No que diz respeito aos valores médios obtidos para o C* (**Quadro XI e XII**) verificou-se existiram diferenças significativas entre algumas espécies, mas em semanas diferentes para a mesma espécie não existem variações significativas.

A espécie *R. sampaioanus* apresentou variações significativas das restantes espécies e apresentou valores médios de 2,60 após colheita e de 3,25 uma semana após colheita.

As espécies *henriquesii*, *R. radula* e *R. brigantinus* não apresentaram variações significativas entre si e os valores médios obtidos variaram entre 2,00 e 2,26 após colheita e 1,73 e 2,30 uma semana após a colheita.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro XIII**) observou-se que aos valores médios obtidos para o C* não existem diferenças significativas entre os dois lotes, nem no mesmo lote em semana diferentes.

Quanto mais forte e brilhante é a cor, mais afastado está da origem das coordenadas (Chroma), assim como se obtiveram valores médios muito baixos para todas as espécies verificou-se que estamos perante frutos muito baços, muito pouco brilhantes ou seja na zona acinzentada.

5.3.5 H°

Para aos valores médios obtidos para H° (**Quadro XI e XII**) pode-se verificar que existiram diferenças significativas entre algumas espécies, mas em semanas diferentes para a mesma espécie não existem variações significativas.

A espécie *R. brigantinus* apresentou diferenças significativas de todas as espécies e mostrou valores médios de 48,50 após colheita e de 47,32 uma semana após colheita.

A espécie *R. henriquesii* apresentou diferenças significativas apenas da espécie *R. brigantinus* e mostrou valores médios de 37,88 após colheita e de 31,93 uma semana após colheita.

As espécies *R. radula* e *R. sampaioanus* apresentaram variações significativas entre si e os valores médios obtidos para estas variaram entre 30,55 e 40,05 após colheita e 33,19 e 38,83 uma semana após a colheita, respetivamente.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie (**Quadro XIII**) observou-se que existem diferenças significativas entre os dois lotes. No mesmo lote em semanas

diferentes não existem diferenças significativas. O lote 2 apresenta valores mais baixos que o lote 1 tanto após colheita como uma semana após a colheita.

Os valores obtidos para esta coordenada de cromaticidade conjugando com os valores obtidos para as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , parecem indicar estarmos perante frutos de cor entre o vermelho e o laranja, mais avermelhada.

5.3.6 ΔE

Para os valores médios obtidos para a diferença de cor total (**Quadro XIV**) em relação ao padrão que se usou para o produto pode-se verificar segundo a classificação de Drlange (1994) (**Quadro III**), citado por Lima (2011), que as espécies *R. radula* e *R. sampaioanus* apresentaram uma diferença distinta do padrão após colheita, assim como uma semana após a colheita. A espécie *R. henriquesii* apresentou uma diferença pequena do padrão após a colheita, no entanto uma semana após a colheita os valores médios obtidos já apresentavam uma diferença distinta do padrão. Quanto à espécie *R. brigantinus* apresentou uma diferença pequena do padrão após a colheita e uma diferença muito distinta do padrão uma semana após a colheita.

Quando comparados dois lotes diferentes da mesma espécie *R. sampaioanus* (**Quadro XV**) observou-se que aos valores médios obtidos no lote 1 apresentaram uma diferença distinta do padrão após colheita, assim como uma semana após a colheita. Os valores médios obtidos no lote 2 apresentaram uma diferença muito distinta do padrão após colheita e mostraram uma diferença distinta do padrão uma semana após a colheita.

5.4 Análise sensorial

A avaliação sensorial das amoras foi efetuada por provadores não treinados. É uma análise de qualidade tão importante como as determinações efetuadas por métodos físicos e químicos pois permite ter uma ideia se o produto reúne um conjunto de características que lhe confere aptidão para satisfazer as exigências consistentes com as expectativas de

possíveis consumidores. As **figuras 9, 10, 11, 12 e 13** apresentam o aspeto dos frutos das diferentes espécies usados para análise sensorial e o **Quadro XVI** a codificação atribuída a cada espécie.



Figura 9 - Aspeto dos frutos da espécie *Rubus sampaioanus*



Figura 10 - Aspeto dos frutos da espécie *Rubus henriquesii*



Figura 11 - Aspeto dos frutos da espécie *Rubus brigantinus*



Figura 12 - Aspeto dos frutos da espécie *Rubus radula*



Figura 13 - Aspeto geral das espécies de amora.

Quadro XVI - Codificação atribuída às espécies de amoras silvestres para análise sensorial.

