

## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*) DO ALGARVE E DO OESTE**

**Physical-chemical and rheological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) of Algarve and West**

**Igor Dias**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

ICAAM, Universidade de Évora, Portugal

[igor.dias@esa.ipsantarem.pt](mailto:igor.dias@esa.ipsantarem.pt)

**Maria da Conceição Faro**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

[maria.faro@esa.ipsantarem.pt](mailto:maria.faro@esa.ipsantarem.pt)

**Isabel Torgal**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

[isabel.torgal@esa.ipsantarem.pt](mailto:isabel.torgal@esa.ipsantarem.pt)

**Anabela Matos**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

[anabela.matos@esa.ipsantarem.pt](mailto:anabela.matos@esa.ipsantarem.pt)

**Ana Reis**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

[ana.figueiras@esa.ipsantarem.pt](mailto:ana.figueiras@esa.ipsantarem.pt)

**Gabriela Lima**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

[maria.lima@esa.ipsantarem.pt](mailto:maria.lima@esa.ipsantarem.pt)

**Margarida Oliveira**

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal

[margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt](mailto:margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt)

## RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar as características físico-químicas e reológicas de duas variedades de tomate, Vimeiro e Runner, cultivados no Algarve e Oeste, ao longo da época de colheita. As amostras foram submetidas à análise do peso, calibre, humidade, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, licopeno, cor e dureza. Observaram-se diferenças significativas para todos os parâmetros quando considerados os fatores produtor x variedade x região. Para licopeno e dureza não se observaram diferenças significativas entre variedades e regiões. A análise de componentes principais permitiu identificar 3 *clusters*, onde a região foi considerada um factor diferenciador. As amostras pertencentes ao *cluster* 1, variedade Vimeiro produzida no Oeste, revelaram maior peso e calibre e apresentaram uma cor mais intensa e próxima do vermelho. As amostras representadas no *cluster* 2, variedade Runner produzida no Oeste, revelaram um teor de humidade significativamente superior às restantes modalidades. O *cluster* 3, amostras da região do Algarve da variedade Runner, encontrou-se fortemente marcado pela coordenada H°. No que respeita à coordenada de cor a\*, os desvios padrão foram elevados em ambas as regiões, mas mais acentuados no Algarve, revelando alguma heterogeneidade dos frutos. De um modo geral verificou-se que o tomate produzido no Oeste apresentou características diferenciadoras, sobretudo no que respeita à homogeneidade de amostras e, peso e calibre superiores.

**Palavras-chave:** Caracterização físico-química e reológica, Runner, Tomate, Vimeiro

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and rheological characteristics of two tomato varieties, Vimeiro and Runner, grown in Algarve and West of Portugal, during the harvest season. The samples were submitted to analysis of weight, caliber, moisture, total soluble solids, total titratable acidity, lycopene, color and hardness. Significant differences were observed for all parameters when considering the factors producer X variety X region. For lycopene and hardness no differences notorious between varied and regions were observed. The principal components analysis identified 3 clusters. Regarding to cluster 1, Vimeiro variety produced in West of Portugal, higher weight, higher caliber and a more intense and red color were found. In the cluster 2, Runner variety produced in West of Portugal, samples shows a moisture content significantly higher. Cluster 3, Runner variety produced in Algarve, is strongly marked by the coordinate H°. The standard deviations associated with the color coordinate a \* were accentuated in the two regions, but more representative in the Algarve, revealing some heterogeneity of the fruits. It is concluded that the tomato produced in the West presents differentiating characteristics, especially with respect to the superior weight and caliber.

**Keywords:** Physical-chemical and rheological characterization, Runner, Tomato, Vimeiro

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é um dos frutos hortícolas mais importantes em todo o mundo pelo facto de estar disponível todo o ano, por ser o principal constituinte das refeições diárias em muitos países, em diferentes segmentos etários e estilos de vida, para além de representar uma fonte muito importante de antioxidantes, como o licopeno, carotenoide predominante no tomate (Kotíková, et al. 2011). O consumo do tomate é recomendado pelos nutricionistas por ser um alimento rico no carotenoide referido, vitaminas do complexo A e complexo B e minerais importantes, como o fósforo e o potássio, além de ácido fólico e cálcio, entre outros. Quanto mais maduro, maior será a concentração daqueles nutrientes (Ware, 2017).

