

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS
QUÍMICOS

JAQUELINE SARACINI

**DESENVOLVIMENTO DE *FROZEN YOGURT* CONTENDO *Camellia
sinensis***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TOLEDO
2017

JAQUELINE SARACINI

DESENVOLVIMENTO DE *FROZEN YOGURT* CONTENDO *Camellia sinensis*

Trabalho de conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos – COPEQ – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientador: Prof Dr. Ricardo Fiori Zara.

TOLEDO

2017

TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JAQUELINE SARACINI

DESENVOLVIMENTO DE *FROZEN YOGURT* CONTENDO *Camellia sinensis*

Trabalho apresentado como forma de avaliação para o Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Tecnologia em Processos Químicos da UTFPR, Câmpus Toledo, e aprovado pela banca examinadora abaixo. A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

Prof^o Dr Ricardo Fiori Zara (orientador)
UTFPR, Câmpus Toledo

Prof^a Dr Solange Maria Cottica
UTFPR, Câmpus Toledo

Prof^a Ma. Camila Moresco
UTFPR, Câmpus Toledo

Toledo, Junho de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por seu cuidado e amor incondicional. Obrigado Senhor, por me conceder vida, força, alegria e por me abençoar com sua graça sem fim.

Aos meus pais e irmã, pelo amor e incentivo e também por acreditarem sempre que eu chegaria até aqui.

A todos os meus amigos, especialmente a meu amigo Mauricio Papi, que me ajudou nos momentos de dificuldades.

Ao Ricardo Zara, pelo tempo dedicado, auxílio, orientações e instrução para que este trabalho fosse realizado da melhor forma possível.

Aos técnicos do laboratório que me ajudaram nos piores momentos com incentivos e ideias, para que meu trabalho fosse realizado da melhor maneira possível.

A todos que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse concluir mais esta etapa da minha vida: Muito Obrigada.

RESUMO

SARACINI, Jaqueline. Desenvolvimento de *Frozen Yogurt* contendo *Camellia sinensis*. Trabalho de Conclusão de Curso- Tecnologia em Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campus Toledo, 2017.

O consumo de alimentos mais saudáveis vem crescendo em todo mundo. Esse aumento é justificado pelos inúmeros benefícios que eles trazem para a saúde humana, por serem ricos em vitaminas, sais minerais e constituintes químicos. Diante deste fato, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e realizar análises físico-químicas, antioxidantes, compostos fenólicos e flavonoides de chá verde do tipo japonês e dos *Frozen Yogurt* desenvolvidos a base de iogurte. O *Frozen Yogurt* foi desenvolvido e analisado nos Laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Elaborou-se primeiramente o iogurte e posteriormente o *Frozen Yogurt*, foram realizadas as análises antioxidantes, compostos fenólicos, flavonoides e físico-químicas. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey. Os resultados obtidos para as análises antioxidantes apresentaram valores significativamente diferentes, sendo o resultado obtido para o *Sencha* o maior para os chás, e o *Frozen Yogurt* com extrato de *Sencha* maior para os *Frozen Yogurt*, para as análises físico-químicas dos *Frozen Yogurt* os resultados apresentaram-se similares, enquanto os resultados obtidos para os chás ocorreram grandes diferenças para o *Matcha* em relação a literatura comparada. O produto desenvolvido pode ser considerado um produto inovador, visto que, até o presente momento não foram observados no mercado brasileiro, *Frozen Yogurt* acrescido de *Matcha* e de extrato de *Sencha*, os quais enriquecem o produto pela presença de compostos com atividade antioxidante, tais como, compostos fenólicos e flavonoides.

Palavras chave: Frozen Yogurt. Chá Verde. Antioxidantes.

ABSTRACT

Saracini, Jaqueline. Development of Frozen Yogurt containing Camellia sinesis. Course Conclusion Work- Technology in Chemical Processes, Federal Technological University of Paraná (UTFPR). Toledo Campus, 2017.

The consumption of healthier foods has been growing worldwide. This increase is justified by the innumerable benefits they bring to human health because they are rich in vitamins, minerals and chemical constituents. In view of this fact, the present work had as objective to elaborate and to realize physical-chemical analyzes, antioxidants, phenolic compounds and flavonoids of Japanese type green tea and Frozen Yogurt developed with yogurt base. Frozen Yogurt was developed and analyzed in the Laboratories of the Federal Technological University of Paraná. Yoghurt and Frozen Yogurt were first elaborated, and the antioxidant, phenolic, flavonoid and physicochemical analyzes were carried out. The results were submitted to the Tukey test. The results obtained for the antioxidant analyzes showed significantly different values, the result obtained for Sencha being the highest for teas, and Frozen Yogurt with Sencha extract for Frozen Yogurt, for physico-chemical analysis of Frozen Yogurt results Were similar, whereas the results obtained for the teas occurred great differences for Matcha in relation to the comparative literature. The product developed can be considered an innovative product, since up to the present moment they have not been observed in the Brazilian market, Frozen Yogurt plus Matcha and Sencha extract, which enrich the product by the presence of compounds with antioxidant activity, such as, Phenolic compounds and flavonoids.

Keywords: Frozen Yogurt. Green Tea. Antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Aspecto <i>Camellia sinensis</i> e classificação botânica..... | 12 |
| Figura 2: Tipos de chá produzidos pela <i>Camellia Sinensis</i> | 13 |
| Figura 3: Processamento dos tipos de chá da <i>Camellia</i> | 14 |
| Figura 4: Etapas do processamento do chá verde tipo japonês..... | 17 |
| Figura 5: Estrutura das Catequinas..... | 19 |
| Figura 6: <i>Sencha</i> obtido em forma de folha e sua infusão..... | 24 |
| Figura 7: Infusão e pó de <i>Matcha</i> | 25 |
| Figura 8: Fluxograma simplificado das análises realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa..... | 26 |
| Figura 9: Etapas realizadas no processo de produção do iogurte..... | 27 |
| Figura 10: Fluxograma do processo de obtenção dos <i>Frozen Yogurt</i> de chá verde..... | 28 |
| Figura 11: Congelador BCF5 utilizado para o processo de congelamento..... | 28 |
| Figura 12: Aspecto obtido para o produto final, <i>Frozen Yogurt</i> de <i>Matcha</i> e <i>Sencha</i> respectivamente..... | 41 |
| Figura 13: Conteúdo de compostos fenólicos totais..... | 48 |
| Figura 14: Conteúdo de Flavonóides Totais..... | 50 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Alguns componentes químicos em folhas de chá secas, dependendo da qualidade.. | 20 |
| Tabela 2- Composição geral das folhas de chá e suas infusões (per 100g) | 21 |
| Tabela 3- Pesquisas relacionadas aos benefícios obtidos no consumo de chá verde | 22 |
| Tabela 4- Composição centesimal dos chás | 37 |
| Tabela 5- Verificação dos valores de pH obtidos durante o período de fermentação | 40 |
| Tabela 6- Composição centesimal obtida nas formulações de <i>frozen yogurt</i> | 42 |
| Tabela 7- Atividade Antioxidante nos chás e <i>Frozen Yogurt</i> desenvolvidos..... | 46 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 1.1 Objetivos..... | 11 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 11 |
| 1.1.2. Objetivos Específicos | 11 |
| 2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA..... | 12 |
| 2.1 Camellia sinensis | 12 |
| 2.2 Chá Verde | 16 |
| 2.3 Composição Química e Biodisponibilidade | 18 |
| 2.4 Efeitos Biológicos do Chá Verde | 21 |
| 2.5 Frozen Yogurt..... | 23 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 24 |
| 3.1 Materiais | 24 |
| 3.1.1 Obtenção dos chás | 24 |
| 3.1.2 Matéria-prima para o Frozen Yogurt..... | 25 |
| 3.2 Métodos | 25 |
| 3.2.1 Elaboração do iogurte | 26 |
| 3.2.2 Elaboração do Frozen Yogurt..... | 27 |
| 3.2.3. Preparo dos extratos de chá | 29 |
| 3.2.4. Obtenção dos extratos de Frozen Yogurt..... | 29 |
| 3.2.5 Caracterização Físico-Químicas | 29 |
| 3.2.7 Determinação da Atividade Antioxidante | 34 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 37 |
| 4.1 Composição Centesimal do Chá verde | 37 |
| 4.2 Produção do Frozen Yogurt..... | 39 |
| 4.3 Caracterização físico-química dos Frozen Yogurt | 41 |
| 4.5 Atividade Antioxidante | 46 |
| 4.6 Compostos fenólicos totais | 48 |
| 4.7 Conteúdo de Flavonóides | 50 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 52 |

1. INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos mais saudáveis vem crescendo em todo mundo. Esse aumento é justificado pelos inúmeros benefícios que eles trazem para a saúde humana, por serem ricos em vitaminas, sais minerais e constituintes químicos (SIMARELLI, 2006).

