

# **Estudo da implicação da formulação e do processo tecnológico nas características de Ketchup**

**Ana Beatriz Correia Moreira**

Dissertação para a obtenção do Grau Mestre em  
**Engenharia Alimentar**

Orientador: Professora Doutora Margarida Gomes Moldão Martins

**Júri:**

Presidente: Doutor Vitor Manuel Delgado Alves, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais:

Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora associada com Agregação do Instituto superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutora Maria Luisa Louro Martins, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa



## **Agradecimentos**

Quero agradecer à Sugal-Group, pela oportunidade da realização deste trabalho na sua unidade industrial de Benavente.

Os meus agradecimentos à Eng.<sup>a</sup> Carla Vieira e ao Eng.<sup>o</sup> Pedro Maia e Silva pelo acompanhamento, pelos ensinamentos e pela disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas e questões colocadas.

Agradeço também à minha orientadora da dissertação de mestrado, Professora Margarida Moldão, que desde o início me aconselhou, motivou e ajudou da melhor forma, além de todos os ensinamentos que me transmitiu.

Deixo também um agradecimento à equipa de laboratório da Sugal-Group por todo o apoio e ajuda sempre que foi necessário.

Aos amigos que o Instituto Superior de Agronomia me deu, um muito obrigado por todos os momentos passados nesta caminhada.

Aos meus cunhados, um obrigado pela amizade, ajuda e carinho.

Aos meus sogros, muito obrigado por todo o apoio, força e carinho neste projeto.

Ao meu marido João por todo o carinho, amor e apoio incondicional e pelas palavras de coragem e incentivo.

Por último, agradeço à minha família, em especial aos meus pais e irmã, que sempre me ajudaram e apoiaram incondicionalmente.

## Resumo

O tomate é um fruto muito perecível e, por esse motivo, apresenta um tempo de vida útil muito reduzido. Sendo a sua produção anual, torna-se fundamental recorrer ao processamento deste fruto para garantir o seu consumo durante todo o ano. O ketchup é um dos produtos resultantes deste processamento e é o foco do presente trabalho.

Este trabalho, realizado na empresa Sugai-Group, teve como objetivo estudar o impacto do processamento tecnológico nas características físico-químicas e sensoriais do ketchup e estudar sensorialmente as características organolépticas do produto. De modo a cumprir o primeiro objetivo foram selecionadas 6 formulações de ketchup laboradas na unidade industrial, e foram analisados vários parâmetros físico-químicos (°Brix, consistência, teor de cloretos, acidez e pH), na “cozinha industrial”, zona de preparação das formulações, e após o processamento tecnológico, no produto final. Das 6 formulações estudadas, foram selecionadas 3 para serem analisadas sensorialmente.

Os resultados obtidos permitiram concluir que o processamento tecnológico altera as características do ketchup no parâmetro °Brix, com um aumento dos seus valores (média de 2 unidades). Altera ainda o parâmetro consistência, com uma diminuição dos valores de Bostwick (com variações diferentes consoante as formulações), resultando num aumento desta no produto. Quanto aos parâmetros teor de cloretos, acidez e pH não houve alterações significativas causadas pelo processamento tecnológico. É de salientar que nas amostras selecionadas para análise sensorial pela empresa não foram percecionadas diferenças sensoriais pelos consumidores.

**Palavras-chave:** Tomate, tratamento térmico, formulações, °Brix, consistência

## **Abstrat**

Tomato is a very perishable fruit and, for this reason, has a very short shelf life. As its production is annual, it is essential to resort to the processing of this fruit, to ensure its consumption throughout the year. Ketchup is one of the resulting products from this processing and will be the focus of this paper.

This work, carried out at Sugal-Group, aimed to study the impact of technological processing on the physiochemical and sensory characteristics of ketchup. 6 ketchup formulations, produced in the industrial unit, were selected and several physical-chemical parameters ( $^{\circ}$ Brix, consistency, chloride content, acidity and pH) were analyzed in the "industrial kitchen", the formulations preparation area, and also, after the technological processing, in the final product. From the 6 formulations studied, 3 were selected to be analyzed sensorially.

The obtained results allowed to conclude that the technological processing is able to change the characteristics of ketchup in the  $^{\circ}$ Brix parameter, with an increase in its values (average of 2 units). Also the consistency parameter changed, with a decrease in Bostwick values (with different variations according to the formulations), which resulted in an increase in product consistency. As for the chloride content, acidity and pH parameters, there were no significant changes caused by technological processing. It should be noted that in the samples selected for sensory analysis by the company, no sensory differences were perceived by the consumers.

**Keywords:** tomato, heat treatment, formulations,  $^{\circ}$ Brix, consistency

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstrat.....	iii
ÍNDICE .....	iv
Lista de figuras e tabelas .....	vi
<b>1. Introdução e Objetivos .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Contextualização Teórica .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Origem do tomate .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Importância do Tomate no Mundo.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3 Morfologia do Tomate.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Caracterização Físico-química do tomate.....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Critérios de qualidade do tomate de indústria e dos seus derivados.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Produtos derivados .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6.1 Concentrado de Tomate .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6.2 Ketchup.....</b>	<b>13</b>
<b>2.6.3 Outros produtos.....</b>	<b>15</b>
<b>3. Caso de estudo - Empresa Sugal.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Apresentação da empresa .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Principais produtos e processos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.1 Concentrado de tomate .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2.2 Ketchup.....</b>	<b>21</b>
<b>4. Estudo da influência do Processo e Composição nas características de ketchup .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Delineamento experimental .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Metodologias Analíticas .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.1 Controlo Físico-químico.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2.2 Análise Sensorial.....</b>	<b>28</b>
<b>4.3. Análise Estatística dos Resultados.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Resultados e Discussão .....</b>	<b>30</b>

<b>5.1 Caracterização das formulações de Ketchup estudadas .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Análise Sensorial .....</b>	<b>37</b>
<b>6. Conclusões e Perspetivas futuras .....</b>	<b>39</b>
<b>7. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>41</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>46</b>

## Lista de figuras e tabelas

Figura 1. Principais produtores de tomate a nível mundial <sup>8</sup> <b>Erro! Marcador não definido.</b>	6
Figura 2. Principais produtores de tomate a nível europeu <sup>8</sup> <b>Erro! Marcador não definido.</b>	6
Figura 3. Composição morfológica do tomate <sup>12</sup> .....	6
Figura 4. Logótipo do grupo Sugal <sup>54</sup> .....	16
Figura 5. Concentrado de tomate <sup>54</sup> .....	18
Figura 6. Recipientes utilizados para armazenar concentrado de tomate da Sugal-Group <sup>54</sup> .....	20
Figura 7. Diagrama de produção do Concentrado de Tomate.....	20
Figura 8. Diagrama de produção de ketchup. ....	22
Figura 9. Determinação do Teor de sólidos solúveis.....	25
Figura 10. Determinação do pH .....	25
Figura 11. Determinação do pH .....	25
Figura 12. Procedimento da determinação do teor de cloretos .....	27
Figura 13. Procedimento da determinação da consistência .....	28
Figura 14. Valores médios de °Brix do ketchup na "cozinha industrial" e no produto final. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). .	31
Figura 15. Valores médios da acidez do ketchup na "cozinha industrial" e no produto final. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). .....	33
Figura 16. Valores médios do teor de cloretos do ketchup na "cozinha industrial" e no produto final. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). .....	34
Figura 17. Valores médios da consistência do ketchup na "cozinha industrial" e no produto final. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). .....	35
Figura 18. Valores médios dos parâmetros sensoriais estudados das três formulações de ketchup analisadas. ....	37
Tabela 1. Composição nutricional do tomate maduro (valores expressos por 100 g de parte edível) <sup>21</sup> .....	7
Tabela 2. Teor de licopeno no tomate e alguns produtos derivados <sup>31</sup> .....	8
Tabela 3. Composição das diferentes formulações de ketchup estudadas .....	23

# 1. Introdução e Objetivos

Os hortofrutícolas e seus derivados são alimentos com elevado valor nutricional e são fundamentais para uma alimentação diária equilibrada e saudável, uma vez que são fonte de vitaminas, de minerais, de compostos bioativos e de fibras alimentares. Este tipo de alimento ajuda na prevenção de doenças como doenças cardiovasculares e determinados tipos de cancro se forem consumidos regularmente em quantidades apropriadas<sup>1</sup>.

O tomate de indústria que pertence à espécie *Solanum lycopersicum* P. Mill. da família Solanaceae é um fruto rico em nutrientes e benéfico para a saúde dadas as suas propriedades funcionais cada vez mais valorizadas por parte do consumidor<sup>2,3</sup>.

O tomate é um fruto bastante perecível que necessita de ser preservado e de modo a aumentar o tempo de prateleira, mantendo as qualidades nutricionais e sensoriais é necessária a utilização de determinados processamentos por parte da indústria alimentar<sup>3</sup>.

A indústria alimentar tem vindo a sentir a necessidade de acompanhar as novas tendências e tecnologias e a evoluir com estas. Com base nas necessidades e exigências dos consumidores, a indústria é cada vez mais desafiada a desenvolver produtos com pouco processamento, com sabor fresco, com o mínimo de conservantes, o mais seguros possível e com preços acessíveis<sup>3</sup>.

A sugal-Group, fundada há mais de 60 anos, é hoje em dia um dos maiores produtores de concentrado de tomate, no entanto mantém-se ainda como uma empresa familiar. No total, a empresa processa por ano mais de 1,8 milhões de toneladas de tomate fresco nas suas fábricas, desta transformação (1ª transformação) resulta o concentrado de tomate que tanto é utilizado como produto base para a produção de outros produtos na empresa (2ª transformação) (ketchup, polpas e molhos) como é vendido a outras entidades.

Entre muitos produtos resultantes da 2ª transformação da Sugal-Group, o ketchup é um dos principais. A empresa assegura a produção deste produto de acordo com as suas fórmulas e o seu diagrama de produção implementado na empresa.

A presente dissertação teve como objetivos perceber a influência do processamento térmico das diversas formulações de ketchup nas características dos

produtos finais e verificar se essas diferenças são percebidas sensorialmente pelo consumidor.

O estudo prático realizado dividiu-se em duas fases distintas:

- Uma primeira fase que correspondeu à caracterização físico-química de 7 formulações de ketchup após formulação e após processamento térmico;
- Uma segunda fase de análise sensorial dos produtos finais de três tipos de ketchup, selecionados pela empresa.

O trabalho encontra-se dividido em 5 capítulos, organizados da seguinte forma:

- Primeiro capítulo: é apresentada uma revisão bibliográfica sobre temas relevante para o trabalho, nomeadamente teoria relacionada com o tomate de indústria;
- Segundo capítulo: é apresentada a empresa onde decorreu a parte prática do trabalho e ainda quais os produtos e processos desta empresa;
- Terceiro capítulo: são descritos os materiais e métodos utilizados na realização do trabalho, assim como as condições dos ensaios estudadas;
- Quarto capítulo: são resumidos e discutidos os principais resultados obtidos;
- Quinto capítulo: são apresentadas as conclusões do trabalho.

## 2. Contextualização Teórica

### 2.1 Origem do tomate

O tomateiro é originário da América do Sul, mais especificamente do Perú, do Equador, da Bolívia e do Norte do Chile. Antes da sua introdução na Europa, no século XVI, estendeu-se também até ao México. A aceitação desta espécie foi diferente nas várias regiões da Europa. Na zona mediterrânica, nomeadamente em Espanha e Itália, o tomate foi facilmente aceite e começou a ser consumido rapidamente. Nos países do Centro e Norte da Europa tiveram inicialmente uma aceitação diferente, uma vez que consideravam esta espécie como venenosa e a utilizavam apenas para fins ornamentais, e apenas mais tarde começou a ser consumido como produto alimentar. No início do século XX, verificou-se um grande aumento do seu cultivo a nível mundial dado o desenvolvimento da indústria de processamento<sup>4-6</sup>.

### 2.2 Importância do Tomate no Mundo

O tomate é uma das hortofrutícolas mais consumidas em todo o mundo por apresentar um elevado valor nutricional.

Por análise da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** é possível constatar que a produção mundial de tomate tem vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. A China é o maior produtor de tomate a nível Mundial e tem igualmente aumentado a sua produção ao longo dos anos, sendo que em 2020 produziu mais de 60 milhões de toneladas de tomate, representando cerca de 35% da produção mundial. O Top10 mundial, conforme representado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, representa cerca de 76% da produção mundial<sup>7</sup>.