Para além do valor nutricional, o tomate também é apreciado pelas suas características sensoriais. Rafael (2017) refere que a qualidade do tomate português tem uma excelente reputação mundial devido à combinação das condições edafo-climáticas. Estes parâmetros conferem ao tomate português características diferenciadoras a nível mundial, como um elevado teor de sólidos solúveis (°Brix), baixa acidez, aroma intenso e um alto teor em licopenos que lhe confere uma cor intensa.

Em 2016, o tomate foi a terceira cultura hortícola produzida em maior escala, tendo atingido 95 462 t (INE, 2017). Todavia, em 2017, o tomate foi o hortícola mais cultivado em Portugal, com um total de 95 206 t (INE, 2018) e mais exportado, representando 31,4% do total das exportações, sendo a Espanha o principal destino daqueles frutos (GPP, 2018).

O tomate para consumo em fresco é predominantemente produzido em estufas (87,2%). A região Oeste, com cerca de 500 ha de estufas, dos quais 200 ha são em sistemas de cultura sem solo, produz cerca de 70 a 80 mil toneladas de tomate que vale, à saída das centrais hortícolas, cerca de 50 milhões de euros (TomatInov, 2018). Os principais produtores de tomate para consumo em fresco nacionais localizam-se no Oeste, porém, o Ribatejo, Alentejo e Algarve também têm um volume de produção de relevo.

A tecnologia de produção em estufas foi objeto de uma intensificação tecnológica nos últimos anos, principalmente nas regiões mais competitivas como o Oeste, Alentejo litoral e Algarve. A região do Oeste tem longa história e tradição na produção de tomate, como tal, deve ser amplamente estudada e divulgada de modo a manter tradições seculares e ao mesmo tempo criar valor económico para a região e para os locais onde são produzidos os frutos.

O tomate La Cañada, em Espanha, encontra-se qualificado como Indicação Geográfica Protegida (IGP), sendo reconhecido pela União Europeia através do Regulamento 487/2012. A leitura do caderno de especificações do tomate qualificado aludido permite concluir que as coordenadas de cor, os teores em licopeno e a acidez titulável total são parâmetros fulcrais na caracterização deste tipo de fruto (Tomate La Cañada, 2018). Lucas (2014) corrobora o referido no estudo por si executado em tomate português.

Perante o exposto, com o presente estudo pretende-se determinar as características físico-químicas e reológicas de duas variedades de tomate, Vimeiro e Runner, produzidos na região do Oeste e compará-las com as de outra região, o Algarve, com condições edafo-climáticas diferentes, ao longo do período de colheita.

## 2 MÉTODO

### 2.1 Amostragem

Foram colhidas amostras de tomate em duas zonas de Portugal, no Algarve e no Oeste, de duas variedades, Vimeiro e Runner, de cinco produtores distintos, em cada região e em três momentos distintos ao longo da época de colheita, originando três lotes. Os produtores da região do Algarve foram codificados como A, B, C, D e E e os do Oeste como F, G, H, I e J. As letras correspondem aos produtores 1, 2, 3, 4 e 5 de cada região, respetivamente. De cada produtor foram colhidos 25 frutos, por variedade, em cada lote e apenas foram colhidos frutos que apresentassem a cor vermelho claro. As amostras foram colhidas, acondicionadas, transportadas e entregues no Laboratório de Hortofrutícolas da Escola Superior Agrária de Santarém (ESAS) por técnicos especializados em agronomia. Após a receção e verificação das amostras procedeu-se à casualização das mesmas, de onde se retiraram cinco amostras de cada produtor, por variedade e por lote. Após a casualização e identificação das amostras, procedeu-se à pesagem e medição do diâmetro na zona equatorial (calibre), e determinação da cor e da textura. Posteriormente, retirou-se o pedúnculo, cortou-se o fruto em duas partes semelhantes e determinaram-se os sólidos solúveis totais (SST) em °Brix. Por fim, as amostras foram trituradas e recolheu-se uma toma para a determinação da acidez titulável e da matéria seca. A restante amostra, foi armazenada a -80 °C para posterior determinação do teor em licopeno.

