

# **AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E ANÁLISE SENSORIAL EM BRÓCOLIS (*Brassica oleracea* var. *Italica*) SUBMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO**

<sup>1</sup> MELLO, Hellen R. L. S.

<sup>2</sup> MARTINS, Adriana Hernandes

## **RESUMO:**

Visto que a busca por meios de vida mais saudáveis tem sido constantemente estimulada em meio ao momento controverso em que se busca a praticidade das preparações, o presente estudo avaliou a preservação dos compostos fenólicos totais, a atividade antioxidante, a composição centesimal e a aceitabilidade de brócolis (*Brassica oleracea* var. *Italica*) submetidos a diferentes tratamentos térmicos, sendo eles a vapor, micro-ondas e fritadeira tipo *airfryer* comparadas à hortaliça crua. Foi realizada análise sensorial por ordenação de preferência, composição centesimal de acordo à metodologia do Instituto Adolfo Lutz, determinação de compostos fenólicos por espectrofotometria com aplicação do método de Folin-Ciocalteu e curva de calibração com o reagente ácido gálico, e atividade antioxidante por DPPH. Sensorialmente, não houve diferença notada pelos avaliadores entre as preparações a vapor e micro-ondas. Nas análises centesimais não foi encontrado diferenças significativas, exceto pela umidade perdida e pelo alto teor de carboidratos concentrados no preparo em *airfryer*. As concentrações de compostos fenólicos evidenciaram o preparo a vapor com melhor preservação, com valores maiores do que as demais amostras, assim como a atividade antioxidante. A cocção em micro-ondas não apresentou ser o melhor método para preservação de compostos fenólicos. Embora a preparação em *airfryer* ter conservado compostos fenólicos de maneira significativa, não correlacionou com a atividade antioxidante esperada, sendo a cocção a vapor o método que mais preservou compostos fenólicos e, consequentemente, maior sequestro de radicais livres, sendo indicado por este estudo como o melhor método de cocção para brócolis.

**Palavras chave:** brócolis, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

## **1. INTRODUÇÃO**

Uma alimentação adequada aliada a bons hábitos conferem ao indivíduo a manutenção da saúde, diminuindo o risco de Doenças Crônicas não Transmissíveis. Assim, a busca por meios de vida mais saudáveis tem se mostrado constante. Legumes, frutas e verduras são ricos em Compostos Bioativos (CBA), importantes na prevenção de tais doenças (BASTOS *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2015).

Os compostos bioativos são substâncias extra nutricionais presentes nos alimentos em pequenas quantidades. Em sua maioria, são formados através dos metabólitos secundários das

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz.

<sup>2</sup>Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Assis Gurgacz. Especialista em Gestão de Qualidade e Segurança dos Alimentos – UNICAMP.

plantas, desenvolvidos naturalmente contra agressões externas. Existem em grande número, divididos em classes, contendo milhares de compostos distintos, classificados, de uma forma geral, em polifenóis, glicosinolatos e carotenoides (COZZOLINO, 2016).

Quando consumidos em quantidades significativas, exercem diferentes ações celulares em conjunto com antioxidantes endógenos, sendo a principal delas a neutralização da oxidação lipídica e espécies reativas de oxigênio (EROs), pois o desequilíbrio redox intracelular desencadeia a transcrição de genes inflamatórios, resultando no desenvolvimento de DCNT (STURM e WAGNER, 2017; SOARES, et al. 2015; VIEIRA e JAPUR, 2012; BASTOS, et al., 2009).

Constituídos como parte dos CBAs, os compostos fenólicos estão presentes naturalmente nos alimentos, apresentando em sua estrutura química ao menos um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas ligados a ele. Atualmente, há milhares de estruturas fenólicas reconhecidas que se dividem em diversas classes: flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos e lignanas. Dentre estas, os flavonoides constituem-se um grupo de destaque por possuir atividade antioxidante significativa, diferenciando compostos subdivididos em subclasses que caracterizam as antocianidinas, os flavonóis, as catequinas e as isoflavonas, encontradas amplamente em vegetais (CAMPOS et al., 2008; BAROSKY et al., 2015).

Também pertencente aos CBAs, os glicosinolatos estão presentes principalmente na família dos vegetais crucíferos do gênero *Brassica* da espécie *Oleracea* como a couve, o repolho, a couve flor, a couve-de-bruxelas e os brócolis. Estudos com glicosinolatos têm mostrado uma gama de interesse na Nutrição e, conseqüentemente, resultados satisfatórios no que diz respeito à proteção contra doenças cardiovasculares e cânceres. Este composto confere o odor pungente e amargo encontrado nestes vegetais, variando a quantidade de acordo com a crucífera, com o cultivo e o clima. Estes, são encontrados em maior ou menor quantidade quando ocorre alguma injúria, sendo, portanto, relacionados ao sistema de defesa das plantas, assim como ocorre com os polifenóis (COZZOLINO e COMINETTI, 2013).