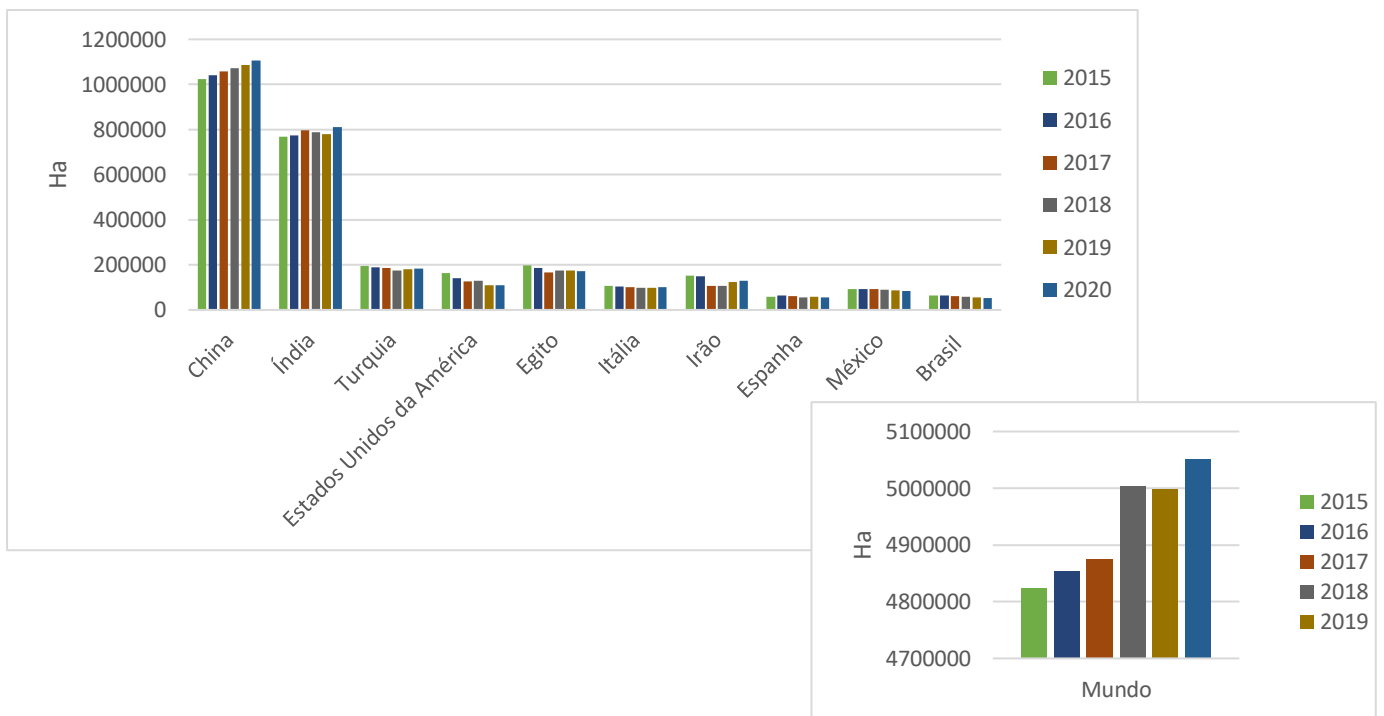


Figura 1. Principais produtores de tomate a nível mundial<sup>8</sup>

Embora se verifique um aumento de produção de tomate ao longo dos anos, o mesmo não se verifica na Europa, pois estes valores têm oscilado (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

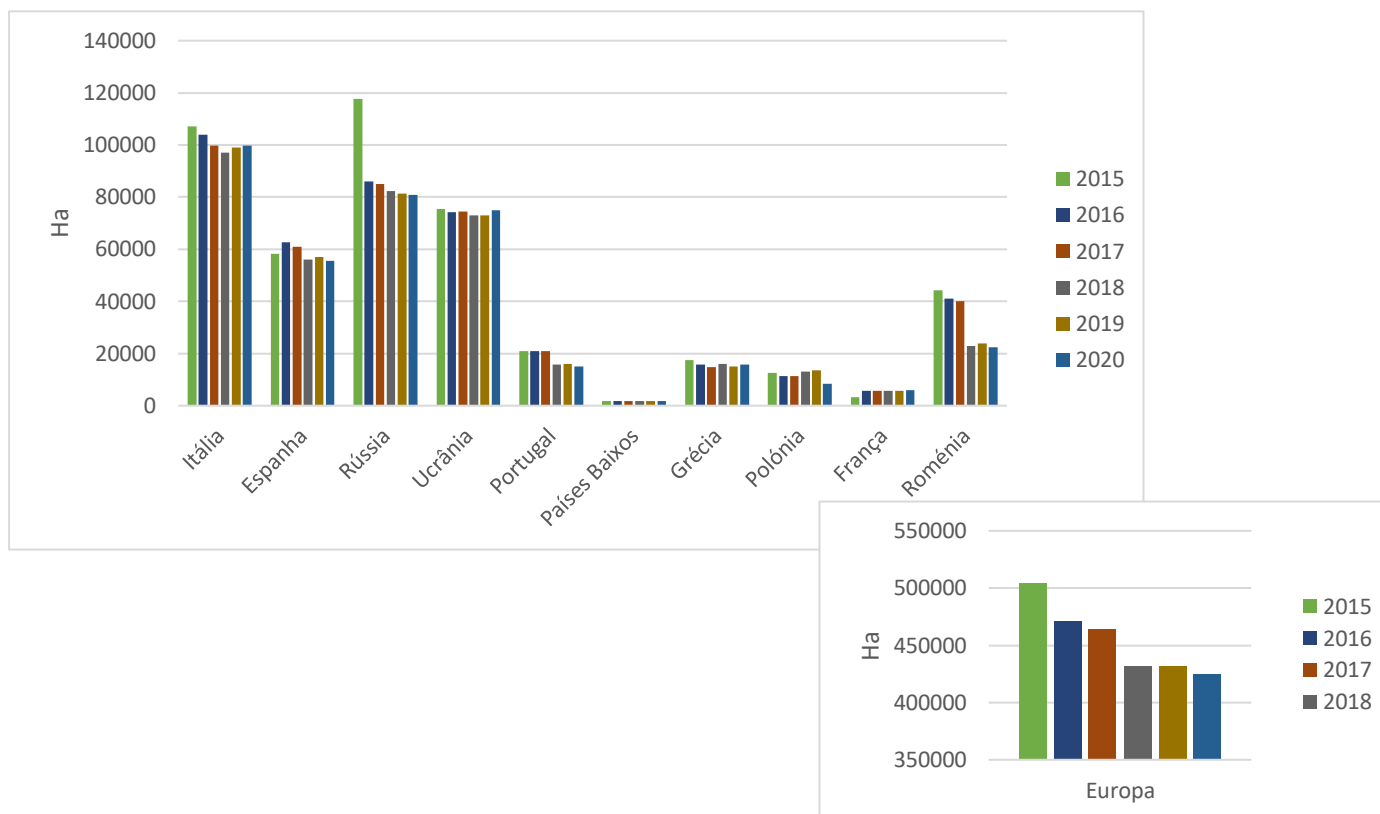


Figura 2. Principais produtores de tomate na Europa<sup>8</sup>

Em 2020 a produção mundial de tomate na Europa foi de cerca de 23 milhões de toneladas, valor mais baixo dos últimos 5 anos, como é possível visualizar no gráfico da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** A Itália é o maior produtor de tomate da Europa, tendo em 2020 produzido 6,2 milhões de toneladas, representando cerca de 27% da produção europeia. O Top10 Europeu, conforme representado na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, em 2020 representou 91% da produção europeia, produzindo cerca de 20,8 milhões de toneladas de tomate, isto indica-nos que estes 10 países europeus satisfazem quase toda a produção europeia<sup>7</sup>.

Por análise da **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** verifica-se que Portugal, em 2020, se encontrava no Top6 Europeu, tendo produzido cerca de 14 milhões de toneladas de tomate, representando 6% da produção europeia.

Em Portugal, o tomate é a principal cultura horto-industrial e a principal cultura hortícola para consumo em fresco, com exceção da batata, tal acontece uma vez que Portugal possui características edafo-climáticas distintas para o cultivo do tomate. O tomate português consegue assim diferenciar-se a nível mundial, apresentando frutos com elevados teores de sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix), baixa acidez, aroma intenso e alto teor em licopenos (tomates com cor vermelha intensa)<sup>8</sup>.

A cultura de tomate para indústria concentra-se no Ribatejo, Vale do Tejo, no Vale Sorraia e nos regadios do Alentejo<sup>9</sup>.

A grande maioria do tomate produzido em Portugal tem como destino a transformação industrial sendo que grande parte dessa produção de concentrado de tomate e dos seus derivados se destinam à exportação (77%)<sup>10</sup>.

Segundo os dados de 2018, a área de tomate de indústria tem vindo a decrescer nos últimos 20 anos em Portugal, no entanto, o contrário se verificou na região do Ribatejo e Oeste. Quanto às produtividades de tomate de indústria, estas têm aumentado significativamente ao longo dos últimos 20 anos<sup>10</sup>.

Por consequência do aumento significativo da produtividade de tomate para indústria e da introdução de variedades com maior rendimento industrial, também a produção de transformados de tomate da última década tem vindo a aumentar, com uma taxa de crescimento médio anual de 3,9% em Portugal na última década (2008 – 2018), sendo que no caso específico da polpa de tomate e do concentrado de tomate cresceu 6,7%/ano e 2,6%/ano, respetivamente<sup>10</sup>.

## **2.3 Morfologia do Tomate**

O tomateiro é uma planta herbácea, com porte arbustivo e perene, embora seja cultivada apenas uma vez por ano. O tomate é morfológicamente constituído por um pericarpo (constituídos por epicarpo, mesocarpo e endocarpo), feixe fibrovascular, septo, lóculos, tecidos placentários e sementes (Figura 3)<sup>11</sup>.

As sementes encontram-se imersas no tecido placentário, que por sua vez se encontram nos lóculos (no interior do fruto). Os frutos podem ter mais que um lóculo, dependendo da variedade, sendo que os frutos se denominam bi, tri, tetra ou pluriloculares consoante o número de lóculos que contêm<sup>11</sup>.

O epicarpo caracteriza-se por ser a pele mais externa do fruto e é formada por células poligonais finas de cor amarelada. O mesocarpo é a parte mais resistente do fruto e é formado por células que contêm pigmentos (licopeno) e a polpa (solução aquosa muito aromática). O endocarpo é formado pelas paredes que delimitam os lóculos<sup>12</sup>.

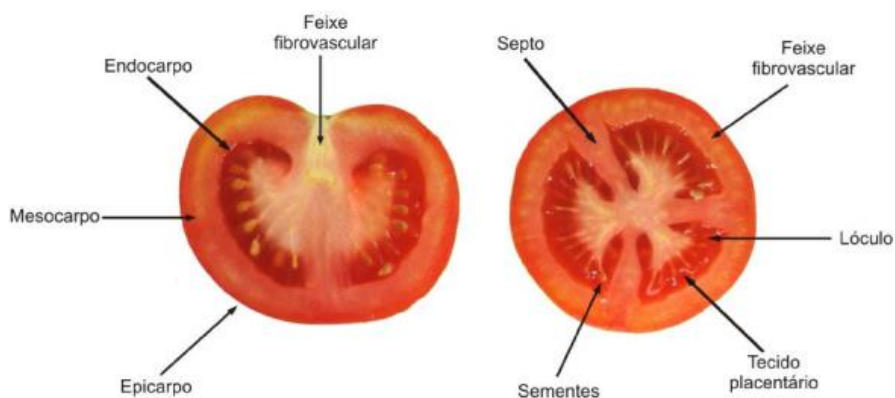


Figura 3. Composição morfológica do tomate<sup>11</sup>

## 2.4 Caracterização Físico-química do tomate

O tomate, de nome científico *Solanum lycopersicum* L, é composto fundamentalmente por água, cerca de 94% dos seus constituintes totais. Como identificado na Tabela 1, os restantes 6% correspondem a matéria seca, isto é: açúcares solúveis (em grande maioria frutose e glucose), sólidos insolúveis em álcool (celulose, substâncias pécicas, proteínas e hemicelulose), ácidos orgânicos (ácido cítrico e málico), minerais (potássio, o fósforo e o cálcio presentes em maior quantidade) e outros constituintes como lípidos, pigmentos e vitaminas<sup>2,13</sup>. Embora as vitaminas estejam presentes em pequena proporção no total da matéria seca, estas são muito importantes do ponto de vista nutricional deste fruto<sup>14</sup>.

Existem muitos fatores que influenciam a composição nutricional do tomate, entre eles, o genótipo da planta, as técnicas de cultivo, o meio envolvente onde a planta se desenvolve, o tipo de solo e nutrição vegetal e o tratamento pós-colheita<sup>15-17</sup>

Como se pode verificar na Tabela 1, este fruto é rico em compostos antioxidantes, como vitaminas A, E e C, ácido fólico, carotenoides (principalmente licopeno), flavonoides e em minerais (potássio, cálcio e outros oligoelementos)<sup>18,19</sup>. Dado o seu baixo teor em gorduras e matéria seca, este fruto é característico por ter um baixo valor calórico<sup>15</sup>.

Tabela 1. Composição nutricional do tomate maduro (valores expressos por 100 g de parte edível)<sup>20</sup>.

Componentes		Por 100 g
Energia, kcal		19
<b>Macronutrientes</b>	Água, g	93,5
	Proteína, g	0,8
	Lípidos, g	0,3
	Hidratos de Carbono, g	3,5
	Fibra alimentar, g	1,3
<b>Vitaminas</b>	A, µg	85
	Caroteno, mg	510
	E (α-tocoferol), mg	1,2
	Tiamina, mg	0,05
	Riboflavina, mg	0,03
	Niacina, mg	0,6
	B6, mg	0,14
	C, mg	20
<b>Minerais</b>	Cinza, g	0,54
	Sódio (Na), mg	13
	Potássio (K), mg	253
	Cálcio (Ca), mg	11
	Fósforo (P), mg	17
	Magnésio (Mg), mg	11
	Ferro (Fe), mg	0,7
	Zinco (Zn), mg	0,1

A fibra alimentar é um dos principais constituintes da parede celular do tomate. Esta tem uma componente insolúvel em água (celulose, hemicelulose e lenhina) e uma componente solúvel em água (substâncias pécnicas, gomas e mucilagens)<sup>21,22</sup>. A celulose é o principal constituinte da parede celular dos vegetais (associada à lenhina, hemiceluloses e pectinas) e tem como função biológica dar suporte, uma vez que esta não é digerida pelas enzimas do sistema gastrointestinal humano<sup>21</sup>. A hemicelulose liga-se através de ligações covalente à celulose, lenhina e pectinas criando assim estrutura e resistência à parede celular<sup>23</sup>. A lenhina é um polímero com capacidade de proteger a parede vegetal de agressões físicas, uma vez que tem a capacidade de formar uma barreira física que impede as bactérias de se ligarem às paredes celulares, dificultando assim a degradação bioquímica dos polissacáridos das fibras alimentares aos quais está ligada<sup>24</sup>. As substâncias pécnicas são responsáveis pela rigidez dos tecidos do tomate, que faz com que aumente a sua estabilidade e diminua a sua vulnerabilidade ao ataque por enzimas pectinólíticas<sup>25</sup>.

## Antioxidantes no tomate e seus derivados

As plantas acumulam substâncias antioxidantes como meio de defesa contra a radiação ultravioleta e a produção excessiva de radicais livres<sup>26</sup>. Os antioxidantes têm muitas propriedades biológicas que contribuem muito para a saúde humana, como os efeitos anti-inflamatórios e anti-cancerígenos<sup>27</sup>. As vitaminas, os carotenoides e os flavonoides são compostos que possuem um grande poder antioxidante, e como referido anteriormente, estes compostos estão presentes na composição do tomate, daí este fruto ser considerado uma fonte de substâncias antioxidantes<sup>27,28</sup>.

O principal carotenoide presente no tomate é o licopeno, que é responsável pela cor vermelha característica do tomate, assim, quanto maior o teor de licopeno, maior será a intensidade da coloração vermelha do fruto. A diferença do teor de licopeno dos frutos deve-se a fatores como: variedade, estado de maturação do fruto, fatores ambientais e condições de cultivo e de colheita<sup>29</sup>. Os produtos derivados de tomate como sumo de tomate, molho de pizza e o ketchup são também fontes de licopeno<sup>30</sup>.