Código	Nome da espécie
Am1	<i>Rubus radula</i>
Am2	<i>Rubus brigantinus</i>
Am3	<i>Rubus henriquesii</i>
Am4	<i>Rubus sampaioanus</i>

5.4.1 Características gerais

A **Figura 14** abaixo indicada representa a variação da apreciação dos provadores relativamente às das características gerais das diferentes espécies de amora

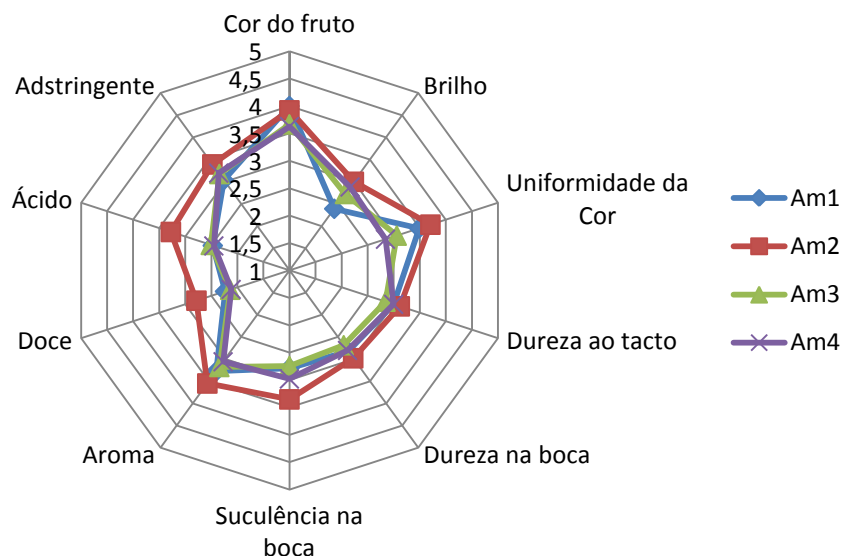


Figura 14 - Variação dos diversos parâmetros de análise sensorial das diferentes espécies de amora de silva. *Rubus radula* (Am1), *Rubus brigantinus* (Am2), *Rubus henriquesii* (Am3), *Rubus sampaioanus* (Am4).

Os elementos constituintes do painel não identificaram grandes diferenças em relação à cor dos frutos entre as espécies, sendo que todas as espécies foram pontuadas próximas da classificação “escuro”. Relativamente ao brilho pode-se verificar que a espécie *Rubus radula* foi a que apresentou menor intensidade, as restantes não apresentaram diferenças muito elevadas, salientando que nenhuma espécie ficou próxima de obter uma classificação de brilho intenso. Estes resultados estão de acordo com os resultados instrumentais obtidos para as mesmas espécies.

No que diz respeito à homogeneidade da cor os valores diferiram entre espécies, a espécie *Rubus radula* e *Rubus brigantinus* apresentam uma classificação muito semelhante entre si e são consideradas mais uniformes que as espécies *Rubus henriquesii* e *Rubus sampaioanus* que, também semelhantes entre si, apresentam menor homogeneidade.

Em relação à textura ao tato e na boca o painel considerou que todas as espécies apresentavam uma dureza muito próxima do “normal”, não havendo diferenças significativas entre espécies

Quanto à suculência a espécie *Rubus sampaioanus* foi considerada a mais succulenta, as restantes espécies apresentam pontuações muito semelhantes e muito próximas da classificação “normal”.

O painel considerou que relativamente ao aroma nenhuma espécie apresentava um aroma próximo do típico, foram todas classificadas muito próximo do aroma “indiferente”.

No que diz respeito ao sabor a espécie *Rubus brigantinus* foi considerada a mais doce, a menos ácida, assim como a menos adstringente. As restantes espécies não apresentam diferenças relevantes entre si e o painel considerou que apresentavam um sabor doce pouco intenso, eram ácidas e que apresentavam uma adstringência normal para o fruto.

5.4.2 Sensação residual (*AFTER TASTE*)

Relativamente à sensação que fica na boca depois de engolir, o painel considerou a espécie *Rubus brigantinus* a mais doce e sucessivamente a menos ácida, assim como a menos adstringente (**Fig. 15**). E assim como se verificou anteriormente na apreciação dos provadores quanto ao sabor dos frutos, o painel considerou que as restantes espécies não apresentam diferenças entre si relativamente à sensação que fica na boca depois de engolir, apresentavam um sabor doce pouco intenso, eram ácidas e apresentaram uma adstringência normal para o fruto (**Fig. 15**).