Como protagonista do presente estudo, os brócolis (*Brassica oleracea* var. *Italica*), são hortaliças de coloração verde escura, contendo grandes concentrações de clorofila. Os cloroplastos estão associados aos carotenoides, lipídios e proteínas, embora haja fracas ligações entre as moléculas, o que explica a sua rápida deterioração. Apresenta-se como boa fonte de CBAs tais como vitamina C, betacaroteno, fibra, luteína, zeaxantina, glicosinolatos, compostos fenólicos, vitamina K, ácido fólico, além de minerais como selênio, cálcio, potássio,

fósforo, ferro, magnésio e enxofre. (ABREU e SPINELLI, 2014; EMBRAPA, 2015; AQUINO et al., 2011; ALVES et al., 2011).

Por possuir uma textura tenra, é consumida preferencialmente cozida, sendo necessário o emprego de processos de preparação que facilite o consumo. Assim, a forma de preparo deve se adequar às necessidades dos indivíduos, facilitar a digestão e manter seus valores nutricionais (PHILIPPI, 2003).

Baseado nestes aspectos e ao estilo de vida atual que busca a comodidade e agilidade das preparações, mostra-se indispensável o emprego de recursos tecnológicos. Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição física e química, a preservação de compostos fenólicos e a atividade antioxidante em brócolis submetidos aos métodos de cocção a vapor em fogão a gás, forno micro-ondas e em fritadeira elétrica do tipo *airfryer* em comparação à hortaliça crua, bem como a preferência do consumidor pelas preparações referidas.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho refere-se a um estudo qualitativo experimental, realizado após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa de uma Instituição de Ensino Superior particular de Cascavel – PR.

Os brócolis do tipo inflorescência única cultivados de forma convencional, foram adquiridos no comércio local, custeados pelo pesquisador através do melhor orçamento encontrado.

### **2.1 Preparo das amostras**

Para o pré-preparo, os brócolis foram higienizados conforme as Boas Práticas de Fabricação (BRASIL, 2004). As partes deterioradas, assim como os caules e folhas, foram desprezadas neste experimento, pois foi preconizado a sanidade visual e o consumo usual dos mesmos.

Após serem lavados em água corrente, foram submersos em solução com água e hipoclorito de sódio na concentração de 2,5% por 15 minutos para desinfecção.

Posteriormente, foram enxaguados em água corrente novamente. Após este procedimento, foram fracionados em tamanho uniforme, separados em quantidades de 1,4 kg, identificados de acordo com o destino de preparo (Tabela 01).

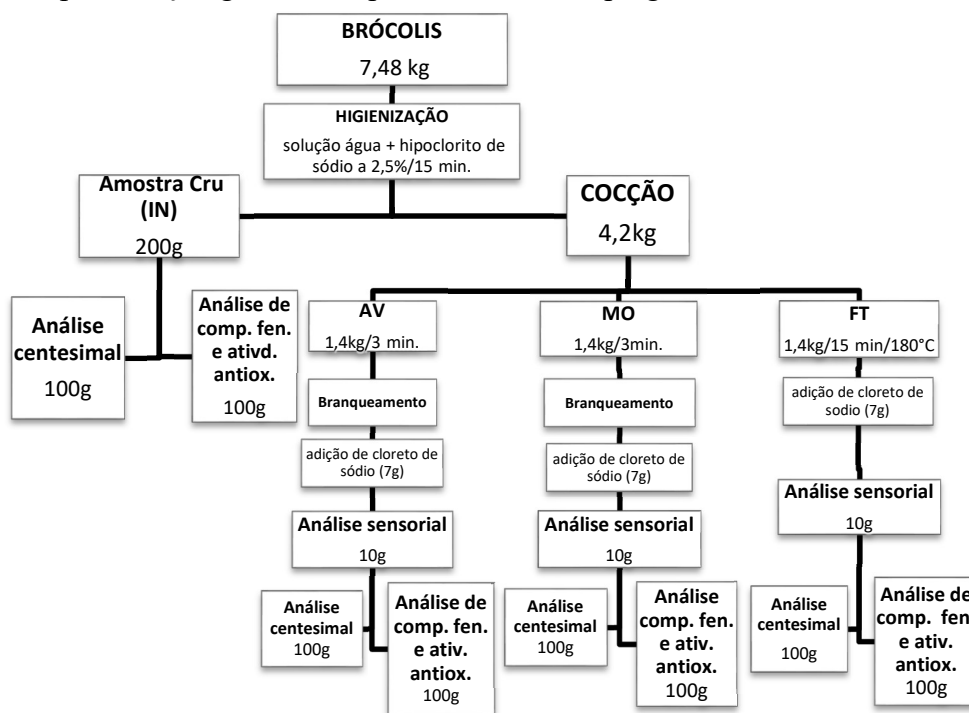
Tabela 01 – Identificação das amostras de brócolis de acordo com a forma de preparo.

| Identificação das amostras               | Código |
|------------------------------------------|--------|
| Cru (padrão) – <i>In Natura</i>          | IN     |
| Preparação a vapor (fogão)               | AV     |
| Preparação em forno micro-ondas          | MO     |
| Preparação em fritadeira <i>airfryer</i> | FT     |

Fonte: Autor (2018).

