

Joana Alexandra Moura Fortuna Peixoto

Efeito dos processos de confeção nos produtos hortícolas

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2016



Joana Alexandra Moura Fortuna Peixoto

Efeito dos processos de confeção nos produtos hortícolas

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2016

Joana Alexandra Moura Fortuna Peixoto

Efeito dos processos de confeção nos produtos hortícolas

---

(Joana Alexandra Moura Fortuna Peixoto)

Trabalho Complementar apresentado à Universidade  
Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção  
do grau de licenciado em Ciências da Nutrição

Orientadora:

*Mestre Tânia Cordeiro*

## Índice

1. Introdução.....	1
2. Métodos .....	2
3. Resultados e Discussão.....	3
3.1. Cozer.....	3
3.1.1. Características físicas .....	5
3.1.2. Micronutrientes.....	7
3.1.3. Compostos bioativos ou Fitoquímicos .....	8
3.1.4. Atividade antioxidante.....	10
3.2. Cozer ao vapor .....	11
3.2.1. Características físicas .....	14
3.2.2. Micronutrientes.....	14
3.2.3. Compostos bioativos ou Fitoquímicos .....	15
3.2.4. Atividade antioxidante.....	17
3.3. Grelhar .....	18
3.3.1. Características físicas .....	19
3.3.2. Compostos bioativos ou Fitoquímicos .....	20
3.3.3. Atividade antioxidante.....	21
3.3.4. Formação de compostos indesejados.....	21
3.4. Assar .....	22
3.4.1. Características físicas .....	23
3.4.2. Compostos bioativos ou Fitoquímicos .....	24
3.4.3. Atividade antioxidante.....	25
3.5. Estufar .....	25
4. Limitações .....	26
5. Conclusão .....	27
6. Bibliografia.....	29

## **Índice de tabelas**

Tabela 1- Efeito do processo de cozedura em água em diferentes hortícolas .....	4
Tabela 2- Efeito do processo de cozedura a vapor em diferentes hortícolas.....	12
Tabela 3- Efeito do processo de grelhar em diferentes hortícolas.....	19
Tabela 4- Efeito do processo de assar em diferentes hortícolas .....	23
Tabela 5- Efeito do processo de estufar em diferentes hortícolas .....	26

## **Lista de Abreviaturas**

**FAO-** Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas

**OMS-** Organização Mundial de Saúde

**ABTS-** 3-ethylthiazoline-6-sulphonic acids radical scavenging activity

**ORAC-** Oxigen Radical Absorbance Capacity

**FRAP-** Ferric Reducing Antioxidant Power

**DPPH-** 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activity

**TEAC-** Trolox Equivalent Antioxidant Capacity

## **Efeito dos processos de confeção nos produtos hortícolas**

Joana Peixoto<sup>1</sup>; Tânia Cordeiro<sup>2</sup>

1. Estudante finalista do 1º ciclo de Ciências da Nutrição da Universidade Fernando Pessoa.

2. Orientadora do trabalho complementar. Docente da Faculdade Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

### **Autor para correspondência:**

Joana Alexandra Moura Fortuna Peixoto

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa (Ciências da Nutrição)

Rua Carlos da Maia, 296 | 4200 – 150 Porto

Tel. +351 225074630; E-mail: [26421@ufp.edu.pt](mailto:26421@ufp.edu.pt)

**Título resumido:** Processos de confeção, produtos hortícolas

**Contagem de palavras:** 8292

**Número de tabelas:** 5

**Conflitos de interesse:** Nada a declarar.

## **Resumo**

**Introdução:** Grande parte dos produtos hortícolas são consumidos após a confeção, podendo a utilização dos métodos de cocção causar alterações a vários níveis, conduzindo a modificações nutricionais e sensoriais.

**Objetivo:** Analisar a influência dos diferentes métodos de confeção nos produtos hortícolas.

**Métodos:** Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica, ao qual se utilizou duas bases de dados para a recolha de informação: a *Pubmed* e *Web of science*, usando artigos publicados desde julho de 2011 a julho de 2016, utilizando como palavras-chave: “Boiling AND vegetables”, “Steaming AND vegetables”, “Grilling AND vegetables”, “Roasting OR baking AND vegetables”, “Stewing AND vegetables”. Após a análise dos artigos obtidos, selecionaram-se 56 artigos para a realização deste trabalho.

**Resultados:** Os processos de confeção mais referenciados na literatura foram os métodos cozer (45 artigos) e cozer a vapor (32 artigos). Os métodos como grelhar (8 artigos), assar (8 artigos) e estufar (2 artigos) foram os menos estudados. Após a análise dos artigos selecionados, verificou-se vários resultados contraditórios entre os artigos, aos quais vários fatores podem influenciar.

**Conclusão:** O método de cozer a vapor quando comparado com a cozedura em água, é preferível, pois neste último ocorre elevadas perdas devido à lixiviação dos compostos na água de cozedura. No que diz respeito ao grelhar, é importante salientar que este método pode levar à formação de substâncias tóxicas, o que é necessário ter formas alternativas de evitar estas formações. Quanto ao método estufar e assar, verificaram-se poucos estudos disponíveis, ao qual se torna difícil obter uma análise conclusiva acerca do real efeito destes processos nos produtos hortícolas.

**Palavras-chave:** Cozer, cozer a vapor, grelhar, assar, estufar, hortícolas

## **Abstract**

**Introduction:** Several vegetables are consumed after cooking and despite the use of cooking methods they can experience nutritional level and textural changes.

**Objective:** To analyze the influence of different cooking methods in vegetables.

**Methods:** This work is a literature review based on two database for the collection of information - *Pubmed* and *Webs of Scienc*, by only using articles published since July 2011 to July 2016. Sorted by using keywords like: "Boiling AND vegetables", "Steaming AND vegetables", "Grilling AND vegetables", "Roasting OR baking AND vegetables", "Stewing AND vegetables". After an analysis of obtained articles were selected 56 articles to do this work.

**Results:** the most cooking methods referenced in the literature were boiling (45 articles) and steaming (32 articles). Methods such as bake (8 Articles), grill (8 articles), and stewing (2 Articles) were the less studied, until now. After analysis there were many contradictory results between studies to wich various factors can influenced.

**Conclusion:** The steam cooking method when compared to cooking in water, it is preferable because cooking in water has the disadvantage of high losses due to leaching the nutritional compounds. In grill method is important to enhance the possibility of toxic substances formation. Wich is necessary to look for other alternatives to avoid toxic substances. For stewing and baking methods is difficult to obtained a conclusive result about the effect in vegetables, due to lake of published studies.

**Keywords:** Boiling, steaming, grilling, baking, roasting, stewing, vegetables

## 1. Introdução

Varias organizações internacionais como a Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), recomendam o consumo diário de produtos hortícolas, uma vez que a evidência científica tem vindo a demonstrar que o consumo destes alimentos têm vários efeitos benéficos na saúde do consumidor<sup>1</sup>.

Os produtos hortícolas assumem assim um papel importante na alimentação diária, pois na sua constituição apresentam compostos como as vitaminas (essencialmente a vitamina A, D, E, C, K, vitaminas do complexo B), os minerais (principalmente o cálcio, potássio, fósforo, ferro) e as fibras. Compostos estes fundamentais em diversas funções no nosso organismo. Para além destes nutrientes, também são ricos em diversos fitoquímicos, como por exemplo compostos fenólicos, carotenoides e glucosinolatos. Estes compostos são considerados antioxidantes, exercendo igualmente efeitos benéficos na saúde, nomeadamente na eliminação dos radicais livres e na diminuição do dano oxidativo, e por consequência poderem contribuir na diminuição de várias doenças, nomeadamente as doenças crónicas<sup>2,3</sup>.

No entanto, grande parte dos hortícolas são confecionados antes de serem consumidos, podendo por este motivo alterar a sua composição nutricional, ou seja, após a aplicação de um tratamento de calor poderão ocorrer perdas ou ganhos nutricionais. Estes tratamentos de calor apresentam algumas vantagens, como o aumento da palatabilidade, pois causam várias alterações a nível da textura e sabor, e ainda permitem a destruição de microrganismos, tornando assim mais seguro o seu consumo<sup>4</sup>. Contudo, os diferentes métodos de confecção podem induzir alterações não só nas características físicas (cor, textura) como também na composição química, e deste modo afetar a biodisponibilidade de certos compostos bioativos como os carotenoides, compostos fenólicos e ainda influenciar o teor de macro e micronutrientes<sup>5,6</sup>, e poderá induzir a formação de novos compostos, devido à ocorrência de diversas reações, como é o caso das nitrosaminas e acrilamida<sup>7,8</sup>.

No entanto, pode-se verificar na literatura que ainda não há consenso sobre quais as formas mais adequadas para a confecção de produtos hortícolas, pois enquanto alguns autores referem por exemplo, aumento dos níveis de compostos bioativos e da atividade antioxidante, outros concluem efeitos opostos para o mesmo método de cocção<sup>9,10,11</sup>. Há

também autores a relatar que diferentes métodos levam à perda de micronutrientes e outros referem que esses micronutrientes não são afetados pela confeção<sup>12,13,14</sup>. Neste seguimento, o presente trabalho tem como objetivo analisar através de uma revisão sistemática a influência dos vários processos de confeção nos produtos hortícolas.

O conhecimento destes efeitos são importantes não só para a investigação científica, como para o consumidor e para as empresas de restauração coletiva no sentido de estes tomarem conhecimento de como os vários processos de confeção podem influenciar a qualidade nutricional dos alimentos, e desta forma tentar confeccioná-los de modo a otimizar o seu valor nutricional.

## **2. Métodos**

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica baseada em artigos científicos. A recolha de informação foi realizada em bases de dados de referência, nomeadamente na *Pubmed* e *Web of science*, no sentido de obter informação sobre o tema em estudo.

Numa fase inicial foram selecionados os métodos de confeção de produtos hortícolas mais frequentes no receituário português: cozer, cozer ao vapor, grelhar, assar e estufar. Foram apenas considerados os artigos que se referissem a produtos hortícolas e que se apresentassem na língua inglesa e portuguesa. Foram apenas selecionados os artigos publicados nos últimos 5 anos, no período de julho de 2011 a julho de 2016.