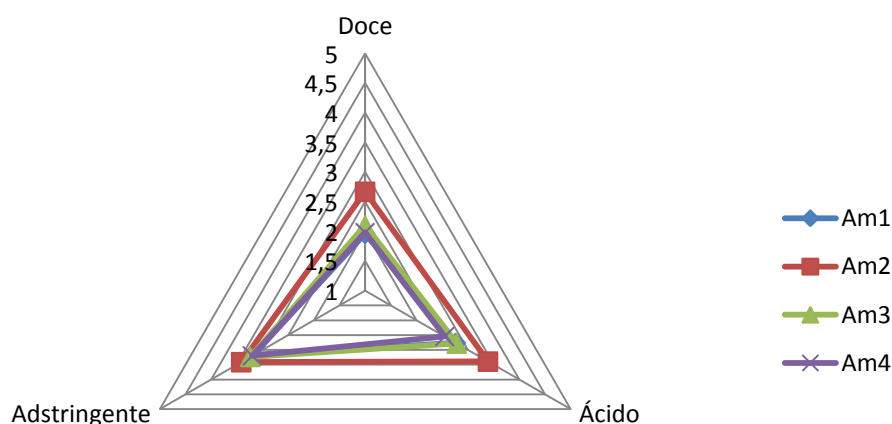


Figura 15 - Variação dos parâmetros *after taste* das diferentes espécies de amoras. *Rubus radula* (Am1), *Rubus brigantinus* (Am2), *Rubus henriquesii* (Am3), *Rubus sampaioanus* (Am4).

5.4.3 Apreciação global

No que diz respeito à apreciação global, pode-se verificar que os membros do painel atribuíram uma classificação de Muito Bom apenas às espécies *Rubus radula* e *Rubus brigantinus* (Fig. 16).

A espécie *Rubus brigantinus* destaca-se claramente pela positiva das outras espécies, foi a que obteve uma melhor apreciação global sendo que 47,1% dos membros do painel lhe atribuiu uma classificação de Bom. A espécie *Rubus sampaioanus* foi a que obteve maior percentagem (37,3%) de membros do painel a classificarem-na com Mau (Fig. 16).

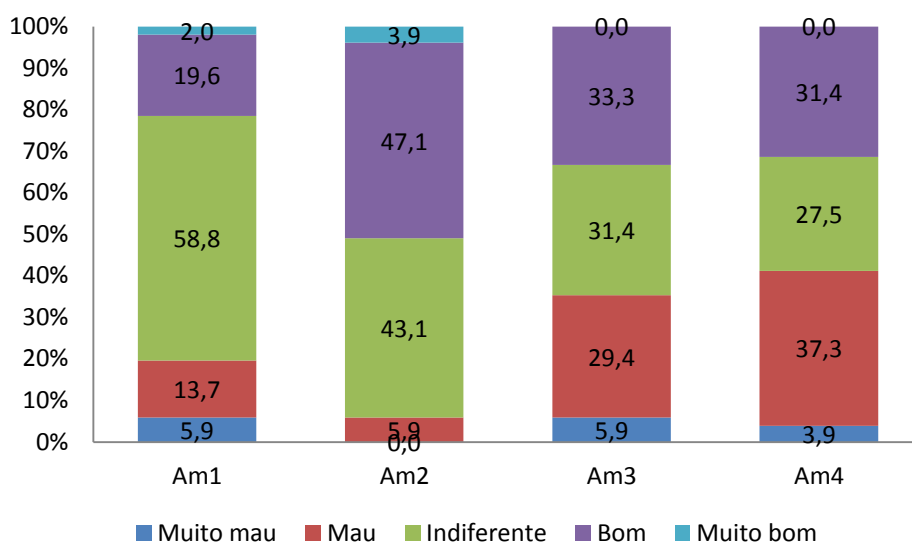


Figura 16 - Variação da apreciação global entre espécies. *Rubus radula* (Am1), *Rubus brigantinus* (Am2), *Rubus henriquesii* (Am3), *Rubus sampaioanus* (Am4).

5.4.4 Preferência entre espécies

No que diz respeito à preferência entre espécies, confirmando o que se constatou para a apreciação global, verificou-se claramente que a espécie *Rubus brigantinus* foi a preferida dos elementos que participaram da prova, 59% destes consideraram a espécie *Rubus brigantinus* a mais agradável (Fig. 17). As espécies *Rubus henriquesii* e *Rubus radula*

foram maioritariamente pontuadas entre a classificação “menos agradável” e “mais agradável”.

A espécie *Rubus sampaioanus* foi considerada a menos agradável (45%) pelos elementos do painel, de acordo também com o que se verificou na apreciação global (**Fig. 17**).