Sequentemente, os brócolis foram submetidos aos métodos de cocção a vapor, forno micro-ondas e fritadeira *airfryer*, sendo cada processo repetido por quatro vezes. Nesta fase, foram reservados 200g de brócolis *in natura* para as análises comparativas, sendo 100g para as análises centesimais e 100g para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante. O fluxograma exposto na Figura 01 ilustra todos os processos.

Figura 01 - Representação gráfica dos procedimentos empregados.



Fonte: Autor (2018).

### 2.1.1 Preparo a vapor

Para o preparo dos brócolis a vapor (AV), colocou-se a brássica no compartimento de cocção a vapor em panela de aço inoxidável. Em seu interior pôs-se 2000ml de água, sem entrar em contato com o crucífero. Ao entrar em ebulição (92,2°C), os brócolis foram submetidos ao vapor por 3 minutos. Na metade do tempo os brócolis foram movidos para que todas as frações obtivessem a mesma textura. Após o cozimento, seguiu-se com o processo de branqueamento, procedimento referido à imersão imediata de hortaliças em água gelada para que as enzimas sejam inativadas, preservando a cor, o sabor e a textura do alimento (SILVA, 2000).

### 2.1.2 Preparo em forno micro-ondas

Neste método (MO), a brássica foi disposta em recipiente de vidro, acrescida de 50 ml de água, por fim, submetida à cocção por 3 minutos em potência alta. Após o procedimento, os brócolis sofreram branqueamento.

### 2.1.3 Preparo em fritadeira *airfryer*

Na cocção em fritadeira elétrica (FT), os brócolis foram dispostos no recipiente do eletrodoméstico e sofreram ação da temperatura de 180°C por 15 minutos. Neste processo não foi realizado branqueamento devido a preparação apresentar aspecto seco.

Após o tratamento térmico, cada preparação foi acrescida de 0,5% de sal doméstico (7g) equivalente ao seu peso total.

Foram separados 200g de cada preparação, sendo 100g para as análises centesimais e 100g para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante, armazenadas a vácuo em sacolas metalizadas identificadas com a respectiva preparação sem incidência de luz, e congeladas às temperaturas entre -2°C e -15°C para as posteriores análises laboratoriais.

## 2.2 Análise sensorial

Após as preparações terem sido concluídas, as amostras foram porcionadas para a análise sensorial em recipientes descartáveis previamente codificados com Algarismos de três

dígitos, contendo 10 g de brócolis, onde foram empregados códigos numéricos representativos para os meios de cocção AV, MO, FT.

Antes de dar início à análise sensorial, os participantes foram instruídos quanto aos riscos e benefícios de sua participação. Em concordância ao exposto foi entregue o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice 1). Cada avaliador leu e assinou concordando em participar da pesquisa. A análise foi realizada por meio do teste de ordenação de preferência, comparando os três métodos de cocção e ordenando de maior a menor preferência de acordo com o método de comparação pareada, onde as três amostras foram demonstradas ao mesmo tempo, com aleatorização padronizada. Por fim, os participantes registraram sua avaliação através de uma ficha recolhida ao final do teste.

Posterior às avaliações, prosseguiu-se com a tabulação dos dados alcançados. Para isso, foi utilizado o teste de Friedman, com tabela bicaudal de acordo com a fórmula:

$$F_{\text{teste}} = \frac{12}{A_v * t * (t+1)} * (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2) - 3 * A_v * (t+1)$$

Tabela de Christensen – Valor Tabelado ( $\alpha$ ) = 26

Nível de significância –  $\alpha$  = 5%

Sendo F para fase teste,  $A_v$  para o número de avaliadores  $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$  para a somatória de preferência das amostras e “t” para o número de amostras apresentadas (DUTCOSKY, 2013).

### 2.3 Análises físico-químicas

Parte das amostras reservadas (100 g de cada preparo e 100 g cru) foram encaminhadas para as análises centesimais, realizadas em uma instituição de desenvolvimento tecnológico de Cascavel – PR. Os métodos aplicados seguiram os Métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo as proteínas pelo Método de Kjeldahl, as cinzas por mufla a 550°C e a umidade por estufa a 105°C, lipídeos pelo Método de Soxhlet e os carboidratos por diferença.

