

Valorização do repiso de tomate como possível ingrediente funcional

Carolina Pereira Fonseca

M
2019

**Valorização do repiso de tomate como
possível ingrediente funcional**

Carolina Pereira Fonseca

U. PORTO



**FACULDADE DE FARMÁCIA
UNIVERSIDADE DO PORTO**

Carolina Pereira Fonseca

**Valorização do repiso de tomate como
possível ingrediente funcional**

Novembro, 2019

U. PORTO



**FACULDADE DE FARMÁCIA
UNIVERSIDADE DO PORTO**

Carolina Pereira Fonseca

Valorização do repiso de tomate como possível ingrediente funcional

Dissertação do 2º Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre
em Controlo de Qualidade
Especialidade em Água e Alimentos

Trabalho realizado sob a orientação:

Professora Doutora Maria Beatriz Prior Pinto de Oliveira

Professora Doutora Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha

Novembro, 2019

De acordo com a legislação em vigor, não é permitida a reprodução de qualquer parte desta Dissertação/Tese.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, até mesmo antes de agradecer à minha família, quero agradecer à Prof. Doutora Maria Beatriz Prior Pinto Oliveira e à Prof. Doutora Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha, pela orientação, apoio, incentivo e total disponibilidade. Estarei eternamente grata.

Ao serviço de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, em especial à Mestre Anabela Costa, que esteve sempre presente no decurso do meu trabalho experimental. Agradecer também toda a disponibilidade e paciência.

Agradeço à minha família e meus amigos pela compreensão, pela ausência e pela alteração dos meus estados de espírito nos momentos mais difíceis.

RESUMO

As indústrias agroalimentares produzem anualmente grandes quantidades de resíduos cuja valorização é mínima ou nula. Atualmente sabe-se que apenas uma pequena parte é reaproveitada para a alimentação direta de animais ou para compostagem. Tendo em conta que esses resíduos contêm importantes teores de nutrientes e de compostos bioativos, foi proposto, neste trabalho, efetuar-se o estudo nutricional, fitoquímico e antioxidante do repiso de tomate. Esta estratégia de gestão de resíduos, para além de valorizar fortemente um subproduto, diminui consideravelmente a carga poluente resultante da atividade agroindustrial.

Pela análise centesimal do repiso de tomate, este subproduto apresentou teores de ~91% de humidade, ~9% de cinzas, ~17% de proteína, ~6% de gordura, ~28% de açúcares totais e ~35% de fibras. O valor energético obtido foi de 230,51 Kcal.

Para o estudo da composição química e atividade antioxidante, foram realizados três extratos (aquoso, etanólico e hidroalcoólico). Foram determinados os teores de compostos fenólicos e flavonoides totais e a avaliação da atividade antioxidante recorreu-se a dois métodos correntes, DPPH[•] e FRAP. A atividade antioxidante mostrou uma correlação positiva com os compostos bioativos, tendo-se observado um valor superior de fenólicos e flavonoides totais nos extratos puros, concretamente 6,3 mg EAG/ g e 5,5 mg EC/ g, no extrato aquoso e etanólico, respetivamente.

Os resultados confirmam a importância do repiso de tomate como potencial ingrediente, visando a sua utilização em várias indústrias, incluindo-se a alimentar, cosmética e a farmacêutica.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; repiso de tomate; valor nutricional; compostos bioativos; atividade antioxidante.

ABSTRACT

Each year, food industries produce large amounts of waste, which are often discarded. Only a minor percentage is usually used for animal feeding or for composting. As this waste contains important amounts of nutrients and bioactive compounds, it was proposed, in this work, evaluate the nutritional and phytochemical composition, as well as the antioxidant activity of tomato pomace. The adoption of such strategy of waste management also results in a strong decrease of its pollution burden.

By the proximate analysis of tomato pomace, this by-product showed ~91% moisture, ~9% ash, ~17% protein, ~6% fat, ~28% total sugars and ~35% fibers. The total energy value obtained was 230.51 Kcal.

To study the chemical composition and antioxidant activity, three extracts were performed (aqueous, ethanolic and hydroalcoholic). The contents of total phenolic compounds and total flavonoids were determined and the antioxidant activity was evaluated by two standard methods, DPPH• and FRAP. We observed a positive correlation between the antioxidant activity and the bioactive compounds, presenting higher value of phenolics and total flavonoids in pure extracts, specifically 6.3 mg EAG / g and 5.5 mg EC / g, in aqueous and ethanolic extracts, respectively.

The results confirm the importance of tomato pomace as a potential ingredient, aiming its use in several industries, including food, cosmetics and pharmaceutical.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; tomato pomace; nutritional value; bioactive compounds; antioxidant activity.

ÍNDICE

1. Introdução.....	11
1.1. Sustentabilidade e Desperdício Alimentar.....	12
1.1.1. Importância Económica	13
1.2. Indústria do Tomate.....	15
1.2.1. Morfologia.....	16
1.2.2. Processamento do Tomate.....	17
1.2.3. Repiso de tomate.....	19
1.3. Compostos Bioativos com propriedades Antioxidantes.....	20
1.3.1. Atividade Antioxidante.....	20
2. Objetivos.....	23
2.1. Objetivo Geral.....	24
2.1.1. Objetivos Específicos.....	24
3. Materiais e Métodos.....	25
3.1. Recolha e Tratamento da Amostra.....	26
3.2. Análises Físico-químicas.....	28
3.2.1. Índice de maturação.....	28
3.2.2. Determinação do Teor de Humidade	29
3.2.3. Determinação do Teor de Cinzas.....	30
3.2.4. Determinação do Teor de Proteína.....	30
3.2.5. Determinação do Teor de Gordura Total.....	31
3.2.6. Determinação do Teor de Fibra Dietética.....	31
3.2.7. Determinação de Hidratos de Carbono.....	32
3.3. Determinação de Compostos Bioativos.....	33
3.3.1. Preparação de Extratos.....	33
3.3.2. Determinação do Teor Compostos Fenólicos Totais.....	33

3.3.3. Determinação do Teor de Flavonoides Totais.....	34
3.4. Atividade Antioxidante.....	35
3.4.1. DPPH•.....	35
3.4.2. FRAP.....	36
4. Resultados e Discussão.....	38
4.1. Análise Centesimal.....	39
4.2. Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante.....	44
5. Conclusão.....	48
6. Referências Bibliográficas.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de tomate a nível mundial, das duas últimas décadas	14
Figura 2 - Área colhida e produção de tomate em Portugal de 2000 até 2017.....	15
Figura 3 - Morfologia do tomateiro, flor e fruto (<i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	16
Figura 4 - Diagrama da produção do concentrado do tomate.....	18
Figura 5 - Amostra (tomate inteiro)	26
Figura 6 - Branqueamento por imersão das amostras em água quente.....	26
Figura 7 - Peneiração.....	27
Figura 8 - A segunda e terceira peneiração respetivamente.....	27
Figura 9 - Amostras prontas para liofilizar.....	27
Figura 10 - Amostra do repiso de tomate liofilizado.....	28
Figura 11 - Leitura da cor da epiderme do fruto com o colorímetro Konica Minolta CR 400.....	29
Figura 12 - Curva analítica do ácido gálico (mg/ L).....	34
Figura 13 - Curva analítica da catequina (mg/ L).....	35
Figura 14 - Curva analítica do sulfato ferroso ($\mu\text{mol/ L}$).....	37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros colorimétricos para as amostras de tomate in natura.....	39
Tabela 2 - Estimativa do rendimento de formação de repiso de tomate	40
Tabela 3 - Valores nutricionais do repiso de tomate.....	41
Tabela 4 - Teor de fenólicos e flavonoides totais obtidos.	42
Tabela 5 - Valor nutricional descritos na literatura do repiso de tomate.....	42
Tabela 6 - Teor de fenólicos e flavonoides totais obtidos.....	45
Tabela 7 - Resultados das atividades antioxidantes do repiso de tomate.....	46

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1. Sustentabilidade e desperdício alimentar

As preocupações sobre a sustentabilidade nos últimos anos, não só dos recursos naturais, bem como do rápido crescimento populacional, conduziram a um grande desenvolvimento científico e tecnológico. A sustentabilidade tornou-se um desafio e pela primeira vez, em 1987, a Comissão de Brundtland, definiu o conceito de sustentabilidade como o “*Desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações vindouras satisfazerem as suas próprias necessidades*” (retirado de Spiertz, 2010).

A sustentabilidade alimentar tem merecido uma enorme atenção nos últimos anos. Assim, neste momento, o planeta enfrenta vários problemas, entre eles, o rápido crescimento populacional e as suas necessidades alimentares e o fornecimento de alimentos de certa forma não ambientalmente sustentável. Logo, é essencial criar soluções que sejam eficazes para lidar com estes problemas, como fazer alterações na forma como os alimentos são produzidos, armazenados, processados, distribuídos e consumidos.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) o desenvolvimento sustentável “consiste na gestão e conservação dos recursos naturais e na orientação da mudança tecnológica e institucional, de forma a assegurar a satisfação contínua das necessidades das gerações atuais e futuras” (FAO, 2018). Portanto, o uso eficiente dos recursos materiais e energéticos pode ser o percurso para a sustentabilidade. Fatores como, as alterações climáticas, a poluição, a industrialização da agricultura, o elevado processamento dos alimentos e o aumento do consumo da proteína animal, afetam diretamente muitos dos ecossistemas que estão a ser destruídos em consequência dos mesmos. Torna-se, assim, essencial que as indústrias assumam a responsabilidade de desenvolver produtos sustentáveis (Reisch et al., 2013).

O rendimento da atividade agrícola registou um acréscimo de 12,9% por unidade de trabalho ano (UTA) em 2016, após um crescimento de 2,9% no ano anterior (INE, 2017). Charrondièrre et al., (2012) reportaram que, segundo a FAO, os resíduos alimentares constituem aproximadamente um terço da parte edível dos alimentos produzidos. De acordo com Gustavson et al., (2011), cerca de 1,3 mil milhões de

toneladas de material comestível são desperdiçados, perdidos ou contaminados, o que representa 1/3 da produção mundial de alimentos.

Vários estudos científicos referem que a reutilização de resíduos, ou a valorização de subprodutos alimentares, considerados atualmente como “lixo”, detêm compostos bioativos, com propriedades biológicas reconhecidas, que poderão ser aproveitados e aplicados nas indústrias alimentar, farmacêutica e cosmética. Por outro lado, podem reduzir o impacto negativo no ambiente e ainda proporcionar novas valências económicas para as diferentes indústrias, para além dos seus benefícios, tanto a nível de fornecimento de nutrientes como na riqueza de compostos não-nutrientes (bioativos) que são mundialmente reconhecidos pelas suas propriedades biológicas (Del Borghi et al., 2014).

Por outro lado, a procura por alimentos naturais e sustentáveis fomenta a chamada “Segurança Alimentar”. A Organização Mundial de Saúde (OMS) relatou que *Food Safety* é a “garantia que um alimento não causará dano ao consumidor, através de perigos físicos, químicos ou biológicos, quando é preparado e consumido de acordo com o uso esperado”. Por outro lado, *Food Security* é a aquisição de alimentos seguros com nutrientes aptos para uma vida saudável (Oosterveer et al., 2014).

Neste contexto, sendo o tomate e seus derivados produtos altamente consumidos na dieta atual e mundial, verificou-se um aumento significativo e inevitável de maiores quantidades de desperdícios alimentares. Por isso, este estudo aborda uma análise da composição centesimal e química do repiso de tomate, uma vez que este desperdício alimentar pode ser encarado como uma futura matéria-prima para a realização de novos produtos.

1.1.1. Importância Económica

Com base nos dados disponibilizados pela FAO, a área colhida (em hectares) e a produção mundial (em toneladas por hectare) de tomate tem vindo a crescer exponencialmente (Figura 1) (FAOSTAT, 2019).