Na base de dados da *Pubmed* realizaram-se 5 pesquisas, tendo como palavras-chaves em inglês: (1) “Boiling AND vegetables”, (2) “Steaming AND vegetables”, (3) “Grilling AND vegetables”, (4) “Roasting OR baking AND vegetables”, (5) “Stewing AND vegetables”. Após a leitura e análise dos resumos dos artigos obtidos, selecionaram-se os que faziam referência a produtos hortícolas e vulgarmente consumidos em Portugal e excluí-se todos os processos realizados a nível industrial bem como os artigos repetidos. Relativamente, aos métodos de confeção, foi excluído o processo de fritura, uma vez ser um procedimento pouco utilizado em Portugal para a confeção de produtos hortícolas. Assim, selecionaram-se para objeto de estudo no presente trabalho 20 artigos.

Para a base de dados *Web of science*, realizaram-se também as 5 pesquisas com as mesmas palavras-chaves, e os mesmos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa anterior, no entanto nesta base de dados foi necessário incrementar mais um critério de

exclusão - “patente”, que consiste na caracterização/descrição de uma nova técnica, protegendo sempre os direitos de autor. Assim, foram selecionados 36 artigos.

Quando foram analisados os vários artigos selecionados, verificou-se que em alguns trabalhos expressam as alterações dos metabolitos em peso seco e outros em peso fresco. O peso seco de um hortícola significa que a este lhe foi retirado toda água presente, o peso fresco refere-se ao peso do hortícola em cru. A diferença encontrada na expressão dos resultados em peso seco ou em peso fresco resultará na impossibilidade de serem comparados os resultados entre alguns artigos.

### **3. Resultados e Discussão**

Nesta revisão, foram analisados cinco diferentes métodos de confecção vulgarmente utilizados na cozinha que são: cozer, cozer ao vapor, grelhar, assar e estufar. Os processos de confecção mais referenciados na literatura foram os métodos cozer (45 artigos) e cozer a vapor (32 artigos). Os métodos como grelhar (8 artigos), assar (8 artigos) e estufar (2 artigos) foram os menos estudados.

Nas tabelas apresentadas ao longo deste trabalho estão presentes os principais resultados dos artigos selecionados, sendo citadas apenas as alterações significativas que ocorrem nos vários produtos hortícolas após os diferentes processos de confecção.

#### **3.1.Cozer**

Na tabela 1 encontram-se os principais efeitos que o método cozer causa em produtos hortícolas. Este método consiste na colocação do alimento em água no seu ponto de ebulição<sup>4</sup>, pelo que a transferência de calor é feita essencialmente pela água.<sup>15</sup>

**Tabela 1-** Efeito do processo de cozedura em água em diferentes hortícolas

Método de confeção	Produto hortícola	Principais efeitos	Autores
<b>Cozer</b>	Alho francês ( <i>Allium ampeloprasum</i> var. <i>porrum</i> )	↓ Teor de compostos fenólicos (20 e 60 min); ↓ Capacidade antioxidante (DPPH); ↑ Capacidade antioxidante (ORAC)	Bernaert N, et al. <sup>16</sup>
	Beterraba vermelha ( <i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>Vulgaris</i> )	↓ Teor de compostos fenólicos; ↑ Capacidade antioxidante (DPPH)	Şengül M, et al. <sup>11</sup> ; Ravichandran K, et al. <sup>17</sup>
	Beringela ( <i>Solanum melongena</i> L.)	↑ Teor de compostos fenólicos; ↑ Teor de flavonoides; ↑ Capacidade antioxidante (ORAC, DPPH, FRAP, ABTS)	Zambrano-Moreno E, et al. <sup>9</sup> ; Ramírez-Anaya J, et al. <sup>18</sup>
	Brócolos ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Avenger</i> )  ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> )	↑ Humidade; ↓ Textura; ↓ Teor de carotenoides total; ↑ Teor de carotenoides total; ↓ Teor de glucosinolatos total; ↓ Teor de compostos fenólicos	Hwang ES, et al. <sup>19</sup> ; Dos Reis LCR, et al. <sup>20</sup> ; Vinha AF, et al. <sup>10</sup>
	Cenoura ( <i>Daucus carota</i> L.)	↓ Humidade; ↓ Firmeza; ↓ Teor de iodo; ↑ Teor de β-caroteno	Comandini P, et al. <sup>21</sup> ; Iborra-Bernad C, et al. <sup>22</sup>
	Chicória ( <i>Cichorium intybus</i> L., <i>Catalogna</i> group)	↓ Textura; ↓ Cor; ↓ Teor de sódio, potássio, magnésio e cálcio	Renna M, et al. <sup>13</sup>
	Couve ( <i>Collard Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> )	↓ Teor de carotenóides; ↓ Teor de vitamina C; ↓ Teor de compostos fenólicos; ↓ Capacidade antioxidante (DPPH); ↑ Capacidade antioxidante (ORAC)	Murador DC, et al. <sup>23</sup> ; Vinha AF, et al. <sup>10</sup>
	Couve-flor ( <i>Brassica oleracea</i> )	↑ Humidade; ↓ Textura; ↑ Teor de carotenóides; ↓ Teor de vitamina C; ↓ Teor de compostos fenólicos; ↑ Capacidade antioxidante (DPPH); ↓ Capacidade antioxidante (DPPH)	Dos Reis LCR, et al. <sup>20</sup> ; Vinha AF, et al. <sup>10</sup>

(continuação na página seguinte)

**Tabela 1 (continuação)** - Efeito do processo de cozedura em água em diferentes hortícolas

<b>Cozer</b>	<p>Couve lombarda (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>sabauda</i> L.)</p> <p>Couve tronchuda (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>costata</i> DC)</p>	<p>↓ Teor de carotenóides;</p> <p>↓ Teor de vitamina C;</p> <p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (DPPH)</p>	Vinha AF, et al. <sup>10</sup>
	<p>Couve roxa (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i>)</p>	<p>↓ Teor de glucosinolatos;</p> <p>↓ Teor de vitamina C;</p> <p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (ORAC, DPPH)</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (ABTS)</p>	Xu F, et al. <sup>24</sup> ; Murador DC, et al. <sup>23</sup>
	<p>Espargos (<i>Asparagus officinalis</i> L. cv. <i>Guelph Millenium</i>)</p>	<p>↓ Teor de compostos fenólicos (11 minutos)</p>	Drinkwater J, et al. <sup>25</sup>
	<p>Espinafre (<i>Spinacia oleracea</i>)</p>	<p>↓ Teor de magnésio, folato;</p> <p>↓ Teor de carotenóides;</p> <p>↓ Teor de vitamina C</p>	Rai D, et al. <sup>26</sup> ; Delchier N, et al. <sup>27</sup> ; Vinha AF, et al. <sup>10</sup>
	<p>Feijão-verde (<i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. <i>Estefania</i>)</p>	<p>↓ Firmeza;</p> <p>↓ Teor de folatos</p>	Iborra-Bernad C, et al. <sup>22</sup>
	<p>Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>)</p>	<p>↑ Humidade;</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (ABTS)</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (FRAP, DPPH)</p>	Ramírez-Anaya J, et al. <sup>18</sup>
	<p>Rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.)</p>	<p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (DPPH)</p>	Şengül M, et al. <sup>11</sup>

Os dados apresentados nesta tabela são resultados significativos ( $p < 0,05$  e  $p < 0,001$ ). Comparação de hortícolas em fresco.

### 3.1.1. Características físicas

Relativamente às características físicas, a humidade é um parâmetro que sofre algumas alterações após a confeção. Na literatura, verificam-se estudos contraditórios, pois dois estudos realizados em abóboras, um relata uma diminuição<sup>18</sup> e outro verifica um aumento<sup>28</sup>. Mas no estudo que resultou num aumento, teve como duração de

processamento 4 minutos, enquanto no estudo que se verificou uma diminuição<sup>18</sup> foi utilizado um tempo de processamento de 10 minutos, assim, a duração do processo de confeção pode influenciar o teor de humidade. E o mesmo se verificou em diferentes hortícolas em que com o tempo de processamento maior, observa-se uma diminuição na humidade<sup>20,18,21</sup>.

Ainda relacionado com as características físicas, a textura é outro parâmetro que sofre varias alterações após a confeção. Dois estudos realizados em brócolos, couve-flor cultivada num sistema orgânico e espargos, encontraram uma diminuição da textura. No que respeita à firmeza, quatro artigos relatam também uma diminuição<sup>29,30,22,31</sup>, ao qual os seus autores concluem que esta diminuição se deve: (1) à rutura da estrutura celular provocada pelo aquecimento das substâncias pécticas;<sup>29,22</sup> e (2) à despolimerização da pectina e decomposição celular, provocado também pelo aquecimento<sup>30</sup>.

No que respeita à cor, este é um parâmetro sobre o qual se verificam estudos contraditórios. Relativamente às três variáveis da cor: L\* (Luminosidade), a\* (componente vermelho-verde), b\* (componente azul-amarelo), é possível observar que em dois autores verificam um aumento da variável L\* em espinafre e couve-roxa<sup>32,24</sup>, e outros três verificam uma diminuição em couve-flor orgânica, em chicória e espargos<sup>33,13,25</sup>, ou seja, esta diminuição poderá levar ao um escurecimento destes hortícolas, após a confeção. Relativamente à variável a\*, verificou-se aumentos significativos em pimentos, brócolos, chicória e em couve-flor<sup>29,33,13</sup>. No entanto, em cenouras e em couve-roxa observou-se uma diminuição significativa<sup>32,24</sup>. Quanto à variável b\*, na cenoura, e na chicória, foi onde se observou uma diminuição significativa<sup>13,32</sup>, já em pimentos observou-se um aumento significativo para esta variável<sup>29</sup>. Importa, realçar que estes estudos foram realizados com tempos de processamento diferentes, o que pode indicar que o tempo de confeção pode influenciar também na cor dos diferentes hortícolas, contudo não é perceptível de que forma o tempo de confeção pode alterar esta característica. A possível explicação para a redução da coloração de hortícolas verdes, como o feijão-verde e os brócolos, poderá estar ligada à degradação da clorofila, que, com temperaturas elevadas, altera de uma cor verde viva para uma cor mais escura, transformando-se em feofitina<sup>31,22</sup>.

No que respeita aos sólidos solúveis totais, três autores verificam a sua diminuição em abóbora, repolho, couve-flor, espinafre, agrião e couve-flor cultivada num sistema orgânico, podendo dever-se à dissolução dos açúcares solúveis e dos ácidos orgânicos na água de cozedura<sup>28,10,33</sup>.