### 2.2 Análises físico-químicas e reológicas

Os frutos foram pesados individualmente numa balança Cobos DC-3600-SX (Barcelona, Espanha). O calibre foi medido com uma craveira Mitutoyo DP – 1VR (Kawasaki, Japão). Para a medição da cor utilizou-se o colorímetro de refletância Konica Minolta CR 400 (Osaka, Japão), com 8 mm de diâmetro na área de medição do aparelho e com iluminação difusa (iluminante padrão D65, observador padrão de 2° no espaço cromático CIEL\*a\*b\*). O colorímetro estava conectado a um computador de forma a ser possível utilizar o *Software Spectramagic Nx* (Konica Minolta, Osaka, Japão), que permitiu a obtenção dos valores das coordenadas de cor e também a reprodução da própria cor. Foi efetuada previamente a calibração do colorímetro com um azulejo branco padrão, cujos valores das coordenadas são: Y - 93,8; X - 0,3158; Y- 0,3322. Foram feitas duas leituras externas da parede dos frutos na região equatorial. Na determinação da textura utilizou-se o texturómetro *Stevens QTS-25* (Godalming, Reino Unido) conectado ao *Software TexturePro*, equipamento de medição constituído por um braço móvel vertical onde se insere a sonda, e por uma plataforma onde é colocada a amostra. Procedeu-se previamente à calibração da distância antes de cada

medição, com um cilindro com a altura de 80 mm. Os ensaios realizados correspondem a um ciclo de punção, com uma sonda agulha em aço com um diâmetro de 0,5 mm. Colocou-se o tomate sobre a plataforma do texturômetro e ajustou-se o braço móvel até a sonda estar junto à superfície do fruto, procedeu-se às medições. Foram efetuadas duas medições na região equatorial de cada fruto. Terminado o ensaio, foram retirados através do *Software TexturePro* valores da força (dureza/firmeza da epiderme) e os respectivos texturogramas das leituras. A análise dos sólidos solúveis totais (SST) teve como base o método 950.12 (AOAC, 2000). A determinação do parâmetro aludido efetuou-se a partir da amostra de tomate homogeneizado (varinha mágica Kenwood HBM713P, Woking, Reino Unido) e determinou-se a 20°C por meio do índice de refração, utilizando-se o refratômetro de bancada Atago NAR - 1T (Tokyo, Japão). O equipamento foi calibrado com água destilada a 20°C, cujo índice de refração é 1,333. De seguida, transferiram-se uma a duas gotas de cada amostra, com o auxílio de um pano perfurado, para o prisma do refratômetro e leu-se diretamente o valor em °Brix. Efetuaram-se três leituras para cada uma das amostras. A acidez titulável foi determinada de acordo com o método 942.15 (AOAC, 2000) e foi apresentada em percentagem (%) de ácido cítrico, assumindo este ácido orgânico como o presente em maior quantidade no tomate. Os teores de humidade e de matéria seca foram determinados de acordo com o método 935.36 (AOAC, 2000). A determinação das concentrações de licopeno foi baseada no procedimento proposto por Fish et al., (2002). Foram pesados 0,2 a 0,3 ± 0,0001 g da amostra descongelada e homogeneizada, para um tubo de ensaio envolvido em papel alumínio de forma a protegê-lo da luz. Cada subamostra foi ensaiada em triplicado.

## 2.3 Estatística

A análise estatística foi efetuada através do *Software Statistica*™ V 8.0 da Statsoft (StatSoft Inc., 1984 - 2007, Texas, USA). Recorreu-se ao teste paramétrico de análise de variâncias simples (One-Way ANOVA). Quando o teste F da ANOVA foi significativo recorreu-se ao Teste Post Hoc *Honest Significant Difference* (HSD) Tukey, para comparação múltipla de médias. O nível de significância considerado foi de 5% ( $p < 0,05$ ), de modo a verificar a existência ou não de diferenças significativas entre produtores. Efetuou-se igualmente o teste paramétrico de análise de variâncias de fatores (ANOVA FATORIAL). Quando o teste F da ANOVA foi significativo recorreu-se ao Teste Post Hoc *Honest Significant Difference* (HSD) Tukey para comparação múltipla de médias. O nível de significância considerado foi de 5% ( $p < 0,05$ ), de modo a verificar a existência ou não de diferenças significativas entre produtores, variedades, região de produção e a interação entre ambos (produtores x variedades x região de produção).

Relativamente à análise de componentes principais (ACP) realizada, consideraram-se os resultados médios de cada parâmetro, sendo o tratamento dos dados realizado com o mesmo programa.