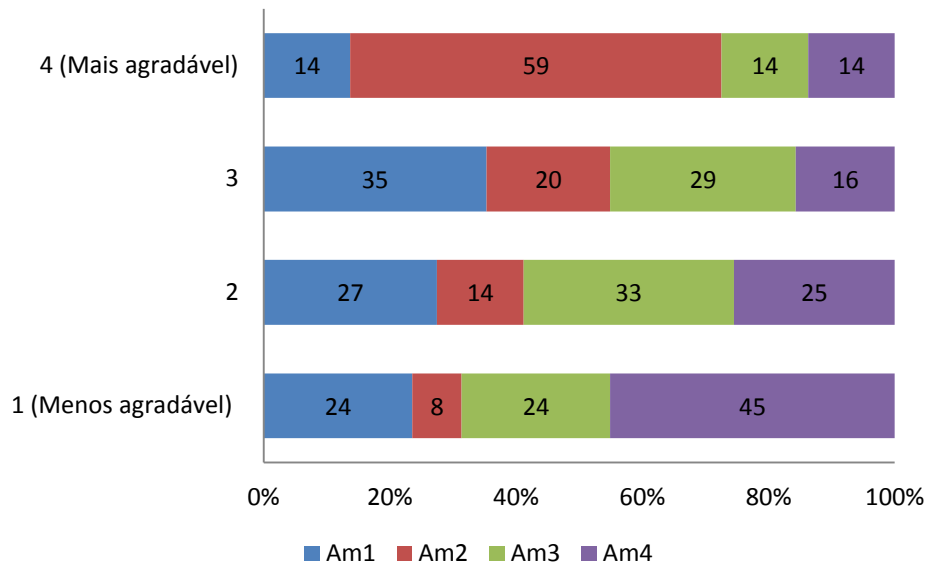


Figura 17 - Variação das preferências entre espécies. *Rubus radula* (Am1), *Rubus brigantinus* (Am2), *Rubus henriquesii* (Am3), *Rubus sampaioanus* (Am4).

5.5 CONCLUSÕES

As espécies de amora silvestre (*Rubus sp.*) avaliadas apresentaram bom valor nutricional e uma semelhança elevada entre si em relação à maior parte do conteúdo de nutrientes. O valor nutricional obtido para as diferentes espécies é bastante semelhante ao valor descrito pela USDA (2011a).

Quanto ao teor em sólidos solúveis, podemos verificar que a espécie *R. sampaioanus* e *R. brigantinus* apresentaram diferenças significativas entre si, tanto no ano 2011 como em 2012. A média das quatro espécies para o teor em sólidos solúveis em 2011 foi semelhante à obtida em 2012.

Em relação à acidez titulável, no ano de 2011, a espécie *R. brigantinus* é a única que apresenta diferenças significativas das outras espécies, enquanto no ano 2012 é a espécie *R. radula* que apresenta diferenças significativas das restantes espécies. Quando comparada a média das quatro espécies de acidez titulável foi muito mais elevada em 2012 do que em 2011.

No que diz respeito aos parâmetros da cor medidos com colorímetro, observou-se que todas as espécies apresentaram valores médios de luminosidade (L^*) baixos, sem diferenças significativas entre si. Estes valores pouco elevados dão a indicação de estarmos perante frutos escuros, o que também se verificou na análise sensorial em que o painel considerou as quatro espécies escuras.

No que diz respeito à coordenada de cromaticidade a^* , foi na espécie *Rubus sampaioanus* que se registaram os valores médios mais elevados. No entanto, observou-se que embora existam diferenças significativas desta espécie em relação às restantes, no geral todas apresentaram valores médios pouco elevados.

Relativamente à coordenada de cromaticidade b^* , observou-se que embora existam diferenças significativas entre algumas espécies, no geral todas apresentaram valores médios pouco elevados.

No que diz respeito à quantidade ou saturação da cor, parâmetro C^* , foi na espécie *Rubus sampaioanus* que se registaram os valores médios mais elevados, o que significa que a cor foi um pouco mais forte e brilhante (mais definida) nesta espécie. Mesmo apresentando esta espécie uma saturação mais elevada que as restantes, ainda assim é um valor bastante baixo. Quanto às outras espécies apresentaram valores médios muito baixos. Isto dá-nos a indicação de estarmos perante frutos pouco brilhantes, o que também se verificou na análise sensorial, visto que a maioria dos provadores do painel considerou os frutos com um brilho normal ou pouco intenso.

Os valores obtidos para a coordenada H° , conjugados com os valores obtidos para as coordenadas de cromaticidade a^* e b^* , parecem indicar estarmos perante frutos de cor entre o vermelho e o laranja, mas com maior tendência para a cor vermelha.

Os resultados obtidos nos parâmetros de cor indicam que, embora os frutos mostrem uma tendência para ter uma cor vermelha, a cor destes é muito escura e indefinida. Em conjunto com os resultados obtidos para a resistência mecânica, que foram no geral baixos, dão a indicação de se estar perante lotes de frutos em estado de maturação um pouco avançado.