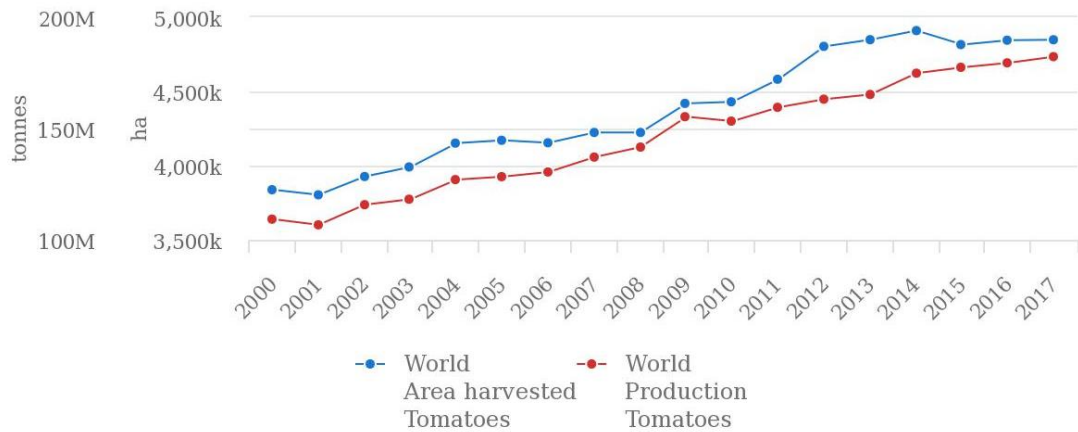


Figura 1: Produção de tomate a nível mundial, das duas últimas décadas (retirado de FAOSTAT, 2019).

O tomateiro é uma das culturas com maior expressividade a nível mundial, tanto em valor económico (por ser muito industrializado) como em termos de volume de produção, uma vez que, a seguir à batata, é a segunda mais produzida (Torbica et al., 2016).

Os 10 maiores produtores de tomate a nível mundial e por ordem decrescente são a China ($\sim 5,64 \times 10^7$ ton/ano), Estados Unidos da América ($\sim 2,61 \times 10^7$ ton/ano), Índia ($\sim 1,84 \times 10^7$ ton/ano), Turquia ($\sim 1,26 \times 10^7$ ton/ano), Egipto ($\sim 7,94 \times 10^6$ ton/ano), Itália ($\sim 6,44 \times 10^6$ ton/ano), Irão ($\sim 6,37 \times 10^6$ ton/ano), Espanha ($\sim 4,67 \times 10^6$ ton/ano), Brasil ($\sim 4,17 \times 10^6$ ton/ano) e, por último, México ($\sim 4,05 \times 10^6$ ton/ano) (Zhiqiang et al., 2019).

Em Portugal, nos últimos 19 anos houve um ligeiro aumento tanto da área colhida como da produção de tomate (Figura 2). Crê-se que esse aumento foi impulsionado pelos “novos” hábitos alimentares adotadas pela população nacional, usando-o como matéria-prima para preparação de diferentes pratos e a crescente tendência para uma alimentação saudável (Domingos, 2009).

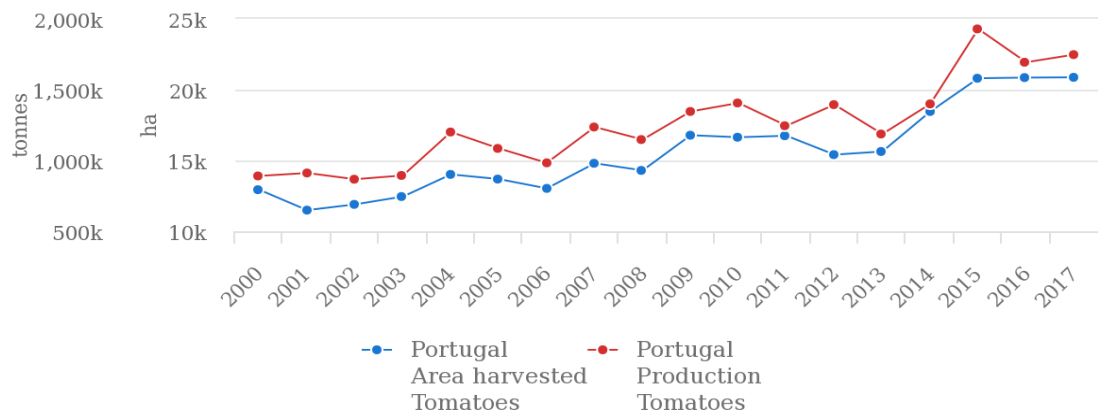


Figura 2: Área colhida e produção de tomate em Portugal de 2000 até 2017 (retirado de FAOSTAT, 2019).

Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), a produção de tomate em 2018 foi de ~1,23 milhões de ton, menos 26% do que a obtida em 2017, basicamente devido à redução da área plantada (INE, 2018). Embora Portugal não esteja integrado como um dos maiores produtores de tomate mundiais, a sua qualidade é reconhecida e apreciada (Talaia, 2007). A sua utilização é muito vasta, podendo ser consumido *in natura*, como também usado pelas indústrias alimentares na forma de matéria-prima para a produção de produtos processados (como sumos de tomate, pastas, purê, e molhos, como o ketchup) (Shaohaib et al., 2011). Há inúmeras receitas de culinária que usam o tomate como ingrediente principal ou como aditivo alimentar (Pinela et al., 2016).

1.2. Indústria do Tomate

O tomateiro e, conseqüentemente o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Figura 3), pertence à família das Solanaceas e é nativo da América Central e do Sul, mais concretamente do Peru e do Equador (Demirer, 2018). Esta família botânica é muito abrangente, incluindo-se outras espécies conhecidas, tais como a batata (*Solanum tuberosum*), o pimento (*Capsicum annuum*) e a beringela (*Solanum melongena*) (Slimestad et al., 2008). Segundo dados bibliográficos, o tomate foi inserido na Europa no século XVI, e comporta-se como uma planta anual, tendo-se adaptado aos diferentes climas (Peralta et al., 2005). Pela sua facilidade de adaptação às diferentes condições edafo-climáticas, hoje em dia é cultivado e consumido em todo o mundo (Gianessi et al., 2003).



Figura 3: Morfologia do tomateiro, flor e fruto (*Solanum lycopersicum* L.).
(Fonte: Próprio autor).

1.2.1. Morfologia

Pela sua morfologia, trata-se de um fruto originado de uma planta herbácea do tipo baga e de cor vermelha. O pericarpo é composto pelo epicarpo (a casca); o mesocarpo, sendo parte mais resistente do fruto, composto por células pigmentadas (o licopeno) e a polpa; e o endocarpo revestido por uma cutícula rica em ceras e ácidos cuticulares (tecido placentário) onde se encontram as sementes (Palet, 2012). Por ter imensas sementes é considerado um fruto polispérmico. Na maioria, a forma e a cor dependem do tipo de cultivar e variedade mas por norma, têm a cor vermelha devido à presença do carotenoide, o licopeno. Todavia, podem apresentar várias cores, quando está imaturo é verde e quando maduro pode ter uma coloração amarela, laranja ou até mesmo negra (Naika et al., 2006).

O tamanho é influenciado pelo grau de polinização (que condiciona desta forma o número de sementes que possui cada lóculo); o tipo de cultivar; a radiação solar (quanto mais pequeno o tomate significa menos intensidade solar) e a percentagem de água presente (Jones, 2008). O tomate maduro tem sensivelmente 95% de água e 5% de matéria seca. É rico em compostos bioativos pois apresenta compostos antioxidantes, como os carotenoides, o licopeno (o seu principal constituinte) e o β -caroteno, a vitamina E; o ácido ascórbico e compostos fenólicos (Luterotti et al., 2015; Pinela et al., 2016).

1.2.2. Processamento do Tomate

O concentrado de tomate é o principal produto gerado nas indústrias de transformação. É a base de muitos dos produtos alimentares mas sem o recurso a métodos de conservação era inexecutável confeccionar tantos derivados de tomate, porque este fruto possui oscilações nutricionais e químicas face às condições edafo-climáticas. Assim, são necessários controlos rigorosos de fatores como, a luminosidade, o calor, a água e a humidade do solo. O clima tem que ser relativamente fresco e árido, para se obter uma produção de alta qualidade (Naika et al., 2006). O tomate é distribuído às indústrias como matéria-prima para começar o processo de transformação industrial. Este processo inicia-se com o transporte e descarga do fruto, sendo a sua receção feita em tanques de lavagem (primeira unidade processual).

Antes de mais, há uma pré-lavagem, para serem removidas todas as sujidades mais densas e permitir o amolecimento dos frutos. Segue-se a aspersão, onde uma esteira de rolos rotatórios conduz os tomates e continuamente os faz rolar sob uma série de aspersores de água de alta pressão que vão remover a água suja e as restantes impurezas. Nesta fase, a água a ser usada deve ser clorada, obrigatoriamente, para diminuir a carga microbiana. Posteriormente, são selecionados, para evitar que a matéria-prima estragada seja lavada e são retirados os frutos imperfeitos (podres, muito maduros ou rebentados). A próxima etapa é a trituração, o que provoca a rutura dos frutos, sem danificar as sementes pois estas, quando danificadas, vão afetar a textura e a extração da polpa. Os tomates triturados são submetidos à etapa de branqueamento, ou seja, a um rápido aquecimento entre os 88 e 90°C, promovendo-se a inativação enzimática e o amolecimento da polpa, o que vai aumentar o seu rendimento, torná-la mais rica em pectina, consequentemente, aumentar a sua viscosidade e reduzir a tendência da separação da polpa do sumo.

Depois do tratamento térmico segue-se a refinação, onde é realizada a separação da parte sólida, o repiso (a pele, as sementes e as fibras). A parte líquida é submetida a uma concentração. Nesta operação, por norma, a evaporação, é retirada a água para se alcançar a consistência desejada. Além disso, é um processo que conserva, proporciona uma maior estabilidade à deterioração microbiana, diminuí os custos de elaboração, armazenamento e transporte resultantes da redução do peso e do volume (Gil et al., 2009; Silva, 2018).

De acordo com Manfredi e Vignali (2014), para garantir tanto a qualidade como a segurança alimentar, o tomate industrializado é esterilizado, em que consta no aquecimento a temperaturas de esterilização e o arrefecimento até às temperaturas de engarrafamento. Seguindo-se o processo de embalagem. As embalagens devem evitar sempre a transmissão de cheiros e sabores indesejados, como os frascos de vidro. As caixas são empilhadas para o seu armazenamento. No final, são efetuados todos os testes para o controlo da qualidade do produto final, bem como do intermédio, para estar em conformidade com as normas instituídas pela legislação e especificações do produto. A Figura 4 representa sumariamente o processamento industrial deste fruto.