Pesquisadores, indústrias de alimentos, profissionais da saúde e consumidores estão de acordo que uma boa saúde está relacionada a uma dieta rica em alimentos saudáveis, ricos em fibras, com baixos teores de gorduras e ricos em nutrientes que podem diminuir ou até mesmo evitar o risco de doenças crônicas (CÂNDIDO; CAMPOS, 2010; WCRF, 2002).

O chá, originário da planta *Camellia sinensis*, já era conhecido por ser um remédio milagroso, para manutenção da saúde e prolongar a vida desde a era de Kamakura (1191-1333). Nos últimos anos, estudos confirmaram os benefícios do chá, hoje considerado alimento funcional (MUKHTAR; AHMAD, 2000; MANFREDINI et al., 2004; HAN et al., 2004).

O chá verde possui uma composição química muito variada, seus principais componentes são flavonoides, em especial a catequina, conhecidos por sua capacidade antioxidante no organismo humano. A concentração de seus compostos pode variar de acordo com a marca, a estação, o clima, técnicas de cultura, idade da planta e a forma de preparo da bebida. A literatura apresenta estudos sobre os principais componentes presentes no chá, mas trabalhos comparando diferentes formas de chá verde do tipo japonês são escassos (YANAGIMOTO K, et al., 2003; SAITO et al., 2006; HUGHES et al, 2008; SAITO et al., 2007a, b).

O consumo regular de alimentos fermentados como o iogurte é reconhecidamente benéfico para a manutenção da boa saúde. Esse efeito é atribuído, em parte, às bactérias acidoláticas *Streptococcus salivarius ssp. termophilus* e *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* utilizadas na elaboração do produto e dotadas de propriedades terapêuticas (INOUE et al., 1998, apud ALVES et al., 2009). Nesse aspecto, o sorvete tipo *frozen yogurt* torna-se uma alternativa conveniente para o fornecimento de sabor agradável e textura atrativa, essenciais para o desenvolvimento de produtos lácteos enriquecidos com probióticos (ALVES et al., 2009).

No Brasil o interesse da população por hábitos alimentares mais saudáveis vem crescendo, o chá verde sendo uma bebida que possui diversos benefícios vem sendo pouco explorada no desenvolvimento de novos alimentos. Levando em conta essas considerações, o objeto deste estudo foi elaborar e realizar análises físico-químicas, antioxidantes, compostos

fenólicos e flavonoides de chá verde do tipo japonês e dos frozen desenvolvidos a base de iogurte.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um *Frozen Yogurt* acrescido com chá verde (*Camellia sinensis*), como proposta de um alimento de alto valor nutricional.

1.1.2. Objetivos Específicos

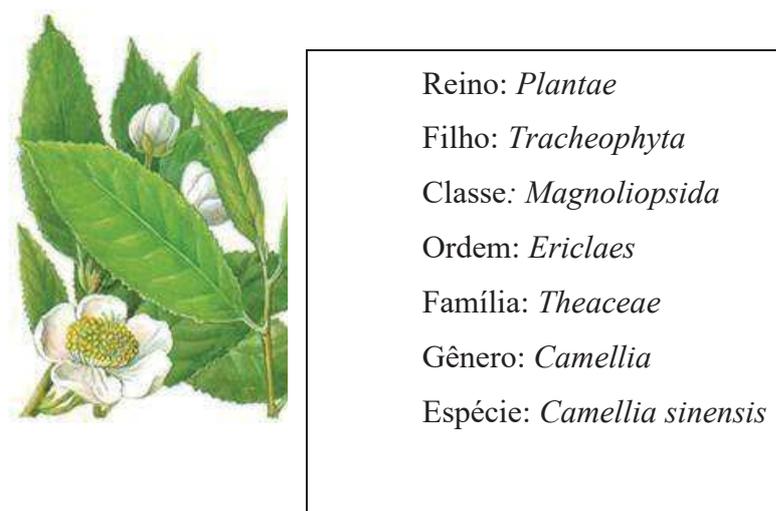
- Caracterização físico-química do chá verde;
- Determinação dos teores de compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante do chá verde;
- Desenvolvimento das formulações do *Frozen Yogurt* contendo chá verde;
- Determinar parâmetros físico-químicos como acidez, teor de lactose, teor de gordura, teor de proteínas, cinzas, pH e incorporação de ar (*overrun*);
- Avaliar atividade antioxidante, compostos fenólicos e flavonoides dos frozen obtidos;

2. REVISÃO DE BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Camellia sinensis*

O chá de *Camellia sinensis*, vêm sendo consumido pelos chineses há \pm 3000 a.C., é através desta planta que se originou nas proximidades do rio Irrawaddy, que se obtém diferentes tipos de chás, que se diferem basicamente em seu grau de processamento (VAUGHAN; GEISSLER, 1997; SHULKA 2007). A Figura 1 mostra a classificação científica, e os aspectos da planta.

Figura 1: Aspecto *Camellia sinensis* e classificação botânica.



Fonte:(VAUGHAN; GEISSLER, 1997; STRASBURGER et al., 1994)

Atualmente seis tipos de chá são produzidos através da *Camellia sinensis*, sendo eles o Preto, Oolong, Verde, Branco, Amarelo e Vermelho conhecido também como Pu-erh. (MANFREDINI et. al., 2004; FIRMINO, 2011). A Figura 2 apresenta imagens dos tipos de chá produzidos pela *Camellia Sinensis*.

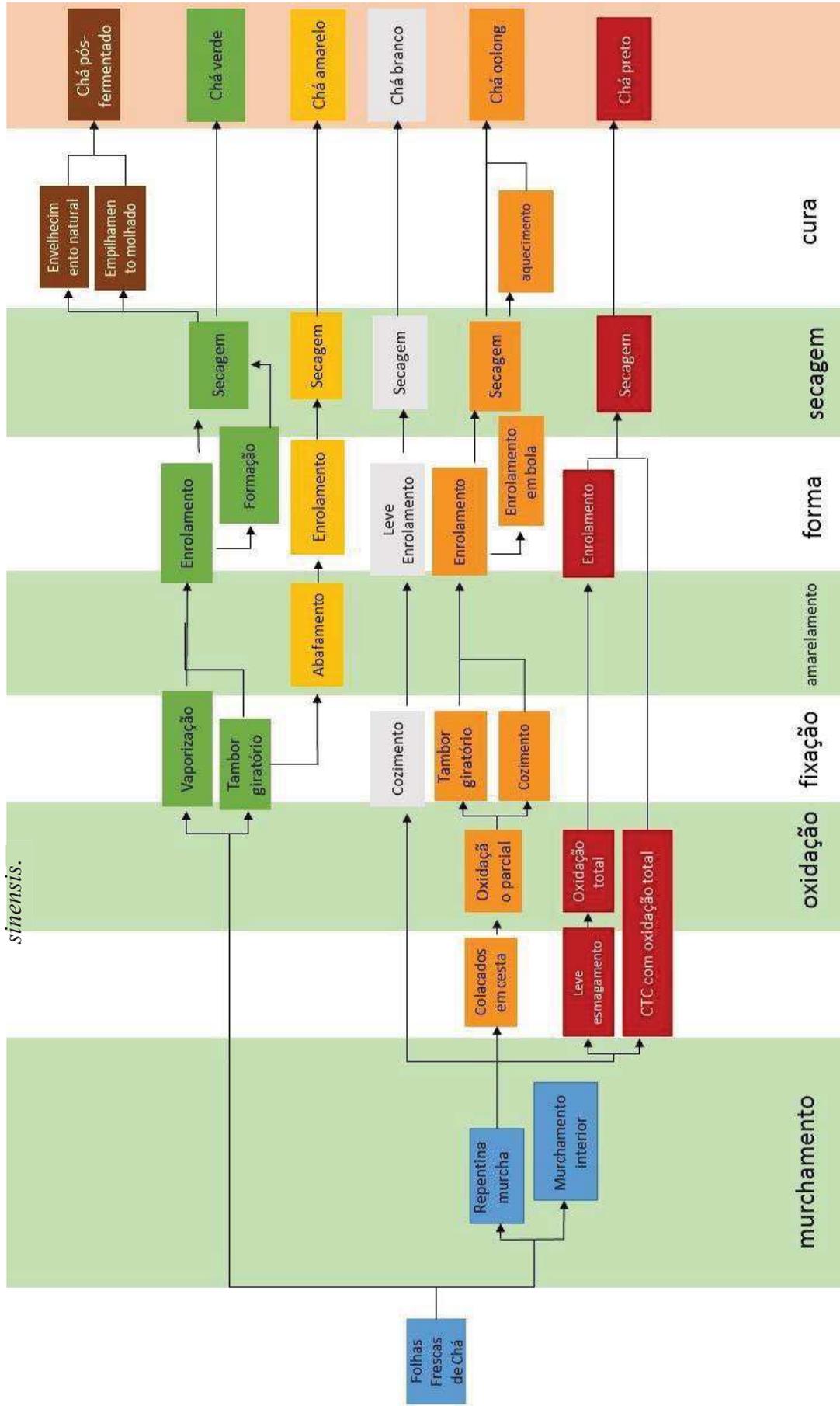
Figura 2: Tipos de chá produzidos pela *Camellia Sinensis*.



