



## 3º Simpósio Nacional de Fruticultura

Vila Real, 4 e 5 de dezembro de 2014



**Ficha Técnica:**

**Título:** 2º Simpósio Nacional de Fruticultura

**Colecção:** Actas Portuguesas de Horticultura, nº 23

**Editor:** ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE HORTICULTURA

Rua da Junqueira, 299 – 1300-338 Lisboa

**Coordenação:** Raúl Rodrigues e Ana Paula Silva

**Autores:** vários

**Edição e Coordenação:** Raúl Rodrigues e Ana Paula Silva

**Tiragem:** 200 exemplares

**ISBN:** 978-972-8936-16-7

## **3º Simpósio nacional de Fruticultura**

### **Organização:**

- Associação Portuguesa de Horticultura (APH)
- Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)
- Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB)
- Centro Operativo e Tecnológico de Hortofrutícola Nacional (COTHN)

### **Comissão organizadora:**

- Ana Paula Silva (UTAD/CITAB) (Presidente)
- Ana Alexandra Oliveira (UTAD/CITAB)
- Ana Paula Nunes (COTHN)
- Berta Gonçalves (UTAD/CITAB-APH)
- Carlos Ribeiro (UTAD/CITAB)
- Eduardo Rosa (UTAD/CITAB)
- M<sup>a</sup> Carmo Martins (COTHN)
- Raúl Rodrigues (ESA-IPVC/APH/CIMO)

### **Comissão Científica:**

- Prof. Doutor Alberto Santos – UTAD
- Prof. Doutor Amílcar Duarte – UAlg
- Prof. Doutor António Ramos – ESA-IPCB
- Prof.<sup>a</sup> Doutora Cristina Oliveira – ISA
- Prof. Doutor David Horta Lopes – UAçores
- Prof. Doutor Domingos Almeida – ISA
- Prof. Doutor Eduardo Rosa – UTAD
- Doutora Graça Barreiro – INIAV
- Prof.<sup>a</sup> Doutora Isabel Mourão – ESA-IPVC
- Prof. Doutor José Alberto Pereira – ESA-IPB
- Prof.<sup>a</sup> Doutora Justina Franco – ESAC
- Prof.<sup>a</sup> Doutora Laura Torres – UTAD
- Prof. Doutor Miguel Brito – ESA-IPVC

<i>Contributo para a caracterização de uma variedade de pêra tida como Portuguesa (Pyrus communis L.)</i> .....	478
<i>Composição da semente e caracterização do óleo de semente de maracujá, Passiflora edulis Sims edulis, proveniente de Portugal</i> .....	486
<i>Biocnologia do medronheiro (Arbutus unedo L.): ensaios de cultura in vitro e hibridação</i> .	494
<i>Atividade antioxidante de polpa de maracujá, Passiflora edulis Sims edulis: comparação entre polpa fresca e comercial embalada</i> .....	500
<i>Avaliação do conteúdo fenólico e atividade antioxidante de suplementos alimentares baseados em frutas e frutos vermelhos</i> .....	508
<i>Caracterização físico-química e atividade antioxidante da casca de diferentes cultivares de romã produzidas em Espanha</i> .....	516
<i>Caracterização molecular de variedades regionais de macieira do Norte de Portugal</i> .....	523
<i>Estudo da diversidade genética de variedades regionais de macieira do Algarve (“Pêro de Monchique”)</i> .....	531
<i>Utilização da biocnologia vegetal para a propagação e melhoramento do tamarilho (Cyphomandra betacea)</i> .....	538

# Composição da semente e caracterização do óleo de semente de maracujá, *Passiflora edulis Sims edulis*, proveniente de Portugal

Ana Alves<sup>1</sup>, Maria de Fátima Lopes-da-Silva<sup>1</sup>, Susana Casal<sup>2</sup>, José Alberto Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5301-855 Bragança, Portugal

<sup>2</sup>REQUIMTE, Laboratório de Bromatologia e Hidrologia, Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Rua de Jorge Viterbo Ferreira 228, 4050-313 Porto, Portugal