### 3.1.2. Micronutrientes

Relativamente às alterações dos micronutrientes, pode-se verificar que quatros estudos mencionam uma diminuição destes<sup>34,26,14,13</sup>. Os micronutrientes estudados por estes autores foram: o magnésio, ferro, potássio, cálcio e fósforo. As explicações apontadas para estes resultados foram: (1) para o magnésio, a diminuição pode ser causada pela dissolução na água e pela degradação causada pelo calor desencadeada pelo método de confeção<sup>26</sup>; (2) a perda de ferro pode ser provocada pela dissolução na água de cozedura, podendo ainda ocorrer ligação deste mineral às proteínas e originar complexos com outros compostos<sup>34</sup>; e (3) a diminuição do teor de cálcio e de potássio pode ser explicada pela lixiviação destes minerais na água de cozedura<sup>14,13</sup>, que é rejeitada.

Ainda relacionado com os micronutrientes, um estudo que analisou cenouras frescas e feijão-verde congelado, os seus autores Vrdoljak et al.<sup>12</sup> encontram o aumento do teor de cálcio e de fósforo, não corroborando com outros resultados dos estudos mencionados anteriormente<sup>34,26,14,13</sup>. No entanto, para a determinação do teor de cálcio é importante salientar, que a concentração de cálcio da água utilizada para o método de confeção pode influenciar os resultados. Assim, o trabalho de Słupski et al.<sup>14</sup> verificou a diminuição do teor de cálcio, sendo que a dureza da água utilizada variou entre 130 e 164 mg de CaCO<sub>3</sub> / dm<sup>3</sup>, por sua vez Vrdoljak et al.<sup>12</sup> que verificou um aumento deste mineral, a dureza de água usada foi entre 358 e 430 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, ou seja uma concentração mais elevada, podendo assim a dureza da água resultar no aumento do teor de cálcio<sup>14,12</sup>.

O iodo pode, igualmente, sofrer alterações. Um estudo realizado em cenouras não fortificadas, com adição de sal, verificou uma redução deste mineral, ao qual pode estar relacionado com a volatilização deste mineral na água de cozedura<sup>21</sup>.

Relativamente, ao teor de folato, três estudos mencionam uma diminuição deste após a cozedura. Estas perdas podem ser causadas por lixiviação desta vitamina na água de cozedura, sendo o folato uma vitamina hidrossolúvel, no entanto estas perdas podem também estar relacionadas com a degradação térmica, provocada pelo processo de confeção<sup>27,35,36</sup>. Segundo Maharaj et al.<sup>35</sup>, quando o método de confeção é realizado a temperaturas elevadas (100°C) e durante um grande período de tempo (7,5 minutos), originará grandes perdas de ácido fólico. Além desse fator, se for usada grande quantidade de água de cozedura (250 ml), poderá causar, também, a redução do teor de folato<sup>35</sup>. Estes dados vão de encontro com às conclusões apresentadas num artigo de revisão, em que teve como objetivo estudar as perdas de folatos em hortofrutícolas<sup>37</sup>.

### **3.1.3. Compostos bioativos ou Fitoquímicos**

Os carotenoides são compostos onde existe alguma controvérsia em relação às suas alterações após a cozedura. São vários os autores que relataram aumento<sup>20,23,19,22,28</sup>, outros diminuição<sup>32,10,36,38,39,29,33,40</sup> e ainda autores que verificaram resultados sem efeitos significativos<sup>23,33</sup>. É importante realçar que as diferenças na estrutura dos cromoplastos nos hortofrutícolas pode ser uma das razões para estes resultados contraditórios<sup>23</sup>. Segundo, um artigo de revisão que tinha como finalidade avaliar as alterações dos fitoquímicos após a confeção, concluíram que a diminuição dos carotenoides, pode dever-se à exposição destes à luz, ao oxigénio e ao calor e ainda à isomerização dos carotenoides. As razões possíveis para o aumento deste fitoquímico pode estar relacionada com a destruição da celulose e da estrutura celular, bem como com a desnaturação dos complexos de proteína-carotenoide, facilitando a libertação dos mesmos<sup>5</sup>.

No entanto, observou-se que nos estudos que verificaram uma diminuição, a maioria deles expressam a quantidade de carotenoides em peso fresco, contrariamente aos que determinaram um aumento deste composto, a maioria expressaram em peso seco, o que torna difícil a comparação entre os artigos. E por isto, torna-se evidente que será pertinente a realização de mais estudos que utilizem a mesma metodologia, para se poder concluir quais as alterações ao nível do teor de carotenoides.

Outros compostos bioativos, que sofrem alterações após a cozedura são os glucosinolatos. Seis estudos analisados, mencionam uma diminuição destes fitoquímicos. Os motivos apontados para estas diminuições são: (1) por se tratarem de

compostos hidrossolúveis, podem ser dissolvidos na água de cozedura; e (2) pode ocorrer a sua degradação provocada pelo calor do processo confeção<sup>41,42,24,31,19,43</sup>. É pertinente realçar que estes resultados vão de encontro às conclusões apresentadas em dois artigos de revisão, que tinham como objetivo avaliar as alterações dos teores de fitoquímicos após diferentes métodos de confeção<sup>5,44</sup>.

Outros dos fitoquímicos muito estudados são os compostos fenólicos, os quais podem ser afetados após a cozedura. Na literatura existem vários estudos que analisaram a influência do método de cozer no teor de compostos fenólicos, verificando-se resultados contraditórios. Doze artigos encontraram uma diminuição do teor de compostos fenólicos ou encontraram resultados não significativos em alho, brócolos, couve-flor, cenouras congeladas, couve-roxa, chicória, espargos, beterraba, nabo, abóbora, couve-galega, couve tronchuda, alface e alho francês<sup>45,20,32,24,13,25,11,18,10,23,16,41</sup>. Contudo, a diminuição dos compostos fenólicos nos produtos hortofrutícolas pode ser devido à dissolução dos polifenóis na água de cozedura<sup>41,46</sup>.

No entanto, quatro artigos descrevem um incremento dos compostos fenólicos com este processo de confeção<sup>9,47,48,49</sup>. Segundo, um artigo de revisão de Palermo et al.<sup>5</sup> refere que este aumento pode estar ligado: (1) a uma melhor disponibilidade pela sua libertação permitindo assim a saída mais eficiente de compostos fenólicos; e (2) a inativação da enzima polifenoloxidase, causada pelo processamento térmico, pode impedir a oxidação e a polimerização dos polifenóis<sup>5</sup>.

Estes dados contraditórios, a nível dos compostos fenólicos pode ser explicado pelas diferenças nos métodos de confeção e das matrizes dos hortícolas<sup>5</sup>. Contudo, as diferenças na metodologia utilizada pelos autores é uma limitação à comparação dos resultados, uma vez que os compostos fenólicos são expressos em peso seco<sup>45,20,32,13,25,16,47,49</sup> ou em peso fresco<sup>24,11,18,10,23,41,9,48</sup>.

A vitamina C ou ácido ascórbico é outro fitoquímico que pode sofrer alterações. Seis artigos mencionam a diminuição significativa do seu teor após a cozedura,<sup>32,27,24,50,39,10</sup> em couve-flor congelada, feijão-verde, couve-roxa, brócolos, espinafre, couve-flor, cenoura, agrião, alface e couve galega, onde as principais razões apontadas para esta redução são: (1) a lixiviação deste na água de cozedura, sendo esta uma vitamina hidrossolúvel e (2) a ocorrência da degradação desta vitamina provocada

pelo aquecimento durante o processo de confeção<sup>24,50,39</sup>. No entanto, num estudo realizado em feijão-verde, os seus autores observaram um aumento desta vitamina, explicando este incremento pela diminuição da humidade verificada nos hortícolas cozidos, causado pela rutura das células desencadeada pelo tratamento térmico<sup>22</sup>.

### 3.1.4. Atividade antioxidante

Para quantificação de antioxidantes de forma individual são necessárias técnicas dispendiosas, ao qual poderá não ser representativo da atividade antioxidante de um hortícola, pois há a possibilidade de ocorrer diferentes reações entre os compostos antioxidantes e a matriz do alimento. Assim, a determinação da capacidade antioxidante total é uma alternativa<sup>45</sup>. Para a determinação desta pode se utilizar diferentes técnicas, tais como: ABTS, ORAC, FRAP, DPPH, TEAC o que pode originar resultados discrepantes.

São vários os artigos disponibilizados na literatura que relatam um aumento da atividade antioxidante total em diferentes produtos hortícolas, nomeadamente: beringela<sup>9,48,18</sup>, beterraba vermelha<sup>17,51</sup>, couve<sup>11</sup>, couve-flor<sup>20</sup>, brócolos e couve-flor cultivados num sistema orgânico<sup>33</sup>. Estes resultados foram determinados por diferentes técnicas. As principais razões apontadas para este aumento são: (1) A presença de fitoquímicos, como compostos fenólicos e carotenoides<sup>51,18,17,48</sup>; (2) aplicação do tratamento térmico promoverá a destruição da parede celular, permitindo assim a saída de componentes antioxidantes, aumentando consequentemente a atividade antioxidante<sup>48</sup>; e (3) formação de produtos da reação de *Maillard* com características antioxidantes, e desta forma causar o incremento<sup>23,49</sup>.

Existe muitos estudos a mencionarem o aumento da capacidade antioxidante, mas também se encontram estudos que concluíram a sua diminuição. Esta redução foi verificada em brócolos, couve branca, couve roxa, nabo, alho, cenoura, couve-flor, espinafre, alface, couve lombarda e galega<sup>11,24,45,32,41,10</sup>. A possível razão para esta diminuição é: (1) a perda de compostos antioxidantes como os carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C, devido à sua lixiviação na água de cozedura<sup>10,32,41,24,29</sup>. No entanto, é possível verificar-se que nos estudos que observaram uma diminuição da capacidade antioxidante, a maioria dos autores utilizaram o peso fresco para determinar a sua atividade, enquanto os que verificaram o aumento usaram tanto o peso seco como

o fresco, o que não nos pode permitir comparar os artigos, contudo, observa-se esta diferença.

Também se analisaram artigos em que relatam efeitos não significativos, nomeadamente: em três espécies de couve (“Winterbor”, “Arsis” e “Altmarker Braunkohl”)<sup>50</sup>, em couve fresca e congelada<sup>46</sup> e ainda espargos<sup>25</sup>.

Como se pode ter verificado, há hortícolas que são mencionados em estudos por terem aumentado a sua capacidade antioxidante e noutros diminuírem. É importante realçar que foram utilizadas diferentes técnicas de determinação, ao qual pode haver diferenças na metodologia laboratorial usada, bem como a forma como os investigadores usam para a expressão da atividade antioxidante, ou seja, em expressar em peso fresco ou seco, como já foi referido. Por isso, a necessidade de mais estudos com metodologia semelhantes para concluir o verdadeiro efeito.