Tabela 2. Teor de licopeno no tomate e alguns produtos derivados<sup>30</sup>.

<b>Alimento</b>	<b>Licopeno (µg/g peso fresco)</b>
Tomate fresco	8,8 – 42
Molho de tomate	62
Pasta de tomate	54 – 150
Molho de pizza	127,1
Ketchup	99 – 134,4

É possível verificar pela Tabela 2, que os produtos derivados de tomate apresentam maiores concentrações de licopeno que o tomate fresco, uma vez que perderam água na sua produção<sup>31,32</sup>. Além da evaporação da água, este acontecimento é justificado pelo facto do licopeno presente no tomate fresco se encontrar retido nos tecidos vegetais e apenas uma porção deste composto é libertada quando este fruto é consumido. No entanto, quando o tomate é submetido a um processamento térmico, como é o caso dos produtos derivados, acontece uma rutura das paredes celulares, aumentando assim a biodisponibilidade e a alteração da configuração química da isomeria geométrica do licopeno de *trans* para *cis*<sup>31,33</sup>.

O tomate é fonte de vitamina C (ácido ascórbico) e de vitamina A (sob a forma do seu precursor,  $\beta$ -caroteno). No entanto, o seu teor em vitaminas tende a ser reduzido quando sujeitos a processamentos térmicos, sendo que apenas 45% da quantidade de

vitamina C do tomate inicial se mantém no concentrado de tomate. No entanto, considera-se o suficiente para prevenir a degradação oxidativa do concentrado durante o seu armazenamento<sup>34,35</sup>.

## **2.5 Critérios de qualidade do tomate de indústria e dos seus derivados**

É essencial ter em conta as especificações requeridas pelos clientes e de modo a satisfazer estas necessidades e uma vez que existe uma elevada competitividade neste setor, torna-se fundamental apostar na qualidade dos produtos e assim garantir sucesso no mercado nacional e internacional<sup>36</sup>.

Existe uma perda significativa de qualidade do tomate desde o cultivo até ao consumidor final. Esta perda é resultante dos defeitos de origem fisiológica, dos danos acidentais, dos danos mecânicos ou de fatores biológicos<sup>37</sup>.

A qualidade do tomate fresco e dos seus produtos derivados é então influenciada por um conjunto de determinadas características da matéria-prima e do processamento, desde a sua entrada na empresa até ao produto final. Estes fatores fazem diferença na determinação do grau de aceitação pelo consumidor destes produtos.

A qualidade do tomate fresco é determinada por determinadas características como, a cor, o aspeto visual, a firmeza, o sabor e o valor nutritivo<sup>12</sup>. No caso da indústria de transformação de tomate, o °Brix, a consistência, o pH, a acidez, a cor e o teor de licopeno são considerados critérios para determinar a qualidade do tomate<sup>38</sup>.

- **Teor de Sólidos Solúveis**

O Teor de Sólidos Solúveis, expresso em °Brix, corresponde à quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no sumo do tomate, sendo que são maioritariamente açúcares. No entanto, ácidos orgânicos (cítrico e málico), aminoácidos, proteínas, lípidos, minerais e pectinas são os restantes sólidos solúveis presentes no tomate<sup>32</sup>. Uma vez que o tomate apresenta pouca quantidade de sacarose, os principais açúcares presentes são a frutose e a glucose<sup>12,39</sup>. Durante o processamento estes açúcares podem provocar o acastanhamento do fruto, perdendo

assim a sua cor característica vermelha, uma vez que por vezes ocorre a formação de compostos escuros causados pelas reações de *Maillard* (escurecimento não enzimático)<sup>12</sup>.

O Teor de Sólidos Solúveis do tomate é influenciado por vários fatores, tais como: estado de maturação do fruto, cultivar, técnicas culturais, tipo de solo e condições edafoclimáticas. Os restantes elementos do fruto, como proteínas e polissacarídeos constituem os sólidos insolúveis, que influenciam a consistência do tomate<sup>40</sup>.

Esta é uma das características mais importantes na determinação da qualidade interna do tomate, uma vez que quanto maior o °Brix (maior Teor de Sólidos Solúveis), melhor a variedade do tomate, o que condiciona o rendimento da polpa no tomate processado<sup>9</sup>. Na produção de concentrado de tomate por evaporação de água, há uma menor energia despendida quanto maior for o °Brix, uma vez que não é necessário haver tanta extração de água<sup>40</sup>.

- **Consistência**

A consistência é um critério muito importante a ter em conta nos produtos de tomate, uma vez que é também um atributo de qualidade na determinação da aceitabilidade do produto pelo consumidor. Neste tipo de produtos, a consistência é determinada pelas proporções da fase líquida e pelo teor dos sólidos insolúveis presentes no tomate<sup>41</sup>. Além da importância deste parâmetro na qualidade, o fator económico também é influenciado, uma vez que quanto maior for a consistência do concentrado de tomate, menor será a quantidade necessária a utilizar num produto derivado deste para se obter a consistência pretendida<sup>40</sup>.

A consistência é outro dos parâmetros a ter em conta na qualidade do tomate e tal como os outros parâmetros também é influenciada pelo processamento<sup>32</sup>. Este parâmetro tem como responsável as pectinas presentes na parede celular, no entanto, quando as enzimas pectinolíticas atuam, estas degradam as pectinas, levando a uma perda natural destas, o que leva a uma perda de consistência. Durante o processamento é normal existir uma inativação das enzimas pectinolíticas preservando-se assim a consistência<sup>42-44</sup>.

- **pH e acidez**

O pH tem um papel essencial na segurança microbiológica dos produtos à base de tomate. Estes produtos não sofrem tratamentos térmicos severos, como períodos longos de esterilização, havendo um binómio tempo/temperatura controlados de modo a proteger e não interferir na cor destes produtos e evitando assim grandes consumos de energia. Embora o tomate seja considerado um alimento ácido ( $\text{pH} < 4,6$ ), é necessário haver um enchimento assético dos produtos à base de tomate de modo a evitar proliferação de microorganismos<sup>3,45</sup>.

São vários os ácidos orgânicos que se encontram presentes no tomate, no entanto, o ácido cítrico é o que se encontra em maior abundância, sendo aquele que define a acidez do fruto<sup>46</sup>. Estes ácidos orgânicos contribuem tanto para a acidez do fruto, como para o seu aroma característico<sup>47,48</sup>.

A acidez titulável dos produtos derivados de tomate está relacionada com o estado de maturação dos frutos, assim, tomates menos maduros produzem concentrados com maior acidez titulável<sup>49</sup>.

- **Cor**

A cor é um dos fatores de qualidade mais importantes associados à avaliação de todos os produtos alimentares, uma vez que quando o consumidor observa um produto tem logo uma ideia pré-concebida sobre outros fatores de qualidade, como o sabor ou o aroma. Assim, torna-se fundamental ter em atenção a este parâmetro quando se está a processar um determinado alimento, neste caso, o tomate.

A cor, sendo uma característica perceptível pelo consumidor é uma variável fundamental a ser considerada, uma vez que contribui para a determinação do estado de maturação do fruto. O licopeno é o principal carotenoide responsável pela cor vermelha do fruto, sendo que o seu teor aumenta com o amadurecimento do fruto, no entanto, também estão presentes, mas em menor quantidade, o carotenoide  $\beta$ -caroteno<sup>50</sup>, entre outros.

A cor é um parâmetro que é diretamente influenciado pelo processo produtivo, uma vez que o licopeno é sensível a elevadas temperaturas e à presença de oxigénio e desta forma ocorre oxidação dos pigmentos carotenóides, o que faz com que durante o processamento o licopeno acabe por se ir alterando<sup>32</sup>.

## 2.6 Produtos derivados

O tomate é um fruto altamente perecível que se deteriora rapidamente após o amadurecimento. De modo a conservar os produtos frescos por mais tempo, é necessário um armazenamento refrigerado, para um curto período de tempo, ou um processamento, para um longo período de tempo<sup>51</sup>.

### 2.6.1 Concentrado de Tomate

Segundo a FAO<sup>52</sup>, o concentrado de tomate é definido como “um produto preparado por concentração do sumo ou de polpa obtidos a partir de tomates vermelhos maduros e sem defeitos (*Solanum lycopersicum* P. Mill), processados de modo a excluir a maioria das peles, sementes e outras substâncias grosseiras ou duras do produto final e que é posteriormente preservado por meios físicos”.

O concentrado de tomate pode ser considerado um “Puré de Tomate” quando o concentrado contém pelo menos 7%, mas não mais que 24% de sólidos solúveis totais naturais, mas também pode ser uma “Pasta de Tomate” se o concentrado contiver pelo menos 24% de sólidos solúveis totais naturais<sup>52</sup>.

O concentrado de tomate é o produto base utilizado na grande maioria dos produtos de segunda transformação. Este procedimento é muito vantajoso para a indústria de tomate, uma vez que a época do tomate é sazonal, não é possível a utilização de tomate fresco para os produtos feitos à base de tomate todo o ano. Assim, através do concentrado de tomate armazenado e acondicionado é possível satisfazer a procura de produtos à base de tomate entre duas campanhas sucessivas<sup>12</sup>.

É possível obter-se concentrados de tomate com características distintas e muito específicas de acordo com as características desejadas e de qualidade que se pretendem no produto final, deste modo, são utilizadas técnicas e equipamentos diferentes para a mesma matéria-prima fresca. Estas características distintas conseguem-se através do processo de redução de água (obtendo-se produto mais ou menos concentrado), da utilização de diferentes processos de inativação enzimática (obtendo-se concentrados mais ou menos viscosos) e ainda da utilização de diferentes crivos ou malhas, permitindo a passagem de mais ou menos peles e sementes (obtendo-se concentrados mais ou menos refinados)<sup>53</sup>.

Podem ser adicionados determinados ingredientes como, sal, especiarias e ervas aromáticas, sumo de limão e água. Como aditivos alimentares apenas são permitidos alguns reguladores de acidez<sup>52</sup>. Nestes casos obtêm-se derivados do concentrado de tomate.

### **2.6.2 Ketchup**

O ketchup é um produto que pode apresentar variadas composições, sendo que cada marca e cada fabricante tem as suas próprias fórmulas com alguns aspetos diferentes entre si. O mesmo fabricante pode ter várias fórmulas consoante as características desejadas pelos seus clientes<sup>54</sup>. Este produto existe em abundância no mercado europeu, desta forma a escolha do consumidor varia no preço praticado, na qualidade nutricional e sensorial.

De modo a garantir uma qualidade desejável e constante no ketchup, são necessárias a utilização de concentrados de tomate de alta qualidade e a garantia que existe um controlo do seu processamento, efetuando ajustes contínuos das variáveis do mesmo sempre que necessário<sup>55</sup>.

Do ponto de vista físico, o ketchup é um sistema bifásico, onde as partículas sólidas de tomate e as especiarias adicionadas são dispersas numa fase coloidal contínua, fase esta que é constituída por açúcares, sais, ácidos orgânicos, uma fração de pectinas solúveis e outros compostos de extrato dissolvidos em água<sup>56</sup>.

A viscosidade da fase contínua do ketchup é principalmente afetada tanto pelas pectinas presentes no tomate e pela ação das enzimas pectinolíticas mas também por substâncias espessantes, quando utilizadas, especialmente hidrocolóides polissacarídeos usados na produção de ketchup, como por exemplo goma guar, goma xantana, pectinas, alginato de sódio e amidos modificados<sup>50,56</sup>.

### **Aditivos alimentares utilizados na preparação de ketchup**

Com a introdução de alimentos processados no mercado, surgiu uma maior utilização de aditivos alimentares. Estas substâncias não são consumidas como géneros alimentícios em si, mas são adicionadas a outros géneros alimentícios com um

intuito tecnológico nas variadas fases de fabrico, como por exemplo, a conservação dos géneros alimentícios, manter ou melhorar a consistência dos produtos, melhorar as características de cor e sabor ou controlar a acidez<sup>57</sup>.

Os aditivos alimentares podem ser classificados de variadas maneiras, de acordo com o objetivo da sua utilização, podendo ser corantes, conservantes, antioxidantes, emulsionantes, espessantes e gelificantes, entre outros<sup>57</sup>.

Tal como referido anteriormente, embora o tomate tenha na sua constituição pectinas que são responsáveis pela textura deste alimento, o seu teor tende a diminuir com o processamento, tornando-se essencial controlar e ajustar a consistência dos produtos derivados do tomate, nomeadamente o ketchup. Estas propriedades dependem da quantidade de concentrado de tomate que é utilizado na sua incorporação, mas também é possível alterar e melhorar as propriedades sensoriais e reológicas do ketchup controlando o tipo e a quantidade de aditivos adicionados a este produto<sup>58</sup>.

Os hidrocolóides são polissacarídeos e são sistemas coloidais constituídos por polímeros hidrofílicos, dispersos em água. São biopolímeros de elevado peso molecular, podendo ser extraídos de fontes naturais ou por processos de modificação química ou enzimática. Os hidrocolóides têm a capacidade de se ligar fortemente a grandes quantidades de água, uma vez que a sua estrutura possui uma sequência hidrofílica com propriedades coloidais. Estas características permitem melhorar a microestrutura, textura ou viscosidade, estabilidade e resistência física dos produtos alimentares<sup>57</sup>.

Na indústria alimentar, o amido é muito utilizado para alterar ou controlar diversas características, como fornecer uma textura adequada, melhorar a qualidade do produto e aumentar a estabilidade durante o armazenamento e a sua vida de prateleira<sup>54</sup>.

O amido dissolve-se na fase líquida de um sistema coloidal, formando uma estrutura coesa que confere corpo e textura ao produto alimentar onde é aplicado<sup>55</sup>. Na presença de água e de temperatura, os grânulos de amido incham e são por isso gelatinizados, posteriormente, quando arrefecem, as moléculas acabam por se reassociar em estruturas semelhantes a um gel, alterando assim as propriedades funcionais e sensoriais dos alimentos<sup>52</sup>.

O amido é extraído de matérias-primas de forma original, não havendo transformações nem modificações. No entanto, o amido apresenta ter baixa estabilidade

reológica, baixa resistência a agentes mecânicos, térmicos e químicos e pode ocorrer retrogradação e sinérese quando aplicado em produtos alimentares<sup>50,53</sup>.

O amido modificado resulta da modificação do amido por métodos químicos, físicos e/ou enzimáticos e permite a melhoria das suas propriedades físico-químicas e a sua aplicação possibilita melhores resultados<sup>50</sup>.