### 2.3.1 Codificação das amostras

Para facilitar a interpretação dos gráficos obtidos na ACP, as amostras foram codificadas (Tabela 1). A título de exemplo, VIF-Oeste significa Variedade Vimeiro cultivada pelo produtor F no Oeste.

Tabela 1

*Codificação das amostras para a ACP*

Codificação das amostras	
VIA-Algarve	VIF-Oeste
VIIA-Algarve	VIIIF-Oeste
VIB-Algarve	VIIIG-Oeste
VIIIB-Algarve	VIIIG-Oeste
VIC-Algarve	VIIH-Oeste
VIIIC-Algarve	VIIH-Oeste
VID-Algarve	VII-Oeste
VIIID-Algarve	VII-Oeste
VIE-Algarve	VII-Oeste
VIIIE-Algarve	VII-Oeste

V - Variedade; I - Vimeiro; II - Runner; A - Produtor 1 do Algarve; B - Produtor 2 do Algarve; C - Produtor 3 do Algarve; D - Produtor 4 do Algarve; E - Produtor 5 do Algarve; F - Produtor 1 do Oeste; G - Produtor 2 do Oeste; H - Produtor 3 do Oeste; I - Produtor 4 do Oeste e J - Produtor 5 do Oeste

### 3 RESULTADOS

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica de análise exploratória multivariada, que transforma um conjunto de variáveis correlacionadas num conjunto menor de variáveis independentes, designadas por "componentes principais". Descrito desta forma é geralmente encarado como um método de redução dos dados mas, para além deste objetivo, permite resumir a informação de diversas variáveis correlacionadas em apenas uma, ou mais combinações lineares independentes, que representam a maior parte da informação presente nas variáveis originais (Marôco, 2007).

No presente trabalho avaliaram-se os fatores produtor x variedade x região, para quais de obtiveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para todos os parâmetros estudados. Como referido no ponto 2.3.1 deste trabalho, para a ACP consideraram-se os resultados médios de cada parâmetro (fatores produtor x variedade x região), tendo como objetivo facilitar a interpretação dos gráficos e reduzir a dispersão de valores na representação gráfica.

Na Tabela 2 apresentam-se as correlações de cada uma das variáveis originais nas componentes principais e na Tabela 3 a análise de componentes principais: Valores próprios (*eigenvalues*), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis consideradas determinantes.

Tabela 2

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

Componente	Parâmetros											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
“Eigenvalue” (valores próprios)	4,11	2,62	1,78	1,40	0,96	0,51	0,28	0,17	0,12	0,05	0,01	0,001
Variância total (%)	34,21	21,79	14,87	11,64	7,98	4,27	2,35	1,38	0,98	0,43	0,08	0,01
Variância total acumulada (%)	34,21	56,01	70,87	82,52	90,50	94,78	97,12	98,50	99,49	99,91	99,99	100
<b>Variáveis:</b>												
- Peso	-0,20	0,89										
- Calibre	-0,22	0,86										
- SST	-0,64	-0,53										
- Ac. Titulável	-0,55	-0,08										
- Licopeno	-0,35	-0,12										
- Humidade	0,51	0,48										
- L*	-0,37	0,41										
- a*	-0,82	0,40										
- b*	-0,86	0,09										
- C*	-0,94	0,02										
- H°	0,69	-0,33										
- Dureza	-0,15	-0,32										
- ** Produtor	-0,07	0,14										
- ** Variedade	0,82	-0,04										
- ** Região	0,82	-0,04										

\*\* Variáveis suplementares (independentes)

Tabela 3

*Análise de componentes principais: Valores próprios (eigenvalues), variância total (%) e variância total acumulada (%) explicada por cada componente e correlações entre as componentes principais 1 e 2 e as variáveis consideradas determinantes*

Componente	Parâmetros								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>“Eigenvalue” (valores próprios)</b>	3,90	2,46	1,08	0,76	0,46	0,26	0,07	0,01	0,00
<b>Variância total (%)</b>	43,32	27,36	11,96	8,43	5,10	2,94	0,73	0,12	0,04
<b>Variância total acumulada (%)</b>	43,32	70,68	82,64	91,07	96,17	99,11	99,84	99,96	100,00
<b>Variáveis:</b>									
- <b>Peso</b>	-0,29	0,87							
- <b>Calibre</b>	-0,30	0,87							
- <b>SST</b>	-0,56	-0,59							
- <b>Ac. Titulável</b>	-0,58	-0,26							
- <b>Humidade</b>	0,50	0,66							
- <b>a*</b>	-0,88	0,25							
- <b>b*</b>	-0,81	-0,06							
- <b>C*</b>	-0,93	-0,01							
- <b>H°</b>	0,73	-0,18							
- <b>** Variedade</b>	0,80	-0,03							
- <b>** Região</b>	0,80	-0,03							

\*\* Variáveis suplementares (independentes)

Na Figura 1 apresenta-se a distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros determinantes, considerando a variedade e a região e na Figura 2 a distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros determinantes, considerando a variedade e a região.