Fonte: (Trilhas de chá, 2013)

A Figura 3 apresenta o processamento dos diferentes chás produzidos através da *Camellia sinensis*.

Figura 3: Processamento dos diferentes tipos de chá da *Camellia sinensis*.



CTC- (Crush, Tear, Curl — "Esmagamento, Rasgo, Enrolamento")

Fonte: Sichen (2012). Adaptada.

O chá branco é composto das folhas e flores mais jovens e menos processado, protegidos da luz do sol pelos botões evitando assim os efeitos da oxidação. Após a colheita as folhas são lavadas, e ocorre o cozimento após isso são deixadas para secar ao sol. Apresenta-se mais claro que os outros tipos e com um sabor mais adocicado (DARTORA, 2010; SANTANA-RIOS et al., 2001).

Chá amarelo possui um processamento similar ao do chá verde, no entanto ele possui uma fase de abafamento e secagem mais lenta, em que as folhas de chá úmidas são deixadas em repouso e se tornam amarelas (WANG et al. 2013).

O chá vermelho ou pu-erh é elaborado com as folhas colhidas das árvores mais velhas. As folhas são reunidas embrulhadas em casca de árvore e armazenados ao abrigo de umidade, calor e luz solar para curar. O chá é armazenado por alguns anos passando por um processo de envelhecimento natural (HAIZHEN; ZHU; ZONGMAO, 2008).

O processamento do chá preto, após a lavagem as folhas são deixadas um dia em prateleira para secar, posteriormente são enroladas para romper a estrutura celular, passam por um processo de fermentação de 6 horas, ocorre então a secagem do chá. Anteriormente acreditava-se que o processo de produção do chá preto era um processo fermentativo. Na verdade, como não há degradação por micro-organismos, nem produção de etanol ou outro produto característico, o processo não pode ser considerado fermentativo (MATSUBARA; AMAYA, 2006; DARTORA, 2010).

O chá oolong se trata de um chá semi-fermentado, entre o verde e o preto. As folhas são cortadas, e por efeitos das enzimas presentes nas folhas, ocorre uma oxidação parcial (VALENZUELA, 2004).

Para a produção do chá verde, as folhas que são recém colhidas são submetidas a um aquecimento para a inativação da enzima polifenol-oxidase, evitando assim a fermentação e produzindo um produto estável (VAUGHAN; GEISLER, 1997; SENGER, et al., 2010). Na aplicação de calor existem dois métodos diferentes utilizados, a vaporização que se trata de um método tradicional japonês, e também o mergulho em bandejas quentes o método tradicional chinês (DARTORA, 2010). Atualmente existem diversos tipos de chá verde tanto do tipo japonês, quanto do tipo chineses que também se diferenciam em seu processamento, bem como em seus métodos de cultura.

2.2 Chá Verde

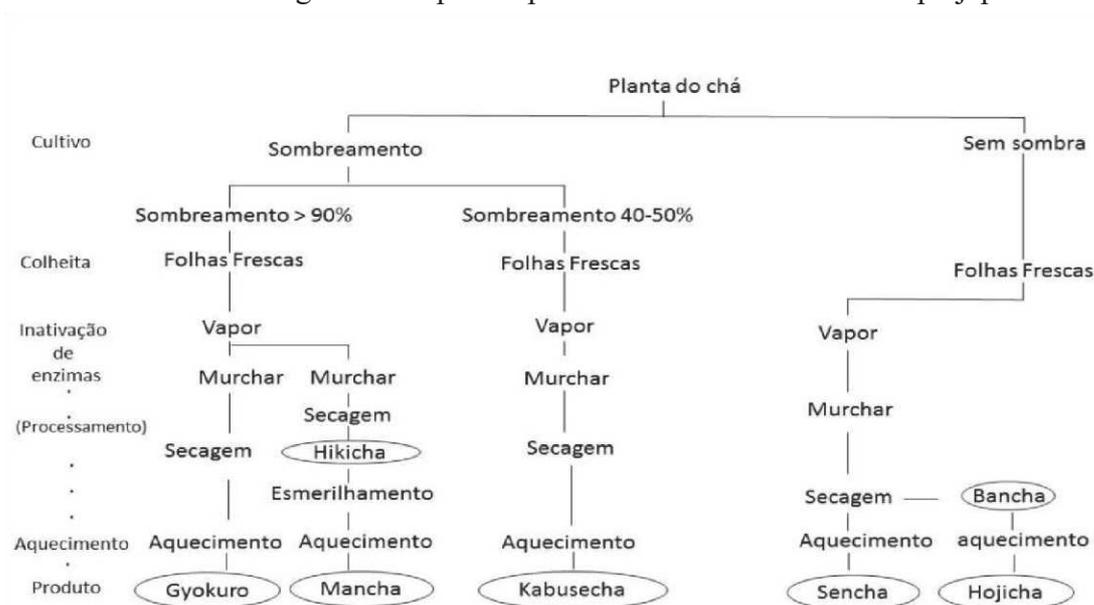
O chá é segunda bebida mais consumida do mundo sendo um consumo de 120 mL por dia *per capita* (MUKHTAR; AHMAD, 2000). A produção mundial de chá atingiu cerca de 4,1 milhões de toneladas no ano de 2010, segundo as projeções realizadas pelo Grupo Intergovernamental de Chá (22ª Sessão), é previsto um crescimento superior da produção de chá verde em relação ao chá preto, podendo então o chá verde atingir uma produção de 2,6 milhões de toneladas no ano de 2021. (FAO, 2012)

O cultivo do chá verde hoje é realizado em diversos países. No Brasil há cultivo de chá no Estado de São Paulo no Vale do Ribeira, onde há maior parte do chá produzido é preto. Mas o aumento do interesse dos consumidores brasileiros em relação ao chá verde, fez com que a produção fosse ampliada (NISHIYAMA et al., 2010). Há também produção no estado do Paraná na cidade de Araucária onde o chá produzido é destinado à exportação para o Japão (TSUKAMOTO, 1994).

Os hábitos dos japoneses do elevado consumo de chá são originários da China, por intermédio dos budistas, que ao retornar de seus estudos, estavam habituados com uma bebida medicinal. (OGUMI, 1990)

Atualmente o chá verde possui diferentes tipos, que se diferenciam na plantação, utilização de galhos, brotos, tempo em que as folhas são colhidas etc. De acordo com Yamamoto et al., (1997), a Figura 4 apresenta a classificação do chá verde do tipo japonês.

Figura 4: Etapas do processamento do chá verde tipo japonês.



Fonte: (YAMAMOTO et al., 1997) Adaptada.

Desta forma, a planta do chá pode ser cultivada com sombreamento ou sem. As plantas com sombreamento, dão origem a chás mais nobres (YAMAMOTO et al., 1997):

- *Gyokuro*: É obtido através de um método especial de cultivo, as folhas possuem cobertura onde 90% da luz é bloqueada, o que resulta em um chá com um sabor doce.
- *Matcha*: Também possui uma cobertura com 90% da luz bloqueada, o que o difere do *Gyokuro* as folhas passam por um moinho de pedra. O *matcha* é o chá utilizado pelos japoneses na tradicional cerimônia do chá.
- *Kabusecha*: O que o difere do *Gyokuro* é o grau de sombreamento que varia de 40 a 50% das folhas cobertas.

O restante da plantação do chá é feito sem cobertura, os chás produzidos são menos nobres, porém são os mais populares e de fácil preparo (YAMAMOTO et al., 1997):

- *Sencha*: Se trata do chá mais consumido no Japão, e considerado o mais saboroso. Seu processamento utiliza o método mais comum. Sua forma após amassada apresenta-se tão fina quanto de uma agulha. O aroma e o sabor variam conforme o solo onde foi cultivado e os métodos de fabricação. A característica é o sabor amargo com um fino retrogosto adocicado.

- *Bancha*: É um chá feito com folhas maiores e mais grossas do que as utilizadas para a produção do *Sencha*, ele possui um sabor pouco amargo. As folhas utilizadas possuem menor qualidade.
- *Hojicha*: É uma mistura de *Bancha* ou *Sencha* com caule, torrado em fogo forte dá um efeito esterilizador, possui uma tonalidade dourada e contém uma menor quantidade de cafeína, portanto é apropriado para o consumo de crianças e enfermos.

No Brasil, o chá verde é muito comercializado em sachê, mas o chá verde do tipo japonês por marcas produzidas no Brasil pode ser encontrado em lojas de produtos naturais. Alguns estudos têm demonstrado que o chá brasileiro apresenta maior quantidade de compostos fenólicos que chás produzidos por outros países, devido as características do clima e solo. (SAITO et al., 2007a, b).

2.3 Composição Química e Biodisponibilidade

O chá verde é uma bebida de composição química muito variada, alguns trabalhos demonstram que ela pode possuir até 30% de compostos fenólicos. (**referencia**) Também contém água, ácidos orgânicos, cafeína, aminoácidos, enzimas, carboidratos, vitaminas e minerais como o cálcio, magnésio, zinco, ferro e potássio. A concentração de compostos pode variar muito de acordo com a marca, forma de preparo da bebida, a estação, o clima, técnicas de cultura e a idade da planta (YANAGIMOTO K, et al., 2003; SAITO et al., 2006; HUGHES et al., 2008).

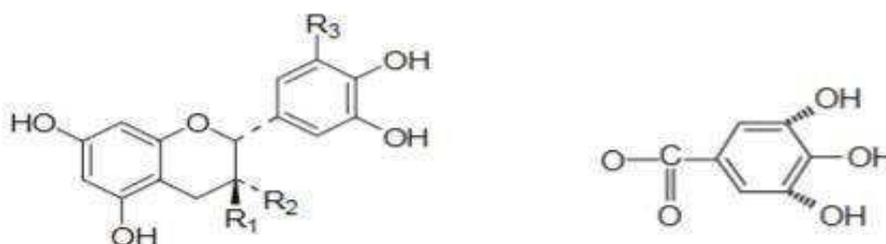
Os chás são ricos em flavonóides, que são pigmentos naturais presente em alimentos de origem vegetal subdivididos em seis classes: Catequinas, Flavonas, Flavanonas, Isoflavonas, Flavonóis e Antocianinas. (HOLLMAN; ARTS, 2000) Devido a presença dos flavonóides no chá, fazem dele um alimento funcional, que consumido diariamente pode trazer benefícios a saúde (MATSUBARA; RODRIGUEZ, 2006).

O principal componente presente na planta, é a catequina, que são potentes antioxidantes, sequestradores de radicais livres, redutores da absorção de metais e inibidores de lipoperoxidação. A lipoperoxidação é uma reação de auto-oxidação que deteriora os lipídeos

poliinsaturados, é resultado do ataque dos fosfolipídios pelos radicais livres oxigenados, responsável por diversos efeitos tóxicos a nível celular (SCHMITZ et al., 2005).

As catequinas do chá verde incluem catequina (C), galocatequina (GC), epicatequina (EC), epigalocatequina (EGC), a epicatequina galato (EGC) e a epigalocatequina galato (EGCG). Sua concentração na bebida varia de acordo com a preparação do chá. As catequinas são incolores, hidrossolúveis, e contribuem para o sabor amargo e a adstringência do chá verde (YANAGIMOTO K, et al., 2003). Figura 5 observa-se a estrutura das catequinas.

Figura 5: Estrutura das Catequinas.



| | R ₁ | R ₂ | R ₃ |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| (+)-Catequina | OH | H | H |
| (-)-Epigalocatequina | H | OH | OH |
| (-)-Epigalocatequina galato | H | galato | OH |
| (-)-Epicatequina | H | OH | H |
| (-)-Epicatequina galato | H | galato | H |

Fonte: (MATSUBARA; AMAYA, 2006) . Adaptada.

O chá possui taninos que são componentes presentes em uma ampla variedade de vegetais, estão relacionados com a ação adstringente. São hidrossolúveis, e variam de acordo com as condições de cultivo, eles podem ser degradados por bactérias, fungo e leveduras são os responsáveis pela proteção da planta, porque a tornam implantáveis (BATTESTIN; MATSUDA; MACEDO, 2004). Segundo Chung et al. (1998), os taninos são considerados indesejáveis porque inibem enzimas digestivas e afetam utilização de vitaminas e minerais.

A cafeína é uma metilxantina (classe de alcaloides) presente no chá, ela é considerada um estimulante da atividade cardiovascular e da circulação sanguínea, possui um efeito na função mental, e de comportamento, produz também excitação, euforia, e um aumento da atividade motora, reduz a sensação de fadiga, o que pode afetar a qualidade do sono. No chá

verde a cafeína pode chegar até 5%, enquanto nos grãos de café seu valor é de geralmente 1,5% (VALENZUELA, 2004; YAMAMOTO, 1997).

Outros compostos de nitrogênio presente no chá verde são aminoácidos, como a l-teanina. A l-teanina é o único aminoácido presente quase exclusivamente na planta *Camellia sinensis*, ela representa aproximadamente 50% do total de aminoácidos presentes no chá verde (YAMAMOTO, 1997).

Também possui ácido gama-aminobutírico GABA, é o principal neurotransmissor inibidor do sistema nervoso central. Segundo OGUMI e HARA (1990) pode reduzir a pressão arterial.

A Tabela 1 apresenta os componentes presentes nas folhas de chá verde, mostrando a variação entre os diferentes tipos de chá verde japonês conforme a qualidade do chá produzido sendo ele de alta, média ou baixa qualidade.

Tabela 1 - Alguns componentes químicos em folhas de chá secas, dependendo da qualidade.

| Tipos de chá | Componentes | Polifênóis (%) | Cafeína (%) | L-Teanina (mg/100g) | Aminoácidos livres (mg/100g) | Total N ¹ (%) |
|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Grau | | | | | |
| <i>Gyokuro</i> | Média | 13,40 | 3,10 | 1,48 | 2,73 | 5,48 |
| | Alta | 6,50 | 3,85 | 2,26 | 5,80 | 5,85 |
| <i>Matcha</i> | Média | 6,20 | 3,51 | 1,79 | 4,61 | 5,38 |
| | Baixa | 6,50 | 3,23 | 1,17 | 3,40 | 5,48 |
| <i>Sencha</i> | Alta | 14,70 | 2,87 | 1,28 | 2,70 | 5,48 |
| | Média | 13,30 | 2,80 | 1,21 | 2,18 | 5,35 |
| | Baixa | 14,50 | 2,77 | 612 | 1,46 | 4,45 |
| <i>Bancha</i> | Média | 12,45 | 2,02 | N.A. ² | 770 | 3,83 |
| <i>Hojicha</i> | Média | 10,37 | 1,93 | N.A. | 200 | 3,46 |

1- Total de Nitrogênio

2- N.A., não analisados

Fonte: YAMAMOTO, 1997 Adaptado.

A Tabela 2 apresenta a composição centesimal do chá verde compreendendo Umidade, Proteínas, Lipídios, Cinzas, Carboidratos, Minerais, Vitaminas, Cafeína e Tanino. Observa-se variações em relação ao tipo de chá utilizado.

O chá verde possui inúmeras substâncias em sua composição que fazem dele um alimento funcional, sendo ele consumido em condições adequadas podem trazer diversos benefícios à saúde.

Tabela 2- Composição geral das folhas de chá e suas infusões (por 100g).

| Composição (100g) | Propriedades de chá verde Japonês | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|---------|----------------|---------|--|
| | <i>Gyokuro</i> | | <i>Matcha</i> | <i>Sencha</i> | | <i>Bancha</i> | | <i>Hojicha</i> | | |
| | Folha | Infusão | Pó | Folha | Infusão | Folha | Infusão | Folha | Infusão | |
| Umidade (g) | 3,1 | 98,6 | 4,8 | 4,9 | 99,6 | 4,4 | 99,8 | 2,2 | 99,8 | |
| Proteínas (g) | 29,1 | 0,7 | 30,7 | 24,0 | 0,1 | 19,7 | - | 18,2 | - | |
| Lipídios (g) | 4,1 | 0 | 5,3 | 4,6 | 0 | 4,4 | 0 | 4,8 | 0 | |
| Cinzas (g) | 6,4 | 0,3 | 7,4 | 5,4 | 0,1 | 5,5 | 0,1 | 5,5 | 0,1 | |
| Carboidratos | | | | | | | | | | |
| Açúcar (g) | 32,7 | -* | 28,6 | 35,2 | 10,6 | 33,5 | 19,5 | 39,2 | 18,7 | |
| Fibra (g) | 11,1 | 0 | 10,0 | 0,1 | 0 | -* | 0 | -* | 0 | |
| Compostos Fenólicos | | | | | | | | | | |
| Cafeína (%) | 3,5 | 0,16 | 3,2 | 2,3 | 0,02 | 2,0 | 0,01 | 1,9 | 0,02 | |
| Tanino (%) | 10,0 | 0,23 | 10,0 | 13,0 | 0,07 | 11,0 | 0,03 | 9,5 | 0,04 | |
| Minerais (mg) | | | | | | | | | | |
| Cálcio (Ca) | 390,0 | 2,0 | 420,0 | 440,0 | 2,0 | 740,0 | 3,0 | 490,0 | 2,0 | |
| Fósforo (P) | 410,0 | 12,0 | 280,0 | 280,0 | 1,0 | 210,0 | 1,0 | 280,0 | 2,0 | |
| Ferro (Fe) | 10,4 | 0,1 | 20,0 | 20,0 | 0,01 | 38,0 | 0,1 | 12,9 | -* | |
| Sódio (Na) | 11,0 | 1,0 | 3,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 1,0 | 6,0 | 1,0 | |
| Potássio (K) | 2800,0 | 180,0 | 2200,0 | 2200,0 | 18,0 | 1900,0 | 21,0 | 1900,0 | 24,0 | |
| Vitaminas A | | | | | | | | | | |
| (U) | 21000,0 | 0 | 29000,0 | 13000,0 | 0 | 14000,0 | 0 | 12000,0 | 0 | |
| A (UI) | 12000,0 | 0 | 16000,0 | 7200,0 | 0 | 7800,0 | 0 | 6700,0 | 0 | |
| B1 (mg) | 0,3 | 0,01 | 0,60 | 0,35 | 0 | 0,25 | 0 | 0,10 | 0 | |
| B2 (mg) | 1,16 | 0,06 | 1,35 | 1,40 | 0,03 | 1,40 | 0,02 | 0,82 | 0,02 | |
| Niacina (mg) | 6,0 | 0,3 | 4,0 | 4,0 | 0,1 | 5,4 | 0,1 | 5,6 | 0,1 | |
| C (mg) | 110 | 10 | 60,0 | 250,0 | 4,0 | 150,0 | 2,0 | 44,0 | -* | |

*Vestígio

Fonte: (YAMAMOTO, 1997). Adaptado.

2.4 Efeitos Biológicos do Chá Verde

Os benefícios à saúde associados ao consumo de chá são de conhecimento muito antigo, já na era de *Kamakura* no Japão (1191-1333), o monge Eisai sublinhou em seu livro

“Manutenção da Saúde por beber chá” (1211).

“O chá é um remédio milagrosos para a manutenção da saúde, o chá tem um poder extraordinário de prolongar a vida. Em qualquer lugar uma pessoa cultiva chá, vida longa irá seguir. Nos tempos antigos e modernos, o chá é o elixir que cria a montanha moradia imortal” (OGUMI, I. 2003).

Existem muitas pretensões atualmente, e geralmente exageradas, quanto os benefícios que o chá verde pode trazer a seus consumidores. Nos últimos anos estudos produziram resultados que afastaram alguns mitos, e também confirmaram benefícios. (MANFREDINI et. al., 2004). O chá é considerado alimento funcional que se consumido cotidianamente pode trazer benefícios fisiológicos específicos, devido aos seus componentes ativos (HAN et, al., 2004). A Tabela 3 apresenta alguns estudos realizados que mostram os benefícios relacionados ao consumo de chá verde.

Tabela 3- Pesquisas relacionadas aos benefícios obtidos no consumo de chá verde.

| | Benefícios do Chá Verde | Autores |
|-------------------|---|--|
| | Estudos realizados com animais sobre o crescimento de tumores malignos: uma acentuada redução do crescimento no grupo tratado com extrato de chá verde. | OGUMI, I. et al., 1989; NASU, K. et al, 1992; |
| Câncer | Estudos realizados com 501 casos controlados de câncer de mama: o consumo regular de chá verde reduziu significativamente o risco de câncer. | WU, A.H. et al., 2003; |
| Colesterol | Estudos realizados com animais sobre a elevação de colesterol: o chá verde restringiu o acúmulo excessivo de colesterol sanguíneo. | MARAMATSU, K; HARA, Y.,1968; |
| Pressão Arterial | Estudos realizados com animais hipertensos (SHR): o uso do chá verde pode limitar um aumento da pressão arterial; | HARA, Y. et al., 1987; |
| Glicose Sanguínea | Estudos realizados com animais sobre o aumento no nível de glicose sanguínea: a capacidade do chá verde em reduzir o açúcar no sangue. | SHIMIZU, M et al., 1998; |

2.5 Frozen Yogurt

Segundo a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa *frozen yogurt* pode ser definido como um produto obtido basicamente de leite, submetido a fermentação láctea através da ação do *Streptococcus thermophilus e Lactobacillus bulgaricus* ou do próprio *yogurt* com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo ele posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2000).

Este produto foi introduzido no mercado como uma nova opção de produto lácteo em meados da década de 70 e tem conquistado cada vez mais novos consumidores por possuir semelhança ao iogurte e ao sorvete, passando a imagem de sobremesa saudável, com excelente valor nutricional e que mantém os benefícios do iogurte (KNUPP, 1979; LASSUS, 1977).

No Brasil o *yogurt frozen* foi introduzido a 17 anos em gelaterias especializadas que oferecem a mesma qualidade e tecnologia de indústrias americanas e europeias. (TAMIME; ROBINSON, 2007)

O *frozen yogurt* é obtido a partir da fermentação ou a partir de iogurte com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado. Desse modo, associa o valor nutricional do iogurte com o sabor refrescante do sorvete, além de apresentar *shelf-life* maior que sua matéria-prima. Outra característica ímpar do *frozen yogurt* é seu sabor leve, em razão do baixo teor de gordura quando comparado ao sorvete (ALVES, et al., 2009).

As etapas para a fabricação do *Frozen Yogurt* são bem simples, consiste na mistura do iogurte natural com a polpa batidos a frio e adição então de emulsificantes, estabilizantes e açúcar. A temperatura de batimento, composição química do iogurte natural mais a polpa e temperatura de armazenamento condicionam as características físicas do produto final (TAMIME; ROBINSON, 2007).

Em relação a fabricação de *frozen* e sorvetes, um fator importante é a presença de ar a mistura, que representa aproximadamente 50% do volume do produto final. Na fabricação o *overrun*, a incorporação de ar a calda durante o batimento indica o rendimento da produção, portanto quanto maior o *overrun* mais leve e suave o *frozen* ou sorvete será (TAMIME; ROBINSON, 2007).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizado ensaios preliminares no período de fevereiro de 2017 para adequação e ajuste das formulações do *Frozen Yogurt* e todo os processos (tempo e temperatura de fermentação). O início do processo de elaboração final e dos experimentos deu-se nos meses de março a maio do ano de 2017, nos Laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

3.1 Materiais

3.1.1 Obtenção dos chás

A pesquisa foi desenvolvida com duas variedades de chá verde do tipo japonês, os dois foram escolhidos em função de sua popularidade, consumo e pesquisas realizadas sobre seus benefícios.

Após ensaios preliminares foram selecionados o *Sencha* o mais consumido no Japão, sendo considerado sinônimo de chá verde. A Figura 6 apresenta uma foto do *Sencha* obtido e sua respectiva infusão.

Figura 6: *Sencha* obtido em forma de folha e sua infusão.



Fonte: Autoria Própria.

O segundo chá selecionado foi o *Matcha* utilizado no *Chanoyu* (Cerimônia do chá Japonesa). A Figura 7 apresenta a matéria prima utilizada, durante a pesquisa.

Figura 7: Infusão e pó de *Matcha*



Fonte: A autoria Própria.

As amostras foram adquiridas em lojas especializadas nas cidades de Toledo- PR e São Paulo- SP e levadas ao Laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde foram devidamente armazenadas sobre proteção da luz a temperatura ambiente, até realização das análises.

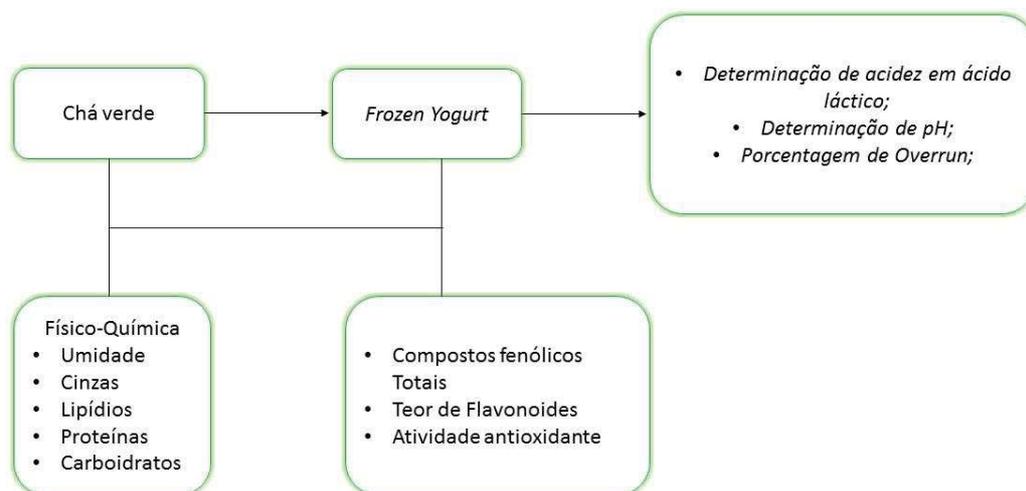
3.1.2 Matéria-prima para o *Frozen Yogurt*

Para o desenvolvimento do *Frozen Yogurt* utilizou-se leite integral, cultura contendo microrganismos, sacarose, glucose, nata, liga neutra (Selcta[®]), Emustab (Selecta[®]), limão do tipo taiti e chá verde. Os ingredientes foram adquiridos em comércio local da cidade de Toledo e levadas ao Laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná onde foram devidamente armazenadas.

3.2 Métodos

A Figura 8 apresenta um esquema simplificado das análises realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 8: Fluxograma simplificado das análises realizadas durante o desenvolvimento da pesquisa.



3.2.1 Elaboração do iogurte

O iogurte foi obtido como o desenvolvido no trabalho de Corte (2008), com algumas adaptações realizadas nos testes preliminares.

O iogurte foi obtido através da fermentação láctica do leite, pela ação dos microrganismos *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbreuckii susp. Bulgaricus*.

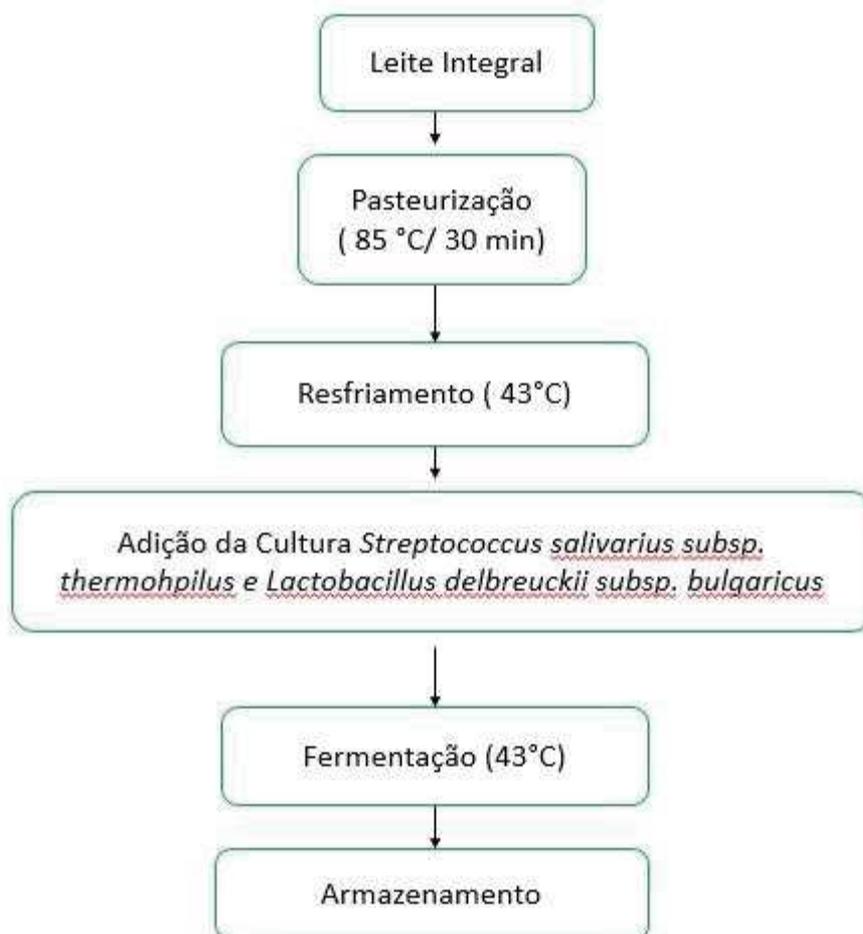
O leite foi inicialmente pasteurizado a 85°C por 30 minutos em panela de aço inox, e logo após resfriado a 43°C. Após o resfriamento foi realizada a inoculação da cultura (PEGORARO, B., 2011).

O leite inoculado com a cultura foi acondicionado em banho termostaticado a 43°C, durante a incubação o iogurte foi submetido a medidas de pH, monitoradas a cada 1 hora, em porções destinadas somente para esta análise, para avaliação do tempo de fermentação, até a obtenção de um valor de pH entre 4,6 e 4,8 (CORTE, F., 2008).

O tempo zero foi considerado depois de 5 horas quando o pH atingiu 4,8 para elaboração dos iogurtes. O iogurte foi armazenado em refrigerador a 4°C até serem acrescentados os demais ingredientes para o preparo do *Frozen Yogurt*.

Na Figura 9 é descrito o fluxograma do processo de produção do iogurte.

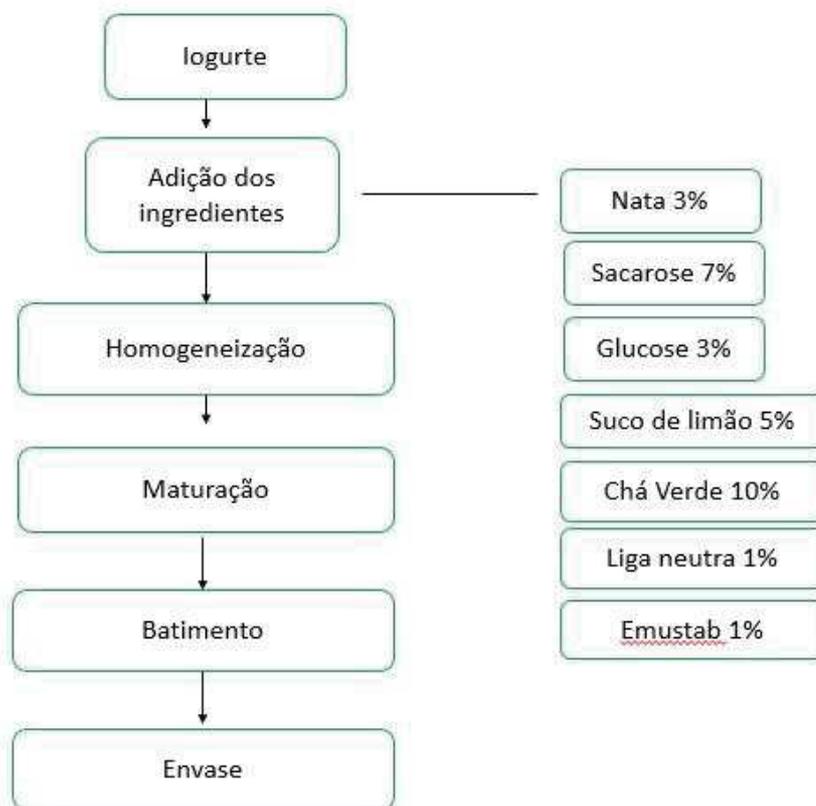
Figura 9: Etapas realizadas no processo de produção do iogurte.



3.2.2 Elaboração do *Frozen Yogurt*

Os *frozen yogurt* foram elaborados a partir dos iogurtes, com a adição e batimento dos demais ingredientes.

Para cada tipo de chá foram adicionados 70% de iogurte valor mínimo estabelecido pela legislação brasileira para *Frozen Yogurt*, adicionados 7% de sacarose, 3% de nata, 3% de glucose, 1% de liga neutra (Selcta[®]), 1% Emustab (Selecta[®]), 5% de suco de limão obtido através da fruta e 10% de pó de *Matcha*, enquanto na outra formulação se utilizou o extrato de *Sencha*. A Figura 10 apresenta o fluxograma do processo de produção dos *Frozen Yogurt* de chá verde.

Figura 10: Fluxograma do processo de obtenção dos *Frozen Yogurt* de chá verde.

Adicionou-se os ingredientes ao iogurte, homogeneizou-se em batedeira por aproximadamente 15 minutos e armazenou-se em refrigerador para a maturação. Após um período de 1 hora, fez-se o batimento e envazou-se o produto assepticamente em pote de 250 mL e congelou-se em congelador profissional da Klimaquip® modelo BCF5 conforme apresentado na Figura 11.

Figura 11: Congelador BCF5 utilizado para o processo de congelamento.



Fonte: Autoria Própria.

3.2.3. Preparo dos extratos de chá

Os extratos foram obtidos seguindo a metodologia de Boroski et al., (2012) com adaptações. Onde 5g de folhas de chá foram infundidos a 80°C em 100 mL de água com agitação constante por aproximadamente 10 minutos. Em seguida foram filtrados em Whatman (n° 1). Os extratos foram preparados para realização de cada análises antioxidante.

3.2.4. Obtenção dos extratos de *Frozen Yogurt*

Para a elaboração dos extratos de *Frozen Yogurt* seguiu-se a metodologia de Boroski et al., (2012), os extratos foram obtidos através da adição 1:1 (v/v) com Ácido tricloroacético (ATA) a 20%. Em seguida foram agitados por 30 segundos em agitador de tubos, incubados em banho a 42°C por 10 minutos e após centrifugados a 3000 rpm por 15 minutos, utilizando o sobrenadante para a realização das análises.

3.2.5 Caracterização Físico-Químicas

3.2.5.1 Umidade

A umidade foi determinada através de método gravimétrico, onde 2 g de amostras foram desidratadas em estufa a 105°C, em seguida resfriadas em dessecador, até obtenção de peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O percentual de umidade foi obtido através da equação 1

$$\frac{N}{P} \times 100 = \text{umidade a } 105^{\circ}\text{C} \% \quad (1)$$

Onde: N= n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P= n° de gramas da amostra

3.2.5.2 Sólidos Totais

Ao submeter à amostra a análise de umidade, o que permanece são os sólidos totais. Portanto, para a determinação da porcentagem de sólidos totais, utilizaram-se os dados obtidos através da análise de umidade. O resíduo seco foi calculado subtraindo-se de 100g da amostra o número de g de 'umidade por cento'. Considerou-se a diferença como o n° de g do 'resíduo seco por cento' (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.5.3 Determinação do Conteúdo Mineral (Cinzas)

Para a determinação de cinzas das amostras, foi utilizado método gravimétrico, as amostras foram secas em estufa, em seguida carbonizadas e incineradas em mufla a 550°C, até obtenção de peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A porcentagem de cinzas foi obtida através da equação 2.

$$\frac{N}{P} \times 100 = \text{cinzas \% (2)}$$

Onde:

N= n° de g de cinzas

P= n° de g de amostra

3.2.5.4 Proteínas

O conteúdo protéico foi determinado pelo método de Kjeldahl. Através da determinação de nitrogênio orgânico total considerando que as proteínas alimentares apresentam em média 16% de nitrogênio. Foi realizada a digestão em bloco digestor gradativamente até atingir 450°C, quando o líquido se tornou límpido e transparente, de tonalidade azul-esverdeada, manteve-se

a temperatura de 450°C por mais 1 hora e então desligou-se o digestor. Após resfriamento das amostras adicionou-se aproximadamente 5 mL de água.

Para destilação acoplou-se o Erlenmeyer contendo 30 mL de solução de ácido bórico a 2%, com solução indicadora de verde de bromocresol e vermelho de metila. Adaptou-se o tubo de Kjeldahl ao destilador e adicionou-se a solução de hidróxido de sódio a 30% até o aparecimento de coloração negra. Procedendo a destilação até coletar cerca de 75 mL do destilado.

Titulou-se com solução de ácido clorídrico 0,1 N até viragem do indicador. O conteúdo de nitrogênio obtido foi convertido em proteína utilizando o fator de conversão de 6,38 para os *Frozen Yogurt* e 6,25 para os chás (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O teor de Proteínas foi obtido através da equação 3.

$$\frac{KxVx Fator}{P} = Proteínas \% \quad (3)$$

Onde:

K= Fc x 0,0014 x100

Fc= Fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1N

P= massa da amostra em gramas

V= volume gasto na titulação

F= Fator de conversão do nitrogênio em proteína

3.2.5.5 Lipídios no Chá

Para a determinação das frações lipídicas foi utilizado o método de extração Soxhlet. Onde foram pesados 5g de amostra em papel filtro e então colocados no cartucho que foi acoplado ao aparelho. Em seguida o balão com éter foi acoplado ao sistema, o refluxo foi mantido por 8 horas. Após o período de 8 horas o cartucho foi removido e o éter de petróleo recuperado. O balão com resíduo extraído foi transferido para a estufa a 105°C e mantido por 1 hora (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A porcentagem de lipídios no chá foi obtido através da equação 4.

$$\frac{PL \times 100}{P} = \text{Lipídios \% (4)}$$

Onde:

PL= Peso do balão com gordura P=
peso da amostra

3.2.5.6 Lipídios no *Frozen Yogurt*

A porcentagem de lipídios foi determinada pelo Método de Roesse Gottied, onde pesouse 5g de amostra, diluindo com 10 mL de água, em seguida adicionando 2 mL de hidróxido de amônio. A mistura foi aquecida por 20 minutos em banho maria a 60°C, após o aquecimento foi transferida para um funil de separação e resfriada.

Foram adicionados 10 mL de etanol ao funil e realizada a mistura. Acrescentou-se 25 mL de éter etílico e agitou-se por 1 minuto, adicionou-se 25 mL de éter de petróleo e agitou-se por mais 1 minuto.

O funil ficou em repouso até a separação de fases, após a separação a fase inferior foi decantada para uma nova extração com 5mL de etanol, 15 mL de éter etílico e 25 mL de éter de petróleo (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). O percentual de lipídios no *frozen yogurt* foi obtido através do uso da equação 5.

$$\frac{N \times 100}{P} = \text{Lipídios \% (5)}$$

Onde:

N= n° de g de gordura

P= n° de g da amostra

3.2.5.7 Acidez em Ácido Lático no *Frozen Yogurt*

A determinação de acidez foi realizada por meio de titulação com hidróxido de sódio

0,1M até viragem do indicador. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido láctico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A acidez em ácido láctico nas amostras de *frozen yogurt*, foram obtidas através da equação 6.

$$\frac{V \times f \times 0,9}{P} = \text{gramas de ácido láctico \% (6)}$$

Onde:

V= n° de mL de hidróxido de sódio 0,1M gastos na titulação.

P= n° g da amostra

0,9= fator de conversão para o ácido láctico

F= fator da solução de hidróxido de sódio 0,1M

3.2.5.8 Determinação do pH no *Frozen Yogurt*

As amostras foram analisadas com o auxílio de um medidor de pH da marca PoliControl® (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.2.5.9 Determinação de glicídios redutores Glicose/ Lactose

Para a determinação de açúcares redutores em glicose utilizou-se o método de Lane-Eynon (MAPA 2014).

Foram pesados 5g de amostra em béquer e dissolvidos em balão volumétrico de 250 mL, e em seguida filtrado em papel filtro para um Erlenmeyer, o filtrado obtido foi transferido para a bureta. Foram então pipetados 5 mL da solução de Fehling A e 5 mL da solução de Fehling B e adicionados 40 mL de água, juntamente foram colocadas pérolas de vidro. O Erlenmeyer foi aquecido até ebulição, dando início a titulação com a solução colocada na bureta, quando o líquido ficava levemente azulada o indicador azul de metileno foi adicionado e a titulação prosseguida até descoloração do indicador (vermelho-tijolo)

Obteve-se os resultados através da equação 7, para a realização do cálculo em lactose utilizou-se 1,39 como fator de conversão da glicose para lactose.

$$\frac{\frac{FC}{2} \times 250 \times 100}{V \times P} = \text{Glicídios redutores \% (7)}$$

Onde:

FC= título da solução de Fehling

V= Volume da amostra gasto na titulação, em mL

P= peso de amostra em g

3.2.6 Determinação da Porcentagem de *Overrun* no *Frozen Yogurt*

Durante o congelamento, há incorporação de ar, que resulta em um aumento do volume inicial, denominado densidade aparente, medida do ar incorporado ao sorvete (*overun*) mediante batimento, expressa em gramas/litro (BRASIL, 2000). Será utilizada a fórmula (8) descrita por Mosquim (1999) para a realização do cálculo.

$$\frac{(\text{volume final do sorvete}) - (\text{volume inicial da calda})}{\text{Volume inicial da calda}} \times 100 \text{ (8)}$$

3.2.7 Determinação da Atividade Antioxidante

3.2.7.1 Método do Radical DPPH

Para a determinação da atividade antioxidante utilizou-se a metodologia descrita Bondet, Brand-Willians e Berset (1995), Embrapa (2010), com algumas adaptações. Para a realização da análise utilizou o reagente DPPH da marca Sigma[®], Metanol da marca Alphatec[®] e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro da Merck Spectroquant[®] Pharo 100.