### **2.6.3 Outros produtos**

São muitos os produtos derivados de tomate existentes. A grande maioria destes são produtos de 2ª transformação e provêm do concentrado de tomate, 1ª transformação, no entanto, existem mais produtos de 1ª transformação além do concentrado de tomate<sup>47</sup>.

Exemplos de produtos de 2ª transformação são: passata de tomate, molho de pizza, molho Barbecue e polpa de Tomate. No caso da passata de tomate e da polpa de tomate podem ser adicionados temperos como especiarias naturais: manjerição orégãos ou outras<sup>47</sup>.

Além do concentrado de tomate, existem também outros produtos resultantes da 1ª transformação, que são: tomate em pedaços ou cubos e tomate pelado<sup>47</sup>.

O processamento industrial de tomate, nomeadamente a produção de concentrado de tomate, gera uma quantidade muito significativa de subprodutos e resíduos, representando um total de aproximadamente 10 a 40% do tomate processado. Estes subprodutos, que são essencialmente as sementes e cascas dos tomates (repiso), são por vezes simplesmente descartados, mas podem também ser reaproveitados, pois têm grande interesse para a produção de rações para animais, para compostagem e utilização como fertilizantes devido às suas características benéficas<sup>56,57</sup>.

## 3. Caso de estudo - Empresa Sugal

### 3.1 Apresentação da empresa

A Sugal-Group (Figura 4) é uma unidade industrial que se dedica à transformação de tomate e foi fundada em 1957, na região do Ribatejo – Azambuja, uma vez que é nesta região que há grande parte da produção de tomate em Portugal<sup>47</sup>. Esta empresa tem atualmente 5 fábricas localizadas pelo mundo: 2 no Chile, 1 em Espanha e 2 em Portugal, na Azambuja e em Benavente<sup>47</sup>.



*Figura 4. Logótipo do grupo Sugal<sup>63</sup>.*

A Sugal-Group tem como principal objetivo produzir os melhores produtos com a melhor qualidade e ao melhor preço possível. A empresa foca-se numa produção de qualidade, responsável e sustentável, começando na produção da sua matéria-prima e terminando na produção dos seus produtos finais. A Sugal acompanha as novas tendências e tecnologias, desenvolvendo sempre que oportuno novas receitas e produtos<sup>58</sup>.

A empresa tem duas campanhas de transformação de tomate por ano, uma no hemisfério Norte e outra no hemisfério Sul. Estas campanhas consistem na transformação da principal matéria-prima, o tomate, em concentrado de tomate – produto base, 1ª transformação. A campanha tem a duração de cerca de 3 meses, denominados meses de campanha, onde se transforma e armazena a maior quantidade possível de concentrado de tomate, sendo que nos 12 meses do ano a unidade industrial vende este concentrado a clientes externos ou utiliza os produtos da 1ª transformação como matéria-prima para o fabrico de variados produtos de 2ª transformação<sup>47</sup>.

A empresa detém campos próprios de produção de tomate, e no ano de 2021 foram cultivados cerca de 3.500ha no total dos 3 países onde se encontram sediadas as suas fábricas. No entanto, esta produção apenas cumpre 20 a 30% das necessidades da empresa, sendo por isso necessária a cooperação e parceria com outros produtores

de tomate. No total, a empresa processa por ano mais de 1,8 milhões de toneladas de tomate fresco nas suas fábricas<sup>59</sup>.

As fábricas têm capacidades diferentes de transformação, sendo que as fábricas de Portugal e do Chile transformam 12.000 t/dia, enquanto a fábrica de Espanha apenas transforma 4.400 t/dia. Para a empresa estes valores não são suficientes para as suas necessidades, desta forma apostam num crescimento constante e sustentável das suas operações, principalmente em Portugal<sup>59</sup>.

### **3.2 Principais produtos e processos**

A empresa Sugal apresenta uma vasta oferta de produtos à base de tomate. Todos os produtos produzidos pela Sugal podem ter as especificações diferentes consoante as necessidades e exigências dos seus clientes, tal como a embalagem.

A Sugal trabalha com várias linhas de produção destinadas a diferentes tipos de necessidades e destinos. Os diferentes tipos de produção podem ser classificados consoante o seu destino em: industrial, retalho e *food service*.

Os produtos com destino industrial são resultantes da primeira transformação do tomate, que são também conhecidos como os “produtos base” para a segunda transformação. Estes podem ser: Concentrado de tomate, molho de pizza e cubos de tomate.

Estes produtos são embalados em embalagens de formato industrial e comercializados para outras empresas, que os utilizam como ingrediente para os seus próprios produtos e também são utilizados pela Sugal para produção própria.

Os produtos que têm como destino o retalho são os produtos resultantes da 2ª transformação, tais como: Ketchup, Polpa de Tomate, Molho de Pizza, Tomate Pelado, Tomate em pedaços ou cubos, Passata de Tomate, entre outros.

Toda a produção destes produtos de retalho é efetuada na fábrica de Benavente. A indústria labora estes produtos tanto para a sua própria marca, guloso, como para marcas de empresas de terceiros, seguindo o seu percurso para a grande distribuição.

Os produtos para retalho são embalados em embalagens de várias capacidades, adequadas ao consumo imediato pelos consumidores, utilizando embalagens Tetra pack (200 mL e 500 mL), embalagens Tetra recart (390 g), embalagens de plástico (250 mL a 1000 mL) e embalagens de vidro (300 mL a 1000 mL).

À semelhança dos produtos de retalho, os produtos de *Food service* são de segunda transformação. Estes produtos podem ser: concentrado de tomate, molho pizza natural ou com especiarias, ketchup, passata de tomate e polpa de tomate. A produção destes produtos acontece nas duas fábricas em Portugal (Benavente e Azambuja).

O embalamento destes produtos é efetuado em embalagens com o tamanho ideal para a utilização no segmento HORECA, uma vez que estes produtos se destinam à restauração e catering. Desta forma, estes produtos são embalados em latas (3 kg – 5 kg), Pouches (de 2 kg até 5 kg) e em Bag-In-Box (21 kg).

### 3.2.1 Concentrado de tomate

O concentrado de tomate (Figura 5) é obtido unicamente através de processos físicos.



Figura 5. Concentrado de tomate<sup>53</sup>.

O tomate utilizado para a produção do concentrado é rececionado e classificado na unidade industrial e é realizada uma avaliação a uma amostra representativa e aleatória, de modo a garantir que cada lote está dentro dos parâmetros de qualidade pretendidos, se estes não forem cumpridos, o lote é recusado.

Após garantidos os parâmetros de qualidade, o tomate é todo descarregado em tanques de água, de modo a minimizar danos físicos e facilitar a eliminação de resíduos que vem junto do tomate, como paus, folhas, etc. O tomate segue depois para diversos tapetes rolantes com aspersores, onde são removidas sujidades que ainda possam estar presentes. É de seguida, nas linhas de escolha, onde o tomate é novamente sujeito a mais remoção de sujidade e de frutos que não estejam em condições de seguir para as etapas seguintes, como por exemplo tomate verde ou estragado, com o auxílio de operadores de linha.

Após a limpeza, a lavagem e a escolha estar concluída, inicia-se o processo de preparação do sumo. Nesta etapa, o tomate é triturado e sujeito a uma inativação enzimática das enzimas pectinolíticas, através de tratamento térmico. Consoante o tipo de produto e a consistência que se pretende obter, este tratamento térmico pode ocorrer a diferentes binómios tempo/temperatura. Para se obter um produto final mais consistente, utiliza-se a tecnologia “Hot Break”, com temperaturas mais elevadas. Para obter um produto final menos consistência, opta-se por uma tecnologia “Cold Break”, com utilização de temperaturas mais baixas. Existe ainda a possibilidade de se obter um produto final com consistência média, através da tecnologia “Semi Hot Break ou Warm Break”, com temperaturas intermédias. A tecnologia “Cold Break” preserva melhor várias das características do tomate, como a cor e o sabor quando comparado à tecnologia “Hot Break”<sup>26</sup>, enquanto a tecnologia “Hot Break” inativa enzimas importantes para o aroma e a viscosidade do produto, obtendo-se um produto com maior viscosidade e com alterações na sua cor original por consequência do calor<sup>60,61</sup>.

Na etapa seguinte, o processo de refinação consiste na extração do sumo do tomate, com separação das películas, sementes e fibras de maior dimensão, através da passagem do tomate triturado por um sistema de crivos com lâminas rotativas. Estes crivos apresentam porosidades diferentes consoante o grau de refinação que se pretende, que varia com as características do produto final desejadas, no caso de produtos de concentrado de tomate e polpa, crivos com furação entre 0,5 mm e 1,5 mm e no caso de produtos triturados ou molhos de pizza, crivos com furação entre 0,8 e 4 mm<sup>47</sup>.

O sumo que é obtido é posteriormente concentrado e a água é evaporada com recurso a vácuo e temperatura. Esta evaporação ocorre com a utilização de um pré-concentrador e evaporadores de triplo efeito, que apresentam ser equipamentos eficientes e rápidos, permitindo que o produto fique em contacto com altas temperaturas por menos tempo e assim, garante-se que o concentrado de tomate preserve as características organolépticas da matéria-prima, nomeadamente a cor e o sabor. Com este processo de evaporação também se garante uma otimização energética<sup>47</sup>.

Após concluído o processo de evaporação, o concentrado é homogeneizado e esterilizado com temperaturas superiores a 100 °C durante poucos segundos e depois arrefecido rapidamente garantindo uma estabilidade microbiana necessária. O concentrado é posteriormente submetido a um enchimento assético em recipientes próprios e esterilizados (Figura 6).

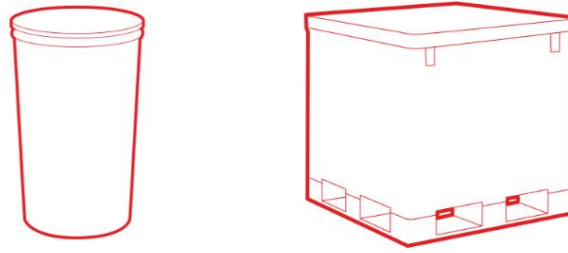


Figura 6. Recipientes utilizados para armazenar concentrado de tomate da Sugal-Group<sup>53</sup>.

O diagrama de produção do concentrado de tomate é ilustrado na Figura 7.

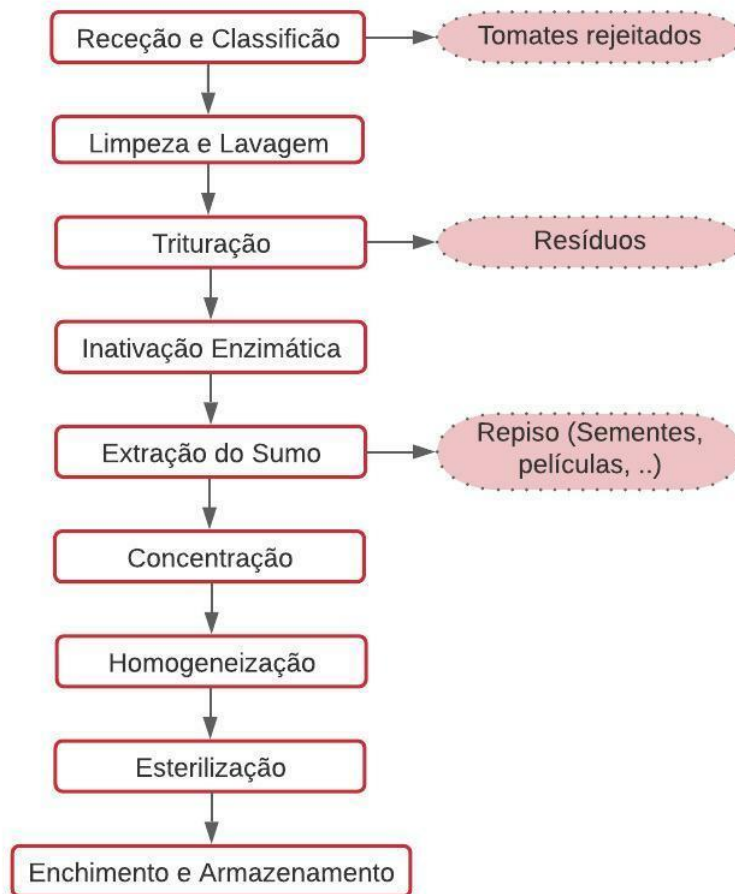


Figura 7. Diagrama de produção do Concentrado de Tomate.

### 3.2.2 Ketchup

Tal como referido anteriormente, o ketchup, sendo um produto produzido á base de tomate, é feito a partir do concentrado de tomate com adição de água, especiarias, vinagre, sal e açúcar.

Conforme referido anteriormente, existem variados tipos de concentrados e estes são selecionados consoante as características desejadas no produto final, neste caso o ketchup. De modo a iniciar o processo de produção deste, é necessário selecionar o concentrado, que está embalado e armazenado assepticamente, a usar. O concentrado de tomate é colocado numa tremonha (recipiente) de onde é então bombeado e filtrado (passagem por um filtro de modo a reter possíveis resíduos indesejados) para um depósito de stock, onde permanece até se iniciar a produção de ketchup com a adição dos ingredientes restantes. Anteriormente a esta adição existe um controlo de passagem de partículas metálicas através de um filtro magnético.

A adição do concentrado aos restantes ingredientes acontece num tanque de mistura e agitação, onde permanece até ser encaminhado para a linha de enchimento. Seguidamente ocorre uma homogeneização do ketchup de modo a impedir ou diminuir a sedimentação de eventuais partículas em suspensão. O ketchup é filtrado e permanece depois num depósito até ocorrer a pasteurização, processo que ocorre a temperaturas superiores a 100 °C garantindo uma estabilidade microbiológica do produto.

Na etapa seguinte, o ketchup é submetido a um desaereador, de modo a evitar o aparecimento de bolhas de ar, com a extração do ar existente. Após passar por dois filtros e um detetor de metais, o ketchup é então arrefecido até temperaturas próximas de 40°C, através de um permutador térmico.

Segue-se o processo de embalagem. No caso do enchimento em embalagens plásticas PET. Posteriormente, a película das cápsulas é selada às embalagens através de uma seladora de indução. Posteriormente são encapsuladas com cápsulas de plástico.

