

## **DESENVOLVIMENTO DE DOCE PARA DIABÉTICOS UTILIZANDO MATCHÁ (CAMELLIA SINENSIS)**

*Ioshimi Lilian Watanabe Hasunuma  
Nolam Ryuki Miazato Suenaga  
Juliany Piazzon Gomes  
Amélia Elena Terrile*

### **1. INTRODUÇÃO**

Substâncias que possam agregar valor nutricional com redução de açúcares, gorduras, adição de fibras e substâncias bioativas são de interesse para propor uma melhor qualidade de vida. O Matchá, obtido das folhas de *Camellia sinensis*, contém substâncias bioativas como flavonoides presentes na forma de catequinas (C) e ácidos fenólicos. Dentre elas, a epigalocatequina galato (EGCG) é o composto mais abundante e contribui com 50 a 80% do total das catequinas, usado como indicador na prevenção de doenças metabólicas, com propriedades fisiológicas e benéficas à saúde (ANANINGSIH; SHARMA; ZHOU, 2013; SONG et al., 2012).

Matcha (抹茶) ou Matchá (chá verde moído) é o nome dado ao pó fino e peneirado, inserido diretamente na tigela de cerâmica. A água é aquecida separadamente e misturada na tigela com um batedor de bambu. O resultado é uma bebida com espuma, o que a torna delicada e aerada. Tradicionalmente, a cultura japonesa incentivou o preparo e a degustação da bebida. No século III, o chá também era considerado medicinal. O Tong Jun Cai Yao Lu ou “Registros

do Príncipe Tong sobre a Coleta de Remédios” descrevia suas propriedades para a saúde, associado à medicina taoísta. O chá era considerado como remédio de interdependência entre saúde do corpo com virtude mental, e da necessidade de balanço dos elementos alquímicos que trouxessem vida longa (BOIKO, 2011).

Nos últimos anos, o interesse pelo Matchá tem aumentado pelos seus efeitos medicinais e farmacológicos atribuídos aos compostos polifenólicos. Esses efeitos biológicos provêm da atividade antioxidante na captura de radicais livres, especialmente flavonoides, que auxiliam na prevenção de doenças cardiovasculares, câncer, aplicação como hipoglicemiante, anti-hipertensiva, anti-inflamatória, antiobesidade e antienvelhecimento, além de possuir metabólitos como cafeína, clorofila, compostos voláteis, oligoelementos, entre outros (SENANAYAKE, 2013; PAULI, 2015). Porém, ainda há poucos estudos sobre sua aceitação sensorial pelo sabor, aroma, cor e adstringência em alimentos elaborados com Matchá.

O presente trabalho visou desenvolver um doce destinado a diabéticos com adição de Matchá e avaliar se há perdas de EGCG durante o processo de cocção utilizando espectroscopia na região do infravermelho médio.

## 2. MATCHÁ

O Matchá é um chá em pó solúvel, produzido de forma artesanal, a partir da moagem das folhas da *Camellia sinensis*. Os arbustos são cultivados em abrigo do sol ou cobertos por tela de junco e, posteriormente, palha (IBEROQUÍMICA, 2020). Devido à baixa incidência solar, há um aumento de clorofila e as folhas mais novas se tornam mais largas para capturar maior quantidade de radiação solar, tornando-se verdes e brilhantes. Este método controla a adstringência e melhora o sabor característico do chá, conferindo-lhe um caráter mais encorpado. As folhas são colhidas à mão, pois são moles. Devem ser submetidas ao processo de vaporização para interromper a fermentação, retendo assim a cor verde. As folhas são secadas e dispersadas igualmente em um forno de tijolos chamado Hoiro (ホイロ”), para a retirada de toda a umidade. As folhas secas do chá não sortido são chamadas de Tencha (甜). Neste estado, as folhas são armazenadas em caixas de madeira e seladas, onde são mantidas sob refrigeração até o processamento posterior (MARUKYU-KOYAMAEN CO. LTD, 2018).

Segundo Marukyu-Koyamen Co. Ltd. (2018), as folhas secas de Tencha são cortadas uniformemente, sendo os talos e veias removidos por ventilação. Após

peneiração, os restos são cortados e secos novamente, removendo-se folhas, caules e veias através de um processo eletrostático. Desta maneira, as folhas de Tencha são submetidas à moagem em moinhos de pedra, obtendo-se o Matchá, cujo pó tem uma granulometria da ordem dos microns.

Os compostos orgânicos e inorgânicos presentes nas folhas e talos utilizados na preparação do chá verde e os processos aos quais são submetidos influenciam na qualidade final da bebida. Os atributos sensoriais como a cor, o sabor e o aroma do chá verde estão associados principalmente aos polifenóis presentes que definem a adstringência e amargor do chá verde. Outros compostos como aminoácidos, catequinas, açúcares e degradação de carotenoides influenciam na doçura e produção de voláteis agradáveis durante o aquecimento. Compostos voláteis indesejáveis como o trans-2-hexenal podem também serem formados a partir da ação das lipases não inativadas sobre os ácidos graxos insaturados (LIMA et al., 2008; FIRMINO, 2011).

## 2.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MATCHÁ

A busca de um melhor conhecimento dos efeitos do chá verde, vindo da sua complexa composição química, tem sido estudada através de métodos analíticos e quimiométricos. Os principais compostos presentes na *Camellia sinensis* são os polifenóis da classe dos flavonoides (flavan-3-óis), originados das epicatequinas e seus derivados, além dos ácidos como gálico e cumárico. Eles se encontram tanto nas folhas frescas como nas processadas (chás verde, *oolong* e preto), sendo exemplos destes compostos a miricetina, a quercetina e o kaempferol e seus respectivos glicosídeos, bem como ácidos fenólicos e taninos (KHAN; MUKHTAR, 2007). Durante o processo de oxidação para a produção dos chás, as enzimas polifenoloxidasas transformam as catequinas em teaflavinas (estrutura dímica), bisflavonóis e ácidos epiteaflavílicos, cuja posterior oxidação origina tearubiginas (SCOPARO, 2011).

A composição química dos chás difere pela sua concentração. No chá verde encontra-se alta concentração de catequinas que confere pela sua adstringência, amargor e baixo teor de teaflavinas (BRAIBANTE et al., 2014). Dentro da sua composição encontram-se compostos polifenólicos como Catequinas (C), Epicatequina (EC), Epicatequina galato (ECG), Epigalocatequina galato (EGCG) e Epigalocatequina (EGC) além de cafeína, clorofila, compostos voláteis, aminoácidos, carboidratos, proteínas, minerais, e oligoelementos entre outros. A EGCG constitui 50 a 80% das catequinas totais presentes no chá verde, as quais são

sensorialmente responsáveis pelo amargor, adstringência e propriedades benéficas à saúde (PAULI, 2015).

Labbé et al. (2008) analisaram o conteúdo de catequinas presentes em três marcas japonesas diferentes de chá verde, encontrando valores de 969,3, 853,8 e 934,6 µg/mL de bebida, respectivamente. Morais-de-Souza (2007) achou valores entre 57,6 e 104,17 mg EGCG.g<sup>-1</sup> de amostra. Em estudo realizado por Nishiyama et al. (2010), utilizando a erva a granel, foram encontrados valores de compostos fenólicos totais de, aproximadamente, 125 mg por grama de erva. Na Tabela 1, são apresentados os principais componentes bioativos encontrados em folhas de chá verde.

Tabela 1- Principais componentes bioativos do chá verde e suas proporções em % em peso seco

<b>Classe</b>	<b>Compostos relevantes</b>	<b>% peso seco</b>
Polifenóis	Catequinas, flavonoides, ácidos gálico e cumárico, taninos	20-30
Metilxantinas	Cafeína	3-5
Mínerais	Fluoreto	2-4
Aminoácidos	Teamina	1-4
Vitaminas	Ácido ascórbico	0,6-1

Fonte: Adaptada de Hilal (2017).

Tem-se comprovado que o consumo regular de chá verde traz benefícios fisiológicos para a saúde devido aos compostos bioativos presentes na sua composição. Dentre estes compostos bioativos presentes na *Camellia sinensis* destacam-se os polifenóis, principalmente catequinas e flavonoides, conhecidos pela sua ação como antioxidante, uso tópico para prevenção de fotoenvelhecimento provocado por radiação UV, ação anti-inflamatória, redução da glicemia e de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), controle do peso corporal, diminuição do risco de desenvolver hipertensão, doenças cardiovasculares e osteoporose (SENGER; SCHWANKE; GOTTLIEB, 2010).

A atividade antioxidante das catequinas é caracterizada pela ação sequestradora de radicais livres, ação quelante de metais de transição como ferro e cobre, impedindo a formação de espécies reativas de oxigênio, tais como o radical superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e o radical hidroxila (OH<sup>-</sup>), além de ação inibidora da lipoperoxidação. Sua atuação consiste em transferir elétrons para as espécies reativas de oxigênio, estabilizando-as e

formando, com os radicais livres capturados, um radical flavínico, bem menos reativo. Destaca-se o papel regulador que a EGCG exerce sobre algumas enzimas relacionadas ao anabolismo e catabolismo lipídico, como a acetilCoA carboxilase, ácido graxo sintetase, lipase pancreática, lipase gástrica e lipoxigenase (SENGER; SCHWANKE; GOTTLIEB, 2010; PAULI, 2015).

Wu et al. (2004a) demonstraram que o chá verde, incorporado na dieta de ratos, estimulava o ingresso da glicose aos adipócitos pela ação da insulina, aumentando a sensibilidade a este hormônio. O fato foi associado ao conteúdo dos polifenóis. Em outro estudo, observou-se que o chá verde diminuiu a resistência à insulina pelo aumento da atividade do transportador de glicose GLUT4 quando ratos eram alimentados com frutose. Consequentemente, não se observou um rápido aumento da glicemia, da insulina e da pressão arterial (Wu et al., 2004b).

Em estudos realizados por Chen et al. (2001) foi demonstrado que a concentração das catequinas é menor em bebidas industrializadas comparados ao chá tradicional por infusão. Sabe-se que bebidas prontas são submetidas a tratamento térmico com o objetivo de resistir ao armazenamento e aumentar a vida de prateleira, o que pode ter aumentado a instabilidade das catequinas.

O aquecimento a altas temperaturas pode ocasionar a epimerização das catequinas, dependendo das condições de aquecimento, alterando sua composição de forma qualitativa e quantitativa. Segundo Bazinet et al. (2010), as catequinas do chá verde são epimerizadas em aproximadamente 50% durante o tratamento térmico em bebidas prontas para o consumo, perdendo assim metade das suas propriedades benéficas.

## 2.2 DIABETES MELLITUS

*Diabetes mellitus* é uma doença crônica descrita por uma série de desordens metabólicas e caracterizada pela alta taxa de glicose no sangue (hiperglicemia), devido a que o corpo não produz insulina ou não consegue empregá-la adequadamente. A insulina é um hormônio produzido por células especiais, chamadas células betas, localizadas nos ilhotas de Langerhans do pâncreas, capaz de controlar a quantidade de glicose no sangue (ASMAT; ABAD; ISMAIL, 2016). A anomalia na produção ou ação da insulina origina-se a partir de condições genéticas e biológicas. Se não houver um controle adequado, o quadro clínico pode evoluir para complicações agudas como hiperglicemia com cetoacidose (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014). Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) (2017), o Brasil possuía em 2015, 14,3 milhões de pessoas

diabéticas, ocupando o 4º lugar no mundo, tendo uma previsão de 23,3 milhões de casos em 2040.

Existem dois tipos de diabetes a Tipo 1 e a Tipo 2. No Tipo 1, há uma destruição autoimune das células beta do pâncreas. A maioria dos casos aparece na infância ou adolescência, pela qual é denominada Diabetes infanto-juvenil, podendo derivar em cetoacidose. Essa variedade é tratada com insulina (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2018a).

A Tipo 2 ou diabetes não insulino dependente é frequentemente detectada em adultos, sendo a maioria obesos. Neste caso, o organismo apresenta resistência à insulina ou produz insulina insuficiente para controlar a glicemia. O tratamento deste tipo de diabetes pode ser realizado apenas com atividades físicas e dieta alimentar. Dependendo da gravidade, o paciente deve ser tratado com hipoglicemiantes orais ou, em casos mais graves, com o uso de insulina (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014; SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2018a).

Em ambos os casos, é importante realizar o controle glicêmico periodicamente e a contagem de carboidratos ingeridos na dieta além de acompanhamento médico. Sem um tratamento adequado, a hiperglicemia pode favorecer o desenvolvimento de complicações, tais como nefropatias, neuropatias, retinopatia, aparecimento de feridas em membros inferiores com redução de sensibilidade o que pode levar à amputação (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2018b).

## 2.3 ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO

A espectroscopia na região do infravermelho vem sendo incorporada no controle da qualidade de produtos alimentícios, sendo utilizada como técnica analítica de compostos orgânicos (LIU; YU, 2016). A técnica baseia-se na vibração dos átomos nas moléculas, o que permite uma ampla diversidade de matrizes de interesse, apresentando-se precisa, rápida e segura (WOJCIECHOWSKI et al., 1998; SANSAL; SOMER, 1999; MORENO et al., 2002; CHEN et al., 2008).

Na região do infravermelho médio, cada grupo funcional orgânico origina bandas que ocorrem em frequências específicas, independentemente da estrutura da molécula. É justamente a presença dessas bandas características que permite-se fazer a identificação de estruturas (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2015). As variedades de substâncias bioativas encontradas no Matchá,

tais como os flavonoides e outros compostos, além das variações na sua composição são passíveis de serem identificados nos espectros na região do infravermelho médio (SIVAKUMAR et al., 2014).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho realizou-se uma pesquisa experimental, com elaboração de um doce com adição de Matchá, destinado à população diabética. Foram realizadas análises da composição proximal e espectrais na região do infravermelho médio, objetivando se há perda de catequinas pela ação do calor. As atividades de pesquisa foram iniciadas em 06 de agosto e finalizadas em 31 de outubro de 2018.

Foram adquiridas duas amostras do Matchá, uma de origem nacional e uma importada no comércio local. Antes da elaboração do doce, os dois tipos de Matchá foram analisados por espectroscopia na região do infravermelho médio para verificar qual dos dois apresentava o maior teor de catequinas.

A preparação do doce foi feita no Laboratório de Análise Sensorial (A301) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina. Os ingredientes utilizados para a formulação do doce e suas respectivas quantidades estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Ingredientes e quantidades para a elaboração do doce

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade</b>
Manteiga sem sal (g)	9,07
Leite condensado diet (g)	335
Água (mL)	10
Matchá (g)	9,37

Fonte: Autoria própria (2018).

Em panela antiaderente despejou-se a manteiga sem sal, o leite condensado diet e o Matchá dissolvido em água. A mistura foi homogeneizada por cerca de 20 minutos em fogo baixo. Após o término da cocção, os doces foram armazenados ainda quentes em recipientes de louça redondas e resfriados por 6 horas, a temperatura ambiente.

O doce foi guardado sob refrigeração (4 °C) até o momento de serem realizadas as análises, no Laboratório de Análise de Alimentos (B302) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina. A determinação da composição proximal foi realizada em triplicata para cada análise e os resultados expressos como a média aritmética dos valores encontrados.

### 3.1 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

O método utilizado foi o de secagem em estufa 105 °C ( $\pm$  5 °C), baseado na remoção da água por aquecimento. Foi pesado 5 g das amostras do doce em triplicata e colocados em cadinhos de porcelana previamente secos e tarados. Os cadinhos contendo a amostra foram colocados em estufa, até peso constante. As amostras foram resfriadas à temperatura ambiente, em dessecador, tendo sua massa final determinada por diferença de peso (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A partir deste valor foi calculada a porcentagem de umidade do doce.

### 3.2 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

Para análise de cinzas da amostra foi pesado 5 g do produto em um cadinho previamente tarado. As amostras foram carbonizadas em bico de Bunsen até não eliminarem mais fumaça. As amostras carbonizadas foram submetidas ao processo de calcinação a 550 °C. A incineração foi considerada finalizada quando o material se tornou completamente branco ou cinza claro. A amostra foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O teor de cinzas foi expresso em porcentagem.

### 3.3 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS

A análise do teor de proteína bruta foi baseada no processo microKjedahl, conforme as instruções do Manual de Normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando o equipamento Tecnal TE 0363. Pesou-se aproximadamente 0,2 g da amostra, colocou-se 1 g da mistura catalítica (sulfato de cobre 95% + sulfato de potássio 5%) que acelera a oxidação da matéria orgânica e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado, em um tubo de microKjedahl. Agitou-se cuidadosamente para misturar a amostra. Colocou-se para digerir em um bloco digestor a 400 °C, para decomposição da matéria orgânica. Aqueceu-se o bloco digestor, a princípio

lentamente, mantendo a temperatura de 50 °C por 1 hora. A temperatura foi elevada gradativamente até atingir 350-400 °C. Após a digestão iniciou-se o processo de destilação. O sulfato de amônio obtido foi tratado com hidróxido de sódio (NaOH) 40%, ocorrendo a liberação de amônia (NH<sub>3</sub>).

Acoplou-se ao destilador o Erlenmeyer de 125 mL contendo 10 mL de solução de ácido bórico 2%, com 3 gotas da solução de indicador misto. A amônia liberada na reação foi coletada no frasco contendo ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) com o indicador, previamente adaptado ao conjunto da destilação. A solução contendo ácido bórico com o indicador que no início apresentava coloração vermelha adquiriu cor verde à medida que foi se formando o borato de amônio (NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>).

A última etapa do processo correspondeu à titulação. O borato de amônio foi titulado com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>) padronizado, até a viragem do indicador, a partir do volume gasto até a viragem foi o cálculo para determinação de proteína, no qual foi usado o fator de conversão 6,38.

### 3.4 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS TOTAIS

Para a determinação de lipídios utilizou-se o método idealizado por Soxhlet, utilizando o extrator automático Soxtec 2050 da marca Foss, localizado no Laboratório Multiusuários (A303) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Londrina.

Para determinação, foi pesado 5 g da amostra do doce em papel filtro com as bordas amarradas para a extração de lipídios. Transferiu-se a amostra para o cartucho de extração de lipídios, fazendo a lavagem com solvente e iniciou-se a extração. Foi utilizado como solvente, éter de petróleo p.a (faixa de ebulição 30-60 °C). O equipamento foi programado da seguinte forma: temperatura de 135 °C e, nos estágios, tempos de 1 hora e 30 minutos para a primeira etapa e 45 minutos para a segunda. Ao final da extração, retirou-se os copos com o material extraído, esfriou-se em dessecador e foi feita a pesagem. O teor de lipídios foi expresso em porcentagem.