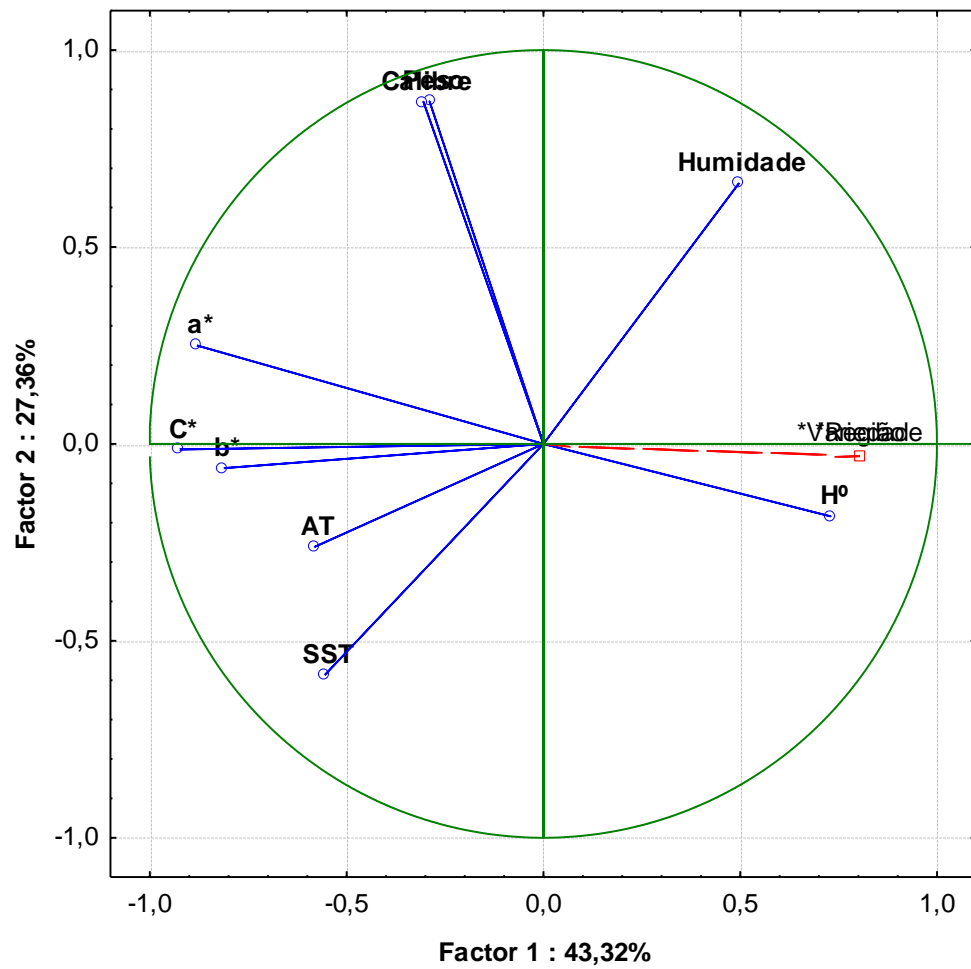


Figura 1: Distribuição das variáveis no plano formado pelas componentes principais 1 e 2 para os parâmetros determinantes, considerando a variedade e a região.





essencialmente os parâmetros peso e calibre, que foram estatisticamente superiores, bem como a coordenada de cor C\*, revelando cores mais intensas e persistentes e a coordenada de cor a\*, indicando cores mais próximas do vermelho.

Verifica-se a existência de outro *cluster* correspondente à variedade Runner produzido no Oeste, para o qual o teor de humidade foi determinante. Não obstante, a mesma variedade produzida pelo produtor B do Algarve, integrou o mesmo *cluster* dado ter apresentado valores elevados de humidade.

