

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**  
**CAMPUS ARARAQUARA**

**MARIANA FUENTES RICARDO**

**ESTUDO DE EFEITO DO COZIMENTO NOS COMPOSTOS BIOATIVOS**  
**PRESENTES NO ESPINAFRE E NA CHICÓRIA**

**ARARAQUARA - SP**

**2015**

**MARIANA FUENTES RICARDO**

**ESTUDO DE EFEITO DO COZIMENTO NOS COMPOSTOS BIOATIVOS  
PRESENTES NO ESPINAFRE E NA CHICÓRIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara da Universidade Estadual Paulista para obtenção do grau de Farmacêutica Bioquímica.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Célia Maria de Sylos**

**ARARAQUARA**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meu caminho e mostrar que as dificuldades nos tornam, de fato, mais fortes. Também por trazer durante essa jornada acadêmica pessoas tão importantes e consolidar os laços das antigas amizades. Também por me propiciar a oportunidade de poder ter vivido incríveis 5 anos em Araraquara.

Agradeço a toda minha família, que sempre me apoiou e me deu coragem para vencer todos os desafios, sempre torcendo por meu sucesso; aos meus pais que sempre, com muito amor, fizeram de tudo para que conseguisse concluir essa etapa importante e fundamental para minha carreira; à minha irmã, Gabriela, minha grande amiga, sempre muito zelosa e me ajudando nas mais difíceis decisões e à minha cachorrinha Dotty, que me acompanhou em todos os acontecimentos e me esperou voltar para que, enfim, chegasse sua velhice e que esta etapa seja serena para ela.

Também à minha amiga Isabella, que como uma irmã esteve presente dando força, conselhos e motivação, sempre com sua inteligência que admiro e respeito.

Aos meus queridos amigos, que tiveram paciência e destreza para lidar com a distância, que por vezes foi muito grande, mas sempre apoiando minhas decisões.

Agradeço a Profa. Dra. Célia Maria de Sylos, por concordar prontamente em me dar mais essa oportunidade de aprofundar meus conhecimentos; também a mestrande Flávia Marcussi, que ofereceu grande ajuda durante a execução dos experimentos e a todas as meninas do Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos, que ajudaram sempre que preciso.

Meu muito obrigada a todos!

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1:** Curva de calibração do Ácido Gálico com sua respectiva equação da reta ..... 17
- Gráfico 2:** Curva de Calibração da Quercetina e sua respectiva equação da reta ..... 18

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Médias dos parâmetros de cor para chicória, em seus diferentes tratamentos, obtidas a partir do aparelho colorímetro .....	21
<b>Tabela 2.</b> Médias dos parâmetros de cor para o espinafre, em seus diferentes tratamentos, obtidas a partir do aparelho colorímetro .....	21
<b>Tabela 3.</b> Médias dos teores de acidez titulável e sólidos solúveis obtidas a partir das amostras de chicória .....	22
<b>Tabela 4.</b> Médias dos teores de acidez titulável e sólidos solúveis obtidas a partir das amostras de espinafre.....	23
<b>Tabela 5.</b> Médias dos valores de vitamina C, fenólicos totais e flavonoides totais para as amostras de chicória, nos diferentes tratamentos .....	24
<b>Tabela 6.</b> Médias dos valores de vitamina C, fenólicos totais e flavonoides totais para as amostras de espinafre, nos diferentes tratamentos.....	25
<b>Tabela 7.</b> Representação das médias das porcentagens de inibição de oxidação ABTS e DPPH para as amostras de chicória, nos diferentes tratamentos .....	26
<b>Tabela 8.</b> Representação das médias das porcentagens de inibição de oxidação ABTS e DPPH para as amostras de espinafre, nos diferentes tratamentos .....	27
<b>Tabela 9.</b> Teor de carotenoides totais das amostras de espinafre e chicória .....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABTS</b>	2,2 –azinobis (3 – etilbenzolina – 6-ácido sulfônico)
<b>AT</b>	Acidez Titulável
<b>DNT</b>	Doenças não transmissíveis
<b>DPPH</b>	2,2 – difenil – 1 – picril-hidrazil
<b>EAG</b>	Equivalente de ácido gálico
<b>EQ</b>	Equivalente de quercetina
<b>SST</b>	Sólidos Solúveis Totais

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	8
1.1Espinafre e Chicória .....	9
1.2 Propriedades Nutricionais.....	10
2.OBJETIVOS .....	12
3.MATERIAIS E METODOLOGIA .....	13
3.1 Materiais .....	13
3.2 Metodologia.....	13
3.2.1 Tratamentos Térmicos Realizados.....	13
3.2.2 Análise de Cor .....	14
3.2.3 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (Sst) e de Acidez Titulável (At).....	15
3.2.4 Determinação de Ácido Ascórbico .....	15
3.2.5 Determinação de Fenólicos Totais .....	16
3.2.6 Determinação dos Flavonoides Totais.....	17
3.2.7 Avaliação da Atividade Sequestrante de Radicais Livres .....	18
3.2.7.1 Determinação Da Atividade Antioxidante Total Pela Captura Do Radical Livre DPPH.....	18
3.2.7.2 Determinação da Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical LivreABTS• .....	19
3.2.8 Determinação de Carotenoides Totais .....	20
3.2.9 Análise Estatística dos Resultados .....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1 Analise de Cor .....	21
4.2 Acidez Titulável e Sólidos Solúveis Totais.....	22
4.3 Vitamina C, Fenolicos Totais e Flavonoides Totais.....	24
4.4 Atividade Antioxidante.....	26
4.5 Carotenoides Totais .....	28
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS .....	32
7. DADOS FINAIS .....	35

## RESUMO

A necessidade de fazer com que haja um aumento no consumo de hortaliças se faz crescente no mundo inteiro, isso porque esta é uma fonte rica em micronutrientes e macronutrientes, além de não agregar muito valor calórico na dieta e ser um alimento acessível para todas as classes econômicas. Entretanto, no Brasil, é verificado que a porcentagem da população que consome diariamente o recomendado de hortaliças e frutas ainda não atingiu o ideal para que se possa obter os benefícios trazidos do consumo, como a prevenção de algumas doenças não transmissíveis, através da dieta. Por isso, a necessidade de se estudar maneiras diferentes de cozimento das hortaliças, para que se torne possível preparar os vegetais de maneiras diferentes e torná-los mais atrativos, garantindo a melhor forma de fazê-los, para que se escolha o tratamento que melhor conserva o conteúdo de compostos bioativos. Para esse estudo foram considerados dois vegetais de grande importância, o espinafre (*SpinaciaoleraceaL.*) e a chicória (*ChicoriumintybusL.*), que foram submetidos a quatro tratamentos de cozimentos distintos, a 100°C, no vapor, no microondas e no óleo, para cada tratamento foi avaliado parâmetros de cor, análise de sólidos solúveis totais, acidez titulável, determinação de ácido ascórbico, determinação de fenólicos e flavonoides totais, avaliação da atividade sequestrante de radicais livres (DPPH e ABTS) e carotenoides.

Os resultados obtidos foram bastante diversificados, ou seja, para cada teste desenvolvido houve uma retenção maior do composto bioativo estudado em determinado cozimento preparado, entretanto o tratamento realizado a 100°C foi o tratamento que obteve menor retenção dos compostos bioativos entre os testes realizados.

