

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

IOSHIMI LILIAN WATANABE HASUNUMA  
NOLAM RYUKI MIAZATO SUENAGA

**DESENVOLVIMENTO DE DOCE PARA DIABÉTICOS UTILIZANDO  
MATCHÁ (*Camellia sinensis*)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA  
2018

IOSHIMI LILIAN WATANABE HASUNUMA  
NOLAM RYUKI MIAZATO SUENAGA

**DESENVOLVIMENTO DE DOCE PARA DIABÉTICOS UTILIZANDO  
MATCHÁ (*Camellia sinensis*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Profa. Dra. Amélia Elena Terrile  
Co-orientador: Profa. MSc. Juliany Piazzon Gomes

LONDRINA  
2018

## TERMO DE APROVAÇÃO

### DESENVOLVIMENTO DE DOCE PARA DIABÉTICOS UTILIZANDO MATCHÁ (*Camellia sinensis*)

IOSHIMI LILIAN WATANABE HASUNUMA  
NOLAM RYUKI MIAZATO SUENAGA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 28 de novembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos professores abaixo:

**Profa. Dra. Amélia Elena Terrile**  
Prof (a). Orientador(a)

**Profa. Dra. Marly Sayuri Katsuda**  
Avaliador do trabalho escrito

**Profa. Dra. Neusa Fátima Seibel**  
Avaliador do trabalho escrito

**Dr. Claudio Takeo Ueno**  
Avaliador da apresentação oral

**Profa. Dra. Ana Flávia de Oliveira**  
Avaliador da apresentação oral

Dedicamos este trabalho, aos nossos familiares e amigos, por todo o apoio e  
encorajamento, em meio à nossa jornada  
no mar de conhecimentos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus pelo dom da vida, saúde e sabedoria para podermos alcançar um objetivo ainda maior.

A nossa querida orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Amélia Elena Terrile, por ter dado a oportunidade de estar conosco em todas as etapas deste trabalho, com atenção, paciência, compreensão e partilhar seus conhecimentos com tanto carinho, a nossa gratidão.

O nosso reconhecimento a todos os professores que direta ou indiretamente nos ajudaram para a realização deste trabalho. Em especial a Prof<sup>a</sup> Dra. Caroline Maria Calliari que desde o início do projeto nos incentivou, confiou e nos apoiou para a sequência deste trabalho.

A técnica de laboratório Sumaya Nakayama, pela ajuda nas metodologias e todo apoio prestado durante as análises.

A todos os colegas de classe que fizeram um ambiente harmonioso. Em especial a Anyketlen Valerio que desde o começo da nossa trajetória esteve presente como fiel amiga e irmã, somos um trio, juntos tivemos alegrias, tristezas e encorajamento mútuo de sempre seguirmos em frente.

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Câmpus Londrina, que proporcionou estabelecimentos e laboratórios para a realização deste trabalho e a toda coordenação de Tecnologia em Alimentos pelo apoio.

E o nosso eterno agradecimento a nossa família, que nos apoiaram com amor, paciência, incentivo durante todo o período da graduação para alcançarmos esse objetivo.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Se você pensa que é um malgrado,  
você se torna como tal.  
Se você almeja atingir uma posição mais elevada,  
deve, antes de obter a vitória,  
dotar-se da convicção de que conseguirá infalivelmente.”

(Napoleon Hill)

## RESUMO

HASUNUMA, Ioshimi Lilian Watanabe; SUENAGA, Nolam Ryuki Miazato. **Desenvolvimento de doce para diabéticos utilizando Matchá (*Camellia sinensis*)**. 2018. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