## 2.4 Análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante

As amostras restantes foram encaminhadas a uma universidade tecnológica localizada no oeste do Paraná para avaliar o comportamento dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante frente aos processamentos sofridos. A metodologia utilizada para determinação dos compostos fenólicos baseou-se no método descrito por Singleton e Rossi (1965), se resumindo na extração prévia dos compostos referidos através do solvente metanol e aplicação posterior do método de Folin-Ciocalteu. Este método utiliza o reagente de mesmo nome, sendo o método mais utilizado por detectar todas as classes de polifenóis. Para complementar o procedimento, é necessário um padrão para obtenção da curva de calibração, sendo este o ácido gálico escolhido (SILVA *et al.*, 2016; BOROSKY *et al.*, 2015).

Baseado em Bondet *et al.* (1997), o extrato da brássica obtido foi adicionado a uma solução de DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) este se comporta como um radical livre que determinará a atividade antioxidante da amostra através da sua captação e modificação da coloração, sendo que quanto mais DPPH permanecer na amostra ao fim da análise, menor a atividade antioxidante no alimento.

As amostras destinadas a estas análises foram realizadas em triplicata, sendo considerada a média obtida.

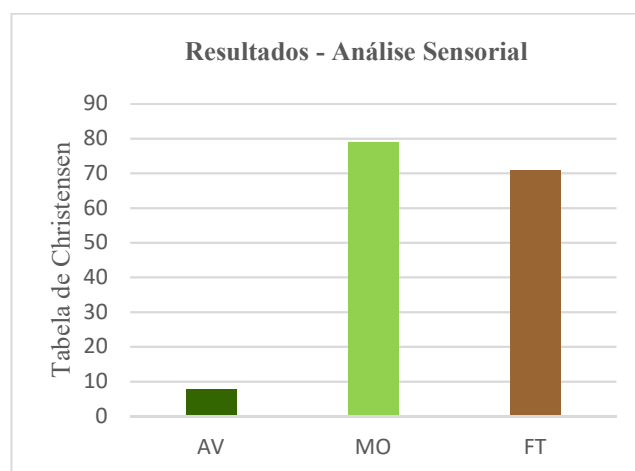
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, o emprego de tratamento térmico modifica a textura, a palatabilidade e a composição dos alimentos, tanto em CBA quanto físico-quimicamente (REIS, 2014; MATRÍNEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2013). Visto isso, os resultados obtidos nas análises físico-químicas e espectrofotométricas do presente estudo serão discutidos em comparação com a amostra padrão (IN).

Inicialmente foi realizada a análise sensorial, a fim de verificar a aceitação da hortaliça preparada nos diversos métodos de cocção. De 120 participantes esperados, aceitaram participar 91 voluntários não treinados, universitários, maiores de 18 anos. A partir dos registros realizados, foi possível levantar os dados para a análise estatística. Compreendendo que o teste de ordenação de preferência objetiva a comparação de uma mesma característica, as amostras de brócolis cozidos nos diversos meios foram analisadas de acordo com Dutcosky

(2013). Com o auxílio da tabela 35 verificou-se o valor de 26, já que foram observados três tratamentos e 91 avaliadores. O valor crítico de F foi igual a 60,46, portanto, o resultado das fórmulas de Friedman de 8 (AV), 79 (MO) e 71 (FT) obtidos apontam que a preparação AV é menor que o valor tabelado (26) e as demais são maiores, indicando que as amostras AV e MO não foram encontradas diferenças entre si, enquanto que a preferência da hortaliça entre as amostras FT e MO diferiram ao nível de preferência de 5%, conforme Gráfico 01.

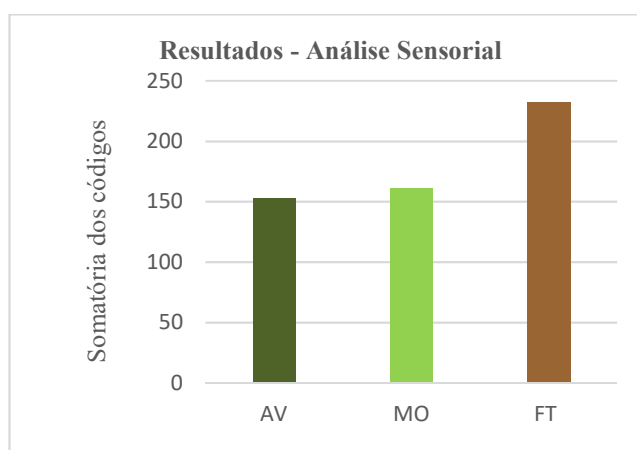
Gráfico 01 – Resultados da análise sensorial por teste de ordenação de preferência.



Fonte: Autor (2018).

Esclarecendo que a somatória dos códigos de identificação “1 – AV”, “2 – MO” e “3 – FT” inseridos nas ordens de preferência 1ª, 2ª e 3ª opção, indicaram que o menor valor (AV) indicou a maior preferência pelos avaliadores, sendo melhor compreendido através do Gráfico 02, já que a menor somatória indica maior aceitação por ser o código de menor valor.

Gráfico 02 – Resultados da análise sensorial pela somatória dos códigos instituídos.