Ainda relativamente à atividade antioxidante, foram analisados estudos que avaliam este parâmetro em diferentes espécies de hortícolas. Como é o caso dos pimentos picantes e não picantes, tendo os autores verificado um aumento nos picantes e uma redução nos não picantes<sup>39</sup>. O mesmo acontece na chicória onde houve uma diminuição na “Galatina” mas sem efeitos significativos na “Malfettese”<sup>13</sup>. Estas discrepâncias verificadas em diferentes espécies do mesmo hortícola, deve-se essencialmente às diferenças na composição de cada espécie.

### **3.2. Cozer ao vapor**

Na tabela 2 podem encontrar-se os principais efeitos que o método cozer ao vapor exerce sobre diferentes produtos hortícolas. Este método de confeção consiste na colocação do alimento numa rede sobre água a ferver, aos 100°C, sem contacto direto com a água, utilizando como meio de transferência de calor o vapor de água<sup>4, 15</sup>.

**Tabela 2-** Efeito do processo de cozedura a vapor em diferentes hortícolas

<b>Método de confeção</b>	<b>Produto hortícola</b>	<b>Principais efeitos</b>	<b>Autor</b>
<b>Cozer ao vapor</b>	Abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> )	↓ Humidade; ↑ Teor de carotenóides	Carvalho L, et al. <sup>28</sup>
	Alho Francês ( <i>Allium ampeloprasum var. porrum</i> )	↑ Capacidade antioxidante (ORAC, DPPH)	Bernaert N, et al. <sup>16</sup>
	Beringela ( <i>Solanum melongena L.</i> )	↑ Teor de compostos fenólicos e flavonoides; ↑ Capacidade antioxidante (ORAC, DPPH, ABTS)	Zambrano-Moreno E, et al. <sup>9</sup> ; Chumyam A, et al. <sup>48</sup>
	Beterraba ( <i>Beta vulgaris L. subsp. Vulgaris</i> )	↓ Teor de compostos fenólicos; ↓ Capacidade antioxidante (DPPH)	Şengül M, et al. <sup>11</sup>
	Brócolos ( <i>Brassica oleracea var. italica</i> )  ( <i>Brassica oleracea var. Avenger</i> )	↓ Textura, firmeza; ↓ Cor verde; ↑ Teor de carotenóides total; ↑ Teor de luteína e β-caroteno; ↑ Teor de compostos fenólicos; ↓ Capacidade antioxidante (DPPH)	Bongoni R, et al. <sup>31</sup> ; Dekker M, et al. <sup>52</sup> ; Şengül M, et al. <sup>11</sup> ; Dos Reis LCR, et al. <sup>20</sup> ; Hwang ES, et al. <sup>19</sup>
	Cenoura ( <i>Daucus carota L.</i> )	↓ Firmeza; ↑ Teor de fosforo e cálcio; ↓ Teor de carotenóides total; ↓ Teor de compostos fenólicos; ↑ Capacidade antioxidante (FRAP)	Dekker M, et al. <sup>52</sup> ; Bongoni R, et al. <sup>30</sup> ; Vrdoljak I, et al. <sup>12</sup> ; Mazzeo T, et al. <sup>32</sup>
	Caules da chicória ( <i>Cichorium intybus L., Catalogna group</i> )	↓ Textura; ↓ Cor; ↓ Teor de sódio, potássio, magnésio e cálcio ↓ Capacidade antioxidante (DPPH)	Renna M, et al. <sup>13</sup>

(continuação na página seguinte)

**Tabela 2 (continuação)** - Efeito do processo de cozedura a vapor em diferentes hortícolas

<b>Cozer ao vapor</b>	Couve branca ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> )	<p>↓ Textura;</p> <p>↑ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (DPPH)</p>	Nugrahedhi Y, et al. <sup>53</sup> ; Şengül M, et al. <sup>11</sup>
	Couve-flor ( <i>Brassica oleracea</i> )	<p>↑ Teor de carotenóides total;</p> <p>↓ Teor de vitamina C;</p> <p>↑ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (ABTS, DPPH)</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (TEAC, FRAP)</p>	Girgin N, et al. <sup>41</sup> ; Mazzeo T, et al. <sup>32</sup>
	Couve roxa ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> )	<p>↓ Teor de glucosinolatos total;</p> <p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↓ Capacidade antioxidante (DPPH);</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (ABTS)</p>	Xu F, et al. <sup>24</sup> ; Murador DC, et al. <sup>23</sup> ; Şengül M, et al. <sup>11</sup>
	Espargos ( <i>Asparagus officinalis</i> L. cv. <i>Guelph Millennium</i> )	<p>↓ Cor;</p> <p>↑ Teor de compostos fenólicos (10,5 minutos);</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (10,5 e 16 minutos) (FRAP)</p>	Drinkwater J, et al. <sup>25</sup>
	Espinafre ( <i>Spinacia oleracea</i> )	<p>↓ Teor de β- caroteno (Folhas do espinafre);</p> <p>↑ Teor de β-caroteno e luteína (Espinafre picado)</p>	Eriksen JN, et al. <sup>54</sup>
	Feijão-verde ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	<p>↑ Teor de fósforo e cálcio;</p> <p>↓ Teor de vitamina C</p>	Vrdoljak I, et al. <sup>12</sup> ; Delchier N, et al. <sup>27</sup>
	Nabo ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>rapa</i> )	<p>↓ Teor de compostos fenólicos;</p> <p>↑ Capacidade antioxidante (DPPH)</p>	Şengül M, et al. <sup>11</sup>
	Rabanete vermelho e preto ( <i>Raphanus sativus</i> L.)	<p>↑ Capacidade antioxidante (DPPH)</p>	Şengül M, et al. <sup>11</sup>

Os dados apresentados nesta tabela são resultados significativos (p<0,05 e p<0,001). Comparação de hortícolas em fresco.

### 3.2.1. Características físicas

Vários estudos estão publicados acerca dos efeitos do processo de cozer ao vapor nos produtos hortícolas. Começando por abordar o teor de humidade, pode-se verificar que os estudos são contraditórios. Num estudo que analisou espargos, os autores concluíram que não havia diferenças significativas<sup>25</sup>, contudo noutro onde analisaram abóboras verificaram uma diminuição<sup>28</sup>, e ainda num terceiro que estudou brócolos cultivados em sistema orgânico verificaram um aumento do teor de humidade<sup>33</sup>. É importante realçar que nestes estudos foram usados diferentes tempos de confeção, podendo por essa razão os resultados apresentados pelos autores ser distintos.

No que toca à textura e à firmeza dos produtos hortícolas, foi observado que o método de cozer ao vapor influencia estas duas características físicas dos hortícolas, verificando-se uma redução de ambas as características<sup>20,53,52,30,31</sup>. O fator que parece influenciar fortemente esta diminuição é o tempo de confeção, quanto maior o tempo de cocção maior será a influência na textura e na firmeza dos produtos hortícolas<sup>53,30,31</sup>.

Quanto à cor dos produtos hortícolas submetidos a este método, vários estudos apontam para a diminuição da luminosidade dos hortícolas, causando assim um escurecimento dos mesmos. Os carotenóides, principalmente os  $\alpha$  e  $\beta$  são conhecidos por serem responsáveis pela cor de diferentes produtos hortícolas, e estas alterações na cor podem ser derivadas à isomerização dos carotenóides de *trans* para *cis* e também pela degradação térmica que estes podem sofrer durante o método de confeção<sup>32,30,33</sup><sup>13,25</sup>. A clorofila, outro carotenóide importante para a cor de muitos hortícolas também pode afetar esta característica no sentido de a clorofila ser suscetível à degradação durante o método de cocção, transformando-se em feofitina<sup>31,53</sup>.

### 3.2.2. Micronutrientes

A nível dos micronutrientes, foram encontrados dois estudos contraditórios. No estudo de Vrdoljak et al.<sup>12</sup> foi encontrado o aumento do fósforo e do cálcio na cenoura<sup>12</sup>, contudo no estudo de Renna et al.<sup>13</sup> verificam uma diminuição destes dois nutrientes na chicória<sup>13</sup>. É importante que realçar que neste último estudo utilizaram como tempo de processamento 10 minutos enquanto no estudo realizado na cenoura utilizaram 20 minutos, ou seja o dobro do tempo, pelo que possivelmente a duração do

processo pode afetar os teores destes micronutrientes, para além das diferenças nutricionais existentes nos alimentos.

Quanto aos folatos, vários estudos têm observado que as perdas de folatos devem-se essencialmente à lixiviação destes compostos na água. No entanto, neste método de confeção, o hortícola não é colocado em contacto direto com a água, pelo que não causa perdas desta vitamina, e por isso este método pode ser considerado um dos melhores para a preservação desta vitamina<sup>37</sup>. Num estudo elaborado em vários hortícolas, o autor observou o aumento destes compostos nomeadamente nos brócolos<sup>36</sup>, ao qual outro estudo verificou uma diminuição também neste hortícola, podendo ficar-se a dever à forma como os brócolos foram cortados, pois um dos fatores que influencia estas alterações é o tamanho do hortícolas usados para os métodos de confeção<sup>55</sup>, quanto menor o tamanho, maior a perda.

### **3.2.3. Compostos bioativos ou Fitoquímicos**

Relativamente aos fitoquímicos, encontram-se vários estudos publicados que abordam o teor destes compostos bioativos após aplicação deste método de confeção. Quanto aos carotenoides, é possível observar-se que os principais carotenóides encontrados nos hortícolas são: luteína,  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno. Seis artigos referem o aumento destes compostos após cozedura ao vapor, devendo-se possivelmente à rutura da estrutura celular e dos tecidos e desta forma aumentar a biodisponibilidade destes<sup>28,20,19,36,54,47</sup>. No entanto, num estudo realizado em cenoura, couve-flor e espinafre congelados verificaram uma redução destes compostos, podendo esta diminuição ser explicada pelos danos causados nos tecidos das técnicas de congelamento e de branqueamento<sup>32</sup>.

No entanto, foram encontrados estudos com resultados contraditórios acerca do conteúdo de carotenóides após cozedura ao vapor. Murador et al.<sup>23</sup> elaborou um estudo que utilizou couve e couve roxa, onde observaram uma diminuição significativa no teor de carotenoides na couve, mas sem efeito considerável na couve roxa<sup>23</sup>. Noutro artigo realizado por Dos Reis et al.<sup>33</sup> onde analisaram brócolos e couve-flor cultivados num sistema orgânico verificaram que na couve-flor havia um aumento significativo destes compostos, enquanto que nos brócolos observaram uma diminuição<sup>33</sup>. Estes dados inconsistentes podem ser justificados pela existência de diferentes matrizes nos hortícolas, e para além das diferenças na morfologia dos cromoplastos que também pode afetar a biodisponibilidade dos carotenoides<sup>23</sup>.

A nível dos compostos fenólicos, seis artigos referem o aumento destes<sup>48, 25,23,41,9,20</sup>. Várias razões são apontadas para explicar o incremento destes compostos: (1) a destruição da estrutura celular e subcelulares por via térmica origina a libertação de antioxidantes<sup>9</sup>; (2) a confeção tem como efeito tornar o tecido vegetal mais permeável facilitando a extração destes compostos da matriz celular<sup>23</sup>; e (3) a inativação de sistemas de enzimas (como a polifenoloxidase), devido à aplicação do tratamento de calor, originando assim na inibição da degradação de polifenóis<sup>41,24</sup>.

No entanto, também foram analisados alguns artigos que referem a diminuição destes compostos após a aplicação do método de cozer ao vapor. Num estudo onde analisaram a beterraba, couve-roxa, brócolos, repolho branco, nabo, couve, rabanete vermelho e preto, observaram uma diminuição do teor de polifenóis no nabo (35,64%), no rabanete vermelho (15,29%), na beterraba (15,01%) e no rabanete preto (4,87%)<sup>11</sup>. Há também dois estudos que referem diminuições significativas no teor de compostos fenólicos, estudos estes realizados em couve-roxa e em couve-flor. Nestes estudos, onde referem uma diminuição dos compostos fenólicos usaram o peso fresco para expressar a quantidade destes compostos, enquanto os que verificaram uma diminuição dois estudos utilizaram o peso seco, o que não nos permite a comparação dos artigos, no entanto observa-se estas diferenças entre os resultados obtidos.

Num estudo elaborado em hortícolas congelados observaram na cenoura uma redução do conteúdo de polifenóis, observando um aumento no espinafre e na couve-flor, contudo importante reforçar que os produtos congelados são previamente submetidos a outros tratamentos os quais podem influenciar a biodisponibilidade dos compostos fenólicos<sup>32</sup>. Observaram-se ainda resultados sem efeitos significativos nos compostos fenólicos, em alguns estudos. Num estudo realizado em alho francês<sup>20</sup> e um outro realizado em brócolos verificaram que não havia efeitos significativos nestes compostos<sup>16</sup>.

Os flavonoides são compostos bioativos que pertencem ao grupo dos polifenóis. Num estudo elaborado em Beringela e espinafre água, verificaram o aumento destes compostos<sup>47,9</sup>, o que pode dever-se à quebra da estrutura celular, bem como às forças de ligação entre substâncias antioxidantes e a matriz do tecido<sup>9</sup>.

Outros fitoquímicos que podem ser influenciados pela cozedura a vapor são os glucosinolatos. Quatro artigos revelaram uma diminuição destes compostos<sup>19,24,31,53</sup>, e a principal razão apontada pelos autores é a degradação térmica dos glucosinolatos. No entanto, num artigo de revisão elaborado por Nugrahedhi et al.<sup>44</sup>, em que analisaram o conteúdo de glucosinolatos após cozedura em vapor e em água concluíram que cozer em vapor tende a preservar ou até mesmo aumentar a biodisponibilidade de glucosinolatos, uma vez que a lise celular, lixiviação, hidrólise enzimática e degradação térmica comparativamente ao método de cozer em água é menor<sup>44</sup>. Ainda noutro estudo de revisão conclui que este método de confeção é melhor para a preservação destes compostos<sup>5</sup>.

A nível do teor de vitamina C, três estudos relatam diminuições desta vitamina<sup>32,36,27</sup>. No entanto, um autor conclui que a vitamina C não sofreu qualquer alteração<sup>24</sup>. Todos estes artigos concluem que as perdas são maiores no método cozedura em água devido à lixiviação, sendo esta vitamina solúvel em água.

Num artigo de revisão analisado, concluiu que este método é o mais indicado para a preservação de compostos bioativos, em particular os flavonoides e os glucosinolatos, devido ao facto de este método não implicar o contacto direto do hortícola na água ou em óleo, o que poderá minimizar as perdas por lixiviação<sup>6</sup>.

#### **3.2.4. Atividade antioxidante**

A atividade antioxidante é outro parâmetro que é altamente afetado pelo método cozedura ao vapor. Na literatura, foram encontrados vários estudos com resultados contraditórios.

Cinco artigos verificaram o aumento da atividade antioxidante em diferentes produtos hortícolas, nomeadamente: beringela, couve-flor, couve e couve-roxa, tendo estes sido determinados por diferentes técnicas<sup>48,41,23,46,9</sup>. As principais razões apontadas pelos autores para este incremento são: (1) o tratamento térmico pode levar ao amolecimento e à rutura das estruturas celulares, permitindo assim a saída de substâncias antioxidantes, causando conseqüentemente o aumento da atividade antioxidante;<sup>48,41,25</sup> e (2) durante o processo de calor pode-se originar os produtos da reação de *Maillard*, tendo estas características antioxidantes os quais podem ser responsáveis por este incremento<sup>23,25</sup>.

No entanto, dois estudos relatam a diminuição da atividade antioxidante, nomeadamente na chicória “*Galatina*” e nos brócolos<sup>13,20</sup>. É pertinente realçar que estes dois estudos e os cinco estudos referidos anteriormente para além de terem sido determinados por diferentes técnicas também tiveram diferenças quanto ao método de confeção, nomeadamente o tempo e a quantidade de hortícola usado.

Nos artigos selecionados também é possível observar 2 estudos, em que um analisa a couve roxa e outro avalia brócolos e couve-flor cultivados num sistema orgânico, ao qual verificam que este método de confeção não exerce qualquer efeito sobre a atividade antioxidante, tendo estes dois artigos usados a técnica DPPH<sup>24,33</sup>.

Num artigo, onde os autores analisaram espinafre, cenoura e couve-flor congelado, verificaram a ocorrência de aumentos significativos da capacidade de antioxidante quando determinados pela técnica FRAP, pois quando utilizada a técnica TEAC não se verificou efeitos<sup>32</sup>, o que torna visível como as diferentes técnicas de determinação podem originar resultados diferentes.

São necessários mais estudos que relacionem o efeito de método de cozer ao vapor nos produtos hortícolas, de modo a se poder relatar de forma mais evidente as alterações que pode causar nestes alimentos. É importante realçar que quando se compara vários estudos, é necessário ter em consideração as diferenças nos métodos de confeção, a matriz do vegetal, o tipo de hortícola, se sofreu algum tipo de processo de conservação prévio à análise e ainda as diferenças que as várias técnicas de determinação apresentam.

### **3.3. Grelhar**

Na tabela 3 resume os efeitos que o método de confeção grelhar tem sobre diversos produtos hortícolas. Grelhar consiste na colocação do alimento de forma direta na fonte de calor, utilizando como fonte de calor o ar<sup>4,15</sup>.

**Tabela 3-** Efeito do processo de grelhar em diferentes hortícolas

Método de confeitura	Produto hortícola	Principais efeitos	Autor
<b>Grelhar</b>	Beringela ( <i>Solanum melongena L.</i> )	↑↑ Formação de Nitrosaminas; ↑ Teor de compostos fenólicos; ↑ Capacidade antioxidante (DPPH e TEAC)	Kocak D, et al. <sup>7</sup> ; Lo Scalzo R, et al. <sup>49</sup> ; Zaro M, et al. <sup>56</sup>
	Cebola ( <i>Allium cepa</i> )	↑ Teor de flavonoides; ↓ Capacidade antioxidante (ABTS)	Juániz I, et al. <sup>57</sup>
	Espargos ( <i>Asparagus officinalis</i> )	↓ Cor;	Drinkwater J, et al. <sup>25</sup>
	Pimento ( <i>Capsicum annuum L.</i> )	↑ Teor de flavonoides totais; ↑ Capacidade antioxidante (DPPH); ↓ Capacidade antioxidante (ABTS)	Juániz I, et al. <sup>57</sup> ; Ornelas-Paz J, et al. <sup>39</sup>
	Tomate	Formação de Nitrosaminas	Kocak D, et al. <sup>7</sup>
	Pimento vermelho ( <i>Capsicum annuum L.</i> )	Formação de acrilamida	Constantin O, et al. <sup>8</sup>

Os dados apresentados nesta tabela são resultados significativos ( $p < 0,05$  e  $p < 0,001$ ). Comparação de hortícolas em fresco.

### 3.3.1. Características físicas

Quanto às características físicas, pode-se verificar na literatura que este método de confeitura diminui os valores das variáveis da cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), tornando assim os produtos hortícolas mais escuros, e isto pode dever-se à existência de tecido queimado<sup>25,29,39</sup>.

A textura é outra característica física que pode ser afetada por este método de confeitura. Segundo, Drinkwater et al.<sup>29</sup> que elaborou um estudo sobre os efeitos deste método culinário em espargos, verificou a ocorrência de amolecimento deste alimento após 5 minutos de tratamento. Observando também que na extremidade inferior dos espargos o amolecimento ocorria com o aumento de tempo de processamento. Noutro estudo, os autores verificaram que grelhar diminuía a firmeza de pimentos *jalapeño* e

isto pode ser atribuído à rutura da estrutura celular provocada pelo aquecimento das substâncias pécticas<sup>29</sup>.

Num estudo já mencionado anteriormente, sobre os pimentos *jalapeño* relataram uma diminuição no teor de todos os grupos de pigmentos, verificaram ainda que a clorofila era o componente responsável pela cor mais abundante após este método de processamento, o que pode significar que este composto será mais termolábil<sup>29</sup>.

### **3.3.2. Compostos bioativos ou Fitoquímicos**

No que respeita ao teor de carotenoides totais, um estudo verificou a redução da maioria dos carotenoides em pimentos *jalapeño* em diferentes fases de maturação<sup>29</sup>. Noutro estudo, verificaram uma diminuição do teor de  $\beta$ -caroteno em alguns tipos de pimentos, concluindo que esta redução pode dever-se à desidratação que ocorre durante este processo de calor, uma vez que foi observado diminuição de peso destes pimentos após o método de confeção. No entanto, observaram que não havia uma correlação entre a perda de peso e as alterações de  $\beta$ -caroteno, podendo-se inferir que para além da desidratação podem também estar associados outros fatores relacionados com as alterações no teor de  $\beta$ -caroteno<sup>39</sup>.

A nível dos compostos fenólicos, foi analisado um estudo que mostra um aumento significativo de flavonoides na cebola (57,35%), nomeadamente nos diglicosídeos de quercetina que aumentaram de forma significativa, podendo ser explicado este efeito pela degradação de outros derivados de quercetina. Neste mesmo estudo, também analisaram o pimento verde tendo-se revelado um aumento de compostos fenólicos. Este aumento pode ser devido à rutura das paredes celulares e subcelulares que ocorre durante a confeção, facilitando assim a saída dos compostos fenólicos<sup>57</sup>.

Todavia num estudo realizado em espargos relatou que não ocorreu qualquer alteração a nível de compostos fenólicos<sup>25</sup>. Neste estudo foi utilizada uma temperatura de processamento mais elevada, pelo que o binómio tempo/temperatura de processamento poderá influenciar as alterações destes compostos.

Num trabalho realizado por Ornelas-Paz et al.<sup>39</sup>, foram observadas grandes perdas de ácido ascórbico em diferentes pimentos, sendo que estas perdas podem estar dependentes do estádio de maturação e do tipo de pimentos. Estas perdas foram maiores

em pimentos verdes do que em vermelhos e amarelos, o que pode ser devido à diferente constituição de cada tipo de pimentos<sup>39</sup>.

### **3.3.3. Atividade antioxidante**

Há vários estudos publicados que relatam o efeito que este método de confeitura exerce em diferentes produtos hortícolas sobre a atividade antioxidante. Enquanto num estudo verificam que em espargos esta atividade não foi alterada<sup>25</sup>, noutros verifica-se o seu aumento em beringela medida por TEAC<sup>49,56</sup>, na cebola e no pimento verde, determinada pela técnica DPPH. Este aumento pode dever-se à síntese de produtos da reação de *Maillard* com características antioxidantes<sup>57</sup>. No entanto, na cebola e no pimento verde verificou-se a diminuição da atividade antioxidante em ambos os hortícolas quando determinada pela técnica ABTS<sup>57</sup>, o que nos permite a observar resultados diferentes nos mesmos produtos hortícolas quando utilizadas diferentes técnicas, por isso a necessidade de mais estudos com técnicas laboratoriais semelhantes, para averiguar com maior fiabilidade qual o efeito que o processo grelhar pode causar.

Noutro estudo que utilizou pimentos picantes e não picantes verificou pela técnica DPPH que os pimentos picantes após grelhar diminuía a atividade antioxidante, enquanto os não picantes havia um aumento, podendo ser explicado pela diferença na composição deste dois tipos de pimentos<sup>39</sup>.

### **3.3.4. Formação de compostos indesejados**

Ainda se pode verificar que grelhar pode levar à formação de substâncias tóxicas como as nitrosaminas e a acrilamida<sup>7,8</sup>. No caso das nitrosaminas, o risco é menor em hortícolas do que em produtos cárneos<sup>7</sup>. Também neste estudo, onde grelharam hortícolas juntamente com cordeiro que tinha cerca 20% de gordura, concluíram que a presença de gordura aumenta a formação deste composto, o que torna pertinente a redução de gordura aquando a utilização deste método de confeitura, ou grelhar os hortícolas separadamente<sup>7</sup>. Noutro estudo, em carnes, verificaram que o aquecimento da gordura origina uma maior formação de aminas heterocíclicas bem como hidrocarbonetos policíclicos, tornando assim mais uma razão para a utilização de pouca gordura aquando a confeitura por este método<sup>58</sup>. Parece, contudo, que nos produtos hortícolas a formação destes compostos, como as aminas heterocíclicas, não são formados.

Quanto à acrilamida foram detetadas em pimento vermelho, em que a formação desta aumenta com a duração e com a temperatura de processamento<sup>8</sup>.

No entanto existem formas para evitar as formações de compostos indesejados nomeadamente: tentar confeccionar no menor tempo e temperatura possível<sup>4</sup>. E segundo um estudo realizado em sardinhas e salmão grelhados verificou a formação de amins heterocíclicas, ao qual apontam como forma de evitar esta formação a utilização de um grelhador elétrico. A mesma recomendação pode ser extrapolada para os hortícolas para evitar a formação destes compostos<sup>59</sup>.

Ainda relacionado com estes compostos, um estudo recomenda a utilização do carvão de casca de coco, em vez do carvão de madeira vegetal, pois para além ser uma boa escolha ecológica também é o mais seguro, pois foi neste tipo de carvão onde os autores verificaram uma diminuição da formação de amins heterocíclicas, bem como hidrocarbonetos policíclicos<sup>58</sup>. Também importa referir que se aqueça o carvão até que fique com uma coloração vermelho brilhante e que deixe de formar fumo<sup>7</sup>.

### **3.4. Assar**

Na tabela 4 resume-se os principais efeitos que este processo de confeção exerce sobre diferentes produtos hortícolas. Este método, consiste na colocação do alimento num um forno entre os 180°C a 250°C, utilizando o calor seco para a cozedura<sup>4,15</sup>.

**Tabela 4-** Efeito do processo de assar em diferentes hortícolas

<b>Método de confeção</b>	<b>Produto hortícola</b>	<b>Principais efeitos</b>	<b>Referência</b>
<b>Assar</b>	Beterraba vermelha ( <i>Beta vulgaris L. subsp. Vulgaris</i> )	↑ Capacidade antioxidante (ABTS, DPPH)	Ravichandran K, et al. <sup>17</sup> ; Ravichandran K, et al. <sup>51</sup>
	Bringela ( <i>Solanum melongena cv Dancer.</i> )	↑ Teor de compostos fenólicos	Zambrano-Moreno E, et al. <sup>9</sup>
	Bringela ( <i>Solanum melongena cv Cloud Nine.</i> ) <i>Solanum melongena cv Cloud Lucia.</i> )	↓ Capacidade antioxidante (TEAC)	Zaro M, et al. <sup>56</sup>
	Brócolos ( <i>Brassica oleracea var. italica</i> )	↓ Teor de Glucosinolatos;	Hwang ES, et al. <sup>19</sup>
	Espargos ( <i>Asparagus officinalis L. cv. Guelph Millenium</i> )	↓ Luminosidade; ↑ Teor de compostos fenólicos (7 minutos); ↑ Capacidade antioxidante	Drinkwater J, et al. <sup>25</sup>
	Pimento vermelho ( <i>Capsicum annum L.</i> )	↓ Teor de vitamina C; ↓ Teor de carotenóides; ↓ Capacidade antioxidante (DPPH, ABTS)	Hwang IN, et al. <sup>60</sup>

Os dados apresentados nesta tabela são resultados significativos ( $p < 0,05$  e  $p < 0,001$ ). Comparação aos hortícolas em fresco.

### 3.4.1. Características físicas

Na pesquisa realizada só se encontrou um estudo que analisou as alterações destas características em espargos após aplicação deste processo de confeção<sup>25</sup>.

As características físicas analisadas foram humidade, textura e cor. Relativamente, ao teor de humidade não se verificaram alterações, no entanto a perda de água era maior com o decorrer do tempo de confeção. Quanto à textura, observou-se uma diminuição desta nos espargos, como tem vindo a ser demonstrado para os outros métodos de confeção. Na cor, verificou-se uma diminuição da luminosidade, provocando o escurecimento deste hortícola, sendo que concluíram que neste método o escurecimento aumentava com o tempo de processamento<sup>25</sup>.

### 3.4.2. Compostos bioativos ou Fitoquímicos

Relativamente, aos compostos bioativos, foram poucos os artigos disponíveis que abordam as alterações destes, provocada pelo processo de assar, por isso será pertinente a realização de mais trabalhos sobre esta questão.

Num estudo realizado em pimentos vermelhos com o objetivo de avaliar as alterações de carotenoides após a confeção, verificaram a diminuição do seu teor<sup>60</sup>. Quanto aos glucosinolatos, apenas num estudo foi verificado o teor de glucosinolatos após a confeção, em que observaram uma diminuição deste composto, causada pela degradação térmica provocada pelo processo de confeção<sup>61</sup>. A vitamina C, outro fitoquímico, também foi verificada a sua diminuição, que possivelmente está relacionada com a sua degradação pelas elevadas temperaturas provocadas por este processo de confeção<sup>60</sup>.

O teor de compostos fenólicos, também pode sofrer várias alterações após o processo de assar. Num estudo realizado com espargos<sup>25</sup> não verificam efeitos significativos. No entanto, num estudo, onde foi analisado a beringela verificaram um aumento destes compostos<sup>9</sup>, mas contrariamente ao outro estudo, este artigo utilizou temperatura de confeção mais baixa, cerca de 180°C, o que possivelmente pode estar relacionado com este aumento. No entanto, neste mesmo estudo usaram, contrariamente ao outro o peso fresco para expressar a quantidade compostos fenólicos no hortícola, o que não se torna possível comparar os artigos entre si.

Noutro estudo, onde analisaram essencialmente os ácidos fenólicos em beterraba vermelha, verificaram um aumento do conteúdo de 4-hidroxibenzoico, ácido cafeico, ácido *p*-cumárico e ainda ácido cinâmico em relação ao hortícola em cru<sup>51</sup>.

No entanto, num artigo de revisão, os seus autores referem que neste método de confeção ocorrem perdas de compostos fenólicos, podendo dever-se ao desenvolvimento de reações, como a de *Maillard* a altas temperaturas causando assim a sua diminuição<sup>5</sup>. Na pesquisa realizada para este trabalho não se verificou nenhum estudo a concluir uma diminuição destes compostos após o processo de assar.

### **3.4.3. Atividade antioxidante**

Relativamente, à atividade antioxidante, dois artigos realizados em beringela<sup>56</sup> e pimento vermelho<sup>60</sup> concluíram uma diminuição desta atividade, contudo, três outros estudos verificaram um aumento desta em beterraba vermelha<sup>17,51</sup>, espargos<sup>25</sup> e beringela<sup>9</sup>. Dados os resultados contraditórios encontrados na literatura, no que diz respeito à atividade antioxidante em beringela importa reforçar que foram utilizadas duas espécies diferentes de beringela, pelo que apresentarão composição nutricional diferente, o que poderá influenciar a capacidade antioxidante das mesmas. Contudo, é também importante referir que o estudo realizado em pimento vermelho expressou esta atividade em peso fresco, contrariamente aos outros estudos que foi em peso seco. Para além disto, os resultados contraditórios obtidos quanto à atividade antioxidante podem dever-se também às diferentes metodologias utilizadas para a sua determinação.

### **3.5. Estufar**

Na tabela 5 pode-se observar os efeitos que o método de confeção estufar pode causar em diferentes produtos hortícolas. Estufar consiste num método de aquecimento húmido em que os alimentos são colocados num recipiente fechado com a utilização de gordura, água e condimentos. Sendo, o calor transferido através de gordura e da água<sup>15</sup>.