O consumo por alimentos benéficos à saúde vem conquistando cada dia mais adeptos a procura por melhor qualidade de vida, principalmente quando se trata de indivíduos com restrições como o consumo de açúcar (*Diabetes mellitus*). Pensando nessas restrições, pesquisou-se sobre as propriedades do Matchá (chá solúvel) produzido a partir da moagem das folhas da *Camellia sinensis*, sua composição química constituída por polifenóis especialmente as catequinas como substâncias bioativas, para posterior confecção de um doce adicionado de Matchá. Nas análises físico-químicas, foram determinados o teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos. Os resultados da espectroscopia na região do infravermelho demonstraram maior quantidade de epigallocatequina galato no Matchá importado em comparação ao nacional. Utilizando o Matchá importado elaborou-se o doce, a espectroscopia na região do infravermelho do doce, demonstrou que mesmo após a cocção, a intensa banda em  $1030\text{ cm}^{-1}$  manteve-se sem alteração no teor de epigallocatequina galato, mostrando que o composto está presente no doce praticamente sem alteração na sua quantidade.

**Palavras-chave:** Catequinas. Polifenóis. *Diabetes mellitus*. Espectroscopia IV.

## ABSTRACT

HASUNUMA, Ioshimi Lilian Watanabe; SUENAGA, NOLAM Ryuki Miazato Suenaga. **Sweet development for diabetic with Matchá (*Camellia sinensis*)**. 2018. 31 f. Final Report (Food Technology) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2018.

The consume of healthy food are conquering more and more followers, looking for better quality of life, mainly when they are individuals with restrictions as to consumption of sugar (*Diabetes mellitus*). Thinking about this restriction, Matchá (soluble tea) produced from the grinding of the leaves *Camellia sinensis* properties were searched, and their bioactives substances for later confection of an addicted sweet of Matchá. In physical-chemical analyses were determined the moisture content, ashes, proteins, lipids and carbohydrates. The results of infrared spectroscopic region, show higher amounts of epigallocatechin gallate in imported Matchá than national. Using the imported Matchá, was elaborated the sweet, and the infrared spectroscopic region, showed that even after cooked, the intensified band in  $1030\text{cm}^{-1}$ , remained unchanged in terms of epigallocatechin gallate, showing that the compound is present in the sweet and practically unchanged their quantity.

**Keywords:** Catechin. Polyphenols. *Diabetes mellitus*. IR Spectroscopy.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matchá.....	10
Figura 2 – Estrutura química das catequinas e teaflavinas .....	15
Figura 3 – Espectros na região do infravermelho dos Matchá nacional e internacional.....	24
Figura 4 – Espectros a região do infravermelho do doce elaborado com Matchá importado.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais componentes encontrados no chá verde e suas proporções.....	15
Tabela 2 – Ingredientes e quantidades para a elaboração do doce .....	19
Tabela 3 – Composição proximal do doce de Matchá.....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
3.1 MATCHÁ.....	13
3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MATCHÁ.....	14
3.2.1 Flavonoides.....	14
3.2.2 Benefícios das catequinas.....	16
3.3 <i>Diabete mellitus</i> .....	17
3.4 ESPECTROSCOPIA INFRAVERMELHO.....	18
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	19
4.1 MATERIAL.....	19
4.2 ELABORAÇÃO DO DOCE.....	19
4.3 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE.....	19
4.4 DETERMINAÇÃO DE CINZAS.....	20
4.5 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS.....	20
4.6 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS TOTAIS.....	21
4.7 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS TOTAIS.....	22
4.8 ANÁLISE NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO.....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
5.1 ESPECTROS DOS MATCHÁS NACIONAL E IMPORTADO.....	23
5.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO DOCE.....	24
5.3 ESPECTRO DO DOCE ELABORADO COM MATCHA IMPORTADO.....	25
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por substâncias que possam agregar valor nutricional com redução de açúcares, gorduras, adição de fibras e substâncias bioativas são de interesse para proporcionar melhor qualidade de vida.

O Matchá (Figura 1) (MARUKYU-KOYAMEN, 2018), obtido das folhas da *Camellia sinensis*, contém substâncias bioativas como flavonoides presentes na forma de catequinas (C) e ácidos fenólicos. Dentre elas, a epigallocatequina 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, 2013; SONG, 2012).