Fonte: Autor (2018).



Assim, foi possível observar que as amostras AV e MO se mantiveram equiparadas, pois a primeira e segunda opção na avaliação dos provadores foram as mais escolhidas para estas amostras.

Para as análises físico-químicas foram encontrados os resultados segundo Tabela 02.

Tabela 02 – Valores encontrados nas análises físico-químicas realizadas em brócolis submetidos aos métodos de cocção a vapor, micro-ondas e fritadeira *airfryer*.

| Valores Encontrados (%) – Análises Físico-químicas |         |        |           |              |          |
|----------------------------------------------------|---------|--------|-----------|--------------|----------|
| Amostra                                            | Umidade | Cinzas | Proteínas | Carboidratos | Lipídeos |
| AV                                                 | 91      | 0,78   | 3,74      | 3,96         | 0,33     |
| MO                                                 | 90      | 0,94   | 3,58      | 4,85         | 0,40     |
| FT                                                 | 09      | 1,17   | 3,83      | 85,74        | 0,45     |
| IN                                                 | 91      | 0,90   | 3,76      | 4,30         | 0,18     |

Fonte: Autor (2018).

Ao avaliar a porcentagem das análises de umidade, a maioria delas se equiparou, sendo os valores encontrados em 91% na amostra AV, 90% em MO e 91% na amostra padrão (IN), enquanto a amostra FT apresentou apenas 9%, fato ocorrido devido ao emprego de calor seco sob alta temperatura, já que neste método de cocção não ocorre o emprego de água, justificando a perda de umidade obtida (ARAÚJO et al., 2013). Sendo assim, as preparações AV e em MO não mostraram diferença significativa em relação à amostra IN e excessiva perda de umidade na amostra FT.

Quanto aos dados de cinzas, foi possível observar que as cinzas obtidas em FT (1,17%) foram superiores às IN (0,90%). As amostras AV indicaram 0,78% e MO, 0,94%. Já as análises de proteínas, se mantiveram equiparadas apresentando os valores de 3,76% em IN, 3,74% em AV, 3,58% em MO e 3,83% em FT. Em comparação com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011), os níveis de proteína não se equipararam, pois apresentaram em média 3,6% contra 2,1% registrado na referida tabela.

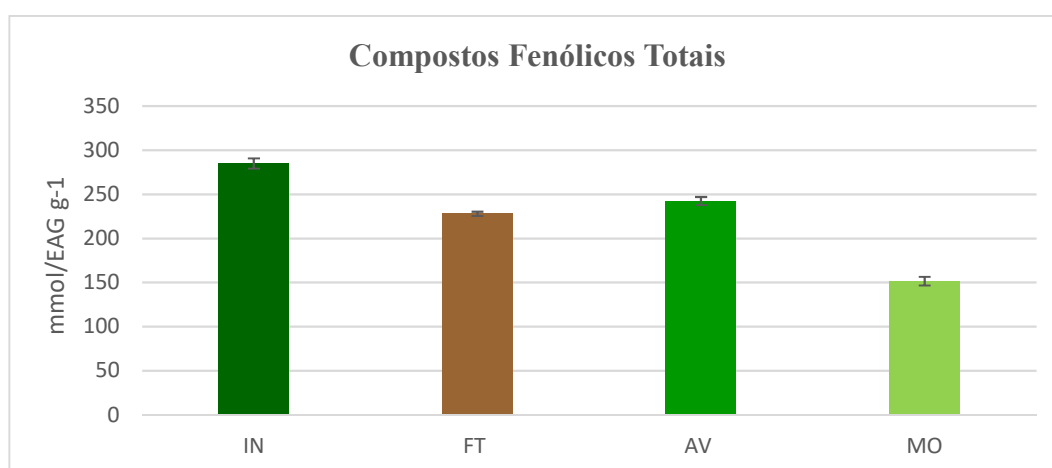
Ao verificar os dados de lipídeos obtidos, a amostra IN apresentou menor teor (0,18%), provavelmente por não ter sofrido ação térmica, já que o complexo carotenoide-, lipídio-proteína estão associados nos brócolis e tornam-se disponíveis após o processamento térmico desnaturar tais complexos (REIS, 2014).

Os teores de carboidratos encontrados mostraram grande concentração na amostra FT (85,74%). Salvino (2014) desidratou couve manteiga Georgia para elevar o valor nutricional em pães de fôrma. Obteve valores significativos em fibras (39,52g/100g) e ainda observou bons níveis de cálcio para ser considerado alimento fonte mesmo após o processamento.

Thoen (2013) realizou um estudo semelhante, analisando a composição centesimal de brócolis convencionais e orgânicos processadas termicamente em vapor, ebulição e micro-ondas. Concluiu que os brócolis convencionais cozidos em ebulição e vapor tiveram destaque positivo nos conteúdos de umidade, proteína e gordura.

Quanto às análises da preservação dos compostos fenólicos, os resultados obtidos conforme o Gráfico 03, demonstraram que em comparação com a concentração de ácido gálico da amostra IN (284,84 mg EAG g<sup>-1</sup>) a amostra AV preservou significativamente suas propriedades (242,37 mg EAG g<sup>-1</sup>) com valores maiores do que as demais amostras: 227,85 mg EAG g<sup>-1</sup> em FT, seguido de 151,51 mg EAG g<sup>-1</sup> em MO. Neste aspecto, o forno micro-ondas não foi o melhor método aplicado para a cocção de brócolis.

Gráfico 03 – Quantificação dos compostos fenólicos em brócolis nos respectivos métodos de cocção em relação à amostra IN (*in natura*).



Fonte: Autor; UTFPR (2018).

Nunes et al. (2015) analisaram brócolis de inflorescência única cozidos em vapor e micro-ondas. Seus resultados se assemelharam aos obtidos neste estudo e relataram maior perda em micro-ondas em relação ao cozimento a vapor. Já Porter (2012) analisou o conteúdo de compostos fenólicos de brócolis em ebulição e em micro-ondas, sendo a preparação por

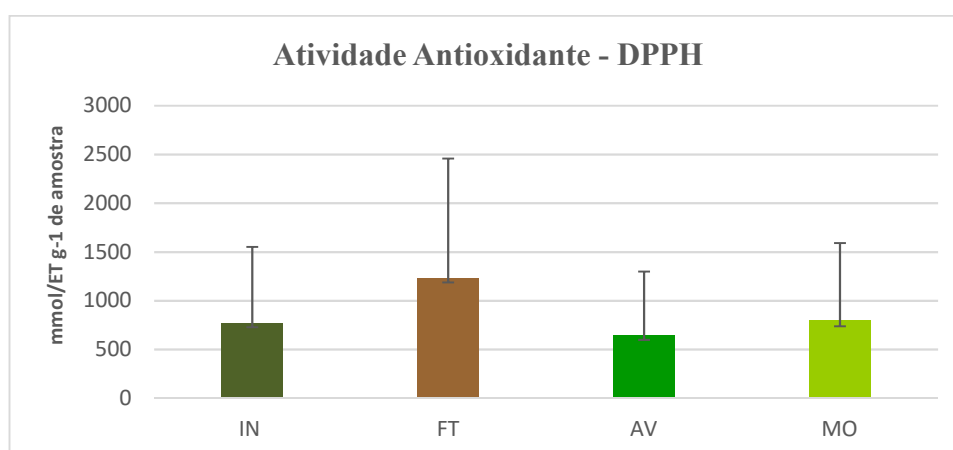
micro-ondas mais eficaz comprovando que a água aliada a um tempo maior de cozimento atua como solvente, assim como afirma Silva et al. (2016).

As amostras submetidas ao calor seco (FT) indicaram maiores concentrações de compostos fenólicos se comparadas às preparações submetidas ao micro-ondas. Aparentemente, o ocorrido se deve ao fato de que este processo sela a superfície do alimento impedindo a saída de água de seu interior concentrando seus compostos (ABREU e SPINELLI, 2014). Rigueira et al. (2016) avaliou os compostos fenólicos totais de couve manteiga e afirmou que a brássica preparada sob calor seco indicou maior concentração de compostos fenólicos com consequente atividade antioxidante.

Reis (2014) avaliou a preservação de substâncias bioativas incluindo compostos fenólicos totais de inflorescências de brócolis e couve-flor cultivados de forma orgânica em diferentes métodos de cocção (ebulição, a vapor, micro-ondas e *sous vide*). Atestou que o processamento térmico no geral manteve os compostos bioativos, indicando que o processamento térmico proporciona efeitos positivos em brássicas.

Na avaliação da atividade antioxidante por DPPH, foi possível observar que a capacidade da amostra IN se manteve em níveis menores do que a amostra AV conforme demonstra o Gráfico 04, uma vez que neste caso, os valores expressados indicam a quantidade de radical livre restante *in vitro*.

Gráfico 04 – Análise de Atividade Antioxidante. Quantidade restante de radicais livres *in vitro* após os processamentos.



Fonte: Autor; UTFPR (2018).

Sendo assim, em relação à amostra padrão (IN – 776,77 mmol/ET g<sup>-1</sup>), a atividade antioxidante em FT se manteve em 1230 mmol/ET g<sup>-1</sup>, ou seja, não apresentou atividade

antioxidante relevante. A amostra preparada em MO demonstrou equiparação com a amostra IN, apresentando em 796,67 mmol/ETg<sup>-1</sup>. Em contrapartida, na amostra AV, observou-se maior atividade antioxidante (650,00 mmol/ET g<sup>-1</sup>) do que todas as amostras, inclusive quando comparado com a amostra IN, evidenciando ser o melhor método para a cocção de brócolis. Esta evidência coincide com o estudo de Bezerra e Bordim Campideli (2015), que avaliou a atividade antioxidante do extrato aquoso de talos, folhas e flores de brócolis *in natura* e cozido a vapor, indicando maior atividade antioxidante na cocção a vapor, expondo ser um bom método para a preservação de suas propriedades.

Quanto ao resultado referente ao calor seco obtido no presente estudo, não houve semelhanças com estudos publicados. Martínez-Hernández et al. (2013), avaliaram brócolis em diversos preparos, dentre eles por calor seco (grelha). Comprovou que o ato de grelhar e a preparação a vácuo resultou em melhor aspecto sensorial e maior preservação da cor, seguido de maior atividade antioxidante nos brócolis.

Rigueira et al. (2016) analisou atividade antioxidante em folhas e talos de couve convencional e orgânica *in natura* e processadas em calor úmido e seco. Concluiu que as folhas processadas com calor úmido não diferiram da atividade antioxidante em relação à crua, porém em calor seco mostraram maior concentração de compostos fenólicos e consequente atividade antioxidante.

Neste estudo, a concentração de compostos fenólicos determinada pelo calor seco não indicou maior atividade antioxidante, resultado provavelmente relacionado com a formação de substâncias consequentes de altas temperaturas.

Embora tenha se tenha observado evidências em preservação de compostos fenólicos e atividade antioxidante em algumas preparações, estudos afirmam que a extração dos compostos fenólicos de hortaliças cruas, aparenta ser uma questão complicada na real influência da cocção na retenção desses compostos. Alguns descrevem a perda dos mesmos quando brássicas minimamente processadas são armazenadas em diferentes períodos e temperaturas de refrigeração. A mesma espécie de alimento pode indicar resultado desigual, se a hortaliça estiver sido colhida em diferentes épocas de plantio, se sofreram agressões patogênicas ou não, dentre outros fatores. Porém, a maioria deles mostra um melhor aproveitamento destas substâncias após a cocção aumentando, por exemplo, a concentração de carotenoides, potencial desencadeado devido ao tratamento térmico inativar enzimas oxidativas e ainda desnaturar complexos carotenoides-proteínas existentes nas células

vegetais (REIS, 2014; FERREIRA; RIGUEIRA, 2016; DAIUTO et al., 2015; PEREIRA, 2010; ARBOS et al., 2010).

#### 4. CONCLUSÃO

A partir das metodologias aplicadas, pôde-se concluir que a preferência dos provadores na avaliação entre as preparações a vapor e em micro-ondas não se diferiram, ou seja, as preparações se mantiveram semelhantes tanto na aparência quanto na palatabilidade, mas se diferiram da preparação em *airfryer*, sendo esta a menos preferida. Considerando esta preferência, a preparação de brócolis em micro-ondas não foi o mais indicado, visto que a concentração de compostos fenólicos se manteve em menores níveis.

No tocante à preparação em *airfryer*, houve significativa preservação de compostos fenólicos, porém, quando analisado sua atividade antioxidante, esta não se mostrou eficaz em relação às outras amostras, não sendo indicado por este estudo o melhor método de preparo para brócolis. Quanto às análises físico-químicas, não houve alterações exorbitantes, com exceção da umidade e dos carboidratos avaliados no preparo em *airfryer*, porém não foi o método mais aceito sensorialmente.

De acordo com o estudo, o processamento térmico em alimentos por eletrodomésticos ora provocou maiores perdas de compostos fenólicos, ora sua preservação não respondeu à eficácia em atividade antioxidante, sendo indicado por este estudo a cocção a vapor como melhor método de cocção para brócolis.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N. **Seleção e Preparo de Alimentos: Gastronomia e Nutrição**. Editora Metha, SP, 2014.

ALVES, N. E. C.; PAULA, L. R.; CUNHA, A. C.; AMARAL, C. A. A.; FREITAS, M. T. Efeito dos diferentes métodos de cocção sobre os teores de nutrientes em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Revista Instituto Adolfo Lutz** São Paulo, 2011.

ARAÚJO, W. M. C.; MONTEBELLO, N. P.; BOTELHO, R. B. A.; BORGO, L. A. **Alquimia dos alimentos**. 3 ed. Editora SENAC; Brasília, DF, 2013.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, 2010.

AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. K. S.; CASTRO, A. A.; Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Rev. Scientia Plena**, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Sergipe, SE, 2011.

BARBOZA, A. C. R. N., CRUZ, CAMILA V. M. S.; GRAZIANI, M. B.; LORENZETTI, M. C. F.; SABADINI, E. Aquecimento em forno de microondas / desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. **Quim. Nova**, Campinas, SP, 2001.

BOROSKY, M.; VISENTAINER, J. V.; COTTICA, S. M.; MORAIS, D. R. **Antioxidantes: princípios e métodos analíticos**. 1 Ed. Editora Appris, 2015.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, 2009.