A coordenada de cor H° também permite verificar que o tomate produzido no Algarve, da variedade Runner, apresentou cores mais laranjas e amarelas do que a variedade Vimeiro, produzida na mesma região e ambas as variedades produzidas no Oeste, pelo que foi responsável pelo surgimento de um 3° *cluster*. O 4° *cluster*, refere-se apenas a um único produtor, que apresentou características diferenciadoras dos demais, principalmente ao nível dos SST, isto é, apresentou frutos com concentrações mais elevadas deste parâmetro.

## 5 CONCLUSÃO

No que diz respeito à caracterização físico-química do tomate, verificou-se que o tomate produzido no Oeste apresentou características diferenciadoras, sobretudo no que respeita a peso e calibre superiores. O teor de humidade é claramente superior nas amostras de tomate da variedade Runner, cultivada no Oeste. A coordenada de cor a\* indica que o tomate da variedade Vimeiro, cultivados no Oeste, apresentou cores mais próximas do vermelho. Relativamente à acidez titulável, no geral, não existiram diferenças muito evidentes entre regiões e produtores, todavia, a variedade Vimeiro cultivada em ambas as regiões, destacou-se com os valores mais elevados. No que respeita aos SST, verificou-se que as amostras de tomate da variedade Vimeiro cultivadas no Algarve apresentaram valores médios mais elevados.

A variedade Vimeiro apresentou valores médios para a coordenada de cor C\* superiores em ambas as regiões, ou seja, cores mais intensas e persistentes, todavia, foram cores mais próximas do laranja do que do vermelho, tendo em conta os valores obtidos para a coordenada de cor H°. A coordenada de cor H° também permitiu verificar que as amostras de tomate produzidas no Algarve, da variedade Runner, apresentaram cores mais laranjas e amarelas que a variedade Vimeiro produzida na mesma região e ambas as variedades produzidas no Oeste. Revelando maior heterogeneidade na maturação dos frutos daquela variedade produzida no Algarve.

## 6 REFERÊNCIAS

- AOAC. (2000). *Official methods of analysis of AOAC*. International 17th edition; Gaithersburg, MD, USA Association of Analytical Communities.
- Fish, W. W.; Perkins-Veazie, P. & Collins, K.J. (2002). A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 309-317.
- GPP (2018). Estratégia Nacional para programas operacionais sustentáveis de organizações de produtores de frutas e produtos hortícolas *Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral*. Lisboa, 116 pp.
- INE (2018). Estatísticas agrícolas 2016. *Instituto Nacional de Estatística*. Lisboa, 168 pp.
- INE (2017). Estatísticas agrícolas 2016. *Instituto Nacional de Estatística*. Lisboa, 171 pp.
- Kotíková, Z.; Lachman, J.; Hejtmánková, A. & Hejtmánková, K. (2011) - Determination of antioxidant activity and antioxidant content in tomato varieties and evaluation of mutual interactions between antioxidants. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1703-1710.
- Lucas, H.I.S. (2014). Avaliação química, física e reológica de frutos de genótipos de tomateiro de acessos tradicionais frescos e refrigerados. Dissertação de mestrado em Tecnologia Alimentar. Escola Superior Agrária de Santarém. Instituto Politécnico de Santarém.

- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com Utilização do SPSS*. Edições Silabo, 6ª edição.
- Marôco, J. (2007). *Análise Estatística com Utilização do SPSS*. Edições Silabo, 3ª edição.
- Rafael, A, C, R. (2017). Formação de um painel sensorial para avaliação de produtos à base de tomate. Trabalho de fim de curso para obtenção do grau de mestre. *Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa*.
- Regulamento n.º 487/2012 - *Jornal Oficial da União Europeia*, N.º 150 de 09 de junho de 2012. Comissão das Comunidades Europeias, 66-67.
- TomatInove (2018). Inovação de produtos e de processo no tomate de estufa. Projeto de investigação. *Rede Rural Nacional*.
- Tomate La cañada (2018). *Tomate La cañada La IGP*. Disponível em <https://elprimertomate.com/> [Consulta efetuada a 16 de fevereiro de 2018].
- Ware, M. (2017). Everything you need to know about tomatoes. *Medical News Today*. Disponível em [www.medicalnewstoday.com/articles/273031.php](http://www.medicalnewstoday.com/articles/273031.php). Consulta efetuada em 20 de novembro de 2018.