Relativamente à análise sensorial os elementos do painel não identificaram diferenças muito significativas entre as espécies. No entanto, quanto à aceitabilidade global e à preferência, notou-se claramente que a espécie preferida foi a *Rubus brigantinus* e que o painel considerou a *Rubus sampaioanus* a menos agradável.

No ano de 2012 a espécie *Rubus brigantinus* foi a que apresentou um maior teor de sólidos solúveis e a menor acidez, sendo assim a que apresentou a razão açúcar/ácidos mais elevada. Tal indica um sabor mais doce geralmente preferido pelos consumidores, comprovando o que se concluiu anteriormente de esta ser a espécie preferida do painel de prova.

Uma das razões para o painel não ter apreciado especialmente nenhuma das espécies e não ter atribuído classificações muito elevadas a nenhuma delas pode dever-se ao facto de a acidez titulável ter aumentado significativamente na maior parte das espécies no ano de 2012. Provavelmente, as espécies teriam tido uma melhor aceitação por parte do painel no ano 2011 em que os valores médios de acidez titulável obtidos foram consideravelmente mais baixos.

6 BIBLIOGRAFIA

Basaran, P.; Kepenek, K. (2011) - Fruit Quality Attributes of Blackberry (*Rubus sanctus*) Mutants Obtained by 60 Co Gamma Irradiation. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, **16** (3): 587-592. DOI: 10.1007/s12257-010-0101-4.

Belitz, H., Grosch, W., Schieberle, P. (2009) - *Food Chemistry*. 4^a ed. Verlag: Springer. 1070pp.

Bender, A. (1998) - Fruits and vegetables. In: *Encyclopedia of Human Nutrition* (Vol 2). Ed. by Caballero, B., Allen, L., Prentice, A. – Elsevier Ltd.: Leatherhead: 356-368.

Berg, J., Tymoczko, J., Stryer, L. (2004) – *Bioquímica*. 5^a ed. New York: Guanabara Koogan. 1059pp.

Blasa, M., Gennari, L., Angelino, D., Ninfali, P. (2010) - Fruit and Vegetable Antioxidants in Health. In: *Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables*. Ed. by Preedy, R. - Academic Press: United States of America: 37-43.

Buettner, G., Schafer, F. (2004) - Ascorbate as an antioxidant. In: *Vitamin C Function and biochemistry in animals and plants*. Ed. by Asard, H., May, J., Smirnoff, N. Garland Science/BIOS Scientific Publishers: New York: **191-192**

Burton, G., Jauniaux, E. (2011) - Oxidative stress. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics and Gynaecology*, **25** (3): 287–299. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2010.10.016.

Bushway, L., Pritts, M., Handley, D. (2008) - *Raspberry & Blackberry Production Guide For the Northeast, Midwest, and Eastern Canada*. 1^a ed. Ithaca: PALS Publishing. 157pp.

Candeias, V., Nunes, E., Morais, C., Cabral, M., Silva, P. (2005) - *Frutos, Legumes e Hortaliças*. Lisboa: Direcção Geral da Saúde. 17pp.

Carr, A., Frei, B. (1999) - Toward a new recommended dietary allowance for vitamin C based on antioxidant and health effects in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **69** (6): 1086-1107.

Cassidy, A.; Hanley, B.; Raventos, R. (2000). - Isoflavones, lignans and stilbenes - origins, metabolism and potential importance to human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80** (7): 1044-1062.

CE instruments (1996) - Instruction Manual EA1110 Elemental Analyzers.

Comission Internationale de l'Eclairage (1978) - Recommendations on uniform color spaces - color difference equations - psychometric color terms. CIE Publication No. 15 (E-1.3.1) 1971/(TC-1.3), Supplement No. 2. Paris: Comission Internationale de l'Eclairage, 8-12.

Cunha, A. (2005) – *Farmacognosia e Fitoquímica*. 1ªed. Lisboa: Fundação Calouste Glubenkian. 670pp.

Dai, J., Mumper, J. (2010) - Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, **15** (10), 7313-7352.

deMan, J. (1999) - *Principles of Food Chemistry*. 3ª ed. Gaithersburg: Aspen Publishers. 460pp.

Einbond, L., Reynertson, K., Luo, X., Basile, M., Kennelly, E. (2004) - Anthocyanin antioxidants from edible fruits. *Food Chemistry*, **84** (1): 23-28. DOI: 10.1016/S0308-8146(03)00162-6.

Elisia, I., Hu, C., Popovich, D., Kitts, D. (2007) - Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. *Food Chemistry*, **101** (3):1052–1058. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.02.060.