## Resumo

O maracujazeiro, *Passiflora edulis Sims edulis*, é uma espécie exótica presente em Portugal continental e ilhas, onde assume alguma expressão comercial. O fruto é usualmente consumido na forma de sumo, sendo as sementes um subproduto não valorizado. Neste trabalho pretendeu-se avaliar, de forma exploratória, a composição de sementes de maracujá-roxo produzido em Portugal, bem como do seu óleo, com vista à sua futura valorização. Avaliou-se a composição elementar das sementes e no óleo procedeu-se à caracterização do perfil em ácidos gordos, composição em esteróis, teor em vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis); à avaliação da atividade antioxidante através da capacidade redutora total, efeito bloqueador de radicais DPPH<sup>•</sup> e ABTS<sup>•+</sup>; e avaliação da estabilidade oxidativa pelo método Rancimat.

As sementes de maracujá-roxo eram constituídas essencialmente por glúcidos (cerca de 60%) e gordura (entre 21,57 e 25,63%), e o seu óleo maioritariamente por ácidos gordos polinsaturados. O ácido gordo maioritário foi o linoleico (C18:2) (entre 75,18±0,18 e 82,07±1,20%); seguido do oleico (C18:1) (entre 7,62±1,06 e 12,94±0,18%) e palmítico (C16:0) (entre 7,77±0,57 e 8,78±0,06%). Apresenta uma quantidade considerável de: vitamina E (entre 104,48±7,45 e 138,57±5,74 mg/100 g de óleo), sendo na sua maioria δ-tocotrienol e γ-tocotrienol; e esteróis (entre 374,55±23,81 e 636,32±44,32 mg/100 g de óleo), sendo o β-sitosterol o mais abundante. Apresentou baixa capacidade redutora total (entre 23,20±1,92 e 38,74±0,85 mg CAE/kg), mas um efeito bloqueador de radicais de DPPH<sup>•</sup> considerável e efeito bloqueador de radicais ABTS<sup>•+</sup> elevado. A estabilidade oxidativa do óleo foi baixa (de 0,54 a 1,07 h) o que, possivelmente, estará relacionado com a elevada quantidade de ácidos gordos polinsaturados. Assim, o óleo destas sementes produzidas em Portugal pode ter diferentes utilizações, desde a indústria alimentar até a aplicações na saúde.

**Palavras-chave:** maracujá-roxo, composição, atividade antioxidante, estabilidade oxidativa

## Abstract

### Composition of seed and characterization of *Passiflora edulis Sims edulis* seed oil, from Portugal

The passion fruit, *Passiflora edulis Sims edulis*, is an exotic species present in Portugal, including in its islands, where it assumes some commercial importance. This fruit is usually consumed as juice, being seeds a by-product. In this sense, the present work was intended to evaluate in an exploratory way, the composition of purple passion fruit seeds produced in Portugal, as well as its oil, in view to its possible future use. Thus, the overall composition of the seed (moisture, protein, fat, ash, carbohydrate and energy value) was measured, and in extracted oil was carried out: the characterization in terms of its fatty acid profile, composition sterol content and vitamin E (tocopherols and tocotrienols); the evaluation of antioxidant activity by assessing the total reducing capacity, blocking effect of DPPH<sup>•</sup> and ABTS<sup>•+</sup> radicals; and evaluation of oxidative stability by Rancimat method.

The seeds of purple passion fruit consisted mostly of carbohydrates (from 60,12±1,06 and 60,23±0,33%) and fat (from 21,57±4,70 and 25,63±1,80%). The extracted oil was composed mainly of polyunsaturated fatty acids. The majority fatty acids were linoleic (C18:2) (from 75,18±0,18 and 82,07±1,20%), oleic (C18:1) (between 7,62±1,06 and 12,94±0,18%) and palmitic (C16:0) (between 7,77±0,57 and 8,78±0,06%). This oil still has a considerable quantity: vitamin E (from 104,48±7,45 and 138,57±5,74 mg/100 g oil) and mostly  $\delta$ -tocotrienol and  $\gamma$ -tocotrienol; sterols (from 374,55 ± 23,81 and 636,32 ± 44,32 mg/100 g oil) and  $\beta$ -sitosterol the most abundant. The total reducing capacity of the oil was relatively low (between 23,20±1,92 and 38,74±0,85 mg CAE/kg). However it had a considerable blocking effect of DPPH<sup>•</sup> radicals and a high blocking effect of radical ABTS<sup>•+</sup>. The oxidative stability of the oil was low (0,54 to 1,07 h) which possibly is related to the high amount of polyunsaturated fatty acids. Thus, the oil of these seeds produced in Portugal may have different uses, from the food industry to health applications.