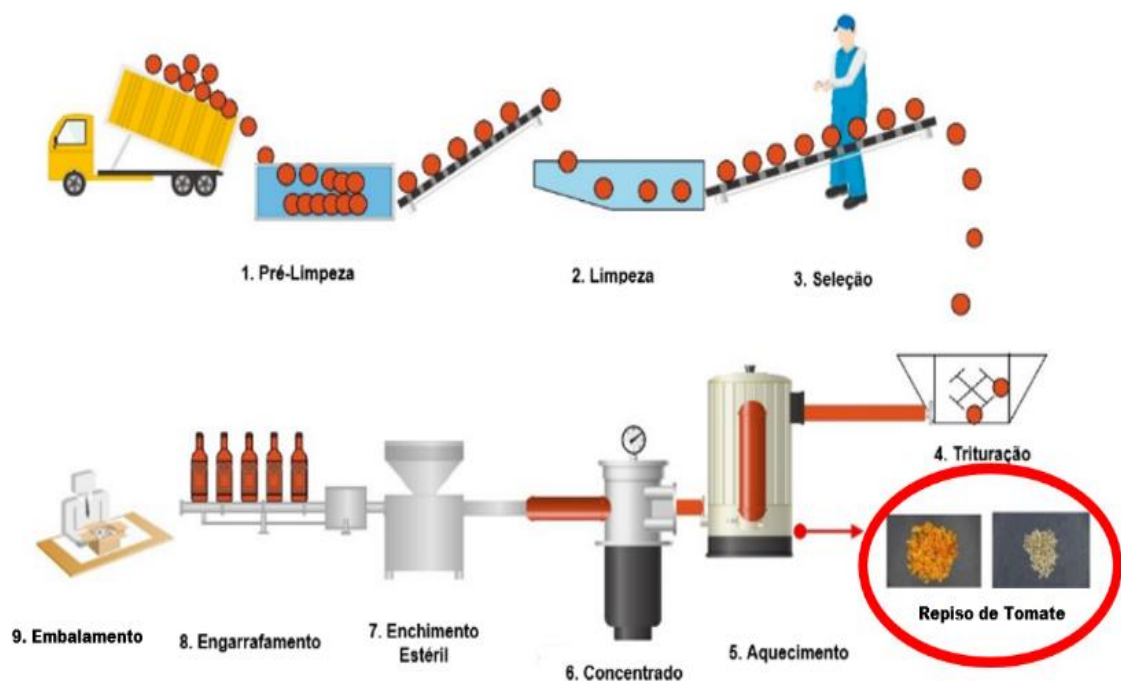


Figura 4: Diagrama da produção do concentrado do tomate (Adaptado de Lu et al., 2019).

Segundo Ferreira et al., (2004), a perda de qualidade do tomate é significativa, desde o cultivo até ao consumidor final, devendo-se fundamentalmente a defeitos de origem fisiológica (a anormalidades hereditárias ou condições externas adversas durante a fase de crescimento e maturação) em conjunto com danos acidentais, danos mecânicos (manipulação inadequada) ou a fatores biológicos (ação de bactérias, fungos, leveduras ou vírus, que diminuem a qualidade do produto provocando lesões).

Os tomates quando processados, 10 a 30% do seu peso tornam-se resíduos. A disponibilidade dos compostos de tomate é afetada pela forma como o tomate é

consumido (*in natura* ou processado), o que afeta posteriormente os seus benefícios para a saúde (Pinela et al., 2016). Porém o repiso de tomate é o principal subproduto gerado (Perretti et al., 2013) o que corresponde a aproximadamente 10 a 40% do tomate total processado (Strati e Oreopoulou, 2014).

Vários estudos reportam os efeitos positivos dos subprodutos envolvidos, sobretudo a atividade biológica dos compostos bioativos (Pinela et al., 2016). O uso sustentável de resíduos como o repiso de tomate, para a recuperação de compostos de valor acrescentado, como uma potencial aplicação, pode ajudar a encarar os desafios sociais do século XXI.

1.2.3. Repiso de tomate

Durante o processamento do tomate, uma enorme porção de repiso de tomate é produzida. Trata-se do subproduto da produção de concentrado de tomate, constituído por películas, sementes, bem como uma pequena quantidade de polpa. Representa aproximadamente cerca de 4% do peso do inicial do fruto e é rico em compostos biologicamente ativos (Del Valle, et al, 2006).

Atualmente é fornecido aos agricultores para ser usado como ração para os animais; utilizado sob a forma de fertilizantes; encaminhado para a compostagem; encaminhado para a incineração ou para o aterro. Devido à sua textura e ao seu elevado teor proteico (30% a 40%) torna-se muito cativante para a indústria alimentar. No entanto, a sua labilidade, isto é, a sua deterioração sempre que exposto ao ar, expelindo odores desagradáveis, podendo também provocar a multiplicação de mosquitos e pragas, faz com que este tenha que passar por um processo de secagem. Este processo pode ser bastante dispendioso, elevando o custo de produção e consequentemente, aumentando o preço, por isso é descartado (Shaohaib et al., 2011). Todos estes fatores são economicamente limitantes.

Em termos nutricionais, o repiso é composto (em base seca) por compostos bioativos como a fibra, proteínas, açúcares totais, gordura, minerais, antioxidantes e vitaminas (Del Valle et al., 2006). Segundo Fuentes et al. (2013) a fibra é o composto maioritário. Todavia, *in natura* pode apresentar elevados teores de humidade, tornando-

se indispensável o processo de secagem. É de destacar que a composição do repiso de tomate varia conforme as práticas agrícolas e o processamento, bem como com o grau de secagem (Roca, 2009).

É uma boa alternativa para valorização, afinal trata-se de um material de baixo custo, de fácil disponibilidade e auxilia na redução do impacto ambiental.

1.3. Compostos Bioativos com Propriedades Antioxidantes

Os compostos fitoquímicos são elementos químicos, não nutrientes (Baena, 2015), classificados como compostos bioativos e estão naturalmente presentes em pequenas quantidades nos alimentos (Jacques e Zambiasi, 2011). Advêm de diferentes partes das plantas, como por exemplo, sementes, raízes, folhas, frutos e vegetais (Ferreira e Abreu, 2007).

Nos últimos anos, vários estudos afirmam que os compostos fitoquímicos presentes em subprodutos subvalorizados apresentam, diversas atividades biológicas. Atuam favoravelmente na manutenção da saúde, prevenindo os efeitos dos impactos ambientais negativos no desenvolvimento de doenças cardiovasculares; diminuição da concentração dos radicais livres; na prevenção de aterosclerose; detêm efeitos anticancerígenos; anti-inflamatórios; e proporciona a harmonia microbiana intestinal (Oroian e Escriche, 2015). Estes efeitos têm sido particularmente atribuídos aos compostos que possuem atividade antioxidante, tais como, os carotenoides e compostos fenólicos. O teor destes difere com a diversidade de variedades de tomate existentes, com as circunstâncias de cultivo, com o grau de maturação e da estação do ano em que é cultivado e colhido (Alves, 2009).

1.3.1. Atividade Antioxidante

Para a preservação dos produtos alimentares, ou seja, para poder prevenir ou retardar a deterioração oxidativa, recorre-se cada vez mais à adição de aditivos, onde estão incluídos os antioxidantes (Magalhães et al., 2008). Os compostos antioxidantes possuem a capacidade de interagir com compostos oxidantes (os radicais livres) e são

capazes de retardar ou mesmo inibir a oxidação do substrato, impedindo assim o desenvolvimento do stresse oxidativo. O desequilíbrio destes compostos antioxidantes está relacionado com o aparecimento de processos inflamatórios, neoplasias e doenças cardiovasculares (Borguini e Torres, 2009; Oroian e Escriche, 2015).

Tais propriedades antioxidantes são fundamentais para a estabilização dos alimentos, por isso, apresentam uma grande importância para a indústria alimentar atrasando a oxidação dos lípidos, melhorando o valor nutricional e a qualidade dos alimentos.

Os carotenoides e os compostos fenólicos são das classes de compostos que possuem maior atividade antioxidante (Azabou et al., 2016; Oroian e Escriche, 2015), logo o repiso de tomate apresentando uma grande quantidade destes compostos, assume um papel essencial como precursor de substâncias antioxidantes.

Os carotenoides são um dos mais importantes pigmentos naturais e responsáveis pela coloração vermelha, cor-de-laranja e amarela de frutas e vegetais (Mutsokoti et al., 2017). O interesse pelos carotenoides tem aumentado de modo que, muitos estudos têm sido efetuados para compreender quais os seus efeitos benéficos na saúde humana. A sua principal atividade biológica, tal como as clorofilas, é a atividade antioxidante. Além do mais, estes pigmentos, junto com as clorofilas, atuam na fotossíntese, pois funcionam como pigmentos acessórios na captação da luz, por ampliação da faixa do espectro de luz usado nesta, e também, como fotoprotetores, contra os danos oxidativos sobre as moléculas de clorofila e as membranas dos tilacóides (Eldahshan et al., 2013).

O risco reduzido de alguns tipos de cancro e a baixa incidência da doença isquémica cardíaca têm sido atribuídos ao licopeno e ao β -caroteno (Tabart et al., 2009; Barba, 2006; Javanmardi et al., 2006; Lam et. al., 2007). Segundo Amiri-Rigi e Abbasi (2016) é no repiso de tomate que o licopeno está em maior concentração, podendo conter até cinco vezes mais do que toda a polpa. A percentagem deste está integralmente relacionado com a intensidade da cor vermelha. (Shi et al., 2002; Stajčić et al., 2015). Embora não sendo considerado um nutriente essencial, muitos estudos publicados comprovam os diversos benefícios na saúde humana. Aparentemente tem a capacidade de prevenir e reduzir o aparecimento de doenças crónicas, como o cancro

(da próstata, do pulmão e do estômago), de doenças degenerativas (a osteoporose e os diabetes) e doenças cardiovasculares (Madhava et al., 2011; Stajčić et al., 2015).

Todavia, existem outros carotenoides presentes mas em menor quantidade, como o β -caroteno (o precursor da vitamina A). Esta vitamina tem um papel essencial na multiplicação, evolução e subsistência dos tecidos epiteliais; na resistência a infeções e a nível oftalmológico, atua na regeneração dos fotorreceptores. O défice contínuo desta vitamina pode originar transformações na pele, úlceras da córnea, perturbações no crescimento, dificuldades de aprendizagem durante a infância e provocar cegueira noturna ou mesmo cegueira total. Porém o excesso dela também pode causar malformações congénitas durante a gravidez e doenças ósseas em doentes com insuficiência renal (Mezzomo e Ferreira, 2016).

Os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes pois atuam por várias vias: na eliminação dos radicais livres; pela absorção de radicais de oxigénio e como quelantes de iões metálicos (Su et al., 2007). Além disso, apresentam atividade farmacológica, impedem a oxidação lipídica e a proliferação de fungos e participam nos processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma de vários alimentos (Soares, 2002). O grupo de compostos fenólicos mais relevante nos alimentos é o dos flavonoides. Os flavonoides são reconhecidos como agentes antioxidantes capazes de inibir a oxidação de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e reduzem as tendências a doenças trombóticas. Os efeitos benéficos são muito amplos, como as ações antioxidante; anti-inflamatória; anti-plaquetária, e efeitos anti-alergénicos (Rauha et al., 2000).

Existem outros constituintes que têm igualmente um importante papel funcional e sensorial nos produtos alimentares, como o óleo de semente do tomate pois apresenta na sua composição um alto teor de ácidos gordos insaturados, especialmente de ácido linoleico (valores superiores a 50%) e em menor quantidade mas não menos importante, o ácido oleico. Sendo que a sua variação de qualidade, depende da composição da matéria-prima e das condições de processamento aplicadas (Eller et al., 2010, Shao et al., 2012). No entanto, trata-se de uma boa fonte de óleo alimentar e por isso pode ser utilizado como alimento funcional (Botineştean et al., 2012). Se todas as sementes a partir de polpa de tomate forem empregues na produção de óleo, há a hipótese de gerar mais do que 140 milhares de toneladas de óleo de alta qualidade em cada ano em todo o mundo (Shao et al., 2012).

CAPÍTULO II: OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho teve como principal objetivo determinar a composição nutricional, química e atividade antioxidante do repiso de tomate (desperdício agro-industrial) de origem portuguesa.

2.1.1. Objetivos Específicos

- Estudar a variação morfométrica (cor, diâmetro e massa) do tomate a ser utilizado para a elaboração do repiso.
- Determinar a composição nutricional do repiso de tomate (humidade, cinzas, gordura, proteína, fibra dietética e hidratos de carbono);
- Obter os extratos aquosos, etanólicos e hidroalcoólicos (50:50, v/v), a partir de um processo de extração sólido/líquido.
- Determinar os teores de fenólicos totais e de flavonoides totais por métodos espectrofotométricos.
- Avaliar a atividade antioxidante *in vitro* dos extratos obtidos, recorrendo a dois ensaios diferentes e complementares (DPPH•• e FRAP).