As garrafas são codificadas com o prazo de validade, código e hora de produção e posteriormente rotuladas na rotuladora. Após o embalamento primário estar terminado, as garrafas são embaladas em bandejas de cartão e cobertas com filme retrátil. O seu armazenamento, feito em paletes, ocorre no armazém de produto acabado.

O diagrama de produção de ketchup é ilustrado na Figura 8. Nesta figura encontra-se indicado onde ocorrem as diferentes partes do trabalho desenvolvido.

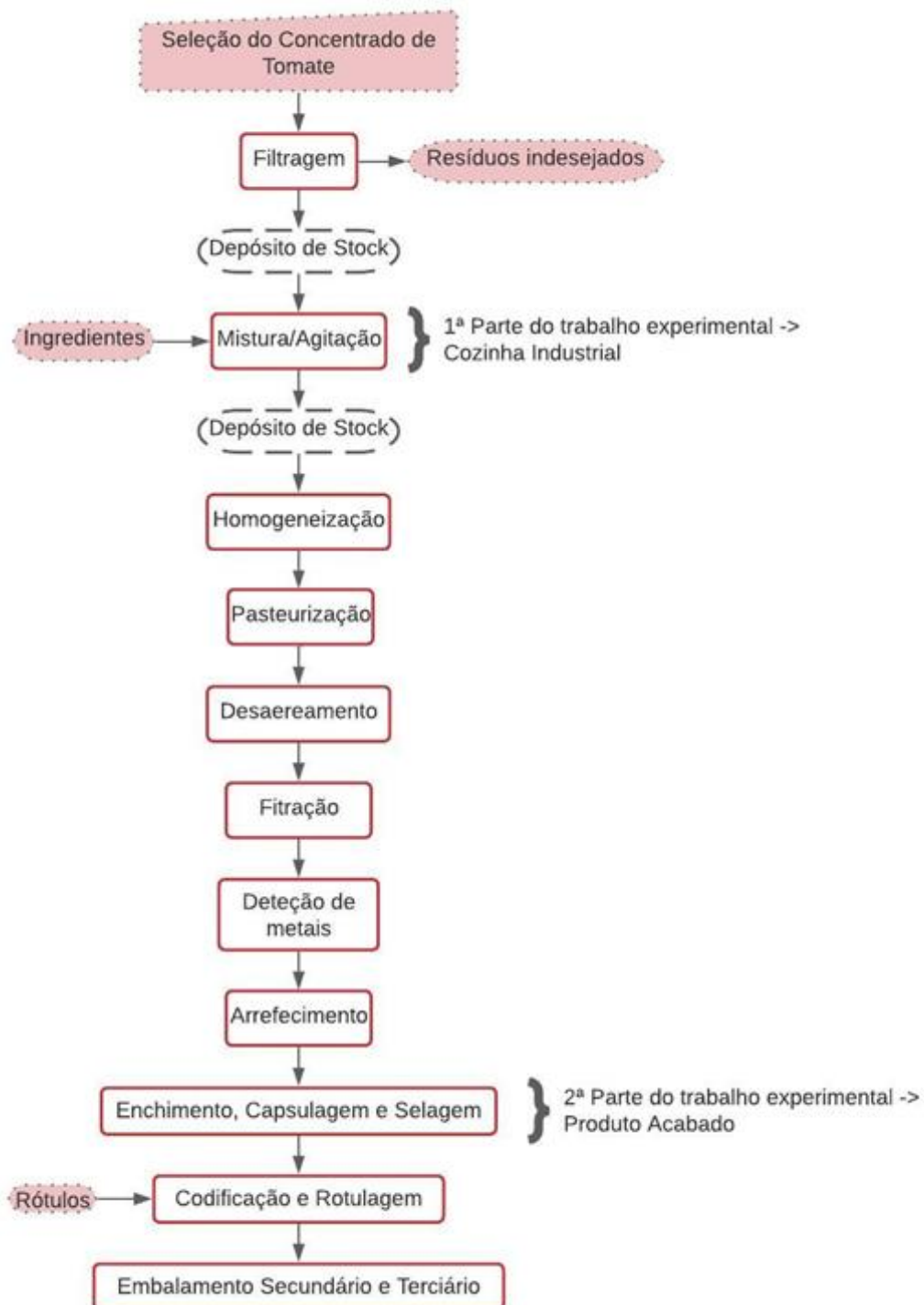


Figura 8. Diagrama de produção de ketchup.

## 4. Estudo da influência do Processo e Composição nas características de ketchup

O estudo desenvolvido centrou-se na caracterização da evolução de vários parâmetros físico – químicos desde a produção na “cozinha industrial”, mais especificamente após a etapa de mistura/agitação, até ao produto final de diferentes formulações de ketchup. Foi ainda efetuada a análise sensorial por painel de consumidor.

### 4.1. Delineamento experimental

A unidade industrial labora inúmeras formulações de ketchup, no entanto, ao longo de período de estágio, o estudo focou-se apenas em 7 formulações diferentes, com características distintas entre elas, que foram consideradas as mais importantes e relevantes para a empresa.

Por questões de confidencialidade não é possível identificar os ketchups utilizados, e por tal não serão indicados os nomes dos produtos analisados, indicando apenas as características que os distinguem. Assim, os diferentes ketchups são identificados por “KT” seguidos de letras (A, B, C, ...),

Todas as formulações de ketchup estudadas resultam da mistura do mesmo tipo de concentrado, obtido pela tecnologia Hot-Break (HB). Relativamente ao açúcar utilizado, com exceção do KPC, que não leva adição de açúcar, em todas as formulações estudadas utilizou-se açúcar de cana, sendo que este açúcar é dissolvido em água, criando um mix de açúcar com 44<sup>o</sup>Brix. Duas das formulações têm adição de um espessante (amido de milho modificado). A composição, em termos qualitativos, encontra-se na Tabela 3.

*Tabela 3. Composição das diferentes formulações de ketchup estudadas*

Tipos de Ketchup	Adição de Sal	Adição de Açúcar	Adição de Amido
KPA – Ketchup Standard	SIM	SIM	NÃO
KPB – Ketchup Standard	SIM	SIM	NÃO
KPC – Ketchup sem adição de Sal e Açúcar	NÃO	NÃO	NÃO
KPD – Ketchup Preço reduzido	SIM	SIM	SIM
KPE – Ketchup Preço reduzido	SIM	SIM	SIM
KPF – Ketchup redução Sal e Açúcar	SIM	SIM	NÃO

O estudo consistiu em duas partes distintas:

- A primeira etapa compreendeu o estudo da influência da formulação de ketchup e do seu processo tecnológico nas respectivas características físico-químicas.
- A segunda parte do estudo consistiu na análise sensorial, por painel de consumidor de 50 provadores, de ketchups selecionados pela empresa.

Na primeira fase do estudo, o processo de amostragem incidiu em duas áreas diferentes, numa fase inicial após preparação das formulações e no produto acabado. A primeira amostragem (250 mL) foi efetuada na “cozinha industrial” após cada receita estar completa, isto é, quando já todos os ingredientes foram pesados e adicionados (a pesagem e adição dos ingredientes é feita manualmente pelos operadores) e o período de agitação terminado. A segunda amostragem ocorreu após o produto passar todas as operações unitárias até ao enchimento e é retirada uma embalagem para análise com o produto final dessa mesma formulação antes analisada. Para cada formulação estudada repetiu-se cerca de 20 vezes o mesmo processo de amostragem.

Todas as formulações, após estarem finalizadas na “cozinha industrial”, foram analisadas físico-quimicamente, de modo a garantir que todos os valores estão dentro dos parâmetros e que o produto pode seguir o resto das operações unitárias. Caso algum valor não se encontrasse dentro dos parâmetros foram realizadas as correções necessárias.

Nesta etapa foram utilizadas todas as formulações testadas, isto é, foram utilizados os KPA, KPB, KPC, KPD, KPE e KPF.

Na segunda etapa do estudo foi feita uma análise sensorial por painel de consumidor com 50 provadores. Esta análise teve como objetivo avaliar se as diferenças nas características das formulações de ketchup estudadas eram percebidas sensorialmente pelos consumidores. Nesta etapa foram apenas utilizadas três das formulações testadas, nomeadamente, KPA, KPD e KPF, que foram consideradas por parte da empresa as mais interessantes.

## 4.2. Metodologias Analíticas

### 4.2.1 Controlo Físico-químico

A caracterização físico-química das várias amostras de ketchup compreendeu os seguintes parâmetros: Teor de Sólidos Solúveis ( $^{\circ}$ Brix), consistência, pH, acidez e teor de cloretos.

- **Teor de Sólidos Solúveis**

A análise de Teor de Sólidos Solúveis foi feita instrumentalmente através de um refratômetro de mesa RFM 330+ (Figura 9). Este teor é expresso em  $^{\circ}$ Brix.



Figura 9. Equipamento de determinação do Teor de Sólidos Solúveis

- **pH**

O pH foi analisado através de um medidor de pH METROHOM 913 (Figura 10).



Figura 10. Determinação do pH

- **Acidez**

A acidez foi determinada por métodos potenciométricos (Figura 11). Num copo de vidro de 250 mL pesou-se 6g de amostra a analisar, dissolveu-se a amostra em 100 mL de água destilada.

Mantendo a solução sob magnética, introduziu-se o elétrodo de pH dentro do copo de modo a poder efetuar-se a leitura em contínuo do pH.

Procedeu-se à adição de NaOH 0,1 N até o pH da solução ser igual a 8,10.

Verificou-se o volume gasto de NaOH e converteu-se este valor diretamente, através de uma tabela obtida através de uma curva padrão, no valor de acidez do produto, expressa em % de ácido acético.



Figura 11. Procedimento da determinação da acidez

- **Teor de cloretos**

O teor de sal foi analisado através do método de Mohr (Figura 12).

Pesou-se num copo 10 g de amostra e adicionou-se 190 mL de água destilada. Seguidamente, após homogeneização da solução, esta foi filtrada através de um papel de filtro.

Pipetou-se 200 mL do filtrado para um copo de vidro alto e adicionou-se 100 mL de água destilada.

Colocou-se o copo no titulador automático onde ocorre uma titulação com nitrato de prata. O resultado é expresso em % de NaCl.

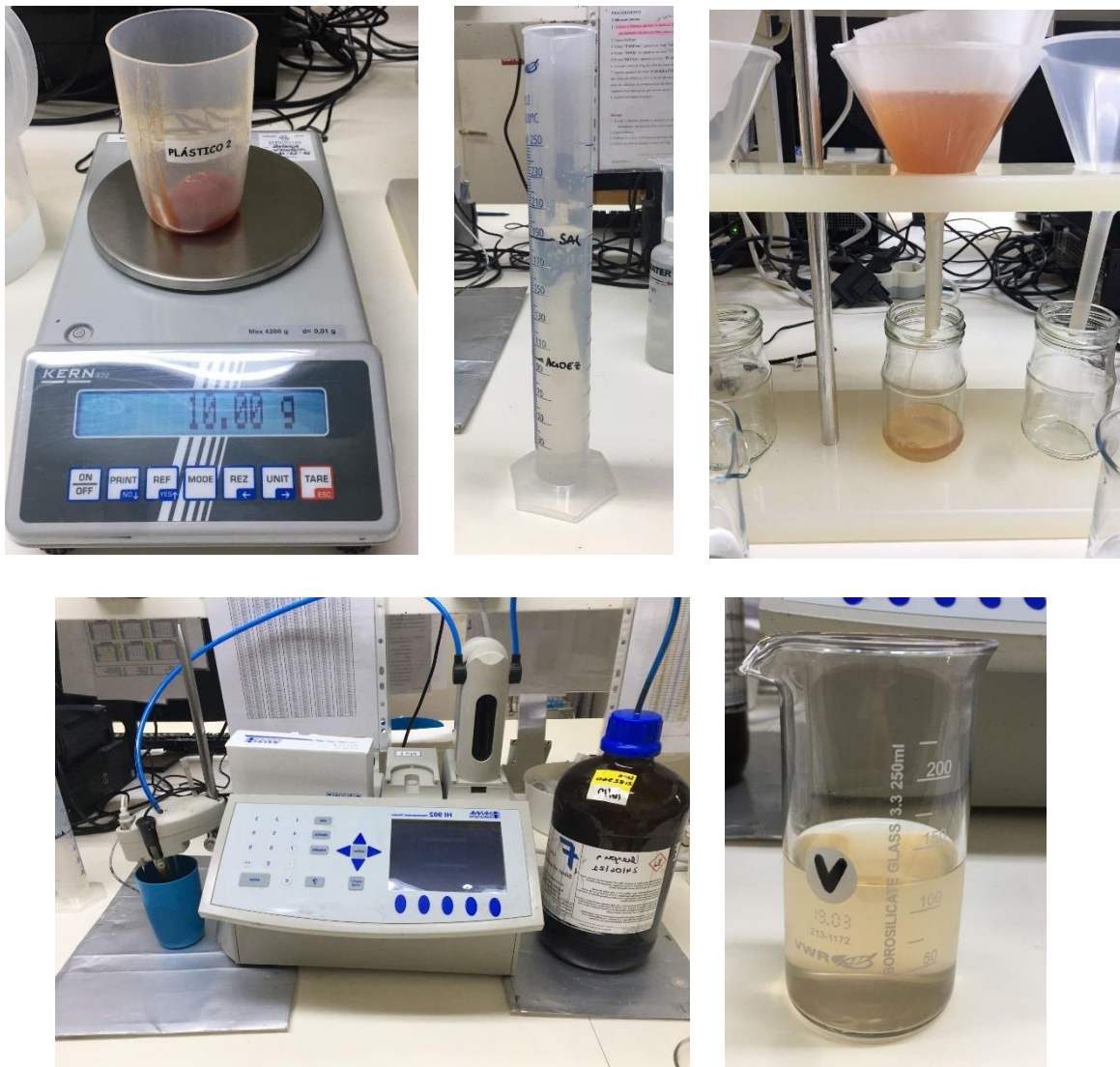


Figura 12. Imagens das fases que integram o procedimento da determinação do teor de cloretos

- **Consistência**

A consistência do ketchup foi analisada através de um consistômetro de Bostwick (Figura 13), que mede a resistência ao escoamento do ketchup através do comprimento, em cm, que a amostra de ketchup, percorre em 30 segundos. Foi fundamental garantir que o aparelho estava nivelado antes de cada utilização e que a amostra tinha um °Brix ajustado.