**Palavras-chave:** Hortaliças; Espinafre; Chicória; 100°C; vapor; microondas, óleo; Parâmetros de cor; Acidez titulável; Sólidos solúveis totais; Ácido ascórbico, Fenólicos; Flavonoides; DPPH; ABTS; carotenoides, compostos bioativos.



## 1. INTRODUÇÃO

As hortaliças são importantes componentes da dieta, pois além da variedade de cor e textura às refeições fornecem nutrientes essenciais, têm pouca gordura e calorias, são ricas em carboidratos e fibras e possuem níveis significativos de micronutrientes, bem como seus compostos funcionais que beneficiam funções orgânicas contribuindo para melhorar o bem-estar e/ou diminuir o risco de diversas doenças (CARVALHO *et al.*, 2006).

Desempenham, portanto, um papel fundamental na alimentação, sendo que estas ajudam na prevenção de diversas doenças de forma genuína e acessível. O consumo diário recomendado de 400g por dia de frutas e verduras, pode ajudar a prevenir doenças não transmissíveis (DNT) como cardiopatias, diabetes tipo 2, obesidade e certos tipos de câncer (WHO, 2003). Este efeito de proteção é, geralmente, atribuído aos compostos antioxidantes, como a vitamina C, flavonoides e ácidos fenólicos presentes (MAZZEO *et al.*, 2011).

Tendo em vista que o Brasil é um país que comporta uma grande área para a produção agrícola, chegando a 275605 (1000 Ha) (FAO, 2012), o consumo de hortaliças deveria se fazer muito presente, entretanto somente 18,9% da população brasileira consome a quantidade recomendada de 400g de frutas e verduras diariamente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Para gerar um acréscimo dessa porcentagem, estudos têm identificado o perfil dos consumidores de hortaliças, que demonstram interesse por novidades no mercado e diferentes formas de apresentação dos vegetais, como minimamente processados, supergelados, congelados, conservados e orgânicos (MELO *et al.*, 2007). Tendo em vista esta procura e aceitação de diferentes maneiras de preparar as hortaliças, diferentes tipos de cozimento podem ser uma alternativa para aumento no seu consumo.

## 1.1 Espinafre e Chicória

De acordo com KANSAL *et al.* (1981), espinafre (*Spinaciaoleracea*L.) é um vegetal de folha verde bastante importante, sendo também uma rica fonte de minerais e vitaminas do complexo B, ácido ascórbico, vitamina A, além de caroteno (BHATTACHARJEE *et al.*, 1998). É bastante versátil, sendo consumido comumente de forma cozida e como componente de diversos pratos (MOLEROCK *et al.*, 2008).

A chicória (*Chicoriumintybus*L.) é um membro da família dicotiledônea *Asteraceae* (RUMBALL *et al.*, 2003). É bastante popular e consumida de diversas formas, principalmente cozida, já que é conhecida como um vegetal saudável e de baixa caloria. É conhecida por ter propriedades nutricionais e farmacológicas, possuindo micronutrientes como ácidos orgânicos e fitoquímicos e macronutrientes como fibras (NANDAGOPAL *et al.*, 2007).

Tratamentos térmicos são utilizados para garantir maior tempo de prateleira através da inativação de enzimas, como a peroxidase e para estabilizar o conteúdo nutricional (Bevilacqua *et al.*, 2004). Para tanto, é importante determinar o efeito do tratamento térmico através dos marcadores de qualidade como cor, conteúdo de ácido ascórbico e os demais componentes principais (FRANCIS *et al.*, 2014).

As informações sobre a composição da refeição diária do brasileiro são escassas. Vegetais folhosos, por exemplo, estão presentes na mesa de todas as classes econômicas e podem representar uma importante fonte de minerais para as pessoas de baixa renda e tanto a chicória como o espinafre são vegetais consumidos, preferencialmente, de forma cozida (KAWASHIMA *et al.*, 2003).

## 1.2 Propriedades Nutricionais

Compostos fenólicos desenvolvem um importante papel na saúde humana, devido ao seu efeito antioxidante e anticarcinogênico (TOMÁS-BARBERÁN *et al.*, 2001). Os flavonoides representam a família de metabólitos secundários de polifenóis de baixo peso molecular (KOES *et al.*, 1994).

Diferente dos animais, as plantas não sintetizam anticorpos para sua defesa, mas são aptas a produzir substâncias fenólicas. Polifenóis são componentes-chave de mecanismos de defesa ativos e potentes contra patógenos (FEUCHT 1994). Por isso a importância da ingestão de vegetais, pois tais alimentos contêm quantidades significativas de compostos bioativosfitoquímicos, que promovem benefícios desejáveis à saúde (PANDEY *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, tem sido dada uma atenção especial aos vegetais, pelo fato de serem ricos em fitoquímicos, principalmente no que diz respeito a compostos com atividade antioxidante. Alguns vegetais são boas fontes naturais de antioxidantes pelos altos níveis de carotenoides, tocoferol e ácido ascórbico presentes. Evidências epidemiológicas mostram que estes componentes podem ajudar a proteger o corpo humano contra danos através de espécies reativas de oxigênio. A presença de compostos fenólicos também está associada ao sabor e coloração característica dos vegetais (JAHANGIR *et al.*, 2009; FOUAD *et al.*, 2013).

Os tratamentos térmicos para procedimentos de processamento doméstico, como cozinhar os vegetais, geralmente possuem um impacto negativo sobre os compostos fenólicos e, portanto, no seu potencial de atividade antioxidante. Como regra geral, durante o cozimento doméstico a biossíntese fenólica é interrompida pela destruição enzimática e/ou degradação da estrutura celular, além disso, o cozimento também pode produzir mudanças químicas que podem afetar as características de qualidade dos vegetais (YUAN *et al.*, 2009), em virtude

disso características como cor, conteúdo de sólidos solúveis e acidez titulável também foram analisadas no presente trabalho.

## 2. OBJETIVOS

Uma das formas de trabalhar o aumento do consumo de hortaliças é criar diferentes maneiras de prepará-las, para que se tornem mais atrativas aos consumidores. As preparações cozidas são o tipo de tratamento doméstico mais utilizado para essa finalidade e, por isso, o presente trabalho tem como objetivo analisar através de quatro tratamentos de cozimento distintos, sendo eles a submersão das hortaliças em água fervente a 100°C, no vapor, no micro-ondas e fritas no óleo, qual deles é o melhor para a chicória e para o espinafre. Essa análise permite que se possa verificar qual tratamento garante um bom tipo de cozimento, que melhore ou mantenha as características sensoriais, com perdas mínimas de suas propriedades nutricionais. A análise feita nos diferentes tratamentos térmicos (100°C, vapor, micro-ondas e óleo), serviu para comparar entre cada tratamento as perdas de nutrientes, também avaliar o teor dos constituintes antioxidantes (flavonoides totais, fenólicos totais e ácido ascórbico), carotenoides e a atividade sequestrante de radicais livres das amostras de chicória e espinafre.

### **3. MATERIAIS E METODOLOGIA**

#### **3.1 Materiais**

A chicória e o espinafre foram adquiridos em supermercado da região de Araraquara, de forma aleatória. As folhas estavam inteiras, foram lavadas em água corrente e devidamente secas antes de iniciar os tratamentos. Foram selecionados quatro diferentes tratamentos de cozimentos: Cozinhar na água a 100°C, no vapor (sem contato direto com água), micro-ondas e fritas no óleo.