**Keywords:** passion fruit, composition, antioxidant activity, oxidative stability

## Introdução

O maracujá é um fruto exótico que em Portugal Continental pode ser encontrado em alguns jardins ou pequenas parcelas, e nas Ilhas, em produções, sendo a variedade predominante a do maracujá-roxo (*Passiflora edulis Sims edulis*). Contudo, o mercado é dominado por frutos importados.

Este fruto é geralmente consumido *in natura*, e usado na indústria alimentar na confeção de sumos, refrigerantes, gelados, doces, licores, entre outros, onde apenas é utilizada a polpa, sendo as cascas e as sementes, que representam cerca de 50 e 13% do peso do fruto, normalmente descartadas. Neste sentido, é do máximo interesse encontrar vias alternativas de exploração destes subprodutos.

Diversos autores demonstraram que as sementes de maracujá-amarelo (*P. edulis Sims flavicarpa*), maracujá-roxo (*P. edulis Sims edulis*) e híbridos de maracujá (Kawanda e ‘Tainung no. 1’) são ricas em fibras, predominando as insolúveis, minerais, lípidos, proteínas e compostos antioxidantes (Chau & Huang, 2004). Por outro lado, têm uma quantidade de óleo considerável, entre 18,5 e 30,39% (Nyanzi et al., 2005; Piombo et al., 2006; Giuffré, 2007; Liu et al., 2008; Malacrida & Jorge, 2009). Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar, de forma exploratória, a composição de sementes de maracujá-roxo produzidos no norte de Portugal, bem como do seu óleo. Para além do rendimento em óleo, foi avaliada a composição das sementes, a composição e bioatividade do óleo e sua estabilidade oxidativa.

## Material e Métodos

**Amostras.** As amostras de maracujá foram colhidas em 2011, na zona de Barcelos e Porto, em pomares de pequena dimensão, não comerciais e de idade semelhante (4 anos). Separaram-se as sementes da polpa, e foram lavadas, desidratadas e armazenadas. Imediatamente antes de cada análise, foi triturada uma quantidade de sementes suficiente para a determinação do parâmetro a avaliar.

**Composição centesimal das sementes.** A humidade foi avaliada pelo método gravimétrico (AOAC, 1995). As cinzas por incineração completa a 550±15 °C (AOAC, 2000). O teor de proteína bruta segundo o método Kjeldahl (AOAC, 2000). O teor de gordura total foi determinado em Soxhlet usando como solvente éter de petróleo (AOAC, 2000). O teor de hidratos de carbono foi determinado por diferença. O valor energético foi calculado usando os fatores de Atwater através da seguinte equação: Valor Energético (kcal/100 g) = 4 x (Hidratos de Carbono (%) + Proteína (%)) + 9 x (Gordura (%)). Todas as avaliações foram feitas em triplicado.

**Composição do óleo das sementes.** O perfil em ácidos gordos foi avaliado por cromatografia gasosa (GC) com detetor de ionização em chama (FID). A gordura foi previamente extraída na presença de 0,01% do antioxidante butil-hidroxi-tolueno (BHT) para preservação das amostras. Procedeu-se a uma transesterificação alcalina a frio (ISO 5509:2000) e extração com *n*-heptano (anexo II do Regulamento (CEE) nº 2568/91 da Comissão Europeia de 11 de Julho de 1991. Os resultados foram expressos em percentagem relativa de cada ácido gordo, calculado pela normalização interna da área do pico cromatográfico (ISO 5508:1990).