Figura 13. Procedimento da determinação da consistência

#### 4.2.2 Análise Sensorial

Com o objetivo de avaliar se as diferenças nas características das formulações de ketchup estudadas eram percebidas pelos consumidores, realizaram-se provas de diferentes formulações de ketchup.

De modo a efetuar-se a análise sensorial selecionaram-se 3 tipos de ketchup com características distintas, nomeadamente, um ketchup com redução de sal e açúcar, um ketchup standard e um ketchup de “baixo preço”.

Na prova não foi referido o objetivo do estudo de forma a evitar avaliações subjetivas. Ao painel de 50 provadores não treinados, após explicadas as condições e o procedimento, foi entregue à vez e de forma aleatória cada uma das 3 amostra, em

copos codificados com três dígitos (5CM, AY2 e 4B7), juntamente com a ficha de prova correspondente (Anexo A) um copo de água e bolachas de modo a limpar o paladar entre amostras.

Os atributos de avaliação do ketchup apresentados nas fichas de provas foram “aparência”, “aroma”, “gosto”, “apreciação global”, “doce”, “salgado”, e “intenção de compra”. Os atributos “aparência”, “aroma”, “gosto” e “apreciação global” foram apresentados numa escala de 1 (Desgosto extremamente) a 9 (Gosto extremamente), enquanto “doce” e “salgado” numa escala de 1 (Muito mais que o ideal) a 5 (Muito menos que o ideal) e “intenção de compra” numa escala de 1 (Certamente não compraria) a 5 (Certamente compraria).

### **4.3 Análise Estatística dos Resultados**

A análise estatística dos resultados foi realizada com auxílio do programa estatístico StatSoft Statistica 12.5. Após verificar que os resultados seguiam a Normalidade, foi efetuada uma análise de variância (ANOVA) com o intuito de verificar a existência de diferenças significativas entre as médias de 20 determinações analíticas. Foram realizados testes de Tukey de modo a comparar as amostras. Os resultados dos testes foram calculados com um nível de significância de 95% de probabilidade de erro.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Caracterização das formulações de Ketchup estudadas

As várias formulações estudadas estão representadas por “KP” e estão seguidas de uma letra, de A a F no caso das amostras antes do processamento. Existe ainda uma representação de cada uma dessas formulações no produto depois do processamento, que apresentam o número 1 atrás de cada letra. Assim, a título de exemplo, o “KPA” representa a formulação A antes do processamento e o “KPA1” representa a formulação A depois do processamento.

Nas Figuras 14 a 17 apresentam-se os valores médios dos parâmetros analisados no ketchup antes do processamento e os valores médios dos respectivos produtos finais, depois do processamento, para todas as formulações estudadas.

Do tratamento estatístico aplicado foi possível verificar, para cada parâmetro estudado, se havia diferenças significativas entre as várias formulações e entre as amostras antes do processamento e o produto final de cada uma destas.

Todos os ingredientes, como referido anteriormente, são pesados e introduzidos manualmente por operadores e uma vez que se trata de uma operação realizada por ação humana existe a possibilidade de existirem erros e das pesagens não serem todas realizadas de igual forma, o que influencia as características de todas as formulações.

## Teor de Sólidos Solúveis

Na Figura 14 apresentam-se os valores médios do Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) obtidos nas formulações antes e depois do processamento de todas as formulações de ketchup estudadas

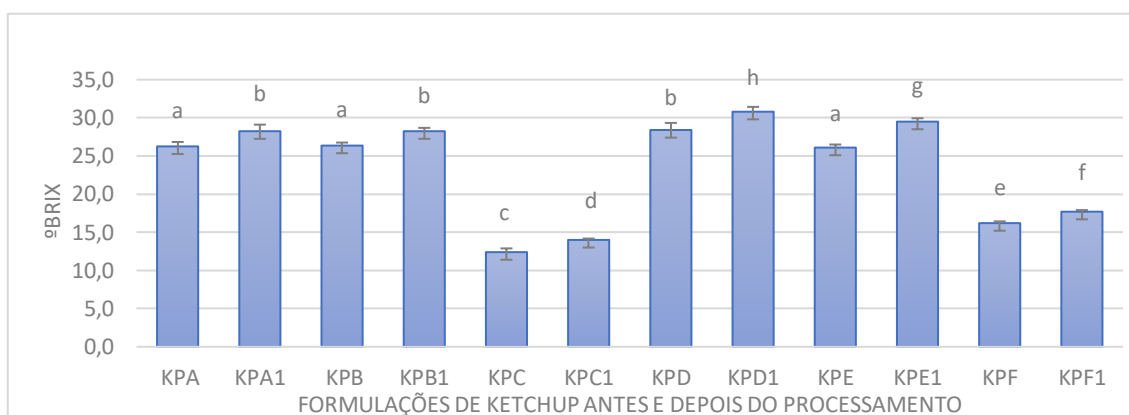


Figura 14. Valores médios de °Brix do ketchup antes e depois do processamento. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Por observação da Figura 14 é possível concluir que em todas as formulações houve um aumento significativo dos valores de °Brix após o processamento, numa média na ordem das 2 unidades. Esta informação indica-nos que o processamento térmico a que o ketchup é sujeito influencia o parâmetro °Brix. Uma vez que o ketchup é sujeito a altas temperaturas, é de se esperar que haja uma diminuição do teor de humidade do produto, e conseqüentemente, havendo uma menor quantidade de água para a mesma quantidade de produto, os sólidos solúveis passam a estar representados em maior quantidade, justificando-se o aumento do °Brix.

É possível verificar uma grande diferença das formulações A, B, D e E para as formulações C e F. Tendo em conta que em todas as formulações de ketchup é utilizado o mesmo tipo de concentrado (HB 28/30), tal acontecimento se deve ao facto da formulação C não ter adição de açúcar e a formulação F ter uma redução de açúcar relativamente às outras formulações, verificando-se valores de sólidos solúveis bastante inferiores nestas formulações.

Conclui-se também que as formulações A, B e E não são significativamente diferentes, tal se explica pelo facto do tipo de concentrado (HB) e o tipo de açúcar (mix de açúcar com 44°Brix) serem os mesmos. Embora o valor de °Brix da formulação D seja significativamente diferente das referidas anteriormente, o tipo de concentrado e o tipo de açúcar utilizados são os mesmos, esta diferença pode ser explicada pela presença ou ausência de outros ingredientes/aditivos não especificados no presente trabalho.

## pH

Foi possível concluir que no que respeita o pH, não há formulações significativamente diferentes umas das outras, nem de antes do processamento para depois do processamento.

O valor de pH dos ketchups não é definido por nenhum ingrediente em específico, mas sim pela mistura de todos os ingredientes, com isto, este tipo de produto, na maioria das vezes não tem um valor específico para o mesmo. No entanto, os valores de pH obtidos em todas as formulações de ketchup foram inferiores a 4,5, o que era de esperar, uma vez que estes valores são o limiar para a estabilidade do produto e não podem ser ultrapassados, visto que valores superiores de pH facilitam a propagação e multiplicação de microrganismos, nomeadamente microrganismos termofílicos, que são capazes de acelerar a degradação do produto<sup>64-66</sup>.

O pH ácido do ketchup contribui também para o aumento da consistência do mesmo por consequência do aumento da solubilização da protopectina e de constituintes de tomate de elevado peso molecular, tal acontece na presença de valores de pH mais baixos<sup>35</sup>.

Dado o pH ácido do ketchup, este parâmetro permite que se utilize um menor período de tempo de esterilização e pasteurização do produto para destruição de microrganismos, minimizando os efeitos negativos da utilização de altas temperaturas na qualidade do produto<sup>64</sup>.

## Acidez

Na Figura 15 apresentam-se os valores médios de acidez obtidos nas formulações antes e depois do processamento de todas as formulações de ketchup estudadas.

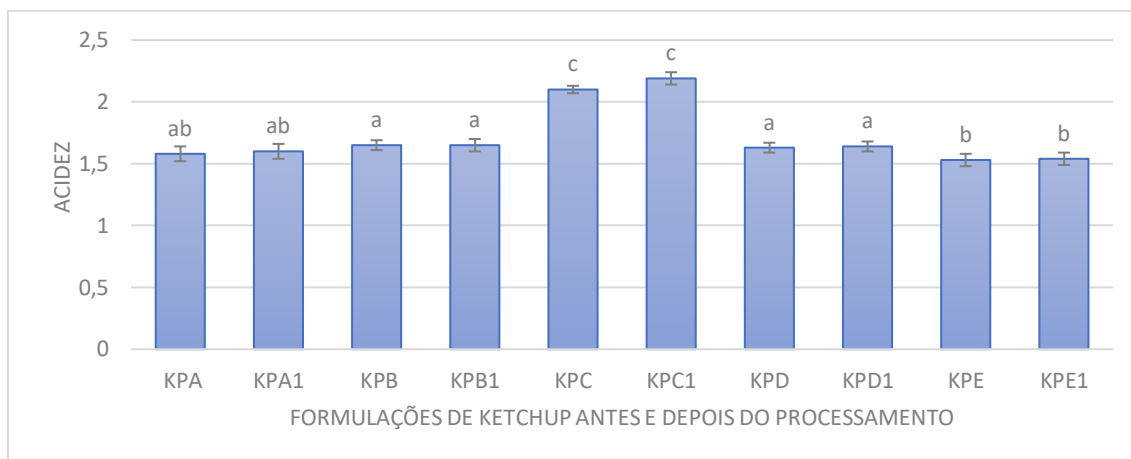


Figura 15. Valores médios da acidez do ketchup antes e depois do processamento. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Por observação da Figura 15 é possível verificar que não há diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o produto antes do processamento e o produto depois do processamento de cada uma das formulações de ketchup, concluindo assim que o processamento térmico não influencia a acidez do ketchup, tal como verificado no que respeita ao pH.

Uma vez que o ácido cítrico é o ácido orgânico mais abundante no tomate e no caso da polpa de tomate este ácido ainda é por vezes adicionado, seria de esperar que a acidez fosse expressa em % de ácido cítrico. No entanto, e dado que o ketchup tem na sua composição vinagre, a acidez é expressa em g de ácido acético por 100 g de produto, como referido anteriormente<sup>62</sup>.

Uma vez que o processamento térmico não afeta este parâmetro, torna-se fundamental garantir que a receita quando sai da “cozinha industrial” para a linha de enchimento já se encontra dentro dos valores de referência definidos, uma vez que este parâmetro não se vai alterar até ao produto final. Em todas as formulações estudadas, os valores de acidez encontravam-se dentro dos parâmetros definidos para cada receita.

## Teor de cloretos

Na Figura 16 apresentam-se os valores médios de teor de cloretos obtidos antes e depois do processamento de todas as formulações de ketchup estudadas.

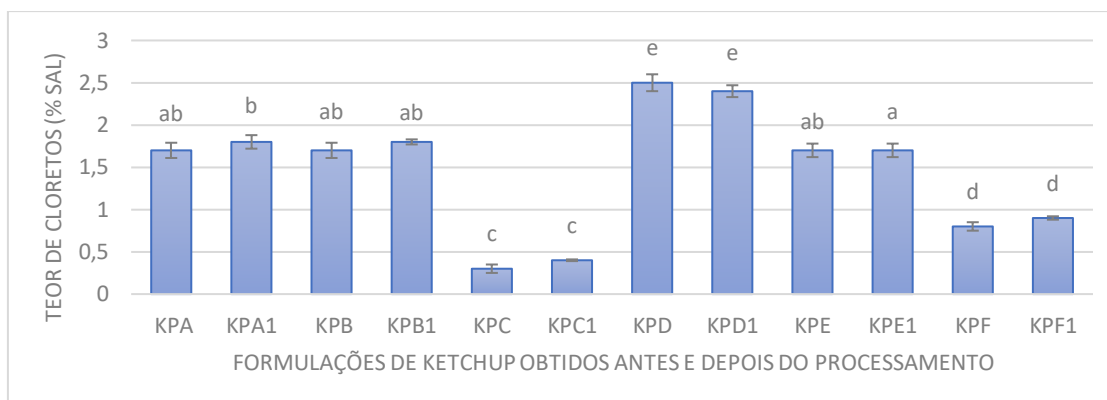


Figura 16. Valores médios do teor de cloretos do ketchup obtidos antes e depois do processamento. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Por observação da Figura 16 é possível verificar que não há diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre o produto antes do processamento e o produto depois do processamento de cada uma das formulações de ketchup, concluindo assim que o processamento térmico não influencia o teor de cloretos do ketchup, assim este parâmetro não se alterou até ao produto depois do processamento, sendo importante que estes valores de % de sal se encontrem dentro dos valores de referência definidos antes de saírem da “cozinha industrial”. Em todas as formulações estudadas, os valores de % de sal encontravam-se dentro dos parâmetros definidos para cada receita.

Uma vez que o NaCl pertence aos sólidos solúveis, seria de esperar que a % de sal no produto aumentasse com o processamento, uma vez que durante o processamento a quantidade de sólidos solúveis aumenta por consequência da diminuição do teor de humidade, como já referido anteriormente. No entanto, não se verificam grandes variações na % de sal do produto antes do processamento para o produto depois do processamento devido à baixa quantidade de sal que é adicionada a cada uma das formulações de ketchup.

Existem diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre algumas das formulações de ketchup uma vez que cada formulação tem uma quantidade de sal definida na sua receita. É possível verificar que a formulação C tem um valor bastante inferior comparativamente com as restantes, uma vez que nesta receita não é adicionado sal, assim como na formulação D, que embora tenha um valor um pouco superior à anterior, também tem um valor inferior em comparação com as restantes, uma vez que é uma receita com redução de sal.

## Consistência

Na Figura 17 apresentam-se os valores médios de consistência obtidos nas formulações antes e depois do processamento de todas as formulações de ketchup estudadas.