**Figura 1- Matchá**

**Fonte: Marukyu-Koyamaen (2018)**

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, resultando em uma bebida mais delicada e aerada com uma espuma abundante. 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).

O interesse pelo Matchá nos últimos anos 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). Estudos evidenciaram as propriedades hipoglicemiantes do chá verde. Investigadores tailandeses, em estudo com ratos, demonstraram recentemente que o chá verde aumenta a sensibilidade à insulina, associando este efeito ao conteúdo de polifenóis (SENGER; SCHWAMKE; GOTTLIEB, 2010). Porém, ainda há poucos estudos sobre sua aceitação sensorial pelo sabor, aroma, cor e adstringência em alimentos elaborados com Matchá.

O presente trabalho tem o propósito de analisar a presença de substâncias bioativas, principalmente polifenóis e catequinas, presentes no Matchá comercial para a posterior adição no doce.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um doce de Matchá (*Camellia sinensis*) sem adição de sacarose, levando em conta sua saudabilidade para portadores de diabetes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a presença de epigalocatequina galato existente no Matchá importado e nacional;
- Definir os parâmetros de processo para elaboração do doce;
- Determinar a composição proximal do doce elaborado;
- Verificar a presença de catequinas no Matchá e no produto final.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 MATCHÁ (*Camellia sinensis*)

O Matchá é um chá em pó solúvel, produzido a partir da moagem das folhas da *Camellia sinensis*. Sua produção requer cuidados especiais. Os arbustos são cultivados em abrigo do sol ou cobertos por tela de junco e, posteriormente, palha. Como resultado, as folhas mais jovens ficam finas e largas para capturar a pouca luz solar remanescente e, no processo, elas se tornam verdes e brilhantes com aumento na quantidade de clorofila. 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 (甜茶). Neste estado, as folhas são armazenadas em caixas de madeira e seladas, onde são mantidas sob refrigeração até o processamento posterior (MARUKYU-KOYAMAEN, 2018).

As folhas secas de Tencha são cortadas uniformemente. A maioria dos talos e veias são removidos por ventilação sendo os restos peneirados, cortados e secos novamente. Um processo eletrostático remove as partes remanescentes de folhas, caules e veias mais velhas. As folhas de Tencha são completamente moídas por moinhos de pedra, tornando-se um pó na granulometria de microns. Este pó é chamado de Matchá.

A qualidade do chá verde é fortemente influenciada pelos componentes orgânicos e inorgânicos das folhas jovens e talos, os quais são alterados durante a sua transformação (aquecimento) em substâncias que determinam o sabor. Além disso, a cor, o sabor e o aroma do chá verde estão diretamente associados à quantidade de polifenóis presentes que são os principais compostos que definem sua qualidade (LIMA et al.,2008).

As reações bioquímicas geradas dos compostos voláteis são em grande parte responsáveis pelo aroma e que sofrem alterações durante o processamento. As

lipases presentes nas folhas, quando não inativadas, liberam ácidos graxos insaturados das membranas celulares que, por sua vez, sofrem outras reações de degradação originando compostos voláteis indesejáveis para este produto, como trans-2-hexenal. Já a degradação de carotenoides leva à formação de compostos responsáveis pelo aroma doce e agradável (FIRMINO, 2011).

### 3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MATCHÁ

O crescente interesse pelo chá verde tem sido estudado por suas propriedades benéficas na produção de metabólitos com ampla função fisiológica atribuída aos polifenóis especialmente das catequinas vindas das folhas de *Camellia sinensis* L.

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. 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 Epigalocatequina galato (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).

#### 3.2.1 Flavonoides

Os principais compostos presentes na *Camellia sinensis* são os polifenóis da classe dos flavonoides (flavan-3-óis), vindos 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 catequinas entram em contato com as enzimas polifenoloxidasas dando origem as teaflavinas (estrutura dímera). 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

baixa de teaflavinas (BRAIBANTE et al., 2014), conforme a Figura 2. Na Tabela 1, estão listados os principais componentes encontrados no chá verde.

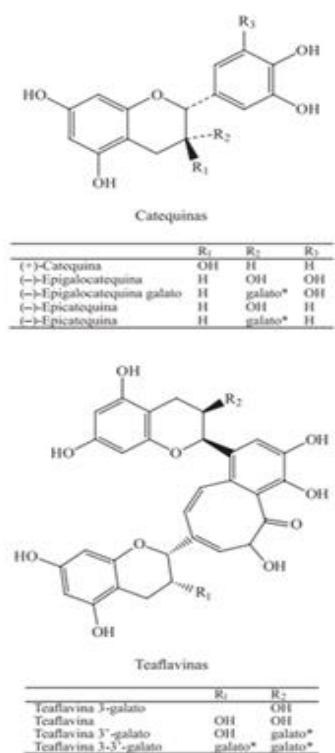


Figura 2-Estruturas químicas das catequinas e teaflavinas

Fonte: Braibante et al., 2014

Tabela 1- Principais componentes encontrados no chá verde e suas proporções

CLASSE	COMPOSTOS	% PESO SECO	REFERÊNCIA
CATEQUINAS	EPIGALOCATEQUINA	10-12	KILMARTIN & HSU, 2003
FLAVONÓIS	QUERCETINA, KAEMPFEROL RUTINA	5-10	DUFRESNE & FANRWORTH, 2001
METILXANTINAS	CAFÉINA	7-9	DUFRESNE & FANRWORTH, 2001
ÁCIDOS FENÓLICOS	CAFÉICO, QUÍNICO E GÁLICO	2	
AMINOÁCIDOS	TEAMINA	4-6	DUFRESNE & FANRWORTH, 2001

Fonte: Adaptada de Khan; Mukhtar (2007)



O crescente interesse pelo consumo de chá verde, referente a estudos dos teores de flavonoides e sua possível contribuição em promover benefícios à saúde, como hipoglicemiante, controle do peso corporal reduzindo o apetite e aumentando o catabolismo de gorduras, proteção contra os raios ultravioleta e manutenção da densidade mineral óssea têm sido pesquisados (PERON et al., 2008; SENGER et al., 2010). Sua atividade antioxidante é exercida pela sua estrutura tri-hidroxi que pode quelar íons metálicos e prevenir a geração e eliminação de radicais livres (PAULI, 2015).

### 3.2.2 Benefícios das catequinas

Uma das propriedades das catequinas é a atividade antioxidante na prevenção da citotoxicidade induzida pelo estresse oxidativo em diferentes tecidos, possuindo ação sequestradora de radicais livres, ação quelante de metais de transição como ferro e cobre, impedindo a formação de espécies reativas de oxigênio, além de ação inibidora da lipoperoxidação. As catequinas podem capturar as espécies reativas de oxigênio, como o radical superóxido ( $O_2^-$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o radical hidroxila ( $OH^-$ ), considerados extremamente danosos aos lipídios, proteínas e DNA. 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 (SENGER; SCHWANKE e GOTTLIEB, 2010).

As catequinas desempenham um papel importante no tecido adiposo, pela regulação que a EGCG exerce sobre algumas enzimas relacionadas ao anabolismo e catabolismo lipídico, como a acetil CoA carboxilase, Ag sintetase, lipase pancreática, gástrica e lipoxigenase (SENGER; SCHWANKE e GOTTLIEB, 2010).

Ação hipoglicemiante das propriedades do chá em estudos com ratos, demonstraram que o chá verde aumenta a sensibilidade à insulina, 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 (SENGER; SCHWANKE e GOTTLIEB, 2010).

Estudos realizados por Jacques et al. (2010), nas folhas secas do chá verde, obtiveram o conteúdo de catequinas de 10,185 mg/g. Labbé et al. (2008) analisaram

o conteúdo de catequinas presentes em três marcas japonesas diferentes, encontrando valores de 853,8 e 969,3 µg/mL. Morais de Souza (2007) acharam valores entre 57,6 e 104,17 mg EACG.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.

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.

### 3.3 *Diabetes mellitus*

*Diabetes mellitus* é uma doença crônica na qual o corpo não produz insulina ou não consegue empregar adequadamente a insulina que produz. A insulina é um hormônio produzido por células especiais, chamadas células betas, localizadas no pâncreas, capaz de controlar a quantidade de glicose no sangue. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), atualmente no Brasil, 13 milhões de pessoas vivem com diabetes, números que representam 6,9% da população.

Existem dois tipos de diabetes a Tipo 1 e a Tipo 2:

A Tipo 1 geralmente aparece na infância ou adolescência, porém pode ser diagnosticado em adultos. O sistema imunológico ataca equivocadamente as células beta, logo, pouca ou nenhuma insulina é liberada para o corpo, resultando em concentrações elevadas de glicose no sangue. Essa variedade é tratada com insulina e/ou medicamentos, planejamento alimentar e atividades físicas (SBD, 2018).

A Tipo 2 é frequentemente detectada em adultos, porém crianças também podem apresentar. É caracterizada quando o organismo não consegue utilizar

adequadamente a insulina que produz, ou não produz insulina suficiente para controlar a taxa glicêmica. O tratamento desta variedade depende da gravidade, podendo ser controlado apenas com atividades físicas e planejamento alimentar e, em casos mais graves, com o uso de insulina e/ou outros medicamentos (SBD, 2018).

Em ambos os casos, é importante o acompanhamento médico, medições periódicas ou diárias do nível de glicose no sangue dependendo da gravidade e contagem de carboidratos ingeridos nas refeições. Caso haja a negligência de um tratamento adequado, as altas taxas de glicose no sangue podem favorecer algumas complicações, sendo elas: doenças renais, problemas nos olhos ou retinopatia, alterações na pele favorecendo o aparecimento de feridas e membros inferiores com redução de sensibilidade, podendo levar à amputação devido aos danos que a falta de controle da glicose causa nos nervos (SBD, 2018).

### 3.5 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 (WOJJCIECHOWSKI et al., 1998; SANSAL; SOMER, 1999; MORENO et al., 2002; CHEN et al; 2008).

Certos grupos de átomos dão origem a bandas que ocorrem mais ou menos na mesma frequência, independentemente da estrutura da molécula. É justamente a presença dessas bandas características que permite fazer a identificação de estruturas (SIVERTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2015). As bandas no espectro indicam modos vibracionais de ligações químicas das moléculas e revelam diretamente informações sobre a composição química.

As variedades de substâncias bioativas encontradas no Matchá tais como os flavonoides e outros compostos além das variações na sua composição são possíveis de serem identificados nos espectros na região do infravermelho (SIVAKUMAR, et al., 2014).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

Foram adquiridas duas amostras do Matchá, uma de origem nacional e uma importada no comércio local. Todas as determinações foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como a média aritmética dos valores encontrados.

### 4.2 ELABORAÇÃO DO DOCE

A preparação do doce foi feita no Laboratório de Análise Sensorial (A301) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – câmpus Londrina. Os ingredientes, e suas respectivas quantidades, utilizados para a formulação do doce 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: Aatoria 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 em temperatura ambiente.

### 4.3 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

O método utilizado foi o de secagem em estufa 105 °C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ), 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. (IAL, 2008)

O teor de umidade foi calculado usando a equação 1.

$$\% \textit{ umidade} = \frac{(\textit{massa inicial} - \textit{massa final}) \cdot 100}{\textit{massa inicial}} \quad (1)$$

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

É o resíduo inorgânico que se mantém após a queima da matéria orgânica, denominada de cinzas do alimento. A cinza obtida pode não ter a mesma composição da matéria mineral inicial presente no alimento, apresentando perda de algum composto volátil. Os elementos minerais conforme sua composição no alimento e condições de incineração apresentam-se na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos (CECCHI, 2003).

Para análise 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 (IAL, 2008). O teor de cinzas foi calculado usando a Equação 2.

$$\% \textit{ cinzas} = \frac{\textit{massa final} \cdot 100}{\textit{massa inicial}} \quad (2)$$

#### 4.5 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 (IAL, 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.

O teor de proteína foi calculado usando a equação 3.

$$\% N = \frac{M.V.0.0014.f.100}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (3)$$

Onde:

V= volume gasto de HCl

M= 0,1 mol<sup>-1</sup>

F= fator de correção

#### 4.6 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS TOTAIS

Para a determinação de lipídios utilizou-se o método idealizado por Soxhlet. Este método baseia-se no refluxo contínuo de um solvente que tem afinidade com os lipídios presentes na amostra. Ocorre a transferência do óleo da amostra (constituente solúvel) para o solvente que entrará em contato com a amostra. O óleo transferido

para o solvente é recuperado no final do processo sem que ocorra qualquer transformação química no mesmo.

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. Para extração foi usado o extrator automático Soxtec 2050 da marca Foss. 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, 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, obtendo-se o valor expresso em gramas de lipídios. O cálculo para quantificação do teor de lipídios foi calculado de acordo com a equação 4 (IAL, 2008).

$$\% \text{ de lipídios} = \frac{\text{massa de lípidios (g)} \cdot 100}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (4)$$

#### 4.7 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.

#### 4.8 ANÁLISES NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO

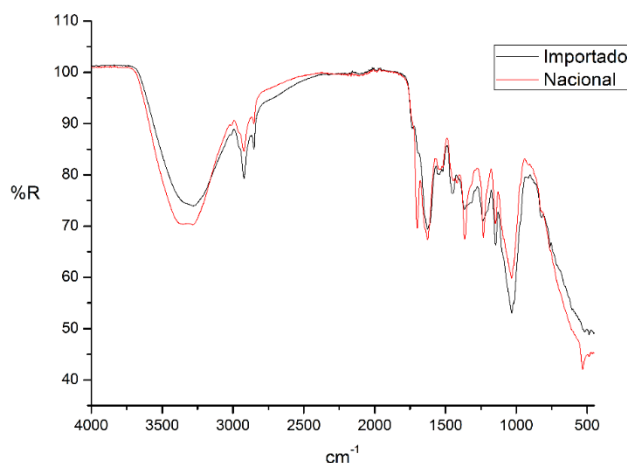
Os Matchás nacional e importado foram analisados por espectroscopia na região do infravermelho para verificar qual dos dois apresentava o maior teor de catequinas. No caso do doce elaborado, a análise nesta região foi realizada para comprovar se houve perda ou não de catequinas durante o processamento térmico na elaboração do produto

Os espectros na região do infravermelho (4000-450 cm<sup>-1</sup>) da matéria prima (Matchá) 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 cm<sup>-1</sup> de resolução, utilizando o programa Spectrum. O programa Origin Pro 8 foi utilizado para processar os espectros.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ESPECTROS DOS MATCHÁS NACIONAL E IMPORTADO

A Figura 3 apresenta os espectros na região do infravermelho do Matchá nacional e importado.



**Figura 3 – Espectros na região do infravermelho dos Matchá nacional e importado**

**Fonte: Aatoria 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 epigalocatequina galato que, como foi citado, é a catequina mais abundante no



Matchá. Outra banda que podem ser atribuídas a este composto é a correspondente ao estiramento simétrico do COO<sup>-</sup> a 1369 cm<sup>-1</sup> (MATSUURA, 2017).

A presença da banda mais intensa a 1030 cm<sup>-1</sup> no Matchá importado do que no nacional, indicando que o primeiro tem mais epigalocatequina galato 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.

## 5.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DO DOCE

Os resultados da composição proximal do doce de Matchá, estão expressos na Tabela 3.

**Tabela 3- Composição proximal do doce de Matchá**

Parâmetros	Composição (%)
Umidade	22,76
Cinzas	2,77
Proteína	6,40
Lipídios Totais	4,78
Carboidratos	63,29

**Fonte: Autoria própria (2018)**

O teor de umidade do doce elaborado neste trabalho (22,77%) 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 onde 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.

Os lipídios são componentes orgânicos dos alimentos que, por conterem menos oxigênio que os carboidratos e as proteínas, fornecem taxas maiores de energias. Recomenda-se a ingestão diária de até 30% do valor calórico total (SBD, 2009). Na composição proximal do doce de Matchá, os lipídios totalizaram 4,78%.

De acordo com o Manual Oficial de Contagem de Carboidratos para as Pessoas com Diabetes da SBD (2009), a recomendação diária de carboidratos é de 50% a 60% do valor calórico total. O doce de Matchá apresentou 68,69% 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.

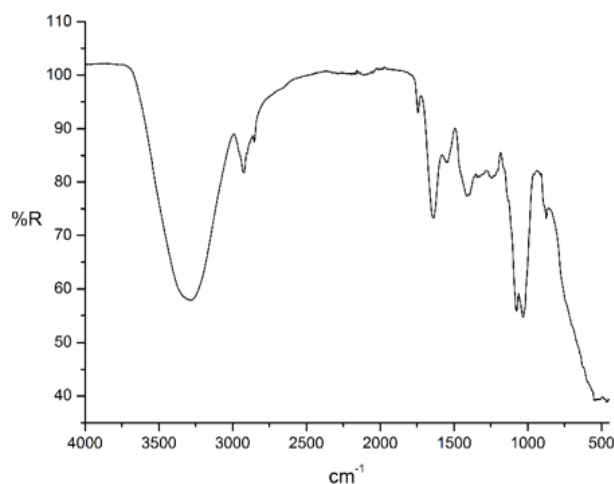
Numerosos estudos demonstram que a sucralose pode ser consumida com segurança por diabéticos. A sucralose não é reconhecida pelo corpo como açúcar ou carboidrato. Não é metabolizado pelo corpo como energia e não afeta a taxa glicêmica (GUERREIRO, 2007). A vantagem do sorbitol está em não elevar o nível de glicose no sangue, uma vez que este é absorvido lentamente pelo organismo (GUERREIRO, 2007).

Sendo assim, análises glicêmicas em portadores de *Diabetes mellitus*, podem demonstrar, mais precisamente o comportamento desses carboidratos no metabolismo.

### 5.3 ESPECTRO DO DOCE ELABORADO COM MATCHÁ IMPORTADO

A Figura 4 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 epigalocatequina galato 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 4 – Espectro na região do infravermelho do doce elaborado com Matchá importado**  
**Fonte: Autoria Própria (2018)**

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Matchá importado em comparação ao nacional demonstrou através de análises espectroscópicas na região do infravermelho, possuir mais epigalocatequina galato, fator na qual foi decisiva para a escolha na elaboração do doce.

A composição proximal do doce elaborado apresentou teores de umidade e cinzas semelhantes aos do brigadeiro tradicional.

Para a análise do espectro, constatou-se que após a cocção do doce, as propriedades da epigalocatequina galato 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 epigalocatequina galato não é destruída no processo térmico.

## REFERÊNCIAS

- ANANINGSIH, V. K.; SHARMA, A.; ZHOU, W. Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection. **Food Research International**. v. 50, p.469-479. 2013.
- AZMIR, J.; ZAIDUL, I. S. M.; RAHMAN, M. M.; SHARIF, K. M.; MOHAMED, A.; SAHENA, F.; JAHURUL, M. A.; GHAFOR, K.; NORULAINI, N. A. N.; OMAR, A. K. M. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. **JOURNAL OF FOOD ENGINEERING**, v. 117, p. 426-436. 2013.
- 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.
- BEGALI, D. O.; SOUZA, B. S.; NACHTIGALL, A. N.; VILAS BOAS, B. M. Características físicas e químicas do doce tipo brigadeiro com adição de casca de banana. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n. 3, p. 94-104, 2016.
- BOIKO, Leonardo. Breve história do chá no Japão. **Trabalho de Cultura Japonesa II**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- BINDES et al., Avaliação da temperatura na extração de flavonoides das folhas de chá verde (*Camellia sinensis*). Simpósio de Tecnologia Ambiental e Biocombustíveis. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, Jaboticabal, v.10, p. 165-169. 2018.
- BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes et al. A Química dos Chás. *Quím.nova esc.* São Paulo-SP, BR. v. 36, n. 3, p. 168-175 2014.
- CECCHI, Heloísa Mascia. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2 ed. rev. Campinas-Sp: Editora da Unicamp. 2003.
- CHEN, Z.; Degradation of Green Tea Catechins in Tea Drinks. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49, p. 477-482, 2001.

CHEN, Q. et al. Determination of total polyphenols content in green tea using FT-NIR spectroscopy and different PLS algorithms. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 46, p. 568-573, 2008.

CHEN, Q.; CHAITEP, S.; GUO, Z. Simultaneous analysis of main catechins contents in green tea (*Camellia sinensis* L.) by Fourier transform near infrared reflectance (FT-NIR) spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 113, p. 1272-1277, 2009.

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

DIMITRIĆ-MARKOVIĆ, J. M.; MIOĆ, U. B.; BARANAC, J. M.; NEDIĆ, Z. P. Study of the IR spectra of the copigments of malvin chloride with organic acids. **J. Serb. Chem. Soc.**, v. 66, p. 451-462, 2001.

IAL, Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 eds., 1 ed. Digital. São Paulo: IAL, 2008.

FIRMINO, Luziana de Azevedo. **Avaliação da qualidade de diferentes marcas de chá verde (*Camellia sinensis*) comercializadas em Salvador-Bahia**. Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos. Universidade Federal da Bahia. Bahia. 2011.

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

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: 20 out. 2018.

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

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. et al. Chá: aspectos relacionados a qualidade e perspectivas. **Ciência Rural**. 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. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 6, p. 910-918, 2016.

MARÇO, P. H. et al. Resolução Multivariada De Curvas Com Mínimos Quadrados Alternantes: Descrição, Funcionamento E Aplicações, **Química Nova**, v. 37, n. 9, p. 1525-1532, 2014.

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

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. **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.

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

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.

OLIVEIRA, D. S. Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e a avaliação da estabilidade dos extratos obtidos. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2014.

PAULI, Elis Daiane. **Efeito do solvente extrator na obtenção da Epicatequina, Epigallocatequina galato, Epigallocatequina e antioxidantes nas folhas de Camellia sinensis L. por planejamento de misturas**. Tese de doutorado. Programa de pós-graduação em química. Curso de doutorado em química - Associação Ampla UEL/UEPG/UNICENTRO. Londrina-Pr. 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

PAYE, H. S.; MELLO, J. W. V.; MELO, S. B. Método de análise multivariada no estabelecimento de valores de referência de qualidade para elementos-traço em solos. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 36, p. 1031-1041, 2012.

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

SENANAYAKE, S. P. J. Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications- A review, **Journal of Functional Foods**. 2013.

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

SILVERTEIN, R. N; WEBSTER, F. X; KIEMLE, D. J. **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 Pradesh, North East, India. **The Pharmaceutical and Chemical Journal**, v. 1, n. 3, p. 17-24, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **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. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Tipos de Diabetes.** Disponível em <<http://www.diabetes.org.br/publico/diabetes/diagnostico-e-tratamento>> Acesso em 10 mar. 2018.

SONG, R.; KELMAN, D.; JOHNS, K.L.; WHIGHT, A.D. Correlation between leaf age, shade levels, and characteristic beneficial natural constituents of tea (*Camellia sinensis*) grown in Hawaii. **Food Chemistry**. v. 133. p. 707-714. 2012.

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