As mesmas extrações de gordura foram utilizadas para avaliar o teor de vitamina E, por determinação da composição em tocoferóis e tocotrienóis, por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC), segundo a norma internacional ISO 9936:2006, com algumas modificações, descritas por Amaral et al. (2005). Todo o procedimento descrito foi realizado no escuro, com tubos revestidos de folha de alumínio. Os resultados foram expressos em mg/100 g de óleo.

A determinação dos esteróis foi efetuada por cromatografia gasosa e detecção por ionização em chama (GC/FID), após saponificação, separação em cromatografia em camada fina e sililação, segundo a NP EN ISO 12228:2001. O teor em esteróis foi expresso em mg/100 g de óleo.

**Atividade antioxidante do óleo das sementes.** A capacidade redutora total do óleo foi determinada pelo método descrito por Capannesi et al. (2000), com algumas modificações. Os resultados foram expressos em mg CAE/kg de óleo.

Determinação do efeito bloqueador dos radicais livres DPPH<sup>•</sup>: efectuada de acordo com Malheiro et al. (2012).

O efeito bloqueador do radical ABTS (ABTS<sup>•+</sup>) foi determinado com base na capacidade de uma amostra em inibir o radical ABTS (ABTS<sup>•+</sup>) em comparação com um padrão de referência antioxidante (Trolox). A reação química do ABTS com persulfato de potássio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), permite a formação dos radicais ABTS<sup>•+</sup>. O ABTS (7mM) foi enriquecido com K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> (140mM), deixando-se repousar no escuro à temperatura ambiente entre 12 a 16 horas. A solução foi preparada com etanol até à obtenção de uma absorvância ( $\lambda=734\text{nm}$ ) de  $0,70\pm 0,02$ . A reação realizou-se diretamente na cuvete de quartzo, com a adição de 2mL de ABTS<sup>•+</sup> (Branco) e de 100 $\mu$ L de amostra de óleo. Os valores de absorvância são inversamente proporcionais à quantidade de antioxidantes presentes na amostra. Os resultados foram expressos em % inibição pela seguinte fórmula: % Inibição ABTS<sup>•+</sup> = [(Abranco - Aamostra)/Abranco] x 100, em que *Abranco* é a absorvância a 734 nm da solução de ABTS<sup>•+</sup> e *Aamostra* é a absorvância a 734 nm da solução de ABTS<sup>•+</sup> 5 min. após a adição de 1 mL da solução da amostra.

**Avaliação da estabilidade oxidativa do óleo.** Foi realizada pelo método de condutividade (*Rancimat 743*, Methrom Ltd., Suíça). O fluxo de ar (filtrado, limpo e seco) era de 20 L/h e a toma de amostra de 3 g óleo era aquecida a  $120\pm 1,6$  °C.

## Resultados e Discussão

### *Composição centesimal das sementes*

A fração maioritária das sementes de maracujá são os hidratos de carbono, que corresponde a 60,23 e 60,12% nas sementes de maracujá de Barcelos e Porto, respetivamente. Os valores obtidos são superiores aos registados nas sementes de maracujá-roxo, onde se obtiveram valores de 13,19% (Jorge et al., 2009). O elevado teor obtido neste estudo pode estar relacionado com o facto de se incluir as fibras na estimativa do teor de hidratos de carbono, enquanto os outros estudos consideram somente hidratos de carbono, excluindo as fibras.

A gordura representa a segunda fração das sementes, com as do Porto (25,63%) a revelarem um teor ligeiramente superior às de Barcelos (21,57%), sendo muito similares aos teores referidos na bibliografia (entre 18,5 e 28,12%) (Nyanzi et al., 2005; Giuffré, 2007; Jorge et al., 2009). Em terceiro lugar surgem as proteínas, com 13,22% na amostra de Barcelos e 10,41% na amostra do Porto, coincidente com os 12,57 g/100 g observados por Jorge et al.

(2009). A humidade foi de 3,85 e 2,52%, respectivamente, na amostra de Barcelos e Porto. Os valores médios de teor em cinzas foram de 1,12 e 1,31% para Barcelos e Porto, respetivamente, vindo ao encontro dos valores referidos por Jorge et al. (2009) para a mesma variedade (1,47%). O valor energético das sementes de Barcelos foi de 303,90 kcal/100 g de peso fresco, o valor das sementes do Porto foi de 512,85 kcal/100 g de peso fresco, o que estará sobretudo relacionado com o facto de as sementes do Porto apresentarem maior teor de gordura em relação às sementes de Barcelos.