Após os tratamentos, deu-se início aos testes, em que três amostras de cada tratamento eram colhidas e seus testes realizados em duplicata, ou seja, cada teste, para cada tratamento, gerou seis resultados.

#### **3.2 Metodologia**

##### **3.2.1 Tratamentos Térmicos Realizados**

Para a realização do tratamento térmico para amostras de Chicória a 100°C foi pesada uma quantidade de 100,22g de chicória e essa quantidade adicionada a 250mL de água destilada fervente, durante 5 minutos seguido do banho de gelo para que o cozimento fosse interrompido. O tratamento a Vapor foi realizado pesando-se 100,66g de chicória, esta quantidade foi colocada no vapor (em panela elétrica P10) durante 5 minutos seguido do banho de gelo. Para o tratamento realizado no Micro-ondas, foi pesada a quantidade de 100,92g de chicória e adicionou-se 10 mL de água destilada e levada ao micro-ondas durante 1 minuto em potência máxima, seguido do banho de gelo. O tratamento a Óleo foi realizado

pesando-se 100,66g de chicória, adicionou-se 10 mL de óleo de soja durante 2 minutos, seguido do banho de gelo.

Para a realização do tratamento térmico para amostras de Espinafre a 100°C foi pesada uma quantidade de 122,88g de espinafre e essa quantidade adicionada a 250mL de água destilada fervente, durante 5 minutos seguido do banho de gelo para que o cozimento fosse interrompido. O tratamento a Vapor foi realizado pesando-se 121,97g de espinafre, esta quantidade foi colocada no vapor (em panela elétrica P10) durante 5 minutos seguido do banho de gelo. Para o tratamento realizado no Micro-ondas, foi pesada a quantidade de 123,20g de espinafre e adicionou-se 10 mL de água destilada e levada ao micro-ondas durante 1 minuto em potência máxima, seguido do banho de gelo. O tratamento a Óleo foi realizado pesando-se 122,18g de espinafre, adicionou-se 10 mL de óleo de soja durante 2 minutos, seguido do banho de gelo.

### **3.2.2 Análise de Cor**

A análise de cor para cada tipo de tratamento foi realizada utilizando um colorímetro (Color Quest XE, HunterLab). Três folhas de cada condição de cozimento foram selecionadas ao acaso e a medida de cor foi realizada em três regiões diferentes de cada folha, obtendo-se dados em triplicata adotando os seguintes parâmetros: L\* (sem cor, preto = 0, branco = 100), a\* (avermelhado > 0, esverdeado < 0), b\* (amarelado > 0, azul < 0) e HUE° (ângulo HUE, vermelho=0°, amarelo=90°, 180°=verde, 270°=azul). (MAZZEO *et al.*, 2011).

### 3.2.3 Determinação de Sólidos Solúveis Totais (SST) e de Acidez Titulável (AT)

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado a partir das amostras dos vegetais, em seus diferentes tipos de cozimento, através do refratômetro de mesa, que mede o índice de refração e a diminuição da luz quando ela passa através da amostra. Tal parâmetro é importante para avaliar o conteúdo de sólidos solúveis, que são os compostos dissolvidos, sendo que a maior parte desses sólidos solúveis são açúcares, conseguindo, portanto, relacionar a percepção do sabor com uma medida instrumental, em que o conteúdo de açúcar é utilizado como referência do ponto de colheita e consumo (INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA, 2009).

A acidez titulável foi realizada de acordo com o método indicado pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,1 M e solução indicadora de fenolftaleína, com resultado expresso em mg de ácidos tituláveis por 100g de amostra.

A acidez titulável foi calculada da seguinte forma:  $N \cdot V = m / \text{Eq. ácido}$ , onde N = fator de padronização do hidróxido de sódio; V = volume gasto; m = massa pesada da amostra e Eq. ácido = equivalente grama do ácido.

### 3.2.4 Determinação de Ácido Ascórbico

A determinação foi realizada de acordo com método do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), em que a partir da titulação se dá a redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol (azul) pelo ácido ascórbico (método de Tillmans); o ponto final da titulação é detectado pela persistência da coloração rosa. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por grama de amostra.

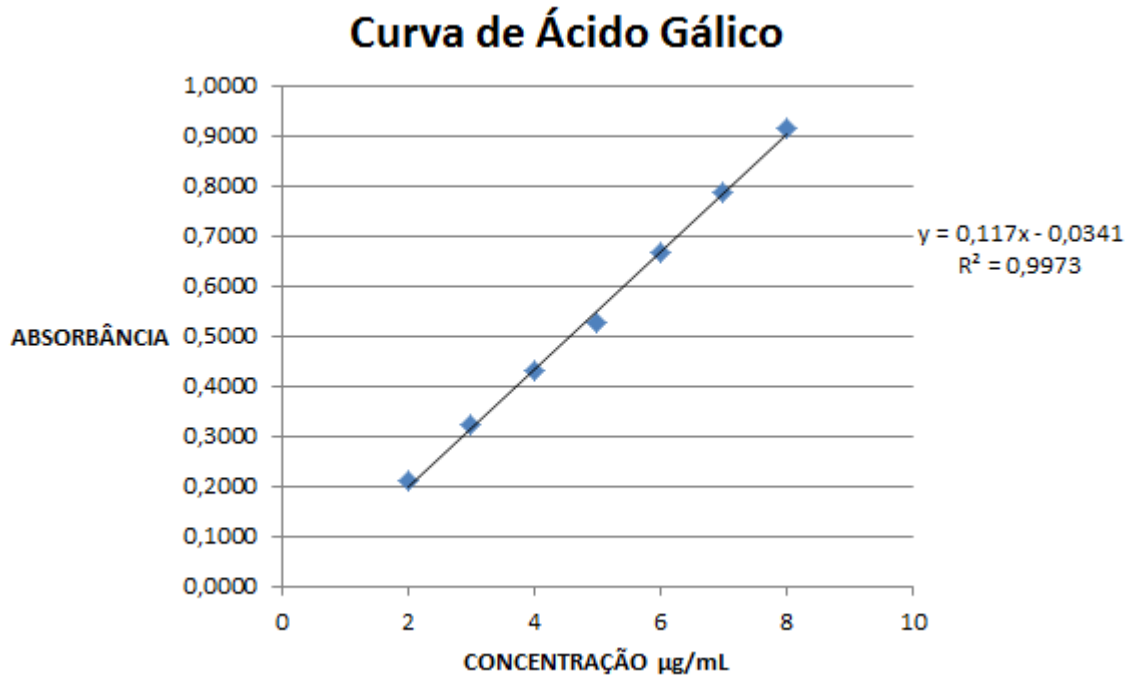


A fórmula utilizada para os cálculos foi:  $C = V \cdot F \cdot 50/10$ , em que C = quantidade em mg de ácido ascórbico por g de amostra; V= volume titulado em mL; F = fator da solução ( $10xc/P$ ; c = concentração de ácido ascórbico, P = volume gasto de DCFI); 50 = volume total(mL) e 10 = volume alíquota (mL).