CAPÍTULO III: MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Recolha e Tratamento da amostra

Foram adquiridos 27 kg de tomate, da variedade Bigran a um produtor agrícola localizado no Norte de Portugal (Póvoa de Varzim). O repiso de tomate foi obtido laboratorialmente, não tendo sido fornecida pela indústria. Logo as amostras foram preparadas 24 horas após a sua chegada ao Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto.

Primeiramente, foram utilizadas amostras aleatórias para a pesagem e a medição do diâmetro na zona equatorial. Seguiu-se a lavagem de todos os frutos com água corrente durante 10 a 20 minutos, preservando-se a sua integridade e frescura, como também garantir a remoção da sujidade visível existente, sem causar danos físicos (Figura 5). O branqueamento por imersão em água quente foi executado a 80°C durante 3 minutos.



Figura 5: Amostra (tomate inteiro).
(Fonte: Próprio autor).



Figura 6: Branqueamento por imersão das amostras em água quente.
(Fonte: Próprio autor).

Triturou-se a matéria obtida através do branqueamento e no sentido de uniformizar o tamanho das partículas, foi submetida ao esmagamento em cima de uma peneira cilíndrica e realizada a primeira separação: a polpa (que atravessou para a parte inferior) do repiso de tomate (que ficou retido na peneira). Seguiu-se uma segunda peneiração, com uma peneira cilíndrica mais pequena. Finalmente, a terceira peneiração, com uma peneira bastante mais pequena do que as anteriores, para o aproveitamento total do repiso de tomate.



Figura 7: Peneiração. (Fonte: Próprio autor).



Figura 8: A segunda e terceira peneiração respetivamente. (Fonte: Próprio autor).



Figura 9: Amostras prontas para liofilizar. (Fonte: Próprio autor).

O teor de humidade inicial foi determinado a seis amostras com uma balança de determinação da humidade, a uma temperatura de $100 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 5 minutos.

A secagem foi realizada posteriormente através de uma liofilização. O repiso foi colocado na câmara de congelação do liofilizador onde foi submetido a temperaturas da ordem dos -40°C , de forma a congelar a água total disponível. Após congelação colocou-se o tabuleiro na câmara de vácuo do liofilizador. O repiso permaneceu dentro da referida câmara, de modo a sublimar toda a água congelada no passo anterior.



Figura 10: Amostra do repiso do tomate liofilizado.
(Fonte: Próprio autor).

3.2. Análises Físico-químicas

Para a análise físico-química foram executados diferentes ensaios para a caracterização do perfil nutricional do repiso de tomate, visando uma possível utilização na indústria alimentar.

3.2.1. Índice de maturação

Para determinar o índice de amadurecimento usou-se o colorímetro CR-400 da Konica Minolta com sistema colorimétrico CIE Lab, utilizado para produtos sólidos. Com 8 mm de diâmetro na área de medição e com iluminação difusa (iluminante padrão D65, observador padrão de 2° no espaço cromático CIE ($L^* a^* b^*$)). Foram realizadas 4 medições na região equatorial de cada fruto, num total de 20 frutos (Figura 11).



Figura 11: Leitura da cor da epiderme do fruto com o colorímetro Konica Minolta CR 400. (Fonte: Próprio autor).

A cor é o critério de qualidade mais significativa, porque é a primeira apreciação realizada pelo consumidor. O colorímetro apresenta 3 diretrizes colorimétricas L^* , a^* e b^* , que possibilitam definir a posição da cor num plano tridimensional. As coordenadas L^* , a^* e b^* são retangulares e L^* , C^* , H° são cilíndricas. A coordenada L^* mede o brilho entre o preto (0) e o branco (100) (*value*); a^* define a cor vermelha (+ a^*) para valores positivos e a cor verde para valores negativos (- a^*); b^* define a cor amarela para valores positivos (+ b^*) e a cor azul para valores negativos (- b^*). A coordenada C^* mede a cromaticidade ou a saturação da cor; a H° mede a tonalidade, a coloração básica da amostra (Catalkaya e Kahveci, 2019).

3.2.2. Determinação do Teor de Humidade

A determinação do teor de humidade foi efetuada por dessecação em lâmpada de infravermelho (“Infratest”). Trata-se de um método gravimétrico, com uma balança analítica (Scaltec modelo SMO01, Scaltec Instruments, Germany) e um sistema de secagem por infravermelho (Galina e Maria, 2009). A radiação infravermelha (IR) apresenta-se atualmente como um novo método de secagem dos alimentos e tem sido muito empregada, pois tem demonstrado uma elevada qualidade da matéria seco, um tempo de secagem mais reduzido e uma elevada eficácia a nível energético (Riadh et al., 2015).

Os teores de humidade foram determinados na amostra *in natura* e na amostra liofilizada. Uma toma de 1-2 g, de acordo com o tipo de amostra, foi submetida a um processo de secagem a $100 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingir uma massa constante. A análise foi realizada em triplicado para cada amostra e os resultados expressos em percentagem (%).

3.2.3. Determinação do Teor de Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração direta de aproximadamente 1 g de amostra em mufla aquecida gradualmente até $500\text{-}550^\circ\text{C}$ (Thermolyne 48000, F48010- 26, Electrothermal Engineering Ltd, Essex, Reino Unido) até obtenção de cinzas brancas, seguindo o método oficial da AOAC (Association of Analytical Communities) (AOAC 920.153, 2012). O teor de cinzas foi determinado pela diferença de massa antes e depois do processo de incineração. A análise foi realizada em triplicado e os resultados expressos em % de amostra em peso seco.

3.2.4. Determinação do Teor em Proteínas

Utilizou-se o método de Kjeldahl para determinar o teor em proteínas totais, pelo método oficial da AOAC (2012), calculando o azoto (N) total presente na amostra. Num tubo de Kjeldahl, foram colocados 1 g de amostra seca em papel isento de azoto, duas pastilhas catalisadoras (livres de selénio e mercúrio) e 20 mL de ácido sulfúrico a 96%. A digestão ácida foi efetuada numa manta elétrica e os vapores foram neutralizados por um sistema purificador de gases. O produto da digestão foi destilado automaticamente (BUCHI KjelFlex K-360, Flawil, Switzerland) e titulado H_2SO_4 0,1 M para quantificar o azoto presente na amostra.

O ensaio foi realizado em triplicado e os resultados expressos em percentagem (%) de proteína. A determinação do teor de proteína total foi calculada por multiplicação do valor de N total (%N) pelo fator de conversão 6,25 (Sáez-Plaza et al., 2013).

3.2.5. Determinação do Teor de Gordura Total

O teor de gordura total foi determinado pelo método de Soxhlet (AOAC 991.36, 2012). Para tal, pesaram-se cerca de 5 g de amostra, à qual se adicionou uma quantidade suficiente de sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4) para absorção da humidade e areia para evitar a colmatção à passagem do solvente. A mistura desumidificada foi transferida para cartuxos de celulose, seguidamente colocados em ampolas de extração dos dispositivos de Soxhlet. A extração foi efetuada a quente, com éter de petróleo, durante 8 horas, para balões de fundo redondo previamente tarados e identificados. Uma vez terminada a extração e recuperada a maior parte do solvente, procedeu-se à determinação da gordura extraída e evaporação do solvente remanescente, em estufa a 100 °C durante períodos de 30 minutos. De seguida, foram arrefecidos no exsiccador e pesados até obtenção de massa constante. As análises foram feitas em triplicado e os resultados apresentados em % de amostra em peso seco.

3.2.6. Determinação do Teor de Fibra Dietética

A determinação do teor de Fibra Dietética Total (FDT) foi realizada através de um dos métodos enzimático-gravimétrico (AOAC, 2012), onde a finalidade é fomentar a hidrólise do amido e das proteínas com enzimas (puras) presentes na amostra.

A digestão enzimática foi efetuada com $1 \pm 0,005$ g de amostra seca e moída. Procedeu-se à hidrólise do amido através da α -amilase termoestável (Kit Sigma – A 3306), depois à hidrólise da proteína pela ação da protease e, por fim, à hidrólise da amilose por adição da amiloglucosidase (Kit Sigma – A 9914) num banho termostaticado.

O resíduo total foi filtrado (com o auxílio de uma bomba de vácuo) e lavado com três porções de etanol a 78% e duas porções de acetona, respetivamente. A fibra insolúvel foi lavada com etanol a 78%, duas porções de água, duas porções de etanol a 96% e duas porções de acetona, respetivamente.

A determinação da proteína dos resíduos foi feita através do método de Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão do teor de N em proteína, e na determinação da cinza usou-se a mufla a 525°C “overnigth”.

O teor de fibra dietética total (FDT) foi calculado da seguinte forma:

$$\% \text{ FDT} = [(R - P - C - B) / M] \times 100$$

R – Média do resíduo da amostra/ branco

P – Média da proteína da amostra/ branco

C – Média das cinzas da amostra/ branco

B – R_(branco) – P_(branco) – C_(branco)

M – Média da massa da amostra

O teor de fibra alimentar insolúvel (FI) foi calculado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ FI} = [(R - P - C - B) / M] \times 100$$

O teor de fibra alimentar solúvel (FS) presente na amostra foi obtido através da diferença entre os teores de fibra alimentar total e de fibra alimentar insolúvel, dada pela equação:

$$\% \text{ FS} = \text{FDT} - \text{FI}$$

3.2.7. Determinação de Hidratos de Carbono

O teor de hidratos de carbono foi obtido pelo método indireto, por diferença dos restantes parâmetros nutricionais das amostras, de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ Hidratos de Carbono} = 100\% - (\% \text{ Proteínas} + \% \text{ Gordura} + \% \text{ Cinzas} + \% \text{ Fibra})$$

Os resultados foram apresentados em % de amostra em peso seco.

3.3. Determinação de Compostos Bioativos

3.3.1. Preparação dos extratos

A avaliação dos compostos bioativos (fenólicos e flavonoides totais) e da atividade antioxidante foi determinada em diferentes extratos (100% água, 100% etanol e 50%:50%-água:etanol). Para isso, as amostras (repiso de tomate liofilizado) foram submetidas à extração com cada solvente por maceração (1 mg/ 1 mL de solvente, durante 60 minutos a 40°C), seguindo-se as condições do método validado por Costa et al. (2014). A extração foi efetuada em placa de aquecimento com agitação constante de 600 rpm (Variomag, Telemodul 40 CT, Alemanha) e os extratos obtidos foram filtrados com papel de filtro Whatman No.1 e congelados a -25 °C, para posterior análise. Todos os extratos foram realizados em triplicado.

3.3.2. Determinação do Teor de Compostos Fenólicos Totais

A determinação do teor de Fenólicos Totais foi realizada por método espectrofotométrico, utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, um reagente não específico, que é usado para apenas conseguir uma estimativa dos compostos fenólicos presentes nos extratos. Na presença deste reagente, os fenólicos atuam como agentes redutores, ocorrendo reações de oxidação-redução das quais resulta a formação de um complexo de cor azul, com um máximo de absorção a 765 nm (Rodrigues et al., 2015).

Numa microplaca colocaram-se 30 µL de extrato, branco ou padrão (solução de ácido gálico, 1000 ppm), 150 µL de reagente Folin-Ciocalteu diluído (1:10) deixando em repouso durante 5 min. Em seguida, adicionaram-se 120 µL de carbonato de sódio (Na₂CO₃) a 7,5%. Incubou-se a microplaca a 37 °C durante 30 minutos e as absorvências foram lidas a 765 nm num Leitor de Microplacas Synergy HT (BioTek Instruments,

Synergy HT GEN55, EUA). O ensaio foi realizado em triplicado. Utilizou-se como padrão uma solução de ácido gálico 1000ppm (1 mg/ mL).

A correlação entre a absorvência da amostra e a concentração do padrão (ácido gálico) foi obtida através de uma curva analítica (gama de linearidade: 0 - 100 mg/ L, $R^2=0,9995$). O teor de fenólicos totais presentes nos extratos foi expresso em miligramas de equivalentes em ácido gálico (EAG) por grama de extrato (mg EAG/ g de extrato).