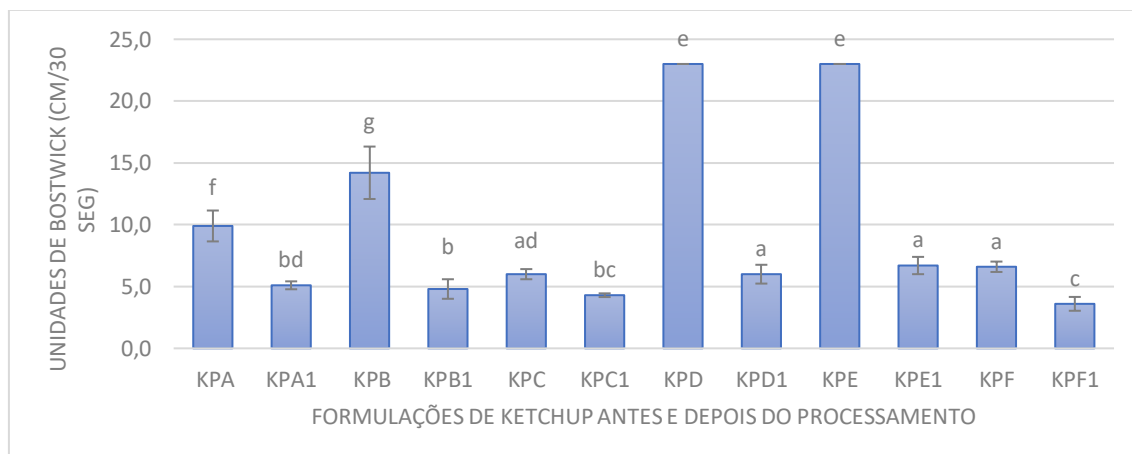


Figura 17. Valores médios da consistência do ketchup antes e depois do processamento. Médias em barras com letras diferentes são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Por análise dos valores de consistência obtidos verificou-se que em todas as formulações há diferenças significativas entre o produto antes do processamento e o produto depois do processamento de cada uma das formulações de ketchup. Verificou-se também que todas estas diferenças se caracterizam numa diminuição das unidades de Bostwick após sofrer processamento térmico, o que nos indica que todas as formulações aumentam a sua consistência durante o processamento.

Os valores de consistência das várias formulações de ketchup antes do processamento são significativamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ) em quase todas as formulações de ketchup, com exceção do KPD e do KPE, que não apresentam diferenças significativas, assim como as variações das diminuições de unidades de Bostwick registadas (entre o antes e o após processamento térmico) são bastante diferentes entre todas as formulações, tal acontece porque diversos motivos, que são apresentados de seguida.

As amostras antes do processamento não foram recolhidas com o mesmo tempo de agitação, o que influencia o valor registado, uma vez que quando o concentrado é adicionado à mistura ainda se encontra bastante aglomerado e apenas se vai desfazendo ao longo do tempo, aumentando assim a consistência da mistura, verificando-se uma maior solubilização das pectinas.

O processamento apresenta muitas vezes paragens na linha de produção, o que vai influenciar as características do produto, nomeadamente a consistência deste, uma vez que quando estas situações acontecem, o produto fica retido durante um tempo indefinido e altera de forma não controlada as características do mesmo.

Como referido anteriormente, em todas as formulações foi utilizado o mesmo tipo de concentrado (HB 28/30), no entanto, a concentração deste concentrado que é utilizado em cada uma das formulações é variável com cada receita. No caso do KPD e do KPE, estas formulações apresentam consistências mais baixas que as restantes, o que nos indica que apresentam uma menor concentração de concentrado. Nestes casos, por norma, há a adição de um espessante, neste caso amido, que assume um papel importante na consistência após o processamento térmico, devido à gelatinização do amido<sup>56</sup>.

Uma suspensão é caracterizada pela presença de partículas sólidas dispersas numa fase contínua, sendo que o tamanho e a forma dessas partículas influenciam as propriedades reológicas desses sistemas, neste caso a consistência do produto. No ketchup, essas partículas sólidas dispersas provêm de fragmentos da parede células do tomate e o tamanho dessas partículas depende do tamanho das aberturas dos crivos utilizados no processamento do concentrado de tomate<sup>49,50</sup>.

Além do fator antes mencionado, a temperatura de processamento e a pressão utilizada durante a homogeneização também afetam o tamanho destas partículas e conseqüentemente alteram a sua consistência, uma vez que estes fatores físicos causam ruturas na estrutura celular, causando um aumento da suspensão do material celular no meio aquoso e a solubilização da protopectina das paredes celulares<sup>35,49</sup>.

Concluimos assim que as variações de consistência ao longo do processamento eram esperadas uma vez que todas as formulações passaram por elevadas temperaturas e por um processo de homogeneização.

## 5.2 Análise Sensorial

Na Figura 18 apresentam-se os valores médios obtidos para os diferentes parâmetros sensoriais estudados das três formulações de ketchup analisadas.

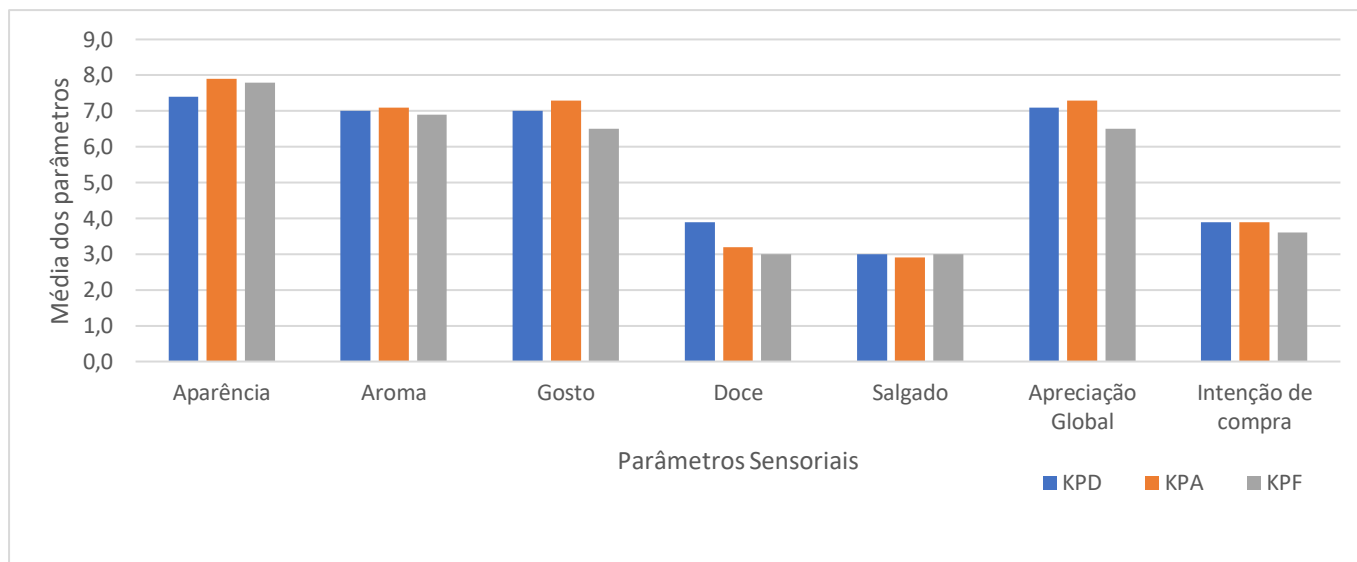


Figura 18. Valores médios dos parâmetros sensoriais estudados das três formulações de ketchup analisadas.

Como referido anteriormente, as três formulações analisadas sensorialmente tinham as seguintes características: KPA – Ketchup Standard, KPD – Ketchup Preço reduzido e KPF – Ketchup redução Sal e Açúcar.

Por observação da Figura 18 é possível verificar que em todos os parâmetros estudados, a diferença entre as médias das três formulações nunca foi superior a 1 unidade, logo, foram poucas as diferenças que os consumidores conseguiram perceber.

A formulação KPA – Ketchup Standard, no geral foi a que apresentou uma média mais alta na maioria dos parâmetros, com exceção apenas dos parâmetros “Doce” e “Salgado”. Por ser um ketchup standard, este tipo de ketchup foi o mais requisitado pelos consumidores.

A formulação KPD – Ketchup Preço reduzido é percebida de forma muito semelhante à formulação KPA quanto ao “aroma”, no entanto, quando se avaliam os parâmetros “aparência” e “gosto”, estes apresentam uma média menor, embora nunca com uma diferença superior a 1 unidade, comparando com a formulação KPA. Como visto anteriormente, KPD diferencia-se das restantes por apresentar amido na sua constituição, este facto tem por isso influência nas características gustativas do consumidor, no entanto, a “apreciação global” e a “intenção de compra” foram muito

semelhantes entre KPA e KPD, o que nos indica que, no entanto, este facto não tem grande influência na escolha de compra do consumidor.

A formulação KPF – Ketchup redução Sal e Açúcar, como era de esperar, foi identificada como o ketchup com um valor mais baixo em relação ao parâmetro “doce”, uma vez que apresenta menos açúcar na sua constituição, comparada com as outras amostras. No entanto, o parâmetro “salgado”, embora tenha uma redução de sal na formulação, não apresentou diferenças na percepção do consumidor, o que pode ser explicado pelo facto das quantidades de sal adicionadas às receitas serem muito reduzidas e desta forma, este parâmetro não ser identificado pelos consumidores, logo, indica-nos que não há necessidade de se adicionar sal nas formulações de ketchup.

A formulação KPF é a que apresenta médias mais baixas em quase todos os parâmetros, nomeadamente no “gosto”, na “apreciação global” e na “intenção de compra”, o que nos indica que embora se trate de um ketchup nutricionalmente mais saudável, por conter menos açúcar e sal e hoje em dia se tratar de um assunto de importância para os consumidores, como estes não conheciam as características que o definem (redução de sal e açúcar), tendem a atribuir menor classificação em termos de preferência em comparação com as formulações a que estão mais habituados a consumir.

## 6. Conclusões e Perspetivas futuras

A realização desta dissertação realizada na unidade fabril de Benavente da empresa *SugalGroup*, no âmbito do mestrado em Engenharia Alimentar, teve como principal objetivo perceber a influência do processamento térmico de diversas formulações de ketchup nas características dos produtos finais e verificar se essas diferenças são percebidas sensorialmente.

O estudo desenvolvido permitiu retirar as seguintes conclusões quanto à influência do processamento térmico nos parâmetros avaliados:

- O processamento térmico a que o ketchup é sujeito, que implica um aumento da temperatura, influencia o parâmetro °Brix, uma vez que houve um aumento de °Brix, de 2 unidades, em média.
- Após o processamento térmico, os valores de acidez, pH e teor de cloretos não sofreram variações, logo, estes parâmetros não foram influenciados pelo processamento.
- Todas as formulações de ketchup sofreram alterações quanto à sua consistência quando sujeitos ao processamento térmico. Houve uma diminuição das unidades de Bostwick, que indica um aumento da consistência.

Quanto às diferenças observadas entre os parâmetros das várias formulações de ketchup foi possível concluir que estas se devem às diferentes quantidades de ingredientes que são adicionadas a cada receita, isto é, a quantidade de açúcar influencia o °Brix, a quantidade de vinagre influencia a acidez, a quantidade de sal influencia o teor de cloretos. No entanto, as diferenças observadas na consistência devem-se aos diferentes tempos de agitação, às quantidades de concentrado adicionado e à adição de amido em algumas das formulações.

Conclui-se também que a nível sensorial, os consumidores não detectam muitas diferenças nas características organoléticas das três formulações analisadas.

De modo a otimizar o processamento de ketchup e de todos os produtos laborados na unidade industrial sugere-se como perspetivas futuras:

- A possibilidade de obtenção de um mecanismo capaz de pesar e introduzir os ingredientes sem a necessidade de intervenção humana, de modo a evitar erros humanos nas quantidades de ingredientes adicionados às formulações.

- A implementação de um plano de manutenção preventiva de modo a diminuir as paragens da linha, garantindo uma diminuição das variações das características dos produtos.

## 7. Referências Bibliográficas

- (1) Organização Mundial de Saúde. Documento Informativo Para o Workshop de Lisboa Sobre a Promoção de Hortofrutícolas Nos Países de Expressão Portuguesa. 2006.
- (2) Roca, M. G. G. da. Valorização Do Tomate Nacional, Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2009.
- (3) Bernardo, G. M. Desenvolvimento e Investigação de Novos Produtos e Outros Projetos Relacionados Com a Indústria Do Tomate e Alta Pressão, Aveiro, 2016.
- (4) Almeida, D. Tomate. In *Manual de Culturas Hortícolas – Volume II*; Editorial Presença: Lisboa, 2006; Vol. II, pp 39–71.
- (5) Costa, M.; Heuvelink, E. Introduction: The Tomato Crop and Industry. In *Tomatoes*; 2005; pp 1–18. <https://doi.org/10.1079/9780851993966.0001>.
- (6) Nuez, F. *Cultivo Del Tomate*, Mundi-Prensa.; Madrid, 1999.
- (7) FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Food and Agriculture Data. *FAO Global Statistical Yearbook, FAO Regional Statistical Yearbooks*. January 2021.
- (8) Rafael, A. C. dos R. Formação de Um Painel Sensorial Para Avaliação de Produtos à Base de Tomate, Lisboa, 2017.
- (9) Bejinha, V. C. C. A Cultura Do Tomate Para Indústria, Beja, 2006.
- (10) Millenium Agro News. *Fileira do Tomate de Indústria*. 2019, pp 2–15.
- (11) Ferrari, A. A. Caracterização Química de Tomates (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) Empregando Análise Por Ativação Neutrônica Instrumental, Dissertação de mestrado, Centro de energia nuclear na agricultura, Universidade de São Paulo, 2008.
- (12) Palet, J. S. C. Alterações Físico-Químicas e Microbiológicas Num Produto à Base de Tomate Embalado Em Doypack, Ao Longo Do Tempo de Prateleira, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- (13) Liedl, B. E.; Labate, J. A.; Stommel, J. R.; Slade, A.; Kole, C. *GENETICS, GENOMICS AND BREEDING OF TOMATO*, CRC Press.; 2013.
- (14) Sganzerla, M. Análise Das Etapas de Produção de Conservas de Tomate Seco Produzidas Em Uma Agroindústria Local, Rio grande do sul, 2010.
- (15) Hobson, G.; Grierson, D. Tomato. In *Biochemistry of Fruit Ripening*; 1993; pp 405–442.
- (16) Moura-andrade, G. C. R.; Oetterer, M. T. V. L. *O tomate como alimento-cadeia produtiva e resíduos de agrotóxicos*. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. 2010, pp 57–66.
- (17) Borguini, R. G.; Ferraz Da Silva Torres, E. A. Tomatoes and Tomato Products as Dietary Sources of Antioxidants. *Food Reviews International* **2009**, 25 (4), 313–325. <https://doi.org/10.1080/87559120903155859>.