### 3.2.5 Determinação de Fenólicos Totais

A extração dos fenólicos foi realizada através da maceração das amostras, após cada tratamento, utilizando metanol 30%, de acordo com GARCIA-SALAS et al (2010). A quantidade de fenólicos totais foi determinada de acordo com o método Folin-Ciocalteu (SINGLETON *et al.*, 1999), em que lê-se a absorbância a partir da coloração azul resultante da reação em espectrofotômetro a  $\lambda = 760\text{nm}$ . A quantificação se dá a partir da curva de calibração de ácido gálico (gráfico 01), 20-80 $\mu\text{g/mL}$ , através da equação da reta obtida  $Y=0,117x + 0,0341$  em que Y é a absorbância e x a concentração;  $R^2 = 0,9973$ . Os resultados são expressos em  $\mu\text{g}$  equivalente de ácido gálico (EAG) por gramas do extrato. Em que a partir da equação da reta tem-se a concentração “x” em  $\mu\text{g/mL}$  e a concentração da amostra é calculada segundo a equação:  $C(\text{g/mL})= Q/50 \cdot V$ , onde C = concentração da amostra; Q= quantidade da amostra pesada; 50 = volume do extrato e V = volume da diluição, portanto  $x/C = q$ , onde x= concentração em  $\mu\text{g/mL}$ , C = concentração da amostra em g/mL e q=  $\mu\text{g}$  equivalente de ácido gálico (EAG) por gramas do extrato.

**Gráfico 1:** Curva de calibração do Ácido Gálico com sua respectiva equação da reta.



Fonte: A Autora (2015)

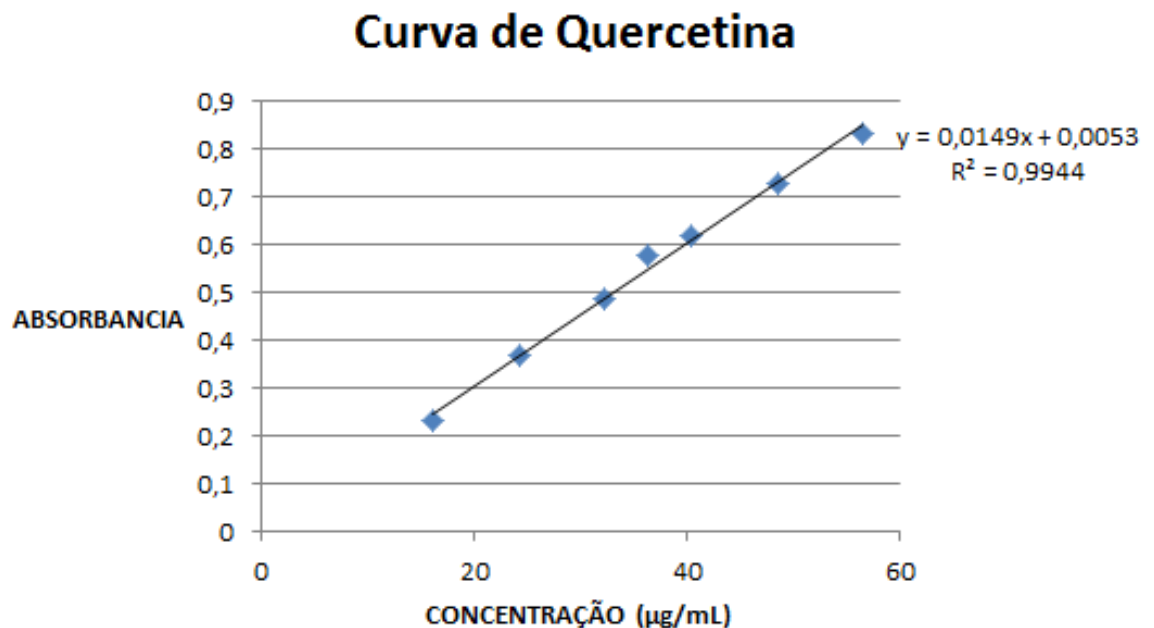
### 3.2.6 Determinação de Flavonoides Totais

A extração dos flavonoides foi realizada através da maceração das amostras, após cada tratamento, em metanol 30%, de acordo com GARCIA-SALAS et al (2010). O conteúdo de flavonóides totais foi determinado utilizando o método de Dowd adaptado (ARVOUET-GRAND *et al.*, 1994), com algumas modificações, com leitura da absorbância a  $\lambda = 427\text{nm}$ . O conteúdo total de flavonoides foi determinado a partir da curva padrão de quercetina( gráfico 02) com sete pontos de concentrações (16,16; 24,24; 32,32; 36,36;40,4; 48,48; 56,56 µg/mL), através da equação da reta obtida  $Y=0,0149x + 0,0053$ , em que Y é a absorbância e x a concentração;  $R^2=0,9944$ . A unidade concentração “x” obtida através desta equação da reta é dada em µg/m, então calcula-se a concentração da amostra segundo a equação:  $C(\text{g/mL})= Q/50 \cdot V$ , onde C= concentração da amostra; Q = quantidade da amostra pesada; 50= volume

do extrato e  $V$  = volume da diluição, portanto  $x/C = q \cdot 1000$ , onde  $x$  = concentração em  $\mu\text{g/mL}$ ;  $C$  = concentração da amostra em  $\text{g/mL}$  e  $q \cdot 1000 = \text{mg}$  equivalente de quercetina (EQ) por gramas do extrato.

O conteúdo total de flavonoides foi expresso como mg de equivalentes de quercetina (EQ) por gramas do extrato.

**Gráfico 2:** Curva de Calibração da Quercetina e sua respectiva equação da reta.



Fonte: A Autora (2015)

### 3.2.7 Avaliação da Atividade Sequestrante de Radicais Livres

#### 3.2.7.1 Determinação da Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical Livre DPPH

O método utilizado para esta análise foi de acordo com RUFINO *et al.* (EMBRAPA, 2007), em que baseia-se na captura do radical DPPH (2,2 – difenil – 1 – picril-hidrazil) por compostos antioxidantes, que produz uma diminuição da absorbância a  $\lambda = 515 \text{ nm}$ . Utilizou-

se o álcool metílico como branco uma solução de DPPH 0,06 mM foi utilizada como controle (absorbância  $0,82 \pm 0,0002$  a  $\lambda = 515$  nm). 0,1mL do extrato produzido foi adicionado à 3,9 mL de solução de radical DPPH 0,06 mM para iniciar a reação. Os valores de absorbância, lidos a 515 nm, foram obtidos após o intervalo de 30 minutos. As análises foram realizadas a partir de três extrações realizadas, de cada tratamento, sendo em duplicata de cada extração.

Os resultados foram expressos em porcentagem de redução, em uma relação entre a absorbância média obtida das amostras e a absorbância média obtida no controle, indicando a porcentagem do quanto o radical foi reduzido, sendo que quanto menor a porcentagem, mais antioxidante estará presente na amostra.