Num estudo em que avaliou o conteúdo de fósforo, cálcio e proteína em cenouras frescas e feijão-verde congelado conclui que este método de confeção com a adição de óleo e de uma pequena quantidade de água diminui o teor de proteínas do feijão-verde e da cenoura. A nível dos micronutrientes mencionados verificaram que este método causou perdas nos hortícolas referidos anteriormente, no entanto concluíram que este método é um dos melhores para minimizar as perdas de fósforo<sup>12</sup>.

Noutro estudo que também avaliou este método, utilizando a couve roxa revelou perdas significativas no teor de antocianinas, tendo concluído que a temperatura e o tempo de processamento mais elevados induzem maiores perdas de antocianinas. Por fim, ainda verificaram uma relação significativa entre a concentração de antocianinas e a capacidade antioxidante, o que se traduziu então numa diminuição da capacidade antioxidante<sup>62</sup>.

**Tabela 5-** Efeito do processo de estufar em diferentes hortícolas

Método de confeção	Produto hortícola	Principais efeitos	Referência
<b>Estufar</b>	Cenoura	↓ Teor de fósforo e cálcio	Vrdoljak I, et al. <sup>12</sup>
	Couve-roxa ( <i>Brassica oleracea</i> <i>L. var. capitata L.</i> <i>f. rubra</i> )	↓ Teor de antocianinas total; ↓ Capacidade antioxidante (TEAC, ORAC)	Wiczowski W, et al. <sup>62</sup>

Os dados apresentados nesta tabela são resultados significativos ( $p < 0,05$  e  $p < 0,001$ ). Comparação de hortícolas em fresco.

#### 4. Limitações

Durante a elaboração deste trabalho, verificaram-se diferenças metodológicas na expressão dos resultados, nomeadamente nos teores dos componentes nutricionais face ao peso do alimento, assim, as alterações dos metabolitos presentes nos diferentes hortícolas, foram principalmente expressos em peso seco, contudo alguns autores utilizaram o peso fresco para a expressar a quantidade de metabolito, o que poderá induzir à impossibilidade de comparar estes artigos entre si.

Outras das limitações deste estudo é as diferentes técnicas laboratoriais usadas para a determinação, nomeadamente na atividade antioxidante, podendo resultar em dados contraditórios, como se verificou no presente trabalho.

Ainda como uma limitação a apontar neste estudo são os poucos artigos a abordar as alterações na composição dos produtos hortícolas, nomeadamente no método de estufar, o que torna difícil obter alguma conclusão acerca dos efeitos que este método pode provocar.

## 5. Conclusão

Ao longo deste trabalho, podemos verificar que os diferentes processos de confeção podem influenciar, tanto negativamente como positivamente, os teores de micronutrientes, de fitoquímicos e ainda afetar a atividade antioxidante dos vários compostos antioxidantes presentes nos diferentes produtos hortícolas. Para além das características nutricionais, os vários métodos culinários podem também alterar as características físicas dos vários produtos hortícolas.

São vários os fatores que podem influenciar as alterações que ocorrem a nível nutricional e sensorial nos alimentos após os diferentes processos de confeção. Diferenças entre as técnicas de cocção, nomeadamente a forma como é feita a transferência de calor, o tempo e temperatura de processamento e o tamanho dos hortícolas, são todos fatores que podem afetar estas alterações nutricionais e sensoriais. Para além das diferenças existentes na composição nutricional de cada hortícola.

Quanto às características físicas, a maioria dos processos de confeção causa um escurecimento nos produtos hortícolas, bem como uma diminuição na textura e na firmeza dos mesmos, devido essencialmente ao tempo e temperatura de processamento, o que torna importante criar um binómio tempo/temperatura adequado. A relação tempo/temperatura é importante não só para não alterar demasiado as características físicas como também para evitar perdas de compostos. Assim, é possível concluir que este é um dos fatores mais influenciadores nas alterações sensoriais e nutricionais que ocorrem nos produtos hortícolas.

Relativamente, ao método de cozedura em água, pode-se concluir que ocorrem perdas significativas tanto ao nível dos teores dos micronutrientes como no teor de fitoquímicos. Estas perdas poderão ser o resultado da dissolução destes compostos na água de cozedura, assim como da degradação térmica provocada como consequência do próprio método de confeção. Desta forma, pode recomendar-se a utilização da água resultante da cozedura, como por exemplo para a confeção de uma sopa.

Quando comparado os métodos de cozedura em água com a cozedura a vapor, registam-se menores perdas por lixiviação, por parte do método de cozedura a vapor. Tornando-o nutricionalmente preferível quando comparado os dois métodos. As perdas diminutas por lixiviação resultam da ausência de contato direto do hortícola com a água

de cozedura. Também neste processo, foi onde se verificaram aumentos significativos dos teores de fitoquímicos, nomeadamente: nos compostos fenólicos. Embora as contradições encontradas nos vários estudos analisados, parece ser o método de confeção mais adequado para cozer os produtos hortícolas.

Quanto ao processo grelhar são necessários mais estudos, uma vez que através dos trabalhos disponíveis não se conseguiu verificar as alterações nos teores de compostos presentes nos hortícolas. Contudo, foi possível observar que este método pode levar à formação de substâncias tóxicas, como são exemplo as nitrosaminas e a acrilamida (moléculas carcinogénicas), motivo pelo qual se torna importante ter em consideração aquando da utilização deste processo, nomeadamente: (1) a utilização de carvão de casca de coco, (2) deixar aquecer o carvão até originar a cor vermelha brilhante, e (3) utilizar o menos possível de gordura. O tempo e a temperatura de confeção influenciam fortemente esta formação, ou seja, o aumento destes dois parâmetros aumenta conseqüentemente a formação destes compostos, pelo que deverá ocorrer este processo no menor tempo possível.

Relativamente aos métodos de assar e estufar, verifica-se também a necessidade de uma maior investigação por parte da comunidade científica, pois são poucos os estudos disponíveis na literatura que abordam as alterações da composição dos hortícolas quando aplicados estes métodos.

É importante referir, que as modificações negativas que ocorrem nos hortícolas provocado pelo método de confeção, podem ser evitadas, mas eliminadas é quase impossível.

Estudos como estes são importantes no sentido de percebermos qual o impacto que os diferentes processos de confeção têm nos diferentes produtos hortícolas, nomeadamente na qualidade nutricional. Estes estudos podem auxiliar os profissionais de saúde, como os nutricionistas, e os consumidores na seleção de processos de confeção mais saudáveis, preparando alimentos com menor perda possível de compostos benéficos à saúde.

## 6. Bibliografia

1. WHO. Promoting fruit and vegetable consumption around the world. [serial online]. 2016 [cited in 2016 Feb 25]. Disponível em: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>.
2. Dias J. Nutritional Quality and Health Benefits of Vegetables: A Review. *Food Nutr Sci*. 2012; 3(10):1354-74.
3. Rodrigues, P. A importância nutricional das hortaliças. *Hortaliças em revista*. 2012; (2):6-9.
4. European Food Information Council. The Why, How and Consequences of cooking our food. [serial online]. 2010 [cited in 2016 Mar 20]. Disponível em: <http://www.eufic.org/article/en/expid/cooking-review-eufic/>.
5. Palermo M, Pellegrini N, Fogliano V. The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. *J Sci Food Agric*. 2014 Apr; 94(6):1057:70.
6. Fabbri ADT, Crosby GA. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2015; 3:2-11.
7. Kocak D, Ozel MZ, Gogus F, Hamilton, JF, Lewis, AC. Determination of volatile nitrosamines in grilled lamb and vegetables using comprehensive gas chromatography – Nitrogen chemiluminescence detection. *Food Chem*. 2012 Dec; 135(4):2215-20.
8. Constantin O, Kukurová K, Neagu C, Bednáriková A, Ciesarová Z, Râpeanu G. Modelling of acrylamide formation in thermally treated red bell peppers (*Capsicum annuum* L.). *Eur Food Res Technol*. 2014 Jan; 238(1):149-56.
9. Zambrano-Moreno E, Chávez-Jáuregui R, Plaza M, Wessel-Beaver L. Phenolic content and antioxidant capacity in organically and conventionally grown eggplant (*Solanum melongena*) fruits following thermal processing. *Food Sci Technol*. 2015; 35(3):414-20.
10. Vinha AF, Alves RC, Barreira SV, Costa AS, Oliveira MB. Impact of boiling on phytochemicals and antioxidant activity of green vegetables consumed in the Mediterranean diet. *Food Funct*. 2015; 6(4):1157-63.

11. Şengül M, Yildiz H, Kavaz A. The Effect of Cooking on Total Polyphenolic Content and Antioxidant Activity of Selected Vegetables. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2014; 17(3):481-90.
12. Vrdoljak I, Panjkota Krbavčić I, Bituh M, Vrdoljak T, Dujmić Z. Analysis of different thermal processing methods of foodstuffs to optimize protein, calcium, and phosphorus content for dialysis patients. *J Ren Nutr*. 2015 May; 25(3):308-15.
13. Renna M, Gonnella M, Giannino D, Santamaria P. Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus* L., Catalogna group) by conventional and sous vide cooking methods. *J Sci Food Agric*. 2014 Mar 15; 94(4):656-65.
14. Słupski J, Gębczyński P, Korus A, Lisiewska Z. Effect of the method of preparation for consumption on calcium retention, calcium:phosphorus ratio, nutrient density and recommended daily allowance in fourteen vegetables. *Int J Food Sci Nutr*. 2014 Jun; 65(4):458-64.
15. Passe Manipuladores de alimentos- ARS Norte, I.P. Sessão 5-Técnicas culinárias consequências nos alimentos. [serial online]. [cited 2016 Mar 20]. Disponível em: <http://portal.arsnorte.minsaude.pt>.
16. Bernaert N, De Loose M, Van Bockstaele E, Van Droogenbroeck B. Antioxidant changes during domestic food processing of the white shaft and green leaves of leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). *J Sci Food Agric*. 2014 Apr; 94(6):1168-74.
17. Ravichandran K, Saw N, Mohdaly A, Gabr A, Kastell A, Riedel H, et al. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food Res Int*. 2013; 50(2):670-5.
18. Ramírez-Anaya J, Samaniego-Sánchez C, Castañeda-Saucedo C, Villalón-Mir M, de la Serrana H. Phenols and the antioxidant capacity of Mediterranean vegetables prepared with extra virgin olive oil using different domestic cooking techniques. *Food Chem*. 2015 Dec 1; 188:430-8.
19. Hwang ES, Kim GH. Effects of various heating methods on glucosinolate, carotenoid and tocopherol concentrations in broccoli. *Int J Food Sci Nutr*. 2013 Feb; 64(1):103-11.
20. Dos Reis LCR, Oliveira VR, Hagen MEK, Jablonski A, Flôres SH, Rios AO. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant

- activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *Lebensm. Wiss. Technol.* 2015; 63(1):177-83.
21. Comandini P, Cerretani L, Rinaldi M, Cichelli A, Chiavaro E. Stability of iodine during cooking: investigation on biofortified and not fortified vegetables. *Int J Food Sci Nutr.* 2013 Nov; 64(7):857-61.
  22. Iborra-Bernad C, García-Segovia P, Martínez-Monzó J. Physico-Chemical and Structural Characteristics of Vegetables Cooked Under Sous-Vide, Cook-Vide, and Conventional Boiling. *J Food Sci.* 2015 Aug; 80(8):E1725-34.
  23. Murador DC, Mercadante A, de Rosso V. Cooking techniques improve the levels of bioactive compounds and antioxidant activity in kale and red cabbage. *Food Chem.* 2016 Apr 1; 196:1101-7.
  24. Xu F, Zheng Y, Yang Z, Cao S, Shao X, Wang H. Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. *Food Chem.* 2014 Oct 15; 161:162-7.
  25. Drinkwater J, Tsao R, Liu R, Defelice C, Wolyn D. Effects of cooking on rutin and glutathione concentrations and antioxidant activity of green asparagus (*Asparagus officinalis*) spears. *J Funct Foods.* 2015 Jan; 12:342-53.
  26. Rai D, Agrawal R, Kumar R, Kumar Rai A, Kumar Rai G. Effect of Processing on Magnesium Content of Green Leafy Vegetables. *Appl. Spectrosc.* 2014 Jan; 80(6):878-83.
  27. Delchier N, Reich M, Renard, C. Impact of cooking methods on folates, ascorbic acid and lutein in green beans (*Phaseolus vulgaris*) and spinach (*Spinacea oleracea*). *Lebensm. Wiss. Technol.* 2012; 49:197-201.
  28. Carvalho L, Smiderle L, Carvalho J, Cardoso F, Koblitz M. Assessment of carotenoids in pumpkins after different home cooking conditions. *Food Sci. Technol.* 2014; 34(2):365-70.
  29. Cervantes-Paz B, Yahia EM, de Jesús Ornelas-Paz J, Victoria-Campos CI, Ibarra-Junquera V, Pérez-Martínez JD, et al. Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening. *Food Chem.* 2014 Mar 1; 146:188-96.

30. Bongoni R, Stieger M, Dekker M, Steenbekkers B, Verkerk R. Sensory and health properties of steamed and boiled carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus*). *Int J Food Sci Nutr*. 2014 Nov; 65(7):809-15.
31. Bongoni R, Verkerk R, Steenbekkers B, Dekker M, Stieger M. Evaluation of different cooking conditions on broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) to improve the nutritional value and consumer acceptance. *Plant Foods Hum Nutr*. 2014 Sep; 69(3):228-34.
32. Mazzeo T, N'Dria D, Chiavarob E, Viscontic A, Foglianoc V, Pellegrini N. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chem*. 2011 Oct 1; 128(3):627-33.
33. Dos Reis LCR, Oliveira VR, Hagen MEK, Jablonski A, Flôres SH, Rios AO. Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. *Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Alphina F1*) grown in an organic system. *Food Chem*. 2015 Apr 1; 172:770-7.
34. Korus A, Lisiewsk Z, Słupski J, Gębczyński P. Effect of different technological and culinary treatments on iron retention, nutritional density and recommended dietary intake in fourteen vegetable species. *Int J Food Sci Technol*. 2012; 47:1882-8.
35. Maharaj PP, Prasad S, Devi R, Gopalan R. Folate content and retention in commonly consumed vegetables in the South Pacific. *Food Chem*. 2015 Sep 1; 182:327-32.
36. Bureau S, Mouhoubi S, Touloumet L, Garcia C, Moreauc F, Bédouet V, et al. Are folates, carotenoids and vitamin C affected by cooking? Four domestic procedures are compared on a large diversity of frozen vegetables. *Lebensm. Wiss. Technol*. 2015 Dec; 64(2):735-41.
37. Delchier N, Herbig AN, Rychlik M, Renard C. Folates in Fruits and Vegetables: Contents, Processing, and Stability. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2016 May; 15(3):506-28.
38. Pugliese A, O'Callaghan Y, Tundis R, Galvin K, Menichini F, O'Brien N, et al. In vitro investigation of the bioaccessibility of carotenoids from raw, frozen and boiled red chili peppers (*Capsicum annuum*). *Eur J Nutr*. 2014; 53(2):501-10.

39. Ornelas-Paz J, Cira-Chávez L, Gardea-Béjar A, Guevara-Arauz J, Sepúlveda D, Reyes-Hernández J. Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Res Int.* 2013 Mar; 50(2):519-25.
40. Pasaporte MS, Rabaya FJ, Toleco MM, Flores DM. Xanthophyll content of selected vegetables commonly consumed in the Philippines and the effect of boiling. *Food Chem.* 2014 Sep 1; 158:35-40.
41. Girgin N, Nehir El S. Effects of cooking on in vitro sinigrin bioaccessibility, total phenols, antioxidant and antimutagenic activity of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis*). *J Food Compost Anal.* 2015; 37:119-127.
42. Aires A, Carvalho R, Rosa E. Glucosinolate composition of brassica is affected by postharvest, food processing and myrosinase activity. *J Food Process Pres.* 2012 Jun; 36(3):214-24.
43. Sarvan I, Verkerk R, Dekker M. Modelling the fate of glucosinolates during thermal processing of Brassica vegetables. *Lebensm. Wiss. Technol.* 2012 Dec; 49(2):178-83.
44. Nugraheedi PY, Verkerk R, Widianarko B, Dekker M. A mechanistic perspective on process-induced changes in glucosinolate content in Brassica vegetables: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2015; 55(6):823-38.
45. Queiroz YS, Antunes PB, Vicente SJV, Sampaio GR, Shibao J, Bastos DHM et al. Bioactive compounds, in vitro antioxidant capacity and Maillard reaction products of raw, boiled and fried garlic (*Allium sativum* L.). *Int J Food Sci Tech.* 2013; 49(5):1308-14.
46. Ilyasoğlu H, Burnaz N. Effect of Domestic Cooking Methods on Antioxidant Capacity of Fresh and Frozen Kale. *Int J Food Prop.* 2015; 18(6):1298-305.
47. Thi ND, Hwang ES. Effects of different cooking methods on bioactive compound content and antioxidant activity of water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Food Sci. Biotechnol.* 2015 Jun; 24(3):799-806.
48. Chumyam A, Whangchai K, Jungklanga J, Faiyuec B, Saengnil K. Effects of heat treatments on antioxidant capacity and total phenolic content of four cultivars of purple skin eggplants. *ScienceAsia.* 2013; 39:246-51.
49. Lo Scalzo R, Fibiani M, Francese G, D'Alessandro A, Rotino GL, Conte P, et al. Cooking influence on physico-chemical fruit characteristics of eggplant (*Solanum melongena* L.) *Food Chem.* 2016 Mar 1; 194:835-42.

50. Fiol M, Weckmüller A, Neugart S, Schreiner M, Rohn S, Krumbein A, et al. Thermal-induced changes of kale's antioxidant activity analyzed by HPLC–UV/Vis-online-TEAC detection. *Food Chem.* 2013 Jun 1; 138(2-3):857-65.
51. Ravichandran K, Ahmed A, Knorr D, Smetanska I. The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet. *Food Res Int.* 2012 Aug; 48(1):16-20.
52. Dekker M, Dekkers E, Jasperb A, Baár C, Verkerk R. Predictive modelling of vegetable firmness after thermal pre-treatments and steaming. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2014; 25:14-8.
53. Nugraheedi Y, Dekker M, Widianarko B, Verkerk R. Quality of cabbage during long term steaming; phytochemical, texture and colour evaluation. *Lebensm. Wiss. Technol.* 2016 Jan; 65:421-7.
54. Eriksen JN, Luu AY, Dragsted LO, Arrigoni E. In vitro liberation of carotenoids from spinach and Asia salads after different domestic kitchen procedures. *Food Chem.* 2016 Jul 15; 203:23-7.
55. Della Lucia CM, Mota ER, Montini TA, Ribeiro SM, Chaves JB, Pinheiro-Sant'Ana HM. Folates retention in brassica vegetables consumed in Brazil after different cooking methods. *Arch Latinoam Nutr.* 2014 Mar; 64(1):59-68.
56. Zaro M, Ortiza L, Keunchkarian S, Chaves A, Vicente A. Chlorogenic acid retention in white and purple eggplant after processing and cooking. *Lebensm. Wiss. Technol.* 2015 Dec; 64(2):802-8.
57. Juárez I, Ludwig I, Huarte E, Pereira-Caro G, Moreno-Rojas J, Cid C, et al. Influence of heat treatment on antioxidant capacity and (poly)phenolic compounds of selected vegetables. *Food Chem.* 2016 Apr 15; 197:466-73.
58. Viegas O, Novo P, Pinto E, Pinho O, Ferreira I.M.P.L.V.O. Effect of charcoal types and grilling conditions on formation of heterocyclic aromatic amines (HAs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in grilled muscle foods. *Food Chem Toxicol.* 2012; 50:2128-34.
59. Costa M, Viegas O, Melo A, Petisca C, Pinho O, Ferreira I.M.P.L.V.O. Heterocyclic Aromatic Amine Formation in Barbecued Sardines (*Sardina pilchardus*) and Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *J. Agric. Food Chem.* 2009; 57:3173–9.

60. Hwang IN, Shin YJ, Lee S, Lee J, Yoo SM. Effects of Different Cooking Methods on the Antioxidant Properties of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Prev Nutr Food Sci.* 2012 Dec; 17(4):286–92.
61. Hanschen FS, Rohnb S, Mewisc I, Schreiner M, Kroh LW. Influence of the chemical structure on the thermal degradation of the glucosinolates in broccoli sprouts. *Food Chem.* 2012 Jan; 130(1):1-8.
62. Wiczowski W, Szawara-Nowak D, Topolska J. Changes in the content and composition of anthocyanins in red cabbage and its antioxidant capacity during fermentation, storage and stewing. *Food Chem.* 2015 Jan; 167:115-23.