Ferreira, I., Abreu, R. (2007) - Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos. *Sociedade Portuguesa de Bioanalistas da Saúde*, **2**: 32-39.

Forbes, C., Zhang, Y., Nair, M. (2010) - Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, **23** (6):554–560. DOI:10.1016/j.jfca.2009.08.012.

Fortalezas, S.; Tavares, L.; Pimpão, R.; Tyagi, M.; Pontes, V.; Alves M.; McDougall, G.; Stewart, D.; Ferreira, R.; Santos, C. (2010) - Antioxidant Properties and Neuroprotective Capacity of Strawberry Tree Fruit (*Arbutus unedo*). *Nutrients*, **2** (2): 214-229. DOI: 10.3390/nu2020214.

Han, X.; Shen, T.; Lou, H. (2007) - Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, **8** (9): 950-988. DOI: 10.3390/i8090950.

Horbowicz, M., Kosson, R., Grzesiuk, A., Debski, H. (2008) - Anthocyanins of Fruits and Vegetables- Their Occurrence, Analysis and Role in Human Nutrition. *Vegetable Crops Research Bulletin*, **68**: 5-22. DOI: 10.2478/v10032-008-0001-8.

Huang, W., Zhang, H., Liu, W., Li, .C. (2012) - Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, **13** (2): 94–102. DOI: 10.1631/jzus.B1100137.

IFT (1981) Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. Sensory Evaluation Division, Institute of Food Technologists. *Food Technology* **35**(11): 50-59.

ISO 11036 (1994). *Sensory analysis - Methodology -Texture Profile*. Geneva: International Organization for Standardization. 20 pp.

Jorge, R. (2010) - Determinação da Proteína Bruta de Alimentos pelo Método de Kjeldahl - Textos de apoio às aulas práticas apresentadas aos cursos de Ciência e Tecnologia dos Alimentos e Nutrição Humana e Qualidade alimentar - Escola Superior Agrária de Santarém, 7 pp.

Kalt, W., Forney, C., Martin, A., Prior, R. (1999) - Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47** (11): 4638–4644. DOI: 10.1021/jf990266t CCC.

Kays, J. (1997) - Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. Athens: Exon Press, 1997. 532p.

Kim, D., Lee, K., Lee, H., Lee, C. (2002) - Vitamin C Equivalent Antioxidant Capacity (VCEAC) of Phenolic Phytochemicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50** (13): 3713–3717. DOI: 10.1021/jf020071c CCC.

Krügera, E.; Dietrichb, H.; Schöppleinb, E.; Rasima,S.; Kürbel, P. (2011) - Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, **60** (1): 31–37. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2010.12.001.

Lima, M. (2011a) – Análise Química e Física de alimentos - Sebenta das sessões apresentadas aos cursos de Engenharia Alimentar e Nutrição Humana e Qualidade Alimentar - Escola Superior Agrária de Santarém, 50 pp.

Lima, M. (2011b) – Análise sensorial – Textos de apoio das sessões apresentadas aos cursos de Engenharia Alimentar e Nutrição Humana e Qualidade Alimentar - Escola Superior Agrária de Santarém, 66 pp.

Lindsay, D., Astley, S. (2002) - European research on the functional effects of dietary antioxidants –EUROFEDA. *Molecular Aspects of Medicine*, **23** (1-3):1–38.

Liu, R. (2003) - Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **78** (3): 517S–520S.

López, O., Ceja, M., Pérez, M., Pérez, T. (2010) - Berries: Improving Human Health and Healthy Aging, and Promoting Quality Life - A Review. *Plant Foods for Human Nutrition*, **65** (3):299–308. DOI: 10.1007/s11130-010-0177-1.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004) - Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **79** (5):727-47.

Milivojevic, J.; Maksimovic, V.; Nikolic, M.; Bogdanovic, J.; Maletic, R.; Milatovic, D. (2011) - Chemical and antioxidant properties of cultivated and wild *Fragaria* and *Rubus* berries. *Journal of Food Quality*. **34** (1): 1–9. DOI:10.1111/j.1745-4557.2010.00360.x

Montoya, O.; Vaillant, F.; Cozzano, S.; Mertz, C.; Pérez, A.; Castro, M. (2010) - Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schlttdl.) during three edible maturity stages. *Food Chemistry*, **119** (4): 1497–1501. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.032.

Nielsen, S. (1998) - *Food analysis*. 2^a ed. Gaithersburg: Aspen Publishers. 630pp.

NP 1421 (1977) – Informação e documentação. Géneros alimentícios derivados de frutos e de produtos hortícolas. Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 3 pp.

NP 783 (1985) – Informação e documentação. Derivados de frutos e de produtos hortícolas Lisboa: Instituto Português da Qualidade. 3 pp.

Oliveira, P., Fonseca, L. (2010) - Small Fruit Production. *Folhas de Divulgação HEF*, N° 1.

Padayatty, S., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S., Levine, M. (2003) - Vitamin C as an Antioxidant: Evaluation of Its Role in Disease Prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, **22** (1): 18–35.

Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. (2012) Composition of Sugars, Organic Acids, and Total Phenolics in 25 Wild or Cultivated Berry Species. *Journal of Food Science*, **77** (10):1064-1070. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2012.02896.x

Riboli, E., Norat, T. (2003) - Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **78** (3): 559S-569S.

Rosenthal, A. (1999) - *Food Texture. Measurement and Perception*. Maryland: Editorial Aspen Publishers. 305pp.

Ross, J., Kasum, C. (2002) - Dietary Flavonoids: Bioavailability, Metabolic Effects, and Safety. *Annual Review of Nutrition*, **22**: 19-34. DOI: 10.1146/annurev.nutr.22.111401.144957.

Sariburun, E.; Sahin, S.; Demir, C.; Türkben, C.; Uylaser, V. (2010) - Phenolic Content and Antioxidant Activity of Raspberry and Blackberry Cultivars. *Journal of Food Science*, **75** (4): 328-335. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01571.x.

Seeram, N., (2008) - Berry Fruits: Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56** (3):627–629. DOI:10.1021/jf071988k.

Shahidi, F., Naczk, M. (2005) - Analysis of Polyphenols in Foods. In: *Methods of Analysis of Food Components and Additives* Ed. by Semih Ötles - Taylor & Francis Group: United States of America: 200-205.

Skerget, M-, Kotnik, P., Hadolin, M., Hras, A., Simonc, M., Knez, Z. (2005) - Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, **89** (2):191–198. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.02.025.

Song, W., Derito, C., Liu, M., He, X., Dong, M., Liu, R. (2010) - Cellular Antioxidant Activity of Common Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58** (11): 6621–6629. DOI:10.1021/jf903583.

Sousa, M., Curado, T., Vasconcellos, T., Trigo, M. (2007) - Amora – Qualidade pós-colheita. *Divulgação Agro 556, Nº7*.

Srivastava, A.; Greenspan, P.; Hartle, D.; Hargrove, J.; Amarowicz, R.; Pegg, R. (2010) - Antioxidant and Anti-inflammatory Activities of Polyphenolics from Southeastern U.S. Range Blackberry Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58** (10): 6102–6109. DOI: 10.1021/jf1004836

Szczesniak, A. (2002) –Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, **13** (4), 215-225. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8)

Thompson, M. (2010) - Botanical Diversity in Vegetable and Fruit Intake: Potential Health Benefits. In: *Bioactive Foods in Promoting Health: Fruits and Vegetables*. Ed. by Preedy, R. - Academic Press: United States of America: 3-4.

UNCTAD (2007) - Safety and Quality of Fresh Fruit and Vegetables: A Training Manual for Trainers. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). United Nations, New York and Geneva.

USDA (United States Department of Agriculture), Agricultural Research Service. (2011a) - *USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24*.

Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR24/reports/sr24fg09.pdf>
f. Consulta efetuada a 19 Dezembro de 2011.

USDA (United States Department of Agriculture), Agricultural Research Service. (2010) - *Dietary Reference Intakes: Recommended Intakes for Individuals*. Disponível

em: http://www.iom.edu/Activities/Nutrition/SummaryDRIs/~/_media/Files/Activity%20Fil

[es/Nutrition/DRIs/5_Summary%20Table%20Tables%201-4.pdf](#). Consulta efetuada a 15 de Janeiro de 2012.

USDA (United States Department of Agriculture), Agricultural Research Service. (2011b) - *USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 3*.

Disponível em:

http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/Flav/Flav_R03.pdf.

Consulta efetuada a 20 Setembro de 2012.

Williams, R., Spencer, J. (2012) - Flavonoids, cognition, and dementia: Actions, mechanisms, and potential therapeutic utility for Alzheimer disease. *Free Radical Biology & Medicine*, **52**(1): 35-45. DOI:10.1016/j.freeradbiomed.2011.09.010.

7 BIBLIOGRAFIA ONLINE

<http://berrygrape.org/worldwide-production-of-blackberries/>, Consulta efetuada a 9 Dezembro de 2011.

<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>., Consulta efetuada a 4 Dezembro de 2012.

<http://www2.dq.fct.unl.pt/cadeiras/qpn1/molweb/2004/antocianinas/estrutura.htm>,

Consulta efetuada a 9 de Setembro de 2011.