### **3.2.7.2 Determinação da Atividade Antioxidante Total pela Captura do Radical Livre ABTS**

A determinação da Atividade Antioxidante Total pelo método ABTS foi realizada de acordo com RUFINO *et al.* (EMBRAPA, 2007), que se dá pela captura do radical 2,2 – azinobis (3 – etilbenzolina – 6-ácido sulfônico) (ABTS). Foram preparadas inicialmente soluções estoque de ABTS 7mM e solução de persulfato de potássio 140mM. A solução do radical ABTS $\cdot$  é preparada a partir dessas soluções e mantida no escuro à temperatura ambiente, por 16 horas. Para o ensaio, 1 mL dessa mistura foi diluída em álcool etílico até que a absorbância inicial, a  $\lambda = 734$  nm, obtida foi de  $0,8133 \pm 0,0003$  nm para as análises com os extratos da chicória e  $0,8106 \pm 0,0006$  nm para os extratos de espinafre. 30  $\mu$ L de cada extrato foi adicionado a 3,0 mL da radical ABTS $\cdot$ , sendo homogeneizados a leitura da absorbância foi realizada a  $\lambda = 734$  nm após 6 minutos da mistura. Para calibrar o espectrofotômetro, o álcool etílico foi utilizado como branco.

Os resultados foram expressos em porcentagem de redução, através da relação da absorbância média obtida nas amostras e a absorbância inicial, em que quanto menor a porcentagem de redução, maior a presença de antioxidante na amostra.

### 3.2.8 Determinação de Carotenoides Totais

Foram pesados 3g de amostra seca e a extração foi realizada utilizando acetona pura refrigerada com o uso do vortex até completa extração dos pigmentos. Os carotenóides foram transferidos para éter de petróleo e levados a um volume em balão volumétrico. A leitura da absorbância da solução realizada em espectrofotômetro (DU®640 Spectrophotometer, Beckman) a 450 nm, e o teor de carotenóides totais expresso em termos de  $\beta$ -caroteno ( $A_{1\%1\text{cm}} = 2592$ , em éter de petróleo), aplicando-se a Lei de Beer (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  or grama de amostra.

Para os cálculos, a seguinte fórmula foi utilizada:

$$X(\mu\text{g/g}) = (A \cdot V(\text{mL}) \cdot 10000) / A_{1\%1\text{cm}}^{1\%} \cdot M(\text{g})$$

Em que, A = absorbância média a  $\lambda = 450\text{nm}$ ; V = volume da diluição (mL) e M= peso da amostra (g).

### 3.2.9 Análise Estatística dos Resultados

O teste de variância (ANOVA) seguido do Teste de Tukey, com nível de significância 5%, foi utilizado para a análise estatística dos resultados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análise de Cor

Os dados obtidos por parâmetros colorimétricos estão resumidos nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Médias dos parâmetros de cor para chicória, em seus diferentes tratamentos, obtidas a partir do aparelho colorímetro.

	L	a*	b*	HUE°
100°C	41,66 <sup>a</sup> ± 3,27	-12,29 <sup>a</sup> ± 0,85	28,93 <sup>a</sup> ± 2,97	182,21
Vapor	40,37 <sup>a</sup> ± 2,94	-10,05 <sup>a</sup> ± 1,30	25,35 <sup>a,b</sup> ± 3,11	182,39
Micro-ondas	41,78 <sup>a</sup> ± 1,82	-6,54 <sup>b</sup> ± 2,59	23,90 <sup>b</sup> ± 4,73	183,56
Óleo	43,75 <sup>a</sup> ± 2,68	-11,52 <sup>a</sup> ± 3,43	28,16 <sup>a,b</sup> ± 3,95	182,31

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

**Tabela 2.** Médias dos parâmetros de cor para o espinafre, em seus diferentes tratamentos, obtidas a partir do aparelho colorímetro.

	L	a*	b*	HUE°
100°C	33,92 <sup>a</sup> ± 1,93	-9,75 <sup>a</sup> ± 1,11	16,18 <sup>a</sup> ± 1,86	181,45
Vapor	32,97 <sup>a</sup> ± 1,57	-10,73 <sup>a,c</sup> ± 1,12	16,77 <sup>a,b</sup> ± 2,14	181,34
Micro-ondas	34,54 <sup>a,b</sup> ± 1,18	-12,91 <sup>b,c</sup> ± 1,44	19,32 <sup>b</sup> ± 2,41	181,27
Óleo	35,98 <sup>b</sup> ± 1,15	-11,99 <sup>c</sup> ± 1,58	16,86 <sup>a,b</sup> ± 2,73	181,16

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

De acordo com os resultados obtidos para os tratamentos realizados com a chicória, para o parâmetro L não houve diferença significativa entre os tratamentos, para o parâmetro a\*, o tratamento realizado com micro-ondas apresentou diferença estatística entre os demais, com um valor maior, para o parâmetro b\* houve diferença estatística entre o tratamento realizado no micro-ondas e a 100°C, 23,90 e 28,93, respectivamente. Os valores de HUE° não sofreram grandes alterações entre os tratamentos. Para os resultados obtidos nos tratamentos

realizados com o espinafre, o parâmetro L houve diferença estatística para o tratamento a óleo, 35,98, em relação aos de 100° e vapor, 33,92 e 32,97, respectivamente, sendo que estes foram os valores menores. Para o parâmetro a\* o valor do tratamento a 100°C,-9,75, foi o menor, diferindo estatisticamente dos tratamentos com micro-ondas e a óleo, no parâmetro b\* o tratamento com micro-ondas apresentou o maior valor, 19,32, diferindo estatisticamente do tratamento a 100°C, 16,18, que foi o menor valor observado. Os valores observados para HUE°também não variaram muito dentre os diferentes tratamentos.

#### 4.2 Acidez Titulável e Sólidos Solúveis Totais (SST)

Os resultados para as amostras obtidas a partir da chicória e do espinafre estão apresentados nas tabelas 3 e 4, a seguir.

**Tabela 3.** Médias dos teores de acidez titulável e sólidos solúveis obtidas a partir das amostras de chicória.

	AT (mg de ácidos tituláveis/100g amostra)	SST (°Brix)
100°C	356,13 <sup>a</sup> ± 33,80	1,00 <sup>a</sup> ± 0,00
Vapor	364,96 <sup>a</sup> ± 33,23	2,20 <sup>b</sup> ± 0,10
Micro-ondas	369,22 <sup>a</sup> ± 24,92	2,20 <sup>b</sup> ± 0,00
Óleo	377,22 <sup>a</sup> ± 43,36	2,33 <sup>b</sup> ± 0,49

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

**Tabela 4.** Médias dos teores de acidez titulável e sólidos solúveis obtidas a partir das amostras de espinafre.

	AT (mg de ácidos tituláveis/100g amostra)	SST (°Brix)
100°C	427,53 <sup>a</sup> ± 15,40	2,00 <sup>a</sup> ± 0,00
Vapor	578,65 <sup>b,c</sup> ± 18,89	2,10 <sup>a</sup> ± 0,00
Micro-ondas	600,56 <sup>b</sup> ± 23,03	4,06 <sup>b</sup> ± 0,21
Óleo	530,41 <sup>c</sup> ± 69,01	2,83 <sup>c</sup> ± 0,29

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

Os valores de acidez titulável para a chicória obtidos foram entre 356,13 e 377,22 mg de ácidos tituláveis por 100g amostra, entretanto os resultados não apresentam diferença estatística entre eles, o que indica que em relação à esse parâmetro os quatro tipos de tratamentos realizados se equivalem. Para o espinafre, os valores obtidos foram maiores para os tratamentos de vapor e micro-ondas, 578,65 e 600,56 mg de ácidos tituláveis por 100g amostra, respectivamente, sendo que não há diferença significativa entre eles e nem entre os tratamentos de óleo e vapor, mas o valor obtido a 100°C difere significativamente de todos e possui o menor valor obtido, 427,53 mg de ácidos tituláveis por 100g amostra.

Os ácidos tituláveis estão relacionados, principalmente, aos ácidos orgânicos, que influenciam no sabor, aroma, bem como na aparência das hortaliças, segundo CALBO *et al.* (EMBRAPA, 2007), assim, os maiores teores observados indicam melhores condições de cozimento.

Em relação aos sólidos solúveis totais, o tratamento a 100°C para a chicória foi o que obteve menor valor, 1°Brix, apresentando diferença estatística entre os outros tratamentos, que obtiveram valores entre 2,20 e 2,33°Brix. Os valores obtidos para o espinafre foram relativamente maiores que os da chicória, entre 2 e 4,06°Brix, sendo que este maior valor corresponde ao tratamento realizado no micro-ondas e com diferença estatística em relação aos demais, seguido do tratamento com óleo, 2,83°Brix, com diferença significativa entre os



demais. Resultado semelhante publicado por REIS *et al.* (2015), no estudo com brócolis e couve-flor, em que os maiores valores de sólidos solúveis totais foram atribuídos ao tratamento realizado no micro-ondas, isto porque houve uma perda maior de água, com esse tratamento, e, com isso, um aumento na concentração de açúcar, ocasionando no aumento dos valores obtidos, o que corrobora com os resultados obtidos no presente trabalho, em que os maiores valores de sólidos solúveis totais foram detectados nos tratamentos em que há maior perda de água.

### 4.3 Vitamina C, Fenólicos Totais e Flavonoides Totais

Os resultados para as amostras obtidas a partir da chicória e do espinafre estão apresentados nas tabelas 5 e 6, a seguir.

**Tabela 5.** Médias dos valores de vitamina C, fenólicos totais e flavonoides totais para as amostras de chicória, nos diferentes tratamentos.

	Vitamina C (mg de ácido ascórbico/g amostra)	Fenólicos Totais ( $\mu$ g EAG/g extrato)	Flavonoides Totais (mg EQ/g extrato)
100°C	4,54 <sup>a</sup> $\pm$ 0,27	370,15 <sup>a</sup> $\pm$ 76,44	0,54 <sup>a</sup> $\pm$ 0,12
Vapor	3,71 <sup>b</sup> $\pm$ 0,10	964,85 <sup>b</sup> $\pm$ 165,90	0,90 <sup>a</sup> $\pm$ 0,10
Micro-ondas	2,86 <sup>c</sup> $\pm$ 0,32	541,24 <sup>a</sup> $\pm$ 183,97	0,88 <sup>a</sup> $\pm$ 0,77
Óleo	2,88 <sup>c</sup> $\pm$ 0,14	972,20 <sup>b</sup> $\pm$ 224,06	2,50 <sup>b</sup> $\pm$ 0,35

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

**Tabela 6.** Médias dos valores de vitamina C, fenólicos totais e flavonoides totais para as amostras de espinafre, nos diferentes tratamentos.

	Vitamina C (mg de ácido ascórbico/g amostra)	Fenólicos Totais ( $\mu\text{g}$ EAG/g extrato)	Flavonoides Totais (mg EQ/g extrato)
100°C	4,07 <sup>a</sup> $\pm$ 0,22	414,53 <sup>a</sup> $\pm$ 33,24	1,53 <sup>a</sup> $\pm$ 0,08
Vapor	5,40 <sup>b</sup> $\pm$ 0,21	1187,20 <sup>a</sup> $\pm$ 87,82	1,30 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06
Micro-ondas	3,42 <sup>c</sup> $\pm$ 0,42	497,49 <sup>a</sup> $\pm$ 23,43	1,35 <sup>a</sup> $\pm$ 0,26
Óleo	5,40 <sup>b</sup> $\pm$ 0,43	11194,88 <sup>b</sup> $\pm$ 7819,60	5,43 <sup>b</sup> $\pm$ 1,55

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

Nas análises realizadas para chicória, o tratamento a 100°C foi o que obteve maior valor de vitamina C e, com diferença estatística, 4,54 mg de ácido ascórbico por grama de amostra. Já para o espinafre, os maiores valores foram obtidos nos tratamentos a vapor e óleo, 5,40 mg de ácido ascórbico por grama de amostra, para ambos. O resultado obtido para o espinafre confirma que quando preparado com óleo possui significativamente maior retenção de vitamina C do que quando tratado com água (MARISRIZAL *et al.*, 1997), entretanto os tratamentos com água mostraram-se mais eficazes para retenção da vitamina C para a chicória.

Para a chicória, os maiores valores de fenólicos totais foram encontrados para tratamentos a vapor e óleo, que são estatisticamente diferentes dos demais, 964,85 e 972,20  $\mu\text{g}$  EAG por grama de extrato, respectivamente e, para o espinafre, o maior valor encontrado e estatisticamente diferente dos demais foi para o tratamento a óleo, 11194,88  $\mu\text{g}$  EAG por grama de extrato. A perda maior de fenólicos totais, tanto para a chicória quanto para o espinafre foi nos tratamentos a 100°C e micro-ondas, isso porque há uma maior difusão dos compostos fenólicos em água fervente (MIGLIO *et al.*, 2008), assim como a quebra de fenólicos durante o aquecimento (LO SCALZO *et al.*, 2008).

Os valores para flavonoides totais, tanto os obtidos para a chicória quanto para o espinafre, foram maiores e com diferença estatística para o tratamento com óleo, sendo 2,50 e

5,43 mg EQ por grama de extrato, respectivamente. Os demais tratamentos ficaram na faixa de 0,54 a 0,88 mg EQ por grama de extrato para a chicória e 1,30 a 1,53 mg EQ por grama de extrato para o espinafre. O tratamento com água fervente (100°C) é um dos mais estudados e foi verificado que quanto maior o tempo de cozimento, maior a degradação de flavonoides, e há uma maior perda de flavonoides nesse tipo de cozimento devido à migração dos compostos para a água fervente (PALERMO *et al.*, 2013).

#### 4.4 Atividade Antioxidante

A partir dos resultados é possível observar que os maiores valores tanto de porcentagem de redução do radical livre ABTS quanto do radical DPPH foram atribuídos ao tratamento a 100°C, para a chicória e para o espinafre, excetuando o tratamento a vapor do espinafre, para a captura do radical DPPH, que foi o que obteve o maior valor, segundo evidenciam as tabelas 7 e 8, abaixo:

**Tabela 7.** Representação das médias das porcentagens de inibição de oxidação ABTS e DPPH para as amostras de chicória, nos diferentes tratamentos.

	ABTS (% inibição de oxidação)	DPPH(% inibição de oxidação)
100°C	95,19 <sup>a</sup> ± 2,22	91,82 <sup>a</sup> ± 2,91
Vapor	80,39 <sup>b</sup> ± 5,61	66,77 <sup>b</sup> ± 8,27
Micro-ondas	91,65 <sup>a,c</sup> ± 2,69	90,22 <sup>a</sup> ± 2,99
Óleo	85,19 <sup>c,b</sup> ± 4,68	87,29 <sup>a</sup> ± 8,00

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

**Tabela 8.** Representação das médias das porcentagens de inibição de oxidação ABTS e DPPH para as amostras de espinafre, nos diferentes tratamentos.