- (18) Ocaña de Jesús, R. L.; Gutiérrez Ibáñez, A. T.; Sánchez Pale, J. R.; Mariezcurrena Berasain, M. D.; Eslava Campos, C. A.; Laguna Cerda, A. Persistence, Internalization and Translocation of Escherichia Coli O157:H7, O157:H16 and O105ab in Plants and Tomato Fruits (*Solanum Lycopersicum* L.). *Revista Argentina de Microbiología*. Asociacion Argentina de Microbiologia October 1, 2018, pp 408–416. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.12.001>.
- (19) Arter, E. *Guia Prático de Horticultura*. ; 2004.
- (20) INSA. *Tabela da Composição de Alimentos*. <http://www2.insa.pt/sites/INSA/Portugues/AreasCientificas/AlimentNutricao/AplicacoesOnline/TabelaAlimentos/PesquisaOnline/Paginas/DetalheAlimento.aspx?ID=IS615> (accessed 2022-01-07).
- (21) Dhingra, D.; Michael, M.; Rajput; Patil, R. Dietary Fibre in Foods: A Review. *J Food Sci Technol* **2012**, *49*, 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>.
- (22) Spiller, G. A.; Amen, R. J. Dietary Fiber in Human Nutrition. *C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **1975**, *7* (1), 39–70. <https://doi.org/10.1080/10408397509527201>.
- (23) Cosgrove, D. J. Growth of the Plant Cell Wall. *Nature Reviews Molecular Cell Biology* **2005**, *6* (11), 850–861. <https://doi.org/10.1038/nrm1746>.
- (24) Devries, J. On Defining Dietary Fibre. *Proc Nutr Soc* **2003**, *62*, 37–43. <https://doi.org/10.1079/PNS2002234>.
- (25) Pereira, M. S. A. Purificação de Uma Endo- Poligalacturonase, Produzida Por *Kluyveromyces Marxianus*, Utilizando Sistemas de Duas Fases Aquosas, 2005.
- (26) Gómez-Romero, M.; Arráez-Román, D.; Segura Carretero, A.; Fernández-Gutiérrez, A. Analytical Determination of Antioxidants in Tomato: Typical Components of the Mediterranean Diet. *J Sep Sci* **2007**, *30* (4), 452–461. <https://doi.org/10.1002/jssc.200600400>.
- (27) Oroian, M.; Escriche, I. Antioxidants: Characterization, Natural Sources, Extraction and Analysis. *Food Research International* **2015**, *74*, 10–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.018>.
- (28) Azabou, S.; Abid, Y.; Sebii, H.; Felfoul, I.; Attia, H. Potential of the Solid-State Fermentation of Tomato by Products by *Fusarium Solani* Pisi for Enzymatic Extraction of Lycopene. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* **2016**, *68*, 280–287. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.064>.
- (29) Amiri-Rigi, A.; Abbasi, S. Microemulsion-Based Lycopene Extraction: Effect of Surfactants, Co-Surfactants and Pretreatments. *Food Chem* **2016**, *197 Pt A*, 1002–1007.
- (30) Fraser, P.; Bramley, P. The Biosynthesis and Nutritional Uses of Carotenoids. *Prog Lipid Res* **2004**, *43* (3), 228–265. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2003.10.002>.
- (31) Shi, J. Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Critical Reviews in Biotechnology* **2008**, *20*. <https://doi.org/10.1080/10408690091189275>.

- (32) Barringer, S. A. Vegetable: Tomato Processing. In *Food Processing: Principles and Applications*; Smith, J. S., Hui, Y. H., Eds.; Blackwell Publishing, 2004; pp 464–478.
- (33) Gärtner, C.; Stahl, W.; Sies, H. Lycopene Is More Bioavailable from Tomato Paste than from Fresh Tomatoes. *The American Journal of Clinical Nutrition* **1997**, *66* (1), 116–122. <https://doi.org/10.1093/ajcn/66.1.116>.
- (34) Abushita, A. A.; Daood, H.; Biacs, P. A. Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors. *J Agric Food Chem* **2000**, *48*, 2075–2081. <https://doi.org/10.1021/jf990715p>.
- (35) Koh, E.; Charoenprasert, S.; Mitchell, A. Effects of Industrial Tomato Paste Processing on Ascorbic Acid, Flavonoids and Carotenoids and Their Stability over One-Year Storage. *J Sci Food Agric* **2012**, *92*, 23–28. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4580>.
- (36) Nunes, C. F. *Otimização de Condições de Pasteurização Na Indústria de Derivados de Tomate, Tomar, 2014.*
- (37) Ferreira, M. S. R.; Freitas, R. J. S. de; Lazzari, E. N. Padrão de Identidade e Qualidade Do Tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) de Mesa. *Ciência Rural* **2004**, *34* (1), 329–335.
- (38) Pinto, A. S.; Fragata, A.; Martins, V. *Produtores de Tomate Para Indústria: Suas Organizações e Práticas Para a Promoção Da Qualidade e Do Ambiente*; Angra do Heroísmo, Terceira, Açores , 2004.
- (39) Giordano, L. D. B. *Tomate Para Processamento Industrial*, EMBRAPA.; Brasília, 2000.
- (40) Thakur, B. R.; Singh, R. K.; Nelson, P. E. Quality Attributes of Processed Tomato Products: A Review. *Food Reviews International* **1996**, *12* (3), 375–401. <https://doi.org/10.1080/87559129609541085>.
- (41) Gould, W. A. *Tomato Production, Processing, and Technology*, 3ª Edição.; CTI Publicantions Inc: Maryland, USA, 1992.
- (42) Tauferova, A.; Tremlova, B.; Bednar, J.; Golian, J.; Zidek, R.; Vietoris, V. Determination of Ketchup Sensory Texture Acceptability and Examination of Determining Factors as a Basis for Product Optimization. *International Journal of Food Properties* **2015**, *18* (3), 660–669. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.853186>.
- (43) Singh, S.; Singh, A. K.; Rai, A. Effect of Different Thickeners on Quality Assurance and Consumer Preferences in Tomato Ketchup. *Article in Indian Journal of Agricultural Sciences* **2014**, *84* (8).
- (44) Barrett, D. M.; Beaulieu, J. C.; Shewfelt, R. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **2010**, *50* (5), 369–389. <https://doi.org/10.1080/10408391003626322>.
- (45) MONTEIRO, C.; Miguel, O.; Pentead, P.; Haracemiv, S. QUALIDADE NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE DO TOMATE “TIPO ITALIANO.” *Alimentos e Nutrição* **2008**, *19*.
- (46) Fabbri, A. D. T. *Estudo Da Radiação Ionizante Em Tomates in Natura (Lycopersicum Esculentum Mill) e No Teor de Licopeno Do Molho, São Paulo, 2009.*

- (47) Resende, J. M.; Chitarra, M. I. F.; Maluf, W. R.; Chitarra, A. B. Horticultura Brasileira. *Qualidade pós-colheita em genótipos de tomate do grupo multilocular*. Brasília November 1997, pp 92–98.
- (48) Borguini, R.; da Silva, M. Características Físico-Químicas e Sensorias Do Tomate (*Lycopersicon Esculentum*) Produzido Por Cultivo Orgânico Em Comparação Ao Convencional\*. *Alimentos e Nutrição* **2009**, *16*.
- (49) Akbudak, B.; Bolkan, H.; Cohen, N. Determination of Physicochemical Characteristics in Different Products of Tomato Varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* **2009**, *60* (SUPPL. 1), 126–138. <https://doi.org/10.1080/09637480802446621>.
- (50) Gastélum-Barrios, A.; Bórquez-López, R. A.; Rico-García, E.; Toledano-Ayala, M.; Soto-Zarazúa, G. M. Tomato Quality Evaluation with Image Processing: A Review. *African Journal of Agricultural Research* **2011**, *6* (14), 3333–3339. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.108>.
- (51) Ahmed, M.; Alam, M. K.; Sorifa Akter, M.; Islam, N.; Eun, J.-B. Effect of Carboxymethylcellulose and Starch as Thickening Agents on the Quality of Tomato Ketchup. *Pakistan Journal of Nutrition* **2009**, *8* (8), 1144–1149.
- (52) FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Codex Standard for Processed Tomato Concentrates*; Codex Alimentarius Commission, 1981.
- (53) Sugal. *Sugal-Group*. <https://sugal-group.com> (accessed 2021-05-10).
- (54) Kumar, V.; Kumar, L.; Kumar, K.; Goyal, S. K.; Kumar, A.; Jain, G. Physico-Chemical and Quality Evaluation of Tomato Ketchup during Storage. *South Asian Journal of Food Technology and Environment* **2015**, *01* (3and4), 250–255. <https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i03and04.07>.
- (55) Bayod, E.; Willers, E. P.; Tornberg, E. Rheological and Structural Characterization of Tomato Paste and Its Influence on the Quality of Ketchup. *LWT - Food Science and Technology* **2008**, *41* (7), 1289–1300. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.08.011>.
- (56) Juszcak, L.; Oczadły, Z.; Gałkowska, D. Effect of Modified Starches on Rheological Properties of Ketchup. *Food and Bioprocess Technology* **2013**, *6* (5), 1251–1260. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0813-x>.
- (57) Nishinari, K. *Structure and Properties of Food Hydrocolloids - Gels, Emulsions and Foams*, 5th ed.; Nishinari, K., Ed.; 2008; Vol. 213.
- (58) Dzhivoderova-Zarcheva, M.; Nikovska, K.; Dimova, K. Rheological and Structural Properties of Tomato Ketchup as Affected by the Addition of Native and Modified Starches. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* **2021**, *27* (1), 220–226.
- (59) Cai, X.; Du, X.; Zhu, G.; Cai, Z.; Cao, C. The Use of Potato Starch/Xanthan Gum Combinations as a Thickening Agent in the Formulation of Tomato Ketchup. *CYTA - Journal of Food* **2020**, *18* (1), 401–408. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1760943>.
- (60) Amaro, S. P. *Funcionalização Tecnológica de Amidos Em Matérias-Primas Naturais*, Aveiro, 2013.

- (61) Nemtanu, M.; Brasoveanu, M. Functional Properties of Some Non-Conventional Treated Starches. In *Biopolymers*; Sciyo, 2010. <https://doi.org/10.5772/10268>.
- (62) Strati, I. F.; Oreopoulou, V. Recovery and Isomerization of Carotenoids from Tomato Processing By-Products. *Waste and Biomass Valorization* **2016**, *7* (4), 843–850. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9535-z>.
- (63) Stajčić, S.; Ćetković, 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.069>.
- (64) Agostinho, I. A. L. *Aplicação Do Controlo Estatístico Do Processo Numa Indústria de Derivados de Tomate*, Lisboa, 2011.
- (65) *Voz do Campo*. A tendência de consumo passará por produtos com sabor mais próximos do tomate fresco.
- (66) Goodman, C. L.; Fawcett, S.; Barringer, S. A. Flavor, Viscosity, and Color Analyses of Hot and Cold Break Tomato Juices. *Journal of Food Science* **2002**, *67* (1), 404–408.
- (67) Sanchez, M. C.; Valencia, C.; Gallegos, C.; Ciruelos, A.; Latorre, A. Influence of Processing on the Rheological Properties of Tomato Paste. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **2002**, *82* (9), 990–997.
- (68) Rajchl, A.; Voldřich, M.; Čížková, H.; Hronová, M.; Ševčík, R.; Dobiáš, J.; Pivoňka, J. Stability of Nutritionally Important Compounds and Shelf Life Prediction of Tomato Ketchup. *Journal of Food Engineering* **2010**, *99* (4), 465–470. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.01.035>.
- (69) Silva, J. R. da S.; Lemes, E. de O.; Choze, R.; Andrade, E. D. de. Análise Do Controlo de Qualidade Na Produção de Ketchup e Criação de Um Novo Produto. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção* **2016**, *4* (5), 87–103.
- (70) Torbica, A.; Belović, M.; Mastilović, J.; Kevrešan, Ž.; Pestorić, M.; Škrobot, D.; Dapčević 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. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.007>.
- (71) Anthon, G. E.; Barrett, D. M. Pectin Methylsterase Activity and Other Factors Affecting PH and Titratable Acidity in Processing Tomatoes. *Food Chemistry* **2012**, *132* (2), 915–920. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.066>.
- (72) Santos, G. G.; Mattos, L.; Moretti, C. Quality and Occurrence of Mycotoxins in Tomato Products in the Brazilian Market. *Enzyme Engineering* **2017**, *06*. <https://doi.org/10.4172/2329-6674.1000156>.

## 8. Anexos

Anexo A

### Ketchup (amostra 1)

\*\*\*LER COM ATENÇÃO\*\*\*

Pontue a amostra de acordo com a sua preferência, selecionando o número correspondente à sua pontuação. Após pontuar a amostra, acrescente comentários (positivos e/ou negativos) no campo de observações.

TENHA EM ATENÇÃO À ESCALA DE AVALIAÇÃO UTILIZADA PARA CADA ATRIBUTO

#### \*Código da amostra:

#### \*Aparência

- 5 - Agradável
- 4 - Ligeiramente Agradável
- 3 - Indiferente
- 2 - Ligeiramente Desagradável
- 1 - Desagradável

#### \*Cheiro / Odor

- 5 - Agradável
- 4 - Ligeiramente Agradável
- 3 - Indiferente
- 2 - Ligeiramente Desagradável
- 1 - Desagradável

#### \*Sabor

- 5 - Agradável
- 4 - Ligeiramente Agradável
- 3 - Indiferente
- 2 - Ligeiramente Desagradável
- 1 - Desagradável

#### \*Doce

- 3 - Mais que o ideal
- 2 - Ideal
- 1 - Menos que o ideal

#### \*Salgado

- 3 - Mais que o ideal
- 2 - Ideal
- 1 - Menos que o ideal

#### \*Intensidade da Cor

- 3 - Mais que o ideal
- 2 - Ideal
- 1 - Menos que o ideal

#### \*Consistência/Textura

- 5 - Agradável
- 4 - Ligeiramente Agradável
- 3 - Indiferente
- 2 - Ligeiramente Desagradável
- 1 - Desagradável

#### \*Apreciação Global

- 5 - Agradável
- 4 - Ligeiramente Agradável
- 3 - Indiferente
- 2 - Ligeiramente Desagradável
- 1 - Desagradável

#### \*Intenção de Compra

- 5 - De certeza que compraria
- 4 - Provavelmente compraria
- 3 - Não sei se compraria
- 2 - Provavelmente não compraria
- 1 - De certeza que não compraria

#### \*Comentários:

É de carácter obrigatório comentar a sua avaliação, dando a sua opinião sobre a amostra e/ou acrescentando aspetos positivos e/ou negativos que tenha encontrado na presente amostra: