

## EFEITO DA ADIÇÃO DE $\beta$ -CICLODEXTRINA NO PREPARO E ARMAZENAMENTO DA BEBIDA DE CHÁ VERDE

T. B. SISTI<sup>1</sup>, G. M. ZANIN<sup>2</sup>, F. F. MORAES<sup>2</sup>, R. G. GOMES<sup>1</sup>; R. C. BERGAMASCO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química  
e-mail para contato: rbergamasco@uem.br

**RESUMO** – O chá verde tem sido muito estudado devido às suas características funcionais e grande quantidade de compostos polifenólicos presentes naturalmente. Por seus benefícios, indústrias estão produzindo o chá pronto para consumo em grande escala, visando a praticidade. Porém, a alta temperatura durante o processamento não preserva seus compostos e a perda de suas características saudáveis é alta. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de  $\beta$ -ciclodextrina ( $\beta$ -CD) no preparo e estabilidade de armazenamento da bebida de chá verde. Os resultados obtidos demonstraram que na bebida preparada com sachê comercial, a  $\beta$ -CD atuou na preservação de compostos fenólicos totais. Porém, durante o armazenamento da bebida por 30 dias à temperatura ambiente, a adição de  $\beta$ -CD na bebida não contribuiu para a preservação dos polifenóis totais do chá. Na análise sensorial do produto, com adição de 1% de  $\beta$ -CD, observou-se que a ciclodextrina também contribuiu para a redução do amargor do chá.

### 1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento do consumo de chá verde no mundo inteiro, deu-se atenção ao chamado chá verde brasileiro, obtido a partir das folhas de *Camellia sinensis* var. *assamica* (Saito, 2007). *Camellia sinensis* é um arbusto de pequeno porte pertencente à família *Theaceae* (Saigg e Silva, 2009).

As folhas de *Camellia sinensis* são usadas na fabricação de mais de um tipo de chá, sendo estes classificados em três categorias: o que passa por um processo de fermentação (preto), o que não é fermentado (verde) e o que sofre uma fermentação parcial (oolong). No mundo, são produzidas anualmente cerca de três bilhões de toneladas de chá, sendo 20% somente de chá verde. Os três tipos juntos constituem a segunda bebida não-alcoólica mais consumida no mundo (Jacques *et al.*, 2010; Lima *et al.*, 2009).

Antes utilizado como medicamento, diversos estudos têm mostrado a importância do chá verde e desses compostos, que estão diretamente ligados com a atividade fisiológica, a habilidade de capturar espécies reativas de oxigênio, quelar íons metálicos, inibir a nitrosação e serem antioxidantes naturais (Port's, 2011; Saigg e Silva, 2009).

As folhas não fermentadas de *C. sinensis* contêm cerca de 15-25% de proteínas, 5% de glicídeos, 30% de polifenóis, 1-5% de alcalóides, vitaminas: C, B1, B2 e K e minerais como flúor (130-160 mg/kg), potássio, magnésio, cálcio, ferro, manganês e fósforo, entre outros (Saito, 2007).

A composição nutricional desse produto, principalmente por compostos bioativos, como os polifenóis, fazem dele um alimento funcional, que pode trazer benefícios à saúde (Matsubara *et al.*, 2006; Saigg e Silva, 2009). Os compostos fenólicos podem ser classificados em categorias, sendo flavonóides uma de suas maiores. O chá verde é caracterizado pelo seu alto conteúdo de flavonóides, principalmente catequinas (Kodama *et al.*, 2010).

As catequinas são sintetizadas nas folhas. Quanto mais jovem a folha, maior a quantidade de catequina presente, chegando a constituir cerca de 30% do seu peso seco. São compostos incolores e solúveis em água responsáveis pelo amargor e adstringência das folhas da *C. sinensis* (Lima *et al.*, 2009; Camargo, 2011).

Em trabalho realizado por Jacques *et al.* (2010), o conteúdo de catequina presente no chá verde foi de 10,185 mg/g de folha seca. Já em um estudo de Labbé *et al.* (2008) encontrou-se valores de 853,8 e 969,3µg/mL de catequinas presentes no chá verde de três diferentes marcas japonesas. E, segundo Dalluge e Nelson (2000), o conteúdo de catequinas presente no chá verde preparado pela infusão é cerca de 60 mg/g, variando entre 9 e 117 mg/g. Em outro estudo, Morais-de-Souza *et al.* (2011), encontraram valores entre 57,6 e 104,17 mg EACG.g<sup>-1</sup> de amostra. E, com um método que envolvia agitação e erva a granel, Nishiyama *et al.* (2010) alcançaram valores de compostos fenólicos totais de, aproximadamente, 125 mg.g<sup>-1</sup> de erva.

Um estudo realizado por Chen *et al.* (2001), demonstra que a concentração das catequinas do chá verde é bem menor em bebidas enlatadas e engarrafadas do que no chá tradicionalmente preparado pela infusão. Isto mostra que, apesar de todos os benefícios, as catequinas não são estáveis, já que essas bebidas prontas para o consumo passam por outros processos, como o aquecimento a altas temperaturas. A praticidade é uma das melhores qualidades desse tipo de bebidas, já que são fáceis de armazenar e possuem longa durabilidade. Porém, algumas deixam a desejar quando o assunto é saúde. Muitas bebidas perdem suas características, tanto sensoriais quanto nutricionais quando passam pelo processamento fazendo com que seu consumo seja limitado somente pela praticidade.

Kim *et al.* (2007) observaram que a concentração do total de catequinas no chá verde diminui após um tratamento térmico de esterilização, processo realizado na manufatura de chás comerciais prontos para consumo. Constatou-se também que elas são vulneráveis à degradação e isomerização durante o processamento térmico e armazenamento. A epimerização das catequinas, que ocorre durante o aquecimento a altas temperaturas é alterada de acordo com as condições de aquecimento, mas gerará, certamente, alterações na composição, tanto qualitativa quanto quantitativa destes compostos. Aproximadamente 50% das catequinas do chá verde são epimerizadas por tratamento térmico, ou seja, cerca de metade das propriedades benéficas do chá verde são perdidas nas bebidas prontas para consumo (Bazinet *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2001).

Em vista disso, uma forma de minimizar essas perdas, é a encapsulação, que consiste em aprisionar partículas (sólidas, líquidas ou gasosas) em cápsulas (filme fino ou camada polimérica) ou moléculas (ciclodextrinas), protegendo-as do ambiente externo, como luz, calor, umidade (Matioli e Rodriguez-Amaya, 2003).

Várias técnicas e agentes encapsulantes vêm sendo estudados, dentre eles a encapsulação por inclusão molecular em ciclodextrinas. De acordo com Matioli e Rodriguez-Amaya (2003), as ciclodextrinas são substâncias obtidas a partir do amido, com formato de um cone truncado, cujo interior apresenta caráter hidrófobo, enquanto a sua superfície externa é hidrófila. Esta estrutura faz dela uma “molécula hospedeira”, possibilitando a formação de complexos de inclusão com várias “moléculas hóspedes” de polaridade reduzida.

Em vista disso, o presente trabalho propõe avaliar o efeito da adição de  $\beta$ -ciclodextrina tanto no preparo, envolvendo altas temperaturas, quanto na estabilidade de armazenamento da bebida. Como a ciclodextrina atua como agente encapsulantes de uma série de compostos, a sua adição na bebida de chá verde pode alterar o sabor da bebida, ou seja, a ciclodextrina pode atuar no mascaramento do sabor indesejável da bebida, reduzindo o seu amargor. Portanto, uma análise sensorial foi realizada na bebida com o objetivo de observar este comportamento.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Amostra

O chá verde comercial, na forma de sachê, utilizado neste estudo, foi adquirido no comércio local de Maringá-PR.

### 2.2. Preparo do Chá

O processo de infusão foi realizado conforme descrito no trabalho de Bazinet *et al.* (2010), com algumas modificações. Sachês de chá verde foram abertos e o seu conteúdo acondicionado em um recipiente. Em seguida, adicionou-se água a 80° C e  $\beta$ -ciclodextrina (0,5% e 1% - m/v). Esta mistura foi agitada levemente por 10 minutos, para garantir uma melhor extração dos compostos fenólicos (Nishiyama *et al.*, 2010).

Após o tempo de infusão, o chá foi filtrado, descartando as folhas. O pH foi reduzido com suco de limão concentrado (pH 4), para eliminar a possibilidade de crescimento de microorganismos durante o armazenamento do chá.

O líquido foi acondicionado em garrafas de vidro, seguindo para a pasteurização, à 85° C, por 20 minutos. O produto foi armazenado à temperatura ambiente durante 30 dias. Uma bebida de chá verde foi preparada sem a adição de  $\beta$ -ciclodextrina, para efeito de comparação.

### 2.3. Determinação dos Compostos Fenólicos Totais

Em tempos estabelecidos de 0, 10, 20 e 30 dias, alíquotas foram coletadas das amostras para a quantificação de compostos fenólicos a partir do método de Folin-Ciocalteu. Os resultados dos teores de compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de catequina (mg ECAT/g), pois esse é o composto de maior concentração nas folhas de *Camellia sinensis*.

### 2.4. Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada em escala laboratorial com 40 provadores não treinados. As amostras foram distribuídas em copos plásticos codificados com números aleatórios de 3 dígitos. As avaliações foram realizadas em cabines individuais.

Foi realizado um teste de comparação e avaliou-se sensorialmente o atributo amargor de duas amostras de chá, uma amostra padrão sem adição de  $\beta$ -ciclodextrina e outra contendo 1% da mesma, preparadas no dia da análise. Os provadores deveriam optar pela amostra mais intensa no amargor.

### 2.5. Análise Estatística

Todas as determinações foram efetuadas em triplicatas, e os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, usando o programa STATISTICA 7.0.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados as concentrações de compostos fenólicos totais, em mg de catequina/g de erva, presentes nas bebidas de chá verde com e sem adição de  $\beta$ -CD.

Tabela 1 – Média das concentrações das diferentes formas de obtenção do chá à temperatura ambiente.

Bebida de chá verde	Concentração de compostos fenólicos (mg ECAT/g de erva)
Controle	143,98 <sup>a</sup> $\pm$ 2,56
Adição de 0,5% de $\beta$ -CD	147,4 <sup>a</sup> $\pm$ 5,84
Adição de 1% de $\beta$ -CD	164,43 <sup>b</sup> $\pm$ 3,90

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente, ao nível de significância de 5%.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1 verifica-se que o teor de catequina presente no chá é maior do que os apresentados na literatura (Jacques *et al.*, 2010; Labbé *et al.*, 2008; Dalluge e Nelson, 2000; Morais-de-Souza *et al.*, 2011; Nishiyama *et al.*, 2010). Saito (2007) relata que a quantidade de compostos fenólicos presentes no chá verde brasileiro é maior

quando comparado com os chás de outros países, devido às características de clima e solo. Além disso, o teor de compostos fenólicos no chá verde também pode estar relacionado com a forma de preparo do chá. Zimmermann e Gleichenhagen (2011) registraram um aumento de 20% no conteúdo de catequina durante o processo de infusão do chá verde, usando suco de limão antes da infusão. Eles sugerem que para obter uma quantidade máxima de catequina, durante o processo de infusão do chá, é necessário usar água em ebulição e adicionar ingredientes para reduzir o pH.

Com relação ao efeito da adição de  $\beta$ -CD no preparo do chá verde, observa-se que houve um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) no teor de catequina no chá preparado com 1% de  $\beta$ -CD, quando comparado ao chá preparado sem a ciclodextrina. Porém, o uso de 0,5% de  $\beta$ -CD não afetou significativamente a concentração de compostos fenólicos totais do chá. Neste caso, a  $\beta$ -CD atuou na proteção da catequina durante o preparo do chá, porém em concentrações maiores, de 1%.

Quando avaliou-se a estabilidade dos compostos fenólicos nas amostras de chá verde armazenado a temperatura ambiente (Figura 1), pode-se constatar que durante 10 dias de armazenamento houve uma preservação dos compostos tanto na bebida controle quanto na bebida preparada com  $\beta$ -CD. Este fenômeno pode estar relacionado com a adição do suco de limão. Bazinet *et al.* (2010) demonstraram que a estabilidade das catequinas no chá verde durante a estocagem é maior sob condições ácidas (pH 4) e baixas temperaturas (4°C). Os autores também destacam a vantagem do pH baixo de preservar o produto contra a ação de micro-organismos patogênicos, que poderiam alterar a qualidade do chá durante a estocagem.

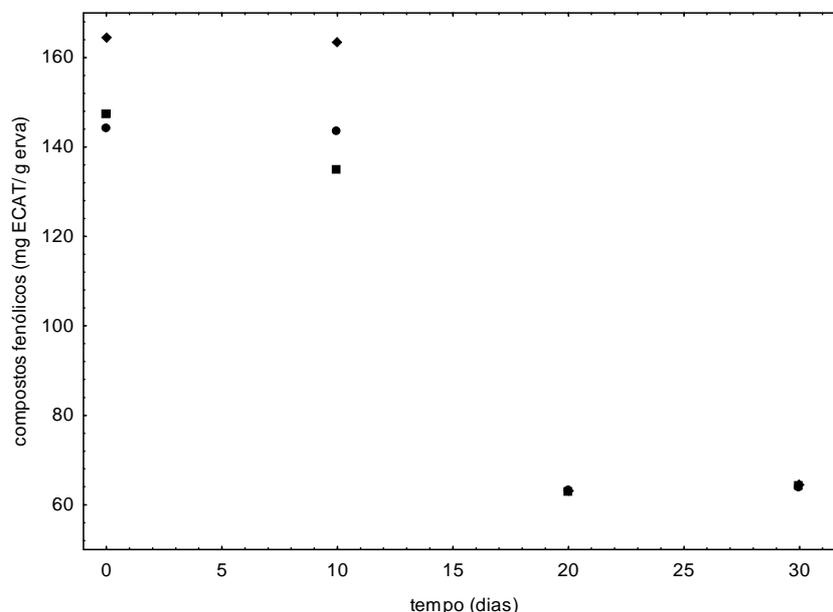


Figura 1 – Concentração de compostos fenólicos na bebida de chá na amostra controle (●), com 0,5% de  $\beta$ -CD (■) e com 1% de  $\beta$ -CD (◆).

Contudo, um resultado inesperado foi observado em todas as amostras após 20 dias de armazenamento (Figura 1); houve uma redução no conteúdo de compostos fenólicos no chá em mais de 50%. Ou seja, a adição de  $\beta$ -CD no chá verde não contribuiu para a preservação dos compostos fenólicos durante o armazenamento. Cano (2011) avaliou a estabilidade do complexo de inclusão catequina: $\beta$ -CD em solução aquosa, armazenado a 20°C por 90 dias. Neste trabalho o autor observou que após 40 dias de estocagem a catequina livre em solução havia oxidado, enquanto na forma de complexo de inclusão tinha-se, ainda, 50% de catequina remanescente. Ele concluiu que a  $\beta$ -CD retardou a oxidação do composto, mas não contribuiu para a preservação total.

A análise sensorial das amostras de chá verde foi realizada com provadores não treinados, os quais deveriam avaliar duas amostras de chá verde e escolher qual delas possuía o atributo amargor mais intenso. Foram preparadas amostras de chá verde controle e com adição de 1% de  $\beta$ -CD.

Segundo a NBR 13088, que estabelece os valores mínimos de julgamentos corretos, verificou-se que para 40 provadores, 30 deveriam apontar para a amostra mais amarga, que esperava ser o chá sem adição de  $\beta$ -CD, para que houvesse 99,9% de confiança nos resultados. Dos 40 provadores, 85% optaram pela amostra controle, isto é, 34 escolheram a amostra que não continha  $\beta$ -ciclodextrina, como a mais amarga. Este resultado demonstra que a  $\beta$ -CD foi eficaz também no mascaramento do sabor amargo do chá verde. De acordo com Nishiyama *et al.* (2010), o sabor amargo é resultado da liberação de taninos presentes no chá, portanto, a  $\beta$ -ciclodextrina mostrou-se eficiente na encapsulação destes compostos, reduzindo o seu efeito adstringente.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir desse estudo, pode-se concluir que a  $\beta$ -ciclodextrina, na concentração de 1%, foi satisfatória na encapsulação dos compostos fenólicos do chá verde, atuando na preservação destes durante o preparo do chá e no mascaramento do sabor amargo da bebida. Durante 20 dias de armazenamento, a temperatura ambiente, constatou-se uma degradação de mais de 50% dos compostos fenólicos no chá, até mesmo para a amostra contendo  $\beta$ -ciclodextrina. Isto demonstra que a  $\beta$ -ciclodextrina não foi eficaz na estabilidade de armazenamento dos compostos fenólicos do chá. Portanto, conclui-se que a presença de  $\beta$ -CD no chá verde contribuiu para a preservação dos seus compostos ativos durante o processamento da bebida, e atuou na redução do sabor amargo do mesmo, deixando-o mais agradável sensorialmente.

#### 5. REFERÊNCIAS

BAZINET, L.; ARAYA-FARIAS, M.; DOYEN, A.; TRUDEL D.; TÊTU, B.; Effect of process unit operations and long-term storage on catechin contents in EGCG-enriched tea drink. *Food Research International*, 43, p. 1692–1701, 2010.

- CAMARGO, L. E. A.; *Avaliação das atividades antioxidante e antifúngica da Camellia sinensis (L.) Kuntze obtida por diferentes formas de produção*. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Concentração de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Centro-Oeste. Guarapuava, 2011.
- CANO, C. F. *Estudio de inclusión de derivados de catequina em ciclodextrina: actividad antioxidante y estabilidad*. Tese (Doutorado em Química), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacêuticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile, 2011.
- CHEN, Z.; Degradation of Green Tea Catechins in Tea Drinks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, p. 477-482, 2001.
- DALLUGE, J. J.; NELSON, B. C.; Determination of tea catechins. *Journal of Chromatography A*, 881, p. 411-424, 2000.
- JACQUES, A. C.; Conteúdo de (-)-catequina em chás comerciais (*Camellia sinensis*): preto e verde. In: XIX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Anais eletrônicos. Pelotas: UFPel. 2010. Disponível em: < <http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/ca.htm>> Acesso em: 02 mar. 2013.
- KIM, E. S., LIANG, Y. R., JIN, J., SUN, Q. S., LU, J. L., DU, Y. Y.; Impact of heating on chemical compositions of green tea liquor. *Food Chemistry*, 103, p. 1263-1267, 2007.
- KODAMA, D. H.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; Flavonoids, total phenolics and antioxidante capacity: comparison between comercial green tea preparations. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 30(4), p. 1077-1082, out.-dez. 2010.
- LABBÉ, D.; TÊTU, B.; TRUDEL, D.; BAZINET, L.; Catechin stability of EGC- and EGCG-enriched tea drinks produced by a two-step extraction procedure. *Food Chemistry*, 111, p. 139-143, 2008.
- LIMA, J. D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W. S.; SILVA, R. B.; Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39(4), p. 1270-1278, jul, 2009.
- MATIOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; Microencapsulação do licopeno com ciclodextrina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23, p. 102-105, dez. 2003.
- MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; Teores de catequinas e teaflavinas em chás comercializados no Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26, p. 401-407, abr.-jun. 2006.
- MORAIS-DE-SOUZA, R. A., *Potencial antioxidante e composição fenólica de infusões de ervas consumidas no Brasil*. Dissertação de mestrado em Ciência, Área de Concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
- NBR 13088 – *Teste de comparação pareada em análise sensorial dos alimentos e bebidas*. 1994. 7p.
- NISHIYAMA, M. F.; COSTA, M. A. F.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. G. M.; BOER, C. G.; BRACHT, C. K.; PERALTA, R. M.; Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis var assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, p. 191-196, maio, 2010.

- PORT'S, P. S.; *Compostos fenólicos e potencial antioxidante de ervas consumidas na região amazônica brasileira*. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2011.
- SAIGG, N. L.; SILVA, M. C.; Efeitos da utilização do chá verde na saúde humana. *Ciências da Saúde*, 7(1), p. 69-89, 2009.
- SAITO, S. T.; *Estudo químico e avaliação da atividade antioxidante de chá verde brasileiro (Camellia sinensis var. assamica) Cultivar IAC-259*. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.
- ZIMMERMANN, B. F.; GLEICHENHAGEN, M.. The effect of ascorbic acid, citric acid and low pH on the extraction of green tea: How to get most out of it. *Food chemistry* 124(4) ,p. 1543-1548, 2011.