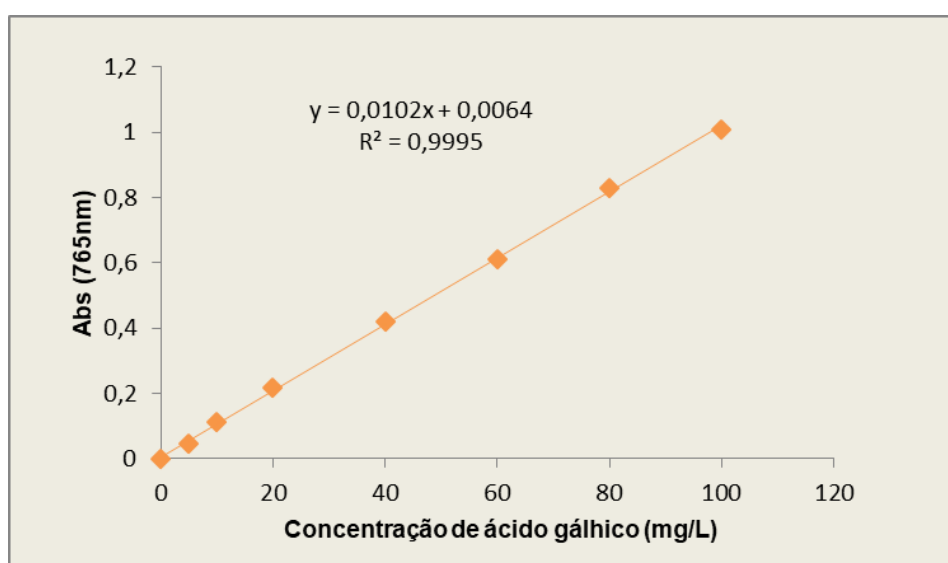


Figura 12: Curva analítica do ácido gálico (mg/ L).

3.3.3. Determinação do Teor de Flavonoides Totais

O teor de flavonoides totais foi determinado através da realização de um ensaio colorimétrico, baseado na formação de complexos flavonoide-alumínio (cor rosa), os quais apresentam um máximo de absorção a 510 nm (Alves et al., 2010). Com efeito, a 30 μ L de extrato adicionaram-se 75 μ L de água destilada e 45 μ L de solução de nitrito de sódio (NaNO_2) a 1 %. Após 5 min de reação adicionaram-se 45 μ L de uma solução de cloreto de alumínio (AlCl_3) a 5% e deixando reagir durante 1 min. Por fim, adicionaram-se 60 μ L de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M e 45 μ L de água destilada. As leituras foram efetuadas a 510 nm, usando o leitor de Microplacas Synergy HT (BioTek Instruments, Synergy HT GEN55, EUA).

A correlação entre a absorvência da amostra e a concentração do padrão (catequina) foi obtida através de uma reta de calibração (gama de linearidade: 0 - 400 mg/ L, $R^2 = 0,9995$) efetuada aquando das determinações. O teor de flavonoides totais foi expresso em miligramas de equivalentes de catequina (ECA) por grama de extrato (mg ECA/g de extrato).

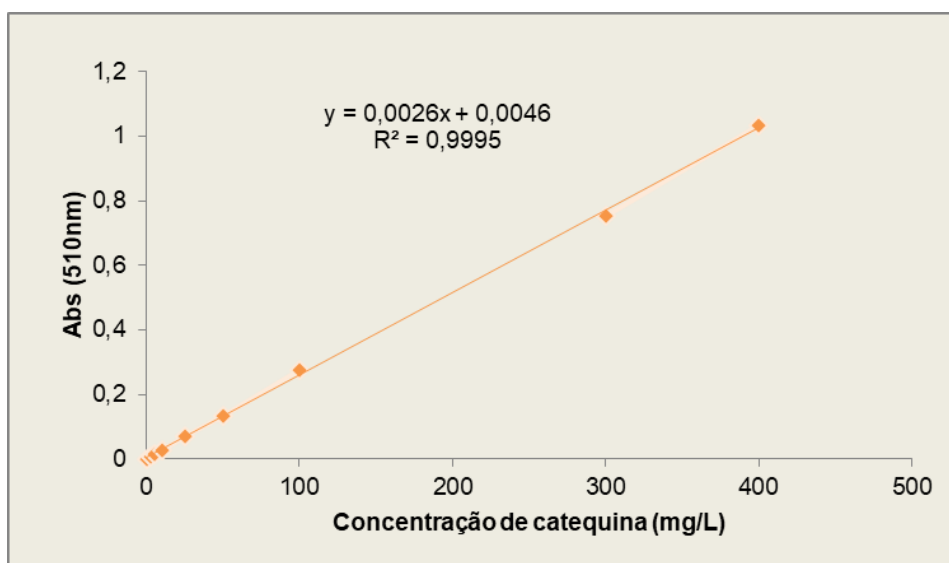


Figura 13: Curva analítica da catequina (mg/ L).

3.4. Atividade antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante dos extratos da amostra foi realizada pela determinação da capacidade de neutralização do radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH^{*}) e a avaliação do poder antioxidante por redução do ião férrico (FRAP), respetivamente.

3.4.1. DPPH^{*}

Numa placa de 96 poços, onde foram adicionados 30 μ L de extrato e 270 μ L de DPPH^{*} ($6,0 \times 10^{-5}$ M). Prepararam-se soluções com distintas concentrações deste composto, diluídas em etanol absoluto. A redução do radical DPPH^{*} foi avaliada através

da medição da absorvência a 525 nm num leitor de microplacas (BioTek Instruments, Synergy HT GENS5, EUA). O DPPH* de cor violeta escuro é reduzido e convertido numa molécula mais estável (1,1-difenil-2-picrilhidrazina), havendo desta forma a passagem de violeta escuro para um tom violeta claro, até amarelo pálido (Rodrigues et al., 2013).

A % da inibição foi calculada através da expressão:

$$\% \text{ Inibição} = [(\text{Abs}_{(\text{DPPH})} - \text{Abs}_{(\text{amostra})}) / \text{Abs}_{(\text{DPPH})}] \times 100$$

$\text{Abs}_{(\text{amostra})}$ – Absorvência da solução do extrato da amostra

$\text{Abs}_{(\text{DPPH})}$ – Absorvência da solução de DPPH

3.4.2. FRAP

O método assenta na redução do complexo Fe (III)/Ferricianeto [$\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] a Fe (II), forma ferrosa, pela presença de um composto antioxidante na solução em meio ácido. Assim, determinou-se poder antioxidante por redução do ião férrico (Guimarães et al., 2010).

Numa microplaca colocaram-se 35 μL de extrato e 265 μL de reagente FRAP (750 mL de tampão acetato a 0,3 M; 75 mL solução TPTZ a 10 mM e 75mL FeCl_3 a 20 mM). Incubou-se a microplaca a 37 °C durante 30 minutos e as absorvências foram lidas a 595 nm num leitor de microplacas (BioTek Instruments, Synergy HT GENS5, EUA).

O padrão de sulfato ferroso (1 Mm) foi utilizado para obter a curva analítica (gama de linearidade: 0 - 600 mg/ L, $R^2=0,9915$) efetuada aquando das determinações. A atividade antioxidante foi expressa em micromoles de sulfato ferroso por grama de extrato ($\mu\text{mol/g}$).

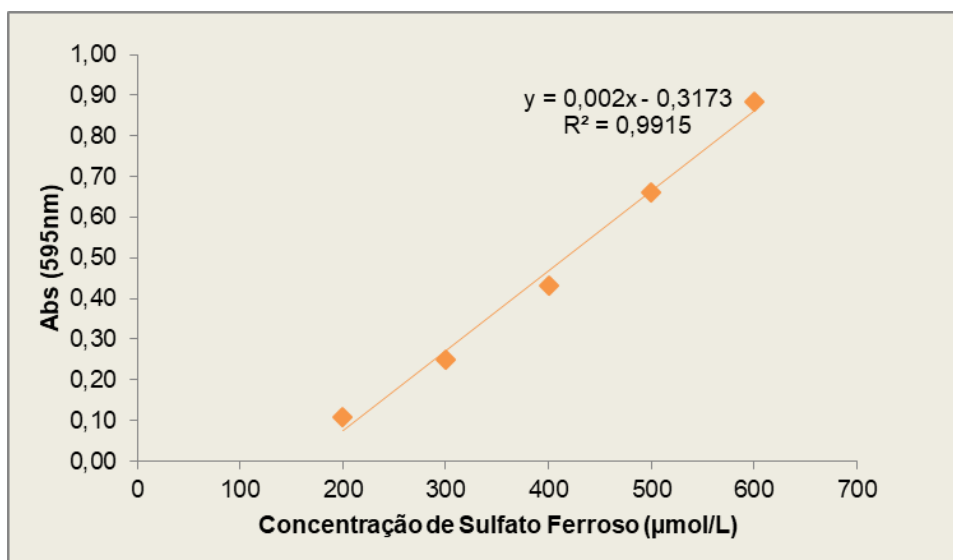


Figura 14: Curva analítica do sulfato ferroso (µmol/ L).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise centesimal

A análise da composição centesimal do repiso de tomate é fundamental para a aplicação em diversas áreas, incluindo-se, o aporte nutricional para inclusão na dieta alimentar, desenvolvimento de novos produtos alimentares, suplementos alimentares e cosmética.

A cor é o primeiro critério usado na aceitação ou rejeição do alimento e por isso é utilizada como um parâmetro de qualidade para a indústria. Os resultados obtidos para os parâmetros colorímetros estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros colorimétricos para as amostras de tomate *in natura*.

Parâmetro colorimétrico	L*	a*	b*	C*	H°
Amostra	40,14	16,80	27,49	31,92	59,11

Valores expressos como média (n=20) da amostra *in natura*.

Os resultados experimentais obtidos indicam que, os frutos usados neste trabalho apresentaram uma tonalidade avermelhada mas pouco intensa. A quantificação colorimétrica dos frutos avaliou os parâmetros L*, a* e H°, em que L* é a medida da luminosidade, a* é a medida do vermelho (a* positivo) ou do verde (a* negativo); e H° é o ângulo total dentro do espaço L* e C*. O parâmetro H° define a coloração básica das amostras e representa a tonalidade média das mesmas. Quanto maior o H° obtido significa que a cor do fruto está mais próxima do amarelo e quanto menor o ângulo, mais a cor se aproxima do vermelho. De acordo com McGuire (1992), o parâmetro “C” de cor, que representa a cromaticidade média das amostras de tomate, define a saturação e intensidade da cor definida pelo H°. Quanto maior o cromatismo pode-se dizer que a cor é mais saturada e também mais intensa. Os resultados obtidos estão de acordo com outros estudos realizados. Anese et al. (2002) obtiveram um ângulo de cor de 65,9 para a polpa de tomate peneirada destinada ao processamento. Também Borguini e Silva (2005) descreveram valores similares, num estudo comparativo entre tomate produzido convencionalmente e orgânico (66,26 e 58,27, respetivamente). Lavelli e Torresani (2011) encontraram valores para amostras de tomate fresco L* (61,9), a* (24,9) e b* (26,3).

Estes parâmetros servem como indicativo da presença de licopeno no fruto, sendo que quanto maior o valor do componente a^* , maiores são os teores deste pigmento. Quando os pigmentos vermelhos são acumulados há uma diminuição dos valores da coordenada L^* , indicando um escurecimento ou redução da luminosidade (Pereira et al., 2012).

O tomate tem alcançado enorme popularidade nos últimos anos com a descoberta da atividade antioxidante do licopeno e sua atividade antineoplásica (Wu et al., 2011; Raiola et al., 2014). Segundo Van et al. (2010) para obter o máximo de benefício e proteção dos antioxidantes naturais, a alimentação deve ser a mais colorida quanto possível. Além da característica nutracêutica do licopeno, a sua concentração está relacionada com a melhor percepção visual dos produtos, existindo maior necessidade em aumentar os teores deste pigmento em frutos, tanto para o consumo *in natura* como para uso no processamento industrial (Schwarz et al., 2013).