#### *Composição em ácidos gordos do óleo das sementes*

O ácido gordo maioritário no óleo de sementes de maracujá das amostras estudadas é o ácido linoleico (C18:2), com valores médios de 82,07 e 75,18% (Porto e Barcelos, respetivamente) (quadro 1), valores semelhantes aos reportados na bibliografia.

O segundo ácido gordo presente em termos quantitativos foi diferente, de acordo com a proveniência, sendo na amostra de Barcelos o ácido palmítico (C16:0) juntamente com o ácido oleico (C18:1), obtendo-se percentagens médias de 7,77 e 7,62%, respetivamente, e na amostra do Porto o ácido oleico (C18:1), com uma média de 12,94%, seguindo-se o ácido palmítico (C16:0) com 8,79%. Esta diferença pode dever-se às diferenças genéticas, climáticas, geográficas e grau de maturação do fruto. O ácido esteárico (C18:0) foi o quarto em termos de importância, mas já em quantidades residuais, com valores de 1,12% (Barcelos) e 1,79% (Porto).

Os restantes ácidos gordos detetados não variaram consoante as amostras e não ultrapassaram 1%, à exceção do ácido pentadecenoico (C15:1) e do ácido heneicosanóico (C21:0), que não foram detetados no óleo de sementes do Porto.

O óleo de maracujá-roxo é predominantemente constituído por ácidos gordos polinsaturados (AGP). Esta composição sugere possíveis problemas com a estabilidade oxidativa destes óleos, uma vez que os ácidos gordos insaturados são os principais alvos de agentes oxidantes. Quanto aos ácidos gordos monoinsaturados (AGM), a fração foi menor sendo de 7,93% na amostra de Barcelos e 13,23% na amostra do Porto. Os ácidos gordos saturados (AGS) foram de 9,30% (Barcelos) e de 11,02% (Porto). Foram também detetados vestígios de isómeros *trans* em ambas as amostras sendo o valor de 0,05% para a amostra de Barcelos e 0,07% para a amostra do Porto. De uma forma geral os resultados obtidos confirmam o observado por outros autores (Nyanzi et al., 2005; Piombo et al., 2006; Giuffré, 2007; Ferreira et al., 2011; Pardaul et al., 2011).

#### *Composição em tocoferóis e tocotrienóis do óleo das sementes*

Em ambos os óleos foram identificados três tocoferóis ( $\alpha$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ - tocoferol) e dois tocotrienóis ( $\gamma$ - e  $\delta$ -tocotrienol) (quadro 2). É de notar que o  $\delta$ -tocotrienol foi o isómero observado em maior quantidade, seguido do  $\gamma$ -tocotrienol. A vitamina E total mostrou estar em maior concentração no óleo de Barcelos, 138,57 mg/100 g de óleo comparativamente ao óleo procedente do Porto (104,48 mg/100 g de óleo).

#### *Composição em esteróis do óleo das sementes*

O  $\beta$ -sitosterol foi o esteroide presente em maior quantidade, seguido de um outro maioritário, um esteroide não identificado, e depois do campesterol (quadro 3). O óleo de Barcelos apresentou maior quantidade de esteróis totais (636,32 mg/100 g de óleo) relativamente ao do Porto (374,55 mg/100 g de óleo). Os resultados obtidos são em parte concordantes aos apresentados por Giuffré (2007) em que principais esteróis encontrados foram  $\beta$ -sitosterol (42,51%), estigmasterol (30,87%) e campesterol (11,14%).

#### *Atividade antioxidante do óleo das sementes*

**Capacidade redutora total do óleo.** O óleo de sementes do Porto mostrou ter maior capacidade redutora total relativamente ao óleo das sementes de Barcelos sendo, respetivamente, de 38,74 e de 23,20 mg CAE/kg de óleo (fig. 1). Mas a capacidade redutora dos extratos de

sementes e polpas podem variar mesmo dentro da mesma espécie. Algumas diferenças podem estar relacionadas com diversos fatores como a variedade, grau de maturação, época do ano, modo de cultivo, tipo de solo, clima, fatores genéticos e o modo de processamento industrial (Martínez et al., 2012).