BEZERRA, R.; BORDIM CAMPIDELI, M. **Avaliação da atividade antioxidante em extrato aquoso da flor, caule e folha de dois tipos de brócolis orgânicos in natura e após a cocção à vapor**. In: Congresso de Iniciação Científica da UNICAMP, Campinas, SP, 2015.

BONDET, V.; BRAND-WILLIAMS, W.; BERSET, C. Kinetics and Mechanisms of Antioxidant Activity using the DPPH• Free Radical Method. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, 1997.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004**.

CAMPOS, F. M.; MARTINO, D. S. H.; SABARENSE, C. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Revista Alimentação e Nutrição**, Araraquara, 2008.

COLPO, L. P. Avaliação da capacidade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos de frutas vermelhas submetidas a processamentos por calor (micro-ondas, *sous vide*, fervura e desidratação). **Repositório Digital da Biblioteca da Unisinos**, São Leopoldo, 2015.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 5 ed. Editora Manole, Barueri, SP, 2016.

COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição: Nas Diferentes fases da Vida, na Saúde e na Doença**. Editora Manole, Barueri, SP, 2013.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; PIGOLI, D. R.; CARVALHO, R. L. Estabilidade de minerais em hortaliças submetidas a diferentes métodos de cozimento. **Rev. Nativa**, MT, 2015.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4 ed. Editora Champagnat. Curitiba; 2013.

EMBRAPA, INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Coleção Plantar Brócolis**. 1 ed. Embrapa, 2015.

FERREIRA, A. C. S. Avaliação do teor em compostos bioativos e parâmetros de qualidade ao longo do processamento mínimo de couve-galega. **Repositório Aberto da Universidade do Porto**, Porto, Portugal, 2016.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B.; ARTÉS-HERNANDEZ, A.; COLARES-SOUZA, F.; GÓMEZ, P. A. Innovative Cooking Techniques for Improving the Overall Quality of a Kailan-Hybrid Broccoli. **Food and Bioprocess Technology**, 2013.

NUNES S. S.; HÜBSCHER G. H.; ROSA J. R.; SIMÕES G. D. **Compostos fenólicos totais em brócolis (*brassica oleracea* L. var. *itálica*) submetidos a cocção em Forno Micro-ondas Convencional e à Vapor**. 5º Simpósio de Segurança Alimentar Alimentação e Saúde, Bento Gonçalves, RS, 2015.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética: seleção e preparo de alimentos**. 8 ed. Editora Atheneu, São Paulo, 2007.

PEREIRA, C. A. M. Efeito do processamento e estocagem na concentração de substâncias bioativas em alimentos. **B. CEPPA**, Curitiba, 2010.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e Técnica Dietética**. 1 ed. Editora Manole, São Paulo, 2003.

PORTER, Y. Antioxidant properties of greenn broccoli and broccoli under diferente cooking conditions. **Bioscience Horizons**, 2012.

REIS, L. C. R. Efeito do processamento na concentração de substâncias bioativas em brócolis e couve-flor. **Repositório Digital**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, RS, 2014.

RIGUEIRA, G. D. J.; BANDEIRA, A. V. M.; CHAGAS, C. G. O.; MILAGRES, R. C. R. M. Atividade antioxidante e teor de fenólicos em couve-manteiga (*Brassica oleracea* l. var. *acephala*) submetida a diferentes sistemas de cultivo e métodos de preparo. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, 2016.

SALVINO, E. M. Avaliação química e nutricional de couve (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) desidratada e aplicação em formulações de pão de forma. **Repositório UFPB**, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4078>

SILVA, F. T. **Recomendações técnicas para o processamento de hortaliças congeladas**. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2000.

SILVA, C. O. T.; PASCOAL, E. M. M.; BENEDETTI, G. **Ciência dos Alimentos: Princípios de Bromatologia**. 1 ed., Editora Rubio, Rio de Janeiro, 2016.

SINGLETON V. L.; ROSSI J. A. JR. r. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Amer. J. Enol. Viticult.** Davis, CA, 1965.

SOARES, E. R.; MONTEIRO, E. B.; SILVA, R. C.; BATISTA, A.; SOBREIRA, F.; MATTOS, T.; COSTA, C. A.; DALEPRANE, J. B. Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. **Rev. HUPE**, RJ, 2015.

STURM, C.; WAGNER, A. *Brassica*-Derived Plant Bioactives as Modulators of Chemopreventive and Inflammatory Signaling Pathways. **Institute of Nutritional Medicine**, University of Lübeck, Lübeck, Germany, 2017.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas, 2011.

THOEN, R. U. Efeito do Processamento Térmico na Composição Centesimal dos Brócolis Híbridos Convencionais e Orgânicos. SIC – 25º Salão de iniciação científica da UFRGS, 2013.

VIEIRA, M. N. C. N.; JAPUR, C. C. **Dietética Aplicada na Produção de Refeições**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2012.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz. 4ª Ed., São Paulo, 2008.