O peso e dimensões da variedade estudada também foram avaliados. Foram utilizados 21 frutos aleatórios para a pesagem e medição do diâmetro na zona equatorial de cada um. O peso médio obtido foi de 139,29 g e diâmetro de 21,49 mm. Em suma, de 22,22 kg de tomate fresco obteve-se um repiso de tomate de ~ 4,1 g (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativa do rendimento de formação de repiso de tomate.

Desperdício	
Peso total da amostra (kg):	27
Peso total da amostra utilizada (kg):	22
Peso das amostras não utilizadas (kg):	4,8
Peso total do Repiso de tomate (kg):	4,1

Monteiro e colaboradores (2008) descreveram um peso médio de 101,05 g em tomate italiano, ligeiramente inferiores aos obtidos neste trabalho. O peso médio do tomate tipo italiano raramente excede os 140 g, e mesmo assim, é um peso favorável para a indústria alimentar, proporcionando maior rendimento durante os processos industriais (Richelle et al., 2002).

O interesse pela inclusão de tomate na dieta deve-se às propriedades nutricionais deste fruto. Sabe-se que a composição nutricional do tomate sofre alterações no decurso do seu processo de maturação (Zdravkoviv et al., 2016), sendo igualmente afetada por muitos outros fatores, citando-se como exemplo, condições edafo-climáticas (Leyva et al., 2014), variedades (Erba et al., 2013), tipo de cultivo (Hallmann, 2012).

Face ao exposto, realizou-se a análise nutricional do repiso de tomate, apresentando-se os resultados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores nutricionais do repiso de tomate.

Humidade	Cinzas	Proteína	Gordura	Fibras Dietéticas Totais	Hidratos de Carbono	Valor Energético
5,80 ± 0,17 *	8,58 ± 0,08	17.26 ± 0,19	5,59 ± 0,10	34,97± 0,005	27,79	230,51 Kcal / 965,1 KJ

Os valores são apresentados como média ± desvio padrão (n=3) expressos em g/100g de peso seco de amostra (*amostra liofilizada).

Mediante os resultados obtidos, verificou-se que o repiso fresco apresentou um elevado teor de humidade (91,69%), tendo sido, posteriormente liofilizado para diminuir esse valor e conseqüentemente o seu grau de perecibilidade. O alto teor de água constitui uma enorme dificuldade no controlo da perecibilidade do fruto, porque existe um risco aumentado de desenvolver processos de fermentação e contaminação microbiana (Zhiqiang et al., 2019). O processo de secagem é indispensável para impedir a deterioração e possibilitar o seu armazenamento (Silva et al., 2018).

Estes resultados foram concordantes com outros estudos, havendo uma variação no teor de humidade de 62,27% a 92,7%. Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos e respetiva discussão dos mesmos citam-se os valores descritos na literatura para os registados na Tabela 4.

Após a determinação do teor de humidade em base húmida e, posteriormente, em base seca, todas as outras determinações foram realizadas nas amostras liofilizadas.

Tabela 4. Teores de humidade descritos na literatura, expressos em % referentes ao tomate *in natura*.

Silva et al., 2018	62,27% - 70,14%
Celma et al., 2012	63%
Nour et al., 2015	70%
Bhat MA et al., 2017	87,20%
Badaoui et al., 2009	88.5%
Knoblich et al., 2005	90%
Lavelli e Torresani, 2011	92,7%

Tal como já foi referido anteriormente, os nutrientes presentes no tomate e subprodutos do mesmo são diretamente influenciados por diversos fatores, incluindo-se as variedades.

Tabela 5. Valor nutricional descritos na literatura do repiso de tomate.

	Cinzas	Proteínas	Gordura	Fibra
Silva et al., 2018	3,33 – 4,02	16,81 – 23,25	11,17 – 16,73	48,62 – 53,97
Del Vall et al., 2006	3,92	19,27	5,85	59,03
Savadkoohi et al., 2014	5,20	24,67	9,87	39,11

Os valores são apresentados expressos em g/100g de peso seco de amostra.

O teor de cinzas obtido (8,58%) foi superior ao descrito por outros autores (Tabela 5) inclusive por Savadkoohi et al., (2014) que encontrou valores de 5,29%, num estudo semelhante, em que o repiso era destinado para a alimentação animal. Sabe-se que quanto maior o teor de cinzas, menor a quantidade de matéria orgânica, pois trata-se de parâmetro nutricional importante que permite fornecer uma informação do conteúdo mineral (Parkouda et al., 2013).

O teor de proteína total encontrado neste trabalho (17,26%) mostrou-se concordante com os autores descritos (Tabela 5). As características funcionais das proteínas são de elevado interesse no processamento de alimentos e na formação de produtos alimentares, pois exercem funções a nível estrutural, enzimático, hormonal, energético e de defesa (Shao et al., 2014).

No que toca ao teor de gordura, os valores encontrados foram consideravelmente baixos (5,59%), estando concordantes com outros trabalhos publicados (Tabela 5). Dos quais todos eles referem que os teores de gordura presente no repiso de tomate é sempre reduzido.

As fibras alimentares (solúveis e insolúveis) estão presentes nos alimentos de origem vegetal, englobando um conjunto de compostos que não podem ser digeridos pelas enzimas do nosso sistema gastrointestinal, não sendo, por isso, absorvidas. As fibras representam um nutriente essencial, desempenhando um papel importante na prevenção de algumas doenças e na manutenção da saúde. O repiso de tomate apresentou um teor elevado em fibra dietética (34,97%). Todos os autores da qual existiu a comparação dos resultados obtidos (Tabela 5), a fibra é o principal componente do repiso de tomate.

Segundo o Codex Alimentarius, esta apresenta benefícios para a saúde, pois melhora o trânsito intestinal, reduz os níveis de colesterol total e / ou LDL e os níveis de glicose e / ou insulina no sangue (Delzenne et al., 2019). Como as fibras dietéticas totais apresentaram valores elevados, o valor de hidratos de carbono foi inevitavelmente menor (27,79%). As fibras dietéticas são hoje consideradas componentes importantes da nossa dieta, desempenhando um papel importante na fisiologia do sistema digestivo. A indústria alimentar está atualmente a apresentar níveis extremamente elevados de desperdícios derivados do processamento de alimentos, logo os subprodutos como o repiso de tomate sendo ricos em fibra, depois de um tratamento adequado podem ser utilizados para o fabrico de aditivos alimentares ou usados como ingredientes. As fibras insolúveis não são digeridas no intestino, permitindo o esvaziamento gástrico, devido ao aumento do volume fecal e ao estímulo dos movimentos peristálticos. São usadas, principalmente, na prevenção de diarreias e na indução da sensação de saciedade, importante em dietas hipocalóricas.

O valor energético do repiso de tomate foi baixo. Este resultado era espectável, uma vez que foram encontrados teores baixos de gordura e proteína. É essencial não esquecer que componentes da alimentação, como a água, as fibras, e as cinzas, não possuem calorias logo, não fornecem energia, mas são de extrema relevância para diversos processos biológicos.

Segundo Isik (2016) o repiso de tomate é rico em magnésio, cálcio, potássio, zinco e ferro e referiu ainda que o potencial uso em biscoitos promove um aumento significativo ($p < 0,05$) de proteínas, cinzas, fibras alimentares (solúvel, insolúvel, total), minerais, fenólicos totais e atividade antioxidante.

Fundamentando com os resultados conseguidos, e em conformidade com diferentes autores referidos, o repiso de tomate pode ser utilizado como fonte potencial de fibra alimentar. O aproveitamento deste subproduto pode ser economicamente viável para a indústria de tomate e ao mesmo tempo reduz o desperdício alimentar (Del Vall et al., 2006).

4.2. Compostos bioativos e atividade antioxidante

Muitos autores apresentam uma ligação positiva entre o teor de compostos bioativos e a atividade antioxidante. Segundo a Fundação Portuguesa de Cardiologia, os antioxidantes ajudam o nosso organismo a combater agentes agressores, os chamados radicais livres. Os antioxidantes possuem um papel decisivo na prevenção da oxidação de substâncias celulares essenciais para a vida, por esse motivo, existe um aumento da pesquisa de recursos naturais, ricos em compostos bioativos com atividade antioxidante (Ferreira, 2019).

Os compostos fenólicos são um dos grupos mais importantes a contribuir para a atividade antioxidante, formando a grande classe dos fitoquímicos alimentares. São responsáveis por diversas características sensoriais dos alimentos como a cor, sabor e aroma (Sucupira et al., 2012). Como referido anteriormente, o teor de compostos fenólicos totais dos extratos preparados foi determinado por espectrofotometria, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. Os valores obtidos de fenólicos e flavonoides totais estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Teor de fenólicos e flavonoides totais obtidos.

Extrato	Fenólicos totais (mg EAG/ g)	Flavonoides totais (mg EAC/ g)
Aquoso	6,31 ± 0,46	0,85 ± 0,05
Etanólico	3,41 ± 0,25	5,53 ± 0,13
Hidroalcoólico	3,82 ± 0,29	0,69 ± 0,08

Os valores estão apresentados como média ± desvio padrão (n=3).

Pela análise dos resultados verifica-se que o teor de fenólicos totais foi superior ao teor de flavonoides totais em todos os extratos, com a exceção do extrato etanólico. Pela análise dos resultados (Tabela 6), verifica-se que a concentração em fenólicos dependeu do solvente usado na extração. De entre os extratos estudados, os valores de fenólicos totais variaram entre 3,41 e 6,31 mg EAG/ g amostra seca. Segundo Silva et al. 2018 os valores para 6 lotes de repiso de tomate variaram entre $12,32 \pm 0,15$ a $22,75 \pm 2,36$ mg EAG/ g amostra seca, o que se verifica que os resultados obtidos foram significativamente inferiores. No entanto, os extratos usados segundo este autor foram obtidos, em triplicado, conforme descrito por Larrauri et al. (1997), com adaptações.

Também Chang et al. (2006) relataram teores superiores de fenólicos totais de 36 a 44 mg EAG/ g. Palomo e colaboradores (2019) identificaram os ácidos gálico, ferúlico, cumárico e proantocianidina B2 em extratos aquosos de repiso de tomate. Segundo estes autores, os flavonoides e os carotenoides são os compostos bioativos predominantes nesta matriz, em detrimento dos ácidos fenólicos. Muitos autores referem que a natureza da amostra e do tipo de solvente influencia significativamente o conteúdo de fenólicos totais. Segundo Liu et al. (2000), para obtenção de uma eficiente extração de compostos fenólicos de uma matriz vegetal é necessário ser feita uma combinação de solventes, como os hidrometanólicos, hidroalcoólicos, entre outros. Também Vizzotto e Pereira (2011) referiram a água como solvente universal, porém para favorecer uma extração de polifenóis seria trivial combiná-la com outros solventes orgânicos. Segundo Antolovich et al., (2000), não é uma tarefa fácil encontrar um método único de extração que seja adequado para a análise de compostos fenólicos, devido à diversidade das estruturas químicas e variação de sensibilidade dos compostos às condições de extração.

Relativamente ao teor de flavonoides, o extrato etanólico mostrou-se mais eficaz, obtendo-se um teor de flavonoides (5,53 mg EAC/ g) significativamente superior aos dois outros extratos (0,85 e 0,69 mg EAC/ g, para o aquoso e hidroalcoólico, respetivamente). Comparando os resultados obtidos com os valores reportados por Chang et al., (2006) verifica-se que não houve concordância, embora com uma proximidade maior do que a dos fenólicos totais. Estes autores obtiveram teores de 6,9 e de 8,4 mg EC/ g para extratos aquosos e etanólicos, respetivamente. Nour et al., (2018) descreveram teores de fenólicos e de flavonoides totais superiores no repiso de tomate espanhol (1229,5 mg EAG/ kg e 415,3 mg EC/ kg, respetivamente). No entanto, estes autores utilizaram o metanol como solvente extrator.