### 3.5 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS TOTAIS

O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença entre 100% e a soma das porcentagens de umidade, cinzas, proteínas e lipídios.

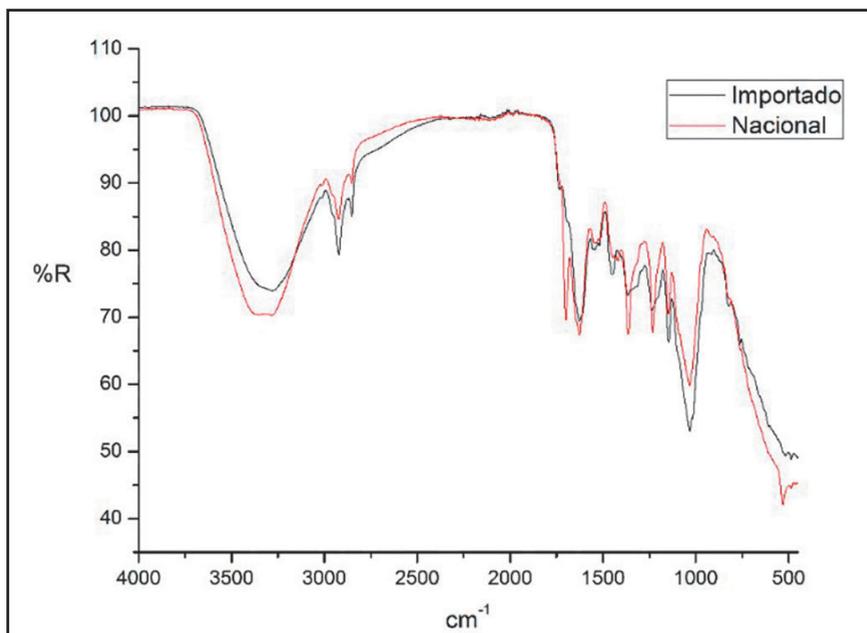
### 3.6 ANÁLISES NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO MÉDIO

No caso do doce elaborado, a análise nesta região foi realizada para comprovar se houve perda ou não de catequinas durante o processamento térmico na elaboração do produto. Os espectros na região do infravermelho ( $4000-450\text{ cm}^{-1}$ ) da matéria-prima (Matchá nacional e importado) e do doce foram obtidos com espectrômetro Perkin Elmer modelo UATR Two, usando acessório de refletância total atenuada (ATR) com janela de diamante e probe L160-1743, localizado no Laboratório K011 da UTFPR, câmpus Londrina. As medidas foram coletadas no modo reflectância, com 64 *scans* e  $4\text{ cm}^{-1}$  de resolução, utilizando o programa Spectrum. O programa Origin Pro 8 foi utilizado para processar os espectros.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os espectros na região do infravermelho do Matchá nacional e importado.

Figura 1 – Espectros na região do infravermelho dos Matchá nacional e importado



Fonte: Autoria própria (2018).

Os dois espectros apresentam semelhanças ao longo da região analisada. A existência de uma banda larga na região entre 3100 e 3600  $\text{cm}^{-1}$  é atribuída à presença de grupos O-H existentes nos polifenóis e catequinas além dos grupos N-H (MISTRY, 2009). As bandas em 2919 e 2856  $\text{cm}^{-1}$  correspondem ao estiramento da ligação C-H dos grupos  $\text{CH}_3$  e  $\text{CH}_2$ , respectivamente, presentes nos compostos orgânicos tais como lipídios, cafeína e catequinas (PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 1996). A banda a 1446  $\text{cm}^{-1}$  corresponde à deformação destes grupos além da banda a 1614  $\text{cm}^{-1}$ , correspondente ao estiramento simétrico do  $\text{CH}_2$  (MATSUURA, 2017).

O espectro do Matchá nacional apresenta uma banda a 1698  $\text{cm}^{-1}$ , ausente no Matchá importado. Esta banda caracteriza a presença do grupo carbonila que poderia ser atribuída a um aldeído conjugado com uma dupla ligação. A presença da dupla ligação conjugada desloca a banda do aldeído de 1725  $\text{cm}^{-1}$  para valores menores em 25 a 45  $\text{cm}^{-1}$  (PAVIA; LAMPMAN; KRIZ, 1996). Isto poderia confirmar a presença do trans-2-hexenal no Matchá nacional, composto indesejável como citado por Firmino (2011).

A banda mais intensa próxima de 1030  $\text{cm}^{-1}$  pode ser atribuída à EGCG que, como foi citado, é a catequina mais abundante no Matchá. Outras bandas que podem ser atribuídas a este composto é a correspondente ao estiramento simétrico do  $\text{COO}^-$  a 1369  $\text{cm}^{-1}$  (MATSUURA, 2017).

A presença da banda mais intensa a 1030  $\text{cm}^{-1}$  no Matchá importado do que no nacional, indicando que o primeiro tem mais EGCG que o segundo, e a possibilidade de existência de trans-2-hexenal no Matchá nacional, determinaram a escolha do Matchá importado para a elaboração do doce.

A Tabela 3 apresenta os resultados da composição proximal do doce de Matchá.

Tabela 3- Composição proximal do doce de Matchá

<b>Parâmetros</b>	<b>Composição (%)</b>
Umidade	23,72 ± 0,02
Cinzas	2,76 ± 0,02
Proteína	0,99 ± 0,17
Lipídios Totais	4,78 ± 0,26
Carboidratos	68,71 ± 0,29

Fonte: Autoria própria (2018).

O teor de umidade do doce elaborado neste trabalho (23,72%) está próximo do valor encontrado por Begali et al. (2016) em brigadeiro tradicional (18,77%), elaborado com leite condensado tradicional, achocolatado em pó e margarina. A diferença pode ser devida a tempos de cocção diferentes, processo durante o qual a água se evapora. Os mesmos autores obtiveram 2,15% para o teor de cinzas. O valor maior encontrado neste trabalho (2,76%) pode ser atribuído aos minerais adicionados através do Matchá.

Em relação ao teor proteico, observou-se perda de proteína pois o leite condensado diet utilizado informava, no seu rótulo, o valor de 16,75 g de proteína, presentes nos 335 g do produto utilizado no preparo do doce (Tabela 1). Isto indica que, antes da cocção, a massa de doce continha 4,61% de proteína. O valor de 0,99% encontrado na análise indica que houve perda durante o processo de cocção, provavelmente envolvendo a reação de Maillard entre a proteína do leite e a lactose. O teor proteico do doce está próximo do encontrado por Mayer; Chagas; Bernardi (2019), que foi de 0,8% em brigadeiro industrializado.

Os lipídios são componentes orgânicos dos alimentos que, por conterem menos oxigênio que os carboidratos e as proteínas, fornecem taxas maiores de energias. Para diabéticos, recomenda-se a ingestão diária de até 30% do valor calórico total. Na composição proximal do doce de Matchá, os lipídios totalizaram 4,78%. Deste valor, apenas 10% será convertido em glicose quando consumido, de acordo com o Manual Oficial de Contagem de Carboidratos para as Pessoas com Diabetes da SBD (2018b). O mesmo Manual recomenda que a ingestão diária de carboidratos seja 50% a 60% do valor calórico total, correspondendo isto a 375 g de carboidratos por dia. O doce de Matchá apresentou 68,71% de carboidratos, que derivam da composição dos ingredientes utilizados para a sua formulação, na qual podem ser listados a lactose, os polióis (sorbitol e sucralose) e fibras provenientes do Matchá. A sucralose não é metabolizada pelo organismo, não influenciando, portanto, a glicemia o que a torna segura para os diabéticos. O sorbitol também não aumenta a taxa de glicose (GUERREIRO, 2007).

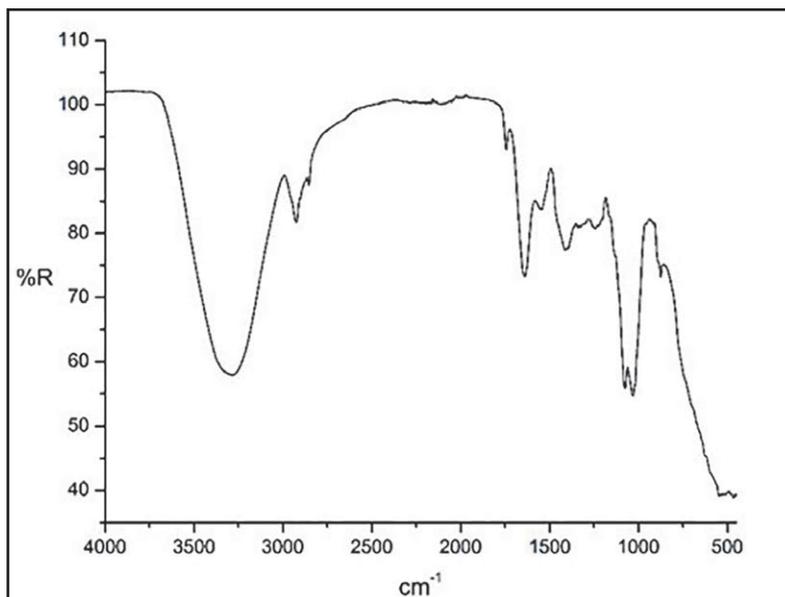
Desta maneira é importante fazer a contagem de carboidratos quando se utilize este doce para não ultrapassar a quantidade diária, além de realizar as análises glicêmicas em portadores de *Diabetes mellitus*, podendo demonstrar, mais precisamente o comportamento desses carboidratos no metabolismo.

A Figura 2 apresenta os espectros na região do infravermelho do doce elaborado com o Matchá importado. O objetivo da obtenção deste espectro foi verificar se há alteração no teor de EGCG durante o processo de cocção do doce. A presença da banda intensa a 1030  $\text{cm}^{-1}$  indica que este composto está presente

no doce praticamente sem alteração na sua quantidade. Isto garante que as propriedades desta catequina estarão presentes no produto.

A banda presente a  $1742\text{ cm}^{-1}$ , ausente nos espectros de Matchá, é atribuída à carbonila presente nos lipídios que foram introduzidos no doce através da manteiga e do leite condensado (DIMITRIĆ-MARKOVIĆ et al., 2001).

Figura 2 – Espectro na região do infravermelho do doce elaborado com Matchá importado



Fonte: Autoria Própria (2018).

## 5. CONCLUSÃO

O Matchá importado quando comparado ao nacional demonstrou possuir, por meio de análises espectroscópicas na região do infravermelho médio, maior teor de EGCG, fator que foi decisivo para a escolha do Matchá importado na elaboração do doce.

A composição proximal do doce elaborado apresentou teores de umidade e cinzas semelhantes aos do brigadeiro tradicional, apresentando perda de teor proteico. A quantidade de lipídios se apresentou baixa. No entanto, o elevado teor de carboidratos deve ser considerado quando este doce for incorporado numa refeição.

Para a análise do espectro, constatou-se que após a cocção do doce, as propriedades da EGCG não sofreram alterações.

Sugere-se que os dados obtidos neste trabalho sejam complementados com análise sensorial e acompanhamento da taxa de glicemia em portadores de *Diabetes mellitus*.

Ressalta-se a importância de dar continuidade a estudos de elaboração de produtos com Matchá sendo que foi comprovado que a EGCG não é destruída no processo térmico.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Diagnosis and Classification of Diabetes mellitus. **Diabetes care**, USA, v. 37, n. 1, p. 581-590, 2014.

ANANINGSIH, V. K.; SHARMA, A.; ZHOU, W. Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection. **Food Res. Int.**, Amsterdam, v. 50, n. 2, p. 469-479, 2013.

ASMAT, U.; ABAD, K.; ISMAIL, K. Diabetes mellitus and oxidative stress – A concise review. **Saudi Pharm. J.**, Arábia Saudita, v. 24, p. 547-553, 2016.

BAZINET, L. et al. Effect of process unit operations and long-term storage on catechin contents in EGCG-enriched tea drink. **Food Res. Int.**, Amsterdam, v. 43, n. 6, p. 1692-1701, 2010.

BEGALI, D. O. et al. Características físicas e químicas do doce tipo brigadeiro com adição de casca de banana. **Braz. J. Food Res.**, Campo Mourão, v. 7, n. 3, p. 94-104, 2016.

BOIKO, L. **Breve história do chá no Japão**. 2011. Trabalho apresentado como requisito parcial para aprovação na Disciplina Cultura Japonesa II. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRAIBANTE, M. E. F. et al. A Química dos Chás. **Quím. Nova Esc.**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

CHEN, Q. et al. Nondestructive Identification of tea (*Camellia sinensis* L.) Varieties using FT NIR spectroscopy and Pattern Recognition. **Czech J. Food Sci.**, República Tcheca, v. 26, n. 5, p. 360-367, 2008.

CHEN, Z. et al. Degradation of Green Tea Catechins in Tea Drinks. **J. Agric. Food Chem.**, USA, v. 49, n. 1, p. 477-482, 2001.

DIMITRIĆ-MARKOVIĆ, J. M. et al. Study of the IR spectra of the copigments of malvin chloride with organic acids. **J. Serb. Chem. Soc.**, Sérvia, v. 66, p. 451-462, 2001.

FIRMINO, L. A. **Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*Camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Bahia**. 2011. 111f. Dissertação. (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2011.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico Adoçantes**. REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

HILAL, Y. Morphology, manufacturing, types, composition and medicinal properties of tea (*Camilla sinensis*). **J. Bas. Appl. Pl. Sci.**, USA, v. 1, n. 2, p. 107-116, 2017.

IBEROQUÍMICA. **Matchá extrato seco instantâneo**. Disponível em: <http://iberoquimica.com.br/Arquivos/Insumo/arquivo-113419.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 eds., 1 ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.

KHAN, N.; MUKHTAR, H. Tea polyphenols for health promotion. **Life Sci.**, USA, v. 81, p. 519-533, 2007.

LABBÉ, D. et al. Catechin stability of EGC- and EGCG- enriched tea drinks produced by a two-step extraction procedure. **Food Chem.**, Oxford, v. 111, p. 139-143, 2008.

LIMA, J. D. et al. Chá: aspectos relacionados a qualidade e perspectivas. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p.1258-1266, 2008.

LIU, N.; YU, P. Recent Research and Progress in Food, Feed and Nutrition with Advanced Synchrotron-based SR-IMS and DRIFT Molecular Spectroscopy. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Reino Unido, v. 56, n. 6, p. 910-918, 2016.

MARUKYU-KOYAMAEN CO. LTD. **Growing and processing of Matcha**. Disponível em: <http://www.marukyu-koyamaen.co.jp/about-tea/know-matcha.html>. Acesso em: 10 mar. 2018.

MATSUURA, E. N. **Espectroscopia no infravermelho como ferramenta para diferenciação de chá verde de agricultura orgânica e convencional**. 2017. 97f. Dissertação. (Mestrado em Bioengenharia) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2017.

MAYER, M.; CHAGAS, R. V.; BERNARDI, D. M. Brigadeiro de beterraba. **FAG Journal of Health**, Edição especial, Cascavel, p. 62, 2019.

MISTRY, B. D. **Handbook of Spectroscopy Data: Chemistry – UV, IR, PMR, CNMR and Mass Spectroscopy**. Jaipur, India: Oxford Book Company. 2009, 242 p.

MORAIS-DE-SOUZA, R. A. **Potencial antioxidante e composição fenólica de infusões de ervas consumidas no Brasil**. 2007. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Área de Concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

MORENO, I. et al. Propriedades físicas e composição química e bioquímica durante a maturação de queijo Prato de diferentes origens. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 57, n. 327, p. 270-273, 2002.

NISHIYAMA, M. F. et al. 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. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, p. 191-196, maio 2010.

PAULI, E. D. **Análise exploratória de metabólitos extraídos das folhas de *Camellia sinensis* L. utilizando métodos quimiométricos.** 2015. 137f. Tese. (Doutorado em Química) -Curso de Doutorado em Química. Associação Ampla - UEL/UEPG/UNICENTRO, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S. **Introduction of Spectroscopy: A guide for students of organic chemistry.** 2. ed. Orlando, USA: Saunders College Publishing. 1996, 511 p.

SANSAL, Ü.; SOMER, G. Detection of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in food samples by FTIR. **Food Chem.**, Oxford, v. 54, n. 2, p. 259, 1999.

SCOPARO, C. T. **Análise dos polissacarídeos presentes em *Camellia sinensis* e desenvolvimento de cromatografia líquida bidimensional abrangente para compostos de baixa massa molecular.** 2011. 107f. Dissertação. (Mestrado em Ciências) - Bioquímica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

SENANAYAKE, S. N. Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications- A review. **J. Funct. Foods**, Amsterdam, v. 5, p. 1529-1541, 2013.

SENGER, A. E. V.; SCHWANKE, Carla H. A.; GOTTLIEB Maria Gabriela Valle. Chá verde (*Camellia sinensis*) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. **Sci. Medica**, Porto Alegre, v. 20 n. 4. p. 292-300. Porto Alegre, 2010.

SILVERSTEIN, R. N. et al. **Identificação espectrométrica de compostos orgânicos.** Rio de Janeiro: LTC, p. 70. 2015.

SIVAKUMAR, S. et al. FT-IR study of green tea leaves and their diseases of Arunachal Pra- desh, North East, India. **The Pharmaceutical & Chemical Journal**, Índia, v. 1, n. 3, p. 17-24, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes 2017-2018**. São Paulo: Clannad, p.13. 2017.

\_\_\_\_\_. **Tipos de Diabetes**. Disponível em: <http://www.diabetes.org.br/publico/diabetes/diagnostico-e-tratamento>. Acesso em: 10 mar. 2018a.

\_\_\_\_\_. **Manual Oficial de Contagem de Carboidratos para as Pessoas com Diabetes**. Disponível em: <https://www.diabetes.org.br/publico/images/pdf/a-manual-carboidratos.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2018b.

SONG, R. et al. Correlation between leaf age, shade levels, and characteristic beneficial natural constituents of tea (*Camellia sinensis*) grown in Hawaii. **Food Chem.**, Oxford, v. 133. p. 707-714, 2012.

WOJCIECHOWSKI, C. et al. Quantitative analysis of water-soluble vitamins by ATR-FTIR spectroscopy. **Food Chem.**, Oxford, v. 63, n. 1, p. 133, 1998.

WU, L. et al. Effect of green tea supplementation on insulin sensitivity in Sprague-Dawley rats. **J. Agric. Food Chem.**, USA, v. 52, n. 3, p. 643-648, 2004a.

WU, L. et al. Green tea supplementation ameliorates insulin resistance and increases glucose transporter IV content in a fructose-fed rat model. **Eur. J. Nutr.**, Darmstadt, v. 43, n. 2, p. 116-124, 2004b.