	ABTS (% inibição de oxidação)	DPPH(% inibição de oxidação)
100°C	90,85 <sup>a</sup> ± 1,84	74,11 <sup>a,b</sup> ± 3,27
Vapor	63,21 <sup>b</sup> ± 2,41	82,79 <sup>a</sup> ± 1,71
Micro-ondas	86,41 <sup>a</sup> ± 0,73	69,70 <sup>b</sup> ± 2,92
Óleo	69,44 <sup>c</sup> ± 5,76	71,06 <sup>b</sup> ± 10,86

Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna em cada região, não diferem estatisticamente ( $p \leq 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Fonte: A Autora (2015)

Para a chicória, a porcentagem de inibição de oxidação do radical livre ABTS· no tratamento a 100°C foi de 95,19% de redução e não diferiu estatisticamente do valor obtido no tratamento realizado no microondas, 91,65% de redução, entretanto foi significativo quando comparado com os demais tratamentos. Em relação à porcentagem de redução do radical DPPH, o tratamento a 100°C foi o de maior porcentagem, 91,82% de redução, entretanto só houve diferença significativa com o tratamento a vapor, 66,77% de redução, que diferiu estatisticamente de todos os tratamentos, sendo, portanto, o cozimento a vapor o melhor tratamento para captura do radical DPPH, indicando maior presença de antioxidantes.

Para o espinafre, a porcentagem de redução do radical livre ABTS· no tratamento a 100°C foi de 90,85% de redução, que não diferiu estatisticamente do tratamento realizado no microondas, 86,41% de redução, os menores valores foram observados para o tratamento a vapor e a óleo, 63,21% de redução e 69,44% de redução, respectivamente. Tais tratamentos diferiram estatisticamente, sendo, portanto, o tratamento a vapor o que obteve a menor porcentagem de redução. Já para a porcentagem de inibição de DPPH, o tratamento a vapor foi o de maior valor, 82,79% de redução, diferindo estatisticamente dos tratamentos a óleo e no micro-ondas, 71,06% de redução e 69,70% de redução, respectivamente, mas sem diferença estatística do tratamento a 100°C, 74,11% de redução, indicando que para este

parâmetro tanto o tratamento realizado no micro-ondas quanto no óleo possuem menor presença de antioxidantes.

Em estudo com diferentes vegetais e diferentes tipos de tratamentos, os resultados de atividade antioxidante foram mais significativos para o cozimento no micro-ondas, por reter os componentes ativos no tecido cozido do vegetal. E as maiores perdas foram atribuídas aos tratamentos realizados em água (JIMENEZ-MONREAL *et al.*, 2009). Este presente estudo mostra que os tratamentos realizados com água, como 100°C, apresentaram resultados significativos estatisticamente com menores teores de antioxidantes, no caso do espinafre o tratamento a vapor também obteve resultados semelhantes, enquanto, para ambos vegetais, os tratamentos com micro-ondas e óleo obtiveram valores de porcentagem de redução baixos, o que indica, em tais tratamentos, a maior presença de antioxidantes.

#### 4.5 Carotenoides Totais

A Tabela 09 mostra os resultados obtidos no teste de carotenoides realizado para os quatro cozimentos da chicória e do espinafre.

**Tabela 9.** Teor de carotenoides totais das amostras de espinafre e chicória.

Condimentos	Carotenoides ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ )	
	espinafre	chicória
100°C	125 <sup>a</sup> ±28	98 <sup>a</sup> ±20
Vapor	147 <sup>a</sup> ±16	96 <sup>a</sup> ±21
Microondas	134 <sup>a</sup> ±32	102 <sup>a</sup> ±17
Óleo	110 <sup>b</sup> ±30	105 <sup>a</sup> ±18

\*Valores são médias  $\pm$  DP de três determinações.

letra maiúscula diferente na mesma coluna representa diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos térmicos.

Fonte: A Autora (2014)

Portanto, observando os dados tem-se que para a chicória não houve diferença estatística entre os tratamentos e para o espinafre o tratamento a óleo foi o que apresentou menor teor de carotenoides, sendo que este resultado diferiu estatisticamente dos demais. Além disso, carotenoides provenientes de alimentos cozidos ou processados têm sido reportados por terem maior biodisponibilidade do que os provenientes de alimentos crus (GARTNER, *et al.*, 2007).

## 5. CONCLUSÃO

Os parâmetros de cor estudados indicaram que os diferentes tratamentos de cozimento não influenciaram negativamente nas amostras, uma vez que tal fator é bastante importante no que tange ao controle de qualidade, pois colorações que sofrem muitas alterações em seu processamento podem gerar a não aceitação do vegetal por parte do consumidor.

Em relação aos ácidos tituláveis, para as amostras de espinafre, os tratamentos com o micro-ondas e vapor geraram maior retenção deste componente. Para a chicória, em nenhum tratamento houve diferença significativa entre os resultados, equivalendo-se, portanto, todos os tratamentos, para essa análise. Nos testes de sólidos solúveis totais os tratamentos responsáveis pela maior retenção, em ambas análises, foram relacionados aos tratamentos em que há maior perda de água, como o tratamento com micro-ondas para espinafre e óleo para a chicória.

De forma geral, tratamentos com água tendem a extrair os componentes ativos durante o cozimento, esse fato foi verificado nas amostras de espinafre, para quantificação de vitamina C, entretanto para a chicória, no cozimento a 100°C, obteve-se o maior retenção de vitamina C. Para os testes de flavonoides e fenólicos totais o tratamento a óleo, tanto para a chicória quanto para o espinafre foi o que resultou em maiores teores, mas o tratamento a vapor apresentou a segunda melhor retenção de flavonoides e de fenólicos para a chicória.

Para análise da atividade antioxidante o tratamento a vapor e óleo mostraram bons resultados para chicória, com menor porcentagem de redução dos radicais livres testados. Para o espinafre, os tratamentos a vapor, óleo e micro-ondas apresentaram menores porcentagens de redução dos radicais livres. Esses resultados estão em concordância com os obtidos para os testes de fenólicos e flavonoides, que são compostos antioxidantes.

Ainda, para o teste de carotenoides totais com a chicória, não houve diferença significativa entre os resultados, ou seja, eles equivaleram-se, já para a análise do espinafre, apenas o tratamento a óleo diferiu estatisticamente, sendo que o valor deste tratamento foi o menor.

Portanto, é possível concluir que para a chicória os tratamentos realizados a 100°C foram mais significativos para testes de vitamina C, diferente dos valores observados para o espinafre, em que os valores dos tratamentos a 100°C foram mais baixos em todos os testes. Para sólidos solúveis totais da chicória, o tratamento a 100°C foi o que obteve menor resultado e que diferiu estatisticamente dos demais, já para o espinafre, o tratamento com micro-ondas foi o que obteve o maior resultado e que diferiu estatisticamente dos demais. Para testes de fenólicos e flavonoides totais, com as amostras de chicória, os tratamentos com óleo e vapor obtiveram melhores resultados no geral. Para o espinafre o tratamento a óleo também gerou os maiores teores de retenção nos testes de fenólicos e flavonoides totais, entretanto pra os testes de vitamina C e acidez titulável os tratamentos a vapor e micro-ondas foram mais pronunciados.