Para a avaliação da atividade antioxidante utilizaram-se dois métodos espectrofotométricos. A determinação da capacidade de neutralização do radical DPPH[•] (1-difenil-2-picrilhidrazil) e a avaliação do poder antioxidante por redução do ião férrico (Fe³⁺) a ferro ferroso (Fe²⁺) (FRAP). Os resultados estão apresentados na Tabela 7 expressos em % de inibição do radical DPPH e em equivalentes de sulfato ferroso (mg ESF/ g amostra) para o método FRAP.

Tabela 7. Resultados das atividades antioxidantes do repiso de tomate.

Extrato	DPPH (%inibição)	FRAP ($\mu\text{mol Fe II/ g}$)
Aquoso	29,17 \pm 4,10	43,10 \pm 3,60
Etanólico	24,15 \pm 0,85	50,70 \pm 2,20
Hidroalcoólico	34,61 \pm 1,78	54,87 \pm 2,18

Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão (n=3).

Segundo os resultados obtidos, para a avaliação da atividade antioxidante, o extrato hidroalcoólico foi o que obteve valores superiores, ou seja o que se mostrou mais eficiente para este método, com 34,61 \pm 1,78%, seguindo-se 29,17 \pm 4,10 % para o extrato aquoso, e por último o extrato etanólico de 24,15 \pm 0,85 % de inibição (PI) do radical DPPH[•] de 1 g de peso seco. Silva et al. (2018) apresenta valores concordantes com os obtidos, descreve que a % de inibição variou entre 17,1 \pm 1,66 e 31,35 \pm 0,18%.

No método de FRAP, Silva et al. (2018) obteve valores que variaram entre 940,96 e 1287,02 $\mu\text{mol Fe (II)/ g}$, o que demonstrou valores bastante elevados, comparado com os resultados obtidos (que variaram entre $43,10 \pm 3,60$ e $54,87 \pm 2,18$), sendo o extrato hidroalcoólico que apresentou maior poder redutor.

O resultado obtido pode dever-se ao facto de ter existido uma degradação de compostos antioxidantes, o que afeta consideravelmente a atividade antioxidante. As diferentes condições de processamento da amostra podem estar na origem da obtenção de resultados tão díspares. Também a utilização de diferentes solventes para a extração dos compostos, uma vez que a atividade antioxidante depende da polaridade do solvente de extração (Silva et al., 2018).

Para a obtenção de uma melhor qualidade dos extratos, vários estudos revelam que, a extração com fluidos supercríticos aplicados na indústria alimentar, surge como uma boa alternativa à extração por solventes orgânicos. A qualidade dos extratos obtidos neste procedimento é superior aos métodos convencionais (Silva, 2002; Shi et al., 2007).

De acordo com a bibliografia consultada, trata-se de um processo livre de resíduos e que não provoca a degradação do extrato. Apresenta ainda uma alta seletividade e eficiência, proporcionando a extração diferencial de solutos. Todavia, de todos os solventes supercríticos, o dióxido de carbono é o mais utilizado devido às suas características físico-químicas e de natureza económica (Silva, 2002; Roca, 2009). Porém é um investimento inicial de alto custo porque existe a necessidade de operar a altas pressões, o que obriga à utilização de instalações dispendiosas bem como a possibilidade de perda de componentes voláteis (Silva, 2002).

CAPÍTULO V: CONCLUSÃO

O trabalho realizado pretendeu valorizar o repiso de tomate apontando para o seu aproveitamento em diferentes áreas industriais. Um melhor conhecimento da composição desses subprodutos da indústria de processamento de tomate pode levar a sua conversão em produtos de maior valor e melhoria da gestão de resíduos de tomate, aumentando o desempenho económico da cadeia de processamento de tomate e diminuindo os problemas de acumulação de resíduos e impacto ambiental.

Os resultados deste estudo demonstraram que os resíduos de tomate (sementes e pele) possuem um valor nutricional interessante com base no teor de minerais, proteína e fibras dietéticas sugerindo que o repiso de tomate apresenta um valor substancial como ingrediente na alimentação humana.

A presença de compostos bioativos também pode ter crescente interesse pela extração destes mesmos compostos, não descurando a presença de licopeno e β -caroteno, pigmentos naturais reconhecidos como presentes em elevadas quantidades neste fruto. Estes compostos são amplamente utilizados como corantes naturais, ingredientes alimentares funcionais ou como componente de suplementos alimentares, produtos farmacêuticos e cosméticos.

No que toca à atividade antioxidante, a mesma apresentou resultados promissores, no entanto, sugerem-se mais estudos de forma a comprovar estes factos.

Numa perspetiva futura, seria pertinente efetuarem-se mais estudos, num repiso de tomate proveniente da indústria alimentar. Seria interessante realizar-se uma análise nutricional mais completa, com a avaliação do perfil de ácidos gordos e aminoácidos, bem como a identificação e quantificação dos compostos bioativos recorrendo a técnicas analíticas exatas e precisas. A atividade antioxidante também deverá ser estudada recorrendo-se a mais métodos analíticos.

CAPÍTULO VI: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

Alves AB. Compostos antioxidantes em polpa de tomate: efeito do processamento e da estocagem [Tese de doutoramento]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos; 2009.

Alves R, Costa A, Jerez M, Casal S, Sineiro J, Núñez M, Oliveira M. Antiradical activity, phenolics profile, and hydroxymethylfurfural in espresso coffee: influence of technological factors. *J Agric Food Chem* 2010; 58 (23): 12221-12229.

Amiri-Rigi A, Abbasi S. Microemulsion-based lycopene extraction: Effect of surfactants, co-surfactants and pretreatments. *Food Chemistry* 2016; 197: 1002-1007.

Anese M. et al. Effect of equivalent thermal treatments on the color and the antioxidant activity of tomato purees. *J. Food Sci* 2002; 67 (9): 3442-3446.

Antolovich M, Prenzler P, Robards K, Ryan D. Sample preparation in the determination of phenolic compounds in fruits. *Critical Review Analyst* 2000; 125: 989-1009.

AOAC. Official Method of Analysis of AOAC 920.153 International (19th ed.). 2012.

AOAC. Official Method of Analysis of AOAC 928.08 International (19th ed.). 2012.

AOAC. Official Method of Analysis of AOAC 985.29 International (19th ed.). 2012.

AOAC. Official Method of Analysis of AOAC 991.36 International (19th ed.). 2012.

Azabou S, Abid Y, Sebi H, Felfoul I, Gargouri A. Food Science and Technology Potential of the solid-state fermentation of tomato by products by *Fusarium solani* pisi for enzymatic extraction of lycopene. *LWT - Food Science and Technology* 2016; 68: 280-287.

Badaoui O, Hanini S, Djebli A, Haddad B, Benhamou A. Experimental and modelling study of tomato pomace waste drying in a new solar greenhouse: Evaluation of new drying models. *Renewable Energy* 2019; 133: 144-155.

Baena RN. Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais. *Nutrição, saúde e atividade física*. Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo 2015. 20 (1):17-21.

Barba A. Application Of UV-vis detection –HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. *Food Chemistry* 2006; 95: 328-336.

Bhat M, Ahsan H, Masoodi L, Hameed O, Saleem R. Tomato pomace as a functional ingredient in cookie making. *Journal of the Science* 2017; 8 (2): 254-259.

Borguini R, Silva M. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO TOMATE (*Lycopersicon esculentum*) PRODUZIDO POR CULTIVO ORGÂNICO EM COMPARAÇÃO AO CONVENCIONAL. *Alim. Nutr.* 2005; 16 (4): 355-361.

Borguini R, Torres F. Tomatoes and Tomato. Products as Dietary Sources of Antioxidants. *Food Reviews International* 2009; 25 (4): 313-325.

Botineştean C, Hădărugă NG, Hădărugă DI, Jianu I. Fatty acids composition by gas chromatography – Mass spectrometry (GC-MS) and most important physical-chemicals parameters of tomato seed oil. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2012; 18: 89-94.

Catalkaya G, Kahveci D. Optimization of enzyme assisted extraction of lycopene from industrial tomato waste. *Separation and Purification Technology*. Elsevier 2019; 219: 55-63.

Celma AR, Cuadros F, López-Rodríguez F. Characterization of pellets from industrial tomato residues. *Food Bioprod Process* 2012; 90: 700-706.

Chang C, Lin H, Chang C, Liu Y. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering* 2006; 77: 478-485.

Charrondière U, Stadlmayr B, Rittenschober D, Mouille B, Nilsson E, Medhammar E et al. FAO/INFOODS food composition database for biodiversity. *Food Chemistry* 2012; 140: 408-412.

Del Borghi A, Gallo M, Strazza C, Del Borghi M. An evaluation of environmental sustainability in the food industry through Life Cycle Assessment: the case study of tomato products supply chain. *J Clean Prod.* 2014; 78: 121-30.

Del Valle M, Camara M, Torija M. Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2006; 86 (8): 1232-1236.

Delzenne N, Olivares M, Neyrinck A, Beaumont M, Kjølbæk L, Larsen T et al. Nutritional interest of dietary fiber and prebiotics in obesity: Lessons from the MyNewGut Consortium. *Official Journal of ESPEN, The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* 2019.

Demirer T. A research on the determination of productivity levels of tomato grown areas. *African Journal of Agricultural.* 2018; 2808-2817.

Domingos S. Valorização do Tomate. Extração supercrítica de compostos bioativos a partir de repiso de tomate [dissertação]. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa; 2009.

Eldahshan O, Nasser A, Singab B. Carotenoids. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 2013; 1: 8192.

Eller FJ, Moser JK, Kenar JA, Taylor SL. Extraction and Analysis of Tomato Seed Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society* 2010; 87: 755-762

Erba D, Casiraghi M, Ribas A, Cáceres R, Marfà O, et al. Nutritional value of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) grown in greenhouse by different agronomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, Elsevier, 2013, 31(2): 245-251.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization Statistics. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [acedido em: 14/05/2019]

Ferreira I, Abreu R. Stress Oxidativo, Antioxidantes e Fitoquímicos. Sociedade Portuguesa de Bioanalistas da Saúde. 2007. p. 32-39.

Ferreira J. Antioxidantes. Fundação Portuguesa de Cardiologia 2019. Disponível em <http://www.fpcardiologia.pt/os-antioxidantes> [acedido em 23/05/2019]

Ferreira PM. Segurança Alimentar e Nutricional e Desenvolvimento. Fundação Fé e Cooperação 2018. p. 11-110.

Ferreira SMR, Freitas RJS, Lazzari EN. Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. *Ciência Rural*. 1nded., 34 vol. Santa Maria: 2004; 329-335.

Fuentes E, Carle R, Astudillo L, Guzmán L, Gutiérrez M, Carrasco G et al. "Research Article- Antioxidant and Antiplatelet Activities in Extracts from Green and Fully Ripe Tomato Fruits (*Solanum lycopersicum*) and Pomace from Industrial Tomato Processing". In: Hindawi Publishing Corporation 2013; (1): 1-9.

Galina S, Maria P. Determination of the moisture content in infrared dried apples. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI – Food Technology, New Series Year III (XXXIII)*. Paper presented at the International Symposium Euro - aliment 2009, Galati – Romania.

Gianessi L, Sankula S, Reigner N. Plant Biotechnology – Potential Impact for Improving Pest Management in European Agriculture: Tomato – Virus-Resistant Case Study. The National Center for Food and Agricultural Policy. 2003.

Gil M, Selma M, Gálvez F, Allende A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. International Journal of Food Microbiology 2009; 134 (1-2): 37-45.

Guimarães R, Barros L, Barreira J, Sousa M, Carvalho A, Ferreira I. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. Food Chem Toxicol 2010; 48: 99-106.

Gustavson J, Cederberg C, Sonesson U, Van Otterdijk R, Meybeck A. Global food losses and food waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 2011.

Hallmann E. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. Journal of the Science of Food and Agriculture 2012; 92(14): 2840-2848.