8 APÊNDICES

APÊNDICE I
Folheto Informativo

Folheto Informativo

Antes de preencher as fichas de análise sensorial, leia atentamente este folheto.

Doce: Qualifica o sabor elementar provocado por soluções aquosas de diversas substâncias tais como a sacarose (açúcar). É um sabor frequentemente agradável. Este sabor é percebido na extremidade da língua.

Ácido: Classifica o sabor elementar provocado por soluções aquosas diluídas da maior parte das substâncias ácidas (ácido cítrico, ácido tartárico, etc.). Ex: Sabor ácido do limão. Este sabor é percebido nos lados posteriores da língua.

Adstringente: Sensação que provoca a contração da superfície das mucosas da boca, associada à secura/aspereza provocada na boca depois da degustação do fruto. Ex: Sensação causada pela degustação de dióspiros.

Uniformidade da cor: Qualifica a presença de uma só cor. Quando colhida, a amora deve ter uma cor integralmente negra.

Mole: Apresenta uma consistência pastosa, macia ou tenra.

Suculento: Qualifica a presença de uma textura sumarenta, frequentemente associada a uma consistência apetitosa.

Atípico: Qualifica o que se afasta dos padrões, que se distingue, que apresenta algum aspeto novo ou desconhecido.

APÊNDICE II

Ficha de prova de espécies de amora de silva selvagens

Análise sensorial

Ficha de prova de espécies de amora de silva selvagens

- Observe cuidadosamente a amostra que lhe é apresentada e registre o seu código.
- Selecione com uma cruz (X) a pontuação que considera mais adequada

Data: ___/___/___ Código _____ Lote _____ Sexo: _____ Idade: _____	Pontuação				
1. APARÊNCIA					
	1 Muito claro	2 Claro	3 Normal	4 Escuro	5 Muito Escuro
Cor do fruto					
	1 Ausente	2 Pouco intenso	3 Normal	4 Intenso	5 Muito intenso
Brilho					
	1 Nada uniforme	2 Pouco uniforme	3 Normal	4 Muito uniforme	5 Totalmente uniforme
Uniformidade da cor					
2. AROMA					
	1 Atípico	2 Estranho	3 Indiferente	4 Normal	5 Típico
3. TEXTURA					
Ao tato					
	1 Muito mole	2 Mole	3 Normal	4 Pouco duro	5 Duro
Dureza					
Na boca					
	1 Muito mole	2 Mole	3 Normal	4 Pouco duro	5 Duro
Dureza					
	1 Nada suculento	2 Pouco suculento	3 Normal	4 Suculento	5 Muito suculento
Suculência					
4. SABOR					
	1 Ausente	2 Pouco intenso	3 Normal	4 Intenso	5 Muito intenso
Doce					

	1 Muito ácido	2 Ácido	3 Normal	4 Pouco ácido	5 Nada ácido
Ácido					
	1 Muito adstringente	2 Adstringente	3 Normal	4 Pouco adstringente	5 Nada adstringente
Adstringente					
5. APRECIÇÃO GLOBAL					
	1 Muito Mau	2 Mau	3 Indiferente	4 Bom	5 Muito Bom
6. SENSACÃO RESIDUAL (AFTER TASTE) – Avalie a sensação que fica na boca depois de engolir					
	1 Ausente	2 Pouco intenso	3 Normal	4 Intenso	5 Muito intenso
Doce					
	1 Muito ácido	2 Ácido	3 Normal	4 Pouco ácido	5 Nada ácido
Ácido					
	1 Muito adstringente	2 Adstringente	3 Normal	4 Pouco adstringente	5 Nada adstringente
Adstringente					

.
.

APÊNDICE III

Prova de ordenação de espécies de amora de silva selvagens

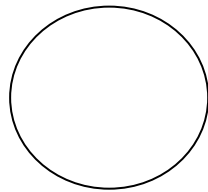
Análise sensorial

Prova de ordenação de espécies de amora de silva selvagens

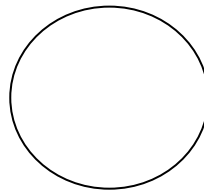
Prove as amostras no sentido dos ponteiros do relógio.

Classifique as amostras que lhe foram apresentadas, atribuindo **1 ponto à amostra menos agradável** e **4 à amostra mais agradável**.

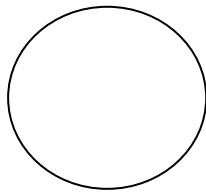
AM1



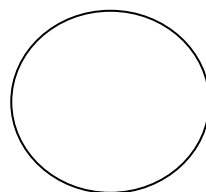
AM3



AM2



AM4



Obrigado pela sua participação!