**Efeito bloqueador de radicais livres DPPH e ABTS do óleo.** Para a mesma concentração de óleo testada, o óleo proveniente de sementes do Porto apresentou 44,1%, de inibição do radical DPPH<sup>•</sup>, sendo superior à percentagem de inibição do óleo de Barcelos (29,94%) (fig. 2). Os resultados indicam que o óleo de maracujá-roxo tem uma capacidade para inibir os radicais livres de DPPH intermédia, não chegando a atingir os 50%, o que está de acordo com o observado por Ferreira et al. (2011), que obtiveram valores de EC50 cerca de três vezes superiores nos óleos extraídos em Soxhlet quando comparados com os obtidos no mercado, o que provavelmente estará relacionado com as condições de extração.

Também para a capacidade de inibição do radical ABTS<sup>•+</sup> se verificou comportamento idêntico no que respeita à proveniência das amostras, contudo com valores de inibição muito superiores (fig. 2). Assim, o óleo de sementes provenientes do Porto apresentou maior percentagem de inibição (96,59%) que o de Barcelos (83,51%).

#### *Estabilidade oxidativa do óleo*

Observou-se que o óleo obtido de sementes provenientes do Porto (1,02h) apresentou um período de indução superior ao de Barcelos (0,54h), o que indica uma maior estabilidade e está de acordo com os resultados obtidos para a capacidade antioxidante. A possível maior presença, neste óleo, de compostos com esta atividade aumenta ligeiramente a sua proteção contra processos de auto-oxidação dos seus lípidos. Parte destes resultados poderão estar correlacionados com o teor em fenóis totais (capacidade redutora total), elevando assim a estabilidade oxidativa em óleos de sementes provenientes do Porto, e com o teor em AGP, superior no óleo de Barcelos. Valores superiores foram obtidos por outros autores o que estará relacionado com a composição do óleo e também diferentes condições experimentais às usadas no presente trabalho (Giuffré, 2007; Pardaul et al., 2011).

## **Conclusões**

O estudo de sementes de maracujá-roxo proveniente de Portugal mostra que estas sementes são essencialmente constituídas por hidratos de carbono e gordura. A fração lipídica representa cerca de 23% da semente e apresenta uma percentagem elevada de ácidos gordos polinsaturados. O ácido linoleico (C18:2), o ácido oleico (C18:1) e o ácido palmítico (C16:0) prevalecem; é uma boa fonte de um ácido gordo essencial. O óleo apresenta uma razoável quantidade em esteróis e vitamina E, assim como atividade anti-radicalar. Assim, o óleo das sementes de maracujá-roxo provenientes de Portugal pode ter diferentes finalidades, desde a indústria alimentar até a aplicações na saúde.

## **Referências**

- Amaral, J. S., Casal, S., Oliveira, M. B., Seabra, R. M. (2005) Development and evaluation of a normal phase liquid chromatographic method for the determination of tocopherols and tocotrienols in walnuts. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 28: 785–795.
- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis*, 16th ed.; Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th ed.; Horwitz, W., Ed.; AOAC: Arlington, VA, Vol. II (1-3).
- Capannesi, C., Palchetti, I., Mascini, M. (2000). Electrochemical sensor and biosensor for polyphenols detection in olive oils, *Food Chemistry*, 71: 553-562.