INE. Estatísticas Agrícolas 2016. In: Instituto Nacional de Estatística, IP, editor. Lisboa, 2017.

INE. Estatísticas Agrícolas 2017. In: Instituto Nacional de Estatística, IP, editor. Lisboa, 2018.

Isik F. EFFECTS OF TOMATO POMACE SUPPLEMENTATION ON CHEMICAL AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF CRACKERS. Italian Journal of Food Science 2016; 28: 525-535.

Jacques A, Zambiasi R. Phytochemicals in Blackberry. Ciências Agrárias, Londrina 2011; 32 (1): 245- 260.

Javanmardi J, Kubota C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 2006; 41: 151-155.

Jones, JB. Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. In: Keiller, G. 2nd edition Chap. 2, Plant characteristics and Physiology. CRC Press; New York 2008b; 74-75.

Knoblich M, Anderson B, Latshaw D. Analyzes of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2005; 85: 1166-1170.

Lam R, Woo A, Leung P, Cheng C. Antioxidant Actions of Phenolic Compounds Found in Dietary Plants on Low-Density Lipoprotein and Erythrocytes in Vitro. *Journal of the American College of Nutrition* 2007; 26 (3): 233–242.

Larrauri J, Ruperez P, Saura-Calixto F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J Agr Food Chem* 1997; 45: 1390–1393.

Lavelli V, Torresani M. Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato products. *Food Chem* 2011; 125: 529-535.

Leyva R, Constán-Aguilar C, Blasco B, Sánchez-Rodríguez E, Romero L, Soriano T, Ruíz J. Effects of climatic control on tomato yield and nutritional quality in Mediterranean screenhouse. *J Sci Food Agric* Jan 2014; 94(1): 63-70.

Liu F, Ang C, Spinger D. Optimization of extraction conditions for active components in *Hypericum perforatum* using surface methodology. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington 2000; 48 (8): 3364-3371.

Lu Z, Wang Z, Gao R, Ye F, Zhao G. Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology journal* 2019; 86: 172-187.

Luterotti, S, Bicanic D, Markovi K, Franko M. "Carotenes in processed tomato after thermal treatment". In *Food Control* 2015. 48: 67-74.

Madhava R, David B, Otilia J, Kumar K. Lycopene And It ' S Importance In Treating Various Diseases In Humans. *International Research Journal of Pharmacy* 2011; 2 (8): 31-37.

Magalhães L, Segundo M, Reis S, Lima J. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica Chimica Acta*, 2008; 613 (1): 1-19.

Manfredi M, Vignali G. Life cycle assessment of a packaged tomato puree: a comparison of environmental impacts produced by different life cycle phases. *Journal of Cleaner Production* Jun 2014; 73: 275-284.

Mcguirre RG. Reporting of objective color measurements. *Hort. Sci* 1992; 17 (12): 1254-1255.

Mezzomo N, Ferreira S. Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: A review. *Journal of Chemistry* 2016.

Monteiro C, Balbi M, Miguel O, Penteado P, Haracemiv S. Qualidade Nutricional e Antioxidante do Tomate "Tipo Italiano". *Ali. Nutr* 2008; 19 (1): 25-31.

Mutsokoti L, Panozzo A, Tongonya J, Kebede B, Van Loey A, Hendrickx M. Carotenoid stability and lipid oxidation during storage of low-fat carrot and tomato based systems. *LWT - Food Science and Technology* 2017; 80: 470-478.

Naika S, Jeude JVL, Goffau M, Hilmi M, Dam BV. A cultura do tomate, produção, processamento e comercialização. Agrodok 17, 2006.

Nour V, Ionica ME, Trandafir I. Bread enriched in lycopene and other bioactive compounds by addition of dry tomato waste. Food Sci Technol 2015; 52 (12): 8260-8267.

Nour V, Panaite T, Ropota M, Turcu R, Trandafir I, Corbu A. Nutritional and bioactive compounds in dried tomato processing waste, CyTA - Journal of Food 2018; 16 (1): 222-229.

Oosterveer P, Adjei B, Vellema S, Slingerland M. Global sustainability standards and food security: Exploring unintended effects of voluntary certification in palm oil. Glob Food Sec Nov 2014; 3 (3): 220-6.

Oroian M, Escriche I. "Review – Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. In: Food Research International 2015; 74: 10-36.

Palet, JSC. Alterações físico-químicas e microbiológicas num produto à base de tomate embalado em doypack, ao longo do tempo de prateleira. 2012. p. 1-12.

Palomo I, Concha-Meyer A, Lutz M, Said M, Sáez B, Vásquez A et al. Chemical Characterization and Antiplatelet Potential of Bioactive Extract from Tomato Pomace (Byproduct of Tomato Paste). Nutrients 2019; 11: 456-466.

Parkouda C, Diawara B, Lowor S, Diako C, Saalia F, Annan N. Volatile compounds of maari, a fermented product from baobab (*Adansonia digitata* L.) seeds. Afr J Biotechnol 2013; 10 (20): 4197-206.

Peralta I, Spooner D. Morphological characterization and relationships of wild tomatoes (*Solanum* L. Sect. *Lycopersicon*). *Monographs in Systematic Botany* 2005; 104: 227-257.

Pereira C, León G, Hernández A, González R. Determinación del color en epicarpio de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill.) con sistema de visión computarizada durante la maduración. *Agronomía Costarricense* 2012; 36 (1): 97-111.

Perretti G, Troilo A, Bravi E, Marconi O, Galgano F, Fantozzi P. "Production of a lycopene-enriched fraction from tomato pomace using supercritical carbon dioxide". In: *The Journal of Supercritical Fluids* 2013; 82: 177-182.

Pinela J, Oliveira M, Ferreira I. Bioactive compounds of tomatoes as health promoters. *Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables* 2016; 2: 48-91.

Raiola A, Rigano M, Calafiore R, Frusciante L, Barone A. Enhancing the Health-Promoting Effects of Tomato Fruit for Biofortified Food. *Mediators of Inflammation*, New York; 2014. 1: 1-16.

Rauha J, Remes S, Heinonen, Hopia A, Kähkönen M, Kujala T, et al. Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology* 2000; 56 (1): 3-12.

Reisch L, Eberle U, Lorek S. Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. *SSPP*. 2013; 9 (2): 7-25.

Riadh M, Ahmad S, Marhaban M, Soh A. Infrared heating in food drying: An overview *Drying Technology* 2015; 33 (3): 322-335.

Richelle M et al. A food-based formulation provides lycopene with the same bioavailability to humans as that from tomato paste. *J. Nutr.* 2002; 132: 404-408.

Roca MGG. Valorização do Tomate Nacional - Extração de licopeno por CO₂ supercrítico a partir de repiso de tomate [dissertação]. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa; 2009.

Rodrigues F, Gaspar C, Palmeira-de-Oliveira A, Sarmento B, Helena A, Oliveira M. Application of Coffee Silverskin in cosmetic formulations: physical/antioxidant stability studies and cytotoxicity effects. *Drug Development and Industrial Pharmacy* 2015; 1-8.

Rodrigues F, Palmeira-de-Oliveira A, das Neves J, Sarmento B, Amaral M, Oliveira M. *Medicago spp.* extracts as promising ingredients for skin care products. *Industrial Crops and Products* 2013 Aug; 49: 634-644.

Sáez-Plaza P, Michałowski T, José Navas M, Asuero A, Wybraniec S. Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I. Early History, Chemistry of the Procedure, and Titrimetric Finish 2013; 43: 178-223.

Savadkoohi S, Hoogenkamp H, Shamsi K, Farahnaky A. Color, sensory and textural attributes of beef frankfurter, beef ham and meat-free sausage containing tomato pomace. *Meat Science* 2014; 97: 410-418.

Schwarz K, De Resende J, Preczenhak A, De Paula J, Faria M, Dias D. Agronomic performance and physico-chemical quality in 83 tomato hybrids grown without guiding. *Horticultura Brasileira* 2013; 31 (3): 410-418.

Shao D, Atungulu G, Pan Z, Yue Y, Zhang A, Fan Z. Characteristics of Isolation and Functionality of Protein from Tomato Pomace Produced with Different Industrial Processing Methods. *Food Bioprocess Technol* 2014; 7 (2): 532-54.

Shao D, Atungulu GA, Pan Z, Yue T, Zhang A, Li X. Study of Optimal Extraction Conditions for Achieving High Yield and Antioxidant Activity of Tomato Seed Oil. *Journal of Food Science* 2012; 77: E202-E208.

Shaohaib T, Shafique M, Dhanya N, Divakar M. Importance of Flavonoids in Therapeutics. *Journal of Drugs and Medicines* 2011; 3(1): 1-1.

Shi J, Mazza G, Maguer M. Functional Foods - Biochemical and Processing Aspects. Chap. 4, Lycopene from Tomatoes. CRC Press. New York; 2002. p. 136-160.

Shi J, Mittal G, Kim E, Xue SJ. Solubility of Carotenoids in Supercritical CO₂. Food Rev. Int 2007; 23 (4): 341-37.

Silva C. Estudo do funcionamento de uma linha de produção de ketchup [dissertação]. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa; 2018.

Silva, MI. Estudo do Equilíbrio de Fases de Sistemas Relevantes para o Processo de Desalcolização de Vinho por Extração Supercrítica. Tese de Doutoramento. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. Porto. 2002. p. 284.

Silva Y, Borba B, Pereira V, Reis M, Caliaro M, Brook M et al. Characterization of tomato processing by-product for use as a potential functional food ingredient: nutritional composition, antioxidant activity and bioactive compounds. International Journal of Food Sciences and Nutrition 2018; 1-11.

Slimestad R, Fossen T, Verheul M. The flavonoids of tomatoes. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2008; 56: 2436-2441.

Soares S. Ácidos fenólicos como antioxidantes. Revista de Nutrição 2002; 15 (1): 71-81.

Spiertz H. Food production, crops and sustainability: Restoring confidence in science and technology. Current Opinion in Environmental Sustainability 2010; 2: 439-443.

Stajčić S, Četković G, Čanadanović-Brunet J, Djilas S, Mandić A, Četojević-Simin D. Tomato waste: Carotenoids content, antioxidant and cell growth activities. Food Chemistry 2015; 172: 225-232.

Strati, I.F, Oreopoulou, V. Recovery and Isomerization of Carotenoids from Tomato Processing By-products. *Waste and Biomass Valorization* 2014; 7 (4): 843-850.

Sucupira N, Silva A, Pereira G, Costa J. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. *UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde* 2012; 14 (4): 263-9.

Tabart J, Kevers C, Pincemail J, Dommès J. Comparative antioxidant capacities of phenolic compounds measured by various tests. *Food Chemistry* 2009; 113 (4): 1226-1233.

Talaia, S. Caracterização físico-química do concentrado do tomate. Brasil; 2007. p. 6.

Torbica A, Belovic M, Mastilovic J, Kevresan Z, Pestoric M, Skrobot D, Hadnadev T. Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace. *Food and Bioproducts Processing* 2016; 98: 299-309.

Van D, Don A. Colour and appearance analysis of fruit and vegetable soup using a digital colour imaging system. In: *Conference on Colour in Graphics, Imaging and Vision*. Joensuu: Society for Imaging Science and Technology 2010; 399-406.

Vizzotto M e Pereira M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. *Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal* 2011; 33 (4): 1210-1214.

Wu Z, Sun S, Wang F, Guo D, Dubey S, Dubey J, et al. Establishment of regeneration and transformation system of *Lycopersicon esculentum* microtom. *British Biotechnology journal* 2011; 1 (3): 53-60.

Zdravkovic J, Cvikic D, Pavlovic N, Urgrinovic M, Pavlovic S, Djordjeic R et al. Variation of Nutritional Value of Tomato in Post-Harvest Period. *Romanian Biotechnological Letters* 2016; 21(2): 11372-11380.

Zhiqiang L, Jiajia W, Ruiping G, Fayin Y, Guohua Z. Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology* 2019; 86: 172-18.