## 6. REFERÊNCIAS

- ARVOUET-GRAND, A., B., VENNAT, A. P., P. LEGRET. (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. **J. de Pharmacie de Belgique**, 49: 462-468.
- BEVILACQUA, M., D'AMORE, A., POLONARA, F. (2004). A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system. **Journal of Food Engineering**, 63(3), 253 - 263.
- BHATTACHARJEE, S.; DASGUPTA, P.; PAUL, A. R.; GHOSAL, S.; PADHI, K. K.; PANDEY, L. P. (1998). Mineral element composition of spinach. **J. Sci. Food Agric.** 77, 456-458.
- CALBO, A. G., MORETTI, C. L., HENZ, G. P. (2007). Respiração de Frutas e Hortalças. Comunicado Técnico 46, **EMBRAPA**. ISSN 1414-9850, Brasília.
- CARVALHO, P. G. B., MACHADO, C. M. M., MORETTI, C. L., FONSECA, M. E. N. (2006). Hortalças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira** 24: 397- 404.
- FAOSTAT (2012). **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=BRA>. Acesso em 10/03/2015.
- FEUCHT, W. (1994). The localization of phenols at the cellular and tissue level. **Acta Hort.** 381, 803-815.
- FOUAD, A. A., REHAB, A. F. M. (2013). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Fresh and Processed White Cauliflower. **Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International** Volume 2013, Article ID 367819, 9 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/367819>
- FRACIS, F., TALHOUK, S., BATAL, M., OLABI, A. (2014) Sensory and quality parameters of raw and processed Chicory- Hindbeh, a commonly consumed dark leafy green in Lebanon (Cichorium intybus L.) during frozen storage. **LWT-Food Science and Technology** 58, pages 230-238.
- GARCIA-SALAS, P., MORALES-SOTO, A., SEGURA-CARRETERO, A., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. (2010). **Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples**. *Molecules* 2010, 15, 8813-8826.
- GARTNER, C., STAHL, W., & SIES, H. (1997). Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. **American Journal of Clinical Nutrition**, 66(1), 116-122.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, SÃO PAULO. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. (2009): **A medida do sabor**. Disponível em: [http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=234:a-medida-do-sabor&catid=64:frutas-e-hortalças-frescas&Itemid=82](http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=234:a-medida-do-sabor&catid=64:frutas-e-hortalças-frescas&Itemid=82). Acesso em 22/03/2015.

- JAHANGIR, M. H. K., KIM, Y. H., CHOI, VERPOORTE, R. (2009) "Healthaffecting compounds in Brassicaceae," **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, vol. 8, no. 2, pp. 31–43.
- JIMENEZ-MONREAL, M., GARCÍA-DIZ, L., MARTÍNEZ-TOME, M., MARISCAL, M., MURCIA, M. A. (2009). "Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables," **Journal of Food Science**, vol. 74, no. 3, pp. H97–H103.
- KANSAL, B. D., SINGH, B., BAJAJ, K. L., KAUR, G. (1981). Effect of Different Levels of Nitrogen and Farmyard Manure on Yield and Quality of Spinach (*Spinaceaoleracea* L.). **Plant Foods To Human Nutrition** vol. 31, Issue 2, pp 163-170.
- KAWASHIMA, L. M., SOARES, L. M. V. (2003). Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis** 16, pages 605-611.
- KOES, R. E., QUATTROCCHIO, F., MOL, J. N. M. (1994). The flavonoid biosynthetic pathway in plants: Function and evolution. **BioEssays** 16, 123–132.
- LO SCALZO R., GENNA A., BRANCA F., CHEDIN M., CHASSAIGNE H. (2008). Anthocyanin composition of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and cabbage (*B. oleracea* L. var. capitata) and its stability in relation to thermal treatments. **Food Chem** 107:136–144.
- MASRIZAL, M. A., GIRAUD, D. W., DRISKELL, J. A. (1997). Retention of vitamin C, iron, and beta-carotene in vegetables prepared using different cooking methods. **J. FoodQuality** 20, 403–418.
- MAZZEO, T., N'DRI, D., CHIAVARO, E., VISCONTI, A., FOGLIANO, V., PELLEGRINI, N. (2011). Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. **Food Chemistry**, Volume 128, Issue 3, Pages 627-633. DOI:10.1016/j.foodchem.2011.03.070
- MELO, P. C. T., VILELA, N. J. (2007). Importância da Cadeia Produtiva Brasileira de Hortaliças. Palestra apresentada pelo 1º autor na **13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças / MAPA**. Brasília.
- MIGLIO C., CHIAVARO E., VISCONTI A., FOGLIANO V., PELLEGRINI N., (2008). Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. **J AgricFoodChem** 56:139–147.
- Ministério da Saúde (2010). **Agência Saúde**. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/noticias-anteriores-agencia-saude/4180-menos-de-20-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-e-praticam-exercicios>. Acesso em 10/03/2015.
- MOLEROCK, T. E.; CORRELL, J. C. (2008). Vegetables I. Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae. **Handbook of Plant Breeding**; Prohens, J., Nuez, F., Eds. Springer.
- NANDAGOPAL, S., RANJITHA KUMARI, B. D. (2007). Phytochemical and antibacterial studies of chicory (*Cichoriumintybus*) e a multipurpose medicinal plant. **Advances in Biological Research**, 1(1e2), 17e21.

- PALERMO, M., PELLEGRINI, N., FOGLIANO, V. (2013) The effect of cooking on the phytochemical content of vegetables. **Wiley Online Library**.DOI 10.10027jsfa.6478.
- PANDEY, K. B., RIZVI, S. I. (2009) “Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease,” **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, vol. 2, no. 5, pp. 270–278.
- REIS, L. C. R., OLIVEIRA, V. R., HAGEN, M. E. K., JABLONSKI, A., FLÔRES, S. H., RIOS, A. O. (2015). Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alpha F1) grown in an organic system.**Food Chemistry**, Volume 172, Pages 770-777.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. (1999) A Guide for Carotenoid Analysis in Foods. Washington, DC: **International Life Sciences Institute Press**, 59p.
- RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. (2007). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. Comunicado Técnico 128, **EMBRAPA**. ISSN 1679-6535, Fortaleza.
- RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., MORAIS, S. M., SAMPAIO, C. G., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D. (2007). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. Comunicado Técnico 127, **EMBRAPA**. ISSN 1679-6535, Fortaleza.
- RUMBALLW., SKIPP, R. A., KEOGH, R. G., CLAYDON, R. B. (2003) ‘Puna II’ forage chicory (*Cichoriumintybus* L.). **New Zealand Journal of Agricultural Research** 46, 53–55.
- SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA- RAVENTÓS, R.M. (1999) Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin- Ciocateau reagent. **Methods Enzymol.**, San Diego, v. 299, p. 152- 178.
- TOMÁS-BARBERÁN, F. A., ESPÍN, J. C. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables.**J Sci Food Agric**81:853–876.
- YUAN, G., SUN, B., YUAN, J., WANG, Q. (2009). Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. **Journal of Zhejiang University Science** B.10(8):580-588. doi:10.1631/jzus.B0920051.
- WHO (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916. Disponível em <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/>. Acesso em 10/03/2015.

**7. DADOS FINAIS**

---

**Aluna: Mariana Fuentes Ricardo**

**De acordo,**

---

**Profª Orientadora Célia Maria de Sylos**

**Araraquara, 23 de Maio de 2015.**