- Chau, C. F., Huang, Y. L. (2004). Characterization of passion fruit seed fibres - a potential fibre source. *Food Chemistry*, 85: 189-194.
- Ferreira, B. S., Almeida, C. G., Faza, L. P., Almeida, A., Diniz, C. G., Silva, V. L., Grazul, R. M., Hyaric, M. (2011). Comparative properties of amazonian oils obtained by different extraction methods. *Molecules*, 16: 5874-5885.
- Giuffré, A. M. (2007). Chemical composition of purple passion fruit (*Passiflora edulis Sims edulis*) seed oil, *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, 84: 87-93.
- ISO 5508 (1990). Animal and vegetable fats and oils. Analysis by gas chromatography of methyl esters of fatty acids.
- ISO 5509 (2000). Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids.
- ISO 9936 (2006). Animal and vegetable fats and oils – Determination of tocopherol and tocotrienol contents by high-performance liquid chromatography.
- Jorge, N., Malacrida, C. R., Angelo, P. M., Andreo, D. (2009). Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 39: 380-385.
- Liu, S., Yang, F., Li, J., Zhang, C., Ji, H., Hong, P. (2008). Physical and chemical analysis of *Passiflora* seeds and seed oil from China. *International Journal of Food Sciences Nutrition*, 59: 706-715.
- Malacrida, C. R., Jorge, N. (2012) Yellow Passion Fruit Seed Oil (*Passiflora edulis f. flavicarpa*): Physical and Chemical Characteristics. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55: 127-134.
- Malheiro, R., Casal, S., Lamas, H., Bento, A., Pereira, J.A. (2012). Can tea extracts protect extra virgin olive oil from oxidation during microwave heating? *Food Research International*, 48: 148–154.
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry*, 135: 1520-6.
- Nyanzi, S. A., Carstensen, B., Schwack W. (2005). A comparative study of fatty acid profiles of *Passiflora* seed oils from Uganda. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82: 41-44.
- NP EN ISO 12228:2001 – Óleos e gorduras de origem animal e vegetal – Determinação dos teores totais e individuais de esteróis. Método por cromatografia gasosa; termo de homologação nº92/2001, de 29-03-2001; Instituto Português da Qualidade.
- Pardaul, J. J. R., Souza L. K. C., Molfetta F. A., Zamian J. R., Filho G. N. R., da Costa C. E. F. (2011). Determination of the oxidative stability by DSC of vegetable oils from the Amazonian area. *Bioresource Technology*, 102: 5873 – 5877.
- Piombo, G., Barouh, N., Barea, B., Boulanger, R., Brat, P., Pina, M., Villeneuve, P. (2006). Characterization of the seed oils from kiwi (*Actinidia chinensis*), passion fruit (*Passiflora edulis*) and guava (*Psidium guajava*). *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 13: 195-199.
- Regulamento (CEE) Nº 2568/91 da Comissão de 11 de Julho de 1991, relativo às características dos azeites e dos óleos de bagaço de azeitona, bem como aos métodos de análise relacionados.

## Quadros e figuras

Quadro 1 - Composição em ácidos gordos (%) obtidos dos óleos das sementes de maracujá-roxo de Barcelos e do Porto (média ± desvio padrão).

Nome comum	Ácido gordo	Barcelos	Porto	Valor de <i>p</i>
Ác. Palmítico	C16:0	7,77±0,57	8,78±0,06	0,008**
Ác. Oleico	C18:1c	7,62±1,06 <sup>a</sup>	12,94±0,18 <sup>b</sup>	<0,001*
Ác. Linoleico <i>cis</i>	C18:2cc	82,07±1,20 <sup>a</sup>	75,18±0,18 <sup>b</sup>	<0,001**
Total	AGS	9,30±0,11 <sup>a</sup>	11,02±0,02 <sup>b</sup>	0,004**
	AGM	7,93±0,19 <sup>a</sup>	13,23±0,04 <sup>b</sup>	<0,001*
	AGP	82,76±0,04 <sup>b</sup>	75,74±0,07 <sup>a</sup>	<0,001**
	<i>Trans</i>	0,05±0,02 <sup>a</sup>	0,07±0,02 <sup>b</sup>	<0,001*

a-c Os valores médios apresentados em cada linha, com letras diferentes diferem significativamente,  $p < 0,05$ .

\*Os valores de *p* foram obtidos a partir da análise *one-way* ANOVA após se terem verificado os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Quando se observou um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) foi aplicado o teste post-hoc de Tukey ( $p > 0,05$  pelo teste de Levene). \*\*Os valores de *p* foram obtidos a partir da análise *one-way* Welch ANOVA, uma vez que não se verificou uma homogeneidade de variâncias. Quando se observou um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) foi aplicado o teste de Dunnett T3's ( $p < 0,05$  pelo teste de Levene).

Quadro 2 - Teor de tocoferóis, tocotrienóis e de vitamina E total (mg/100g de óleo) do óleo das sementes de maracujá de Barcelos e do Porto (média ± desvio padrão).

Tocoferóis/Tocotrienóis	Barcelos	Porto
α-Tocoferol	2,81±0,18	2,74±0,09
γ-Tocoferol	6,50±0,28	11,20±0,83
δ-Tocoferol	6,86±0,24	9,93±0,65
γ-Tocotrienol	33,85±1,38	28,90±2,09
δ-Tocotrienol	88,56±3,94	51,71±3,95
Vitamina E total	138,57±5,74	104,48±7,45

Quadro 3 - Teor total e individual dos principais esteróis (mg/100g de óleo) do óleo das sementes de maracujá-roxo estudadas (média ± desvio padrão).

Esteróis principais	Barcelos	Porto
Campesterol	10,26±0,57	6,56±0,26
Não identificado	28,60±2,11	22,32±0,24
β-Sistosterol	47,50±3,26	55,62±2,64
Total de esteróis	636,32±44,32	374,55±23,81

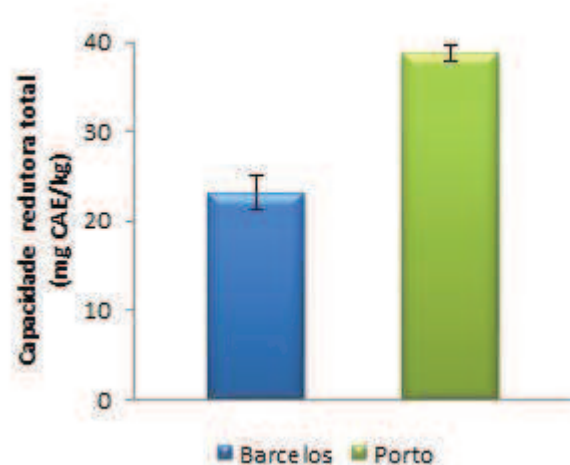


Figura 1 – Capacidade redutora total dos óleos das sementes de maracujá-roxo provenientes de Barcelos e do Porto.

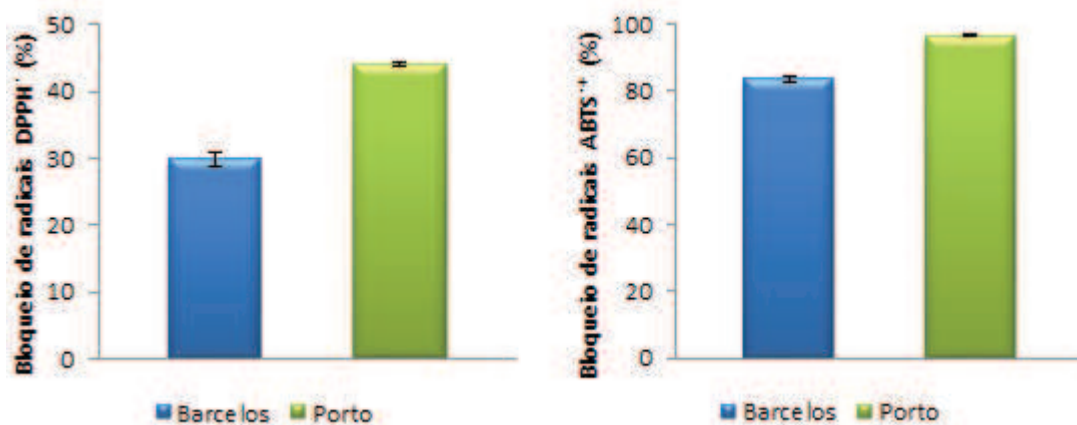


Figura 2 – Efeito bloqueador de radicais DPPH• e de radicais ABTS•+ dos óleos das sementes de maracujá-roxo provenientes de Barcelos e do Porto.