Em ausência de luz foram adicionados 0,1 mL das devidas diluições dos extratos para tubos de ensaio contendo 3,9 mL do radical DPPH, aguardando 30 minutos para a realização das leituras. As leituras foram realizadas a 515 nm utilizando metanol como branco.

Através de porcentagem de inibição pela concentração das amostras será calculado o valor de IC₅₀ (concentração necessária para inibir 50 % do radical DPPH). O cálculo foi realizado através da equação 9.

$$\% \text{ inibição DPPH} = \frac{Abs \text{ DPPH} \cdot -Abs \text{ amostra}}{Abs \text{ DPPH} \cdot} \times 100 \quad (9)$$

Onde:

Abs_{DPPH}= absorvância da solução metanólica do radical DPPH

Abs_{amostra}= absorvância da amostra após 30 minutos de reação com solução DPPH.

3.2.7.2 Método do radical ABTS

Para a realização do método do radical ABTS seguiu-se a metodologia Renaud et al. (1998), Embrapa (2007). Para a realização da análise utilizou o reagente ABTS da marca Sigma[®], Etanol da marca Alphatec[®] e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro da Merck Spectroquant[®] Pharo 100.

Em ausência de luz foram adicionadas alíquotas de 30 µL de cada diluição de extrato para tubos de ensaio contendo 3,0 mL do radical ABTS e então homogeneizadas em agitado de tubos. Após 6 minutos as leituras foram realizadas a 734 nm, utilizando etanol como branco. Para a construção da curva-padrão foi utilizado Trolox, sendo então os resultados expressos µmol Trolox g⁻¹.

3.2.8 Compostos Fenólicos Totais

A quantificação dos compostos fenólicos foi realizada utilizando o reagente FolinCiocalteau (SINGLETON; ROSSI, 1965 apud BOROSKI et al., 2015), com algumas adaptações. Para a realização da análise utilizou o reagente Folin-Ciocalteau da marca Imbralab[®], Carbonato de Sódio da marca Alphatec[®] e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro da Merck Spectroquant[®] Pharo 100.

A quantificação de fenólicos totais foi realizada utilizando o reagente de Folin

Ciocalteu, diluído 1:1 em água destilada, onde foram adicionados 250 μL das diluições dos extartos com 250 μL do reagente. Após agitação e proteção da luz por 25 minutos os tubos foram centrifugados a 3000rpm, lendo as absorvâncias em 725nm. A concentração foi expressa em mg EAG g^{-1} .

3.2.9 Teor de Flavonoides

O Teor de Flavonoides foi realizado segundo a metodologia descrita por Woisky & Salatino (1998) (BOROSKI et al., 2015) . Para a realização da análise utilizou o reagente Cloreto de Alumínio da marca Vetec[®], Metanol da marca Alphatec[®], Quercetina da marca Sigma[®] e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro da Merck Spectroquant[®] Pharo 100.

O teor de Flavonoides foi obtido através da adição de 250 μL de solução de cloreto de alumínio (AlCl_3)5% (v/v em metanol), 4,25 mL de metanol e 500 μL de extrato, após agitação em vortex e proteção da luz por 30 minutos a absorvancia foi medida a 425 nm.

O teor de flavonoides foi obtido através da curva de calibração com a Quercetina e expresso mg EQ g^{-1} .

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Composição Centesimal do Chá verde

Os valores referentes a composição centesimal do *Matcha* e *Sencha* são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Caracterização físico-química dos chás.

| Parâmetros Físico-Químicos | <i>Matcha</i> | <i>Sencha</i> |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Umidade (%) | 6,30 ± 0,06 ^{a **} | 4,83 ± 0,10 ^{b **} |
| Cinzas (%) | 1,12 ± 0,09 ^{b **} | 4,82 ± 0,16 ^{a **} |
| Lipídios (%) | 3,29 ± 0,0 ^{b *} | 4,85 ± 0,46 ^{a *} |
| Proteínas (%) | 2,11 ± 0,03 ^{b **} | 17,56 ± 0,28 ^{a **} |
| Açúcares redutores (%) | 7,76 ± 0,96 ^{a **} | 2,22 ± 0,13 ^b |

Média ± Desvio Padrão. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)

Nota-se que houveram diferenças significativas na análises estatística realizada para todos os parâmetros analisados. Apesar dos dois tipos de chá analisados pertencerem ao grupo do chá verde são chás totalmente distintos, pois possuem diferentes processamentos e métodos de cultivos que levam a esta significativa diferença entre os resultados.

Pode-se observar através dos resultados obtidos para umidade que o *Matcha* apresentou teor de 6,30%, enquanto o *Sencha* apresentou 4,87%. Segundo Yamamoto et al. (1997), apresenta um valor de 4,9 e 4,8% para *Sencha* e *Matcha* respectivamente, comercializados no Japão, observa-se uma grande diferença em relação ao *Matcha* analisado no presente estudo, a comercialização a granel o torna mais exposto ao ambiente podendo ocasionar o ganho de umidade no produto. O armazenamento inadequado, que além de gerar perda de princípios ativos do produto favorece a contaminação por diversos agentes (BUGNO et al., 2005; VEIGA JUNIOR et al., 2005; FRANÇA et al., 2008).

O valor de umidade encontrado para o *Matcha* condiz com a faixa de variação encontrada para Firmino (2011) entre 4,42 a 10,66% para diferentes amostras de chá verde comercializadas em Salvador

na forma de granel. A legislação brasileira (BRASIL, 1997), apresenta um valor máximo de 12,0% para todos os tipos de chá comercializados no Brasil. Portanto os dois valores obtidos se enquadram dentro do valor estabelecido.

Em relação às quantidades de cinzas o *Matcha* apresentou 1,12% e um valor de 4,82% para o *Sencha*, as cinzas representam as substâncias inorgânicas presentes no alimento, o *Sencha* avaliado apresentou valores próximos aos descritos por Yamamoto et al. (1997), sendo este 5,4%, enquanto o *Matcha* apresenta valores bem inferiores aos de Yamamoto et al (1997) 7,4%.

Firmino (2011) apresenta resultados que variaram entre 5,37 e 9,78%, para os chás a granel. A legislação define um resíduo mineral fixo de no máximo 8%, podendo-se afirmar que o teor encontrado está de acordo com a legislação.

Os valores obtidos nas análises de proteínas, mostram um valor consideravelmente superior de proteínas para o *Sencha* 17,54%, enquanto o *Matcha* se mostrou pobre comparado a este resultado com 2,11% de proteínas. Apesar de não existirem valores na legislação, valores semelhantes foram encontrados por Yamamoto et al. (1997) para o *Sencha* 24%, enquanto os valores descritos para o *Matcha* apresentaram valores de 30,7%. Belitz e Grosch (1997), apresenta um teor de proteínas que varia de 15 a 20% para o chá verde em geral, valores próximos aos obtidos para o *Sencha*.

Segundo os dados apresentado Maeda et al. (1977) e Ikegaya et al. (1984), chás como *Matcha*, *Sencha* e *Gyokuro*, são ricos em nitrogênio total, enquanto chás como *Bancha* e *Hojicha* chás menos nobres que possuem cuidados inferiores em relação ao plantio e processamento são mais pobres. Quando comparados ao total de nitrogênio descritos por Maeda et al. (1977) e Ikegaya et al. (1984), o *Sencha* apresenta 5,49 % e o *Matcha* 6,11%, enquanto os valores obtidos na pesquisa são bem inferiores aos citados sendo de 2,84% para o *Sencha* e 0,33% para *Matcha*. Yamamoto et al. (1997) cita também que a quantidade de composto presentes nos diferentes chás verdes está muito relacionada com a qualidade, um *Matcha* de baixa qualidade deveria apresenta valores próximos a 5,48 %, e 4,45% para o *Sencha*.

O teor de lipídios encontrado nas amostras foi de 3,29% para o *Matcha* e 4,85% para o *Sencha*. O *Sencha* apresentou valor próximo quando comparado aos de Yamamoto et al. (1997) 4,6%, enquanto o *Matcha* apresentou valor mais elevado 5,3 % quando comparado ao utilizado nas análises. Belitz e Grosch (1997), demonstra um valor de 7% de lipídios para os chás do tipo verde.

Quando comparados os valores de açúcares redutores obtidos (*Matcha* 7,76% e *Sencha* 2,22%), com os Maeda et al. (1977) e Ikegaya et al. (1984), observa-se um valor próximo para o *Sencha* sendo 1,45%, enquanto 0,85% para o *Matcha*, o valor obtido diverge muito em relação à pesquisa possuindo uma diferença significativa, que pode ser relacionado com as diferenças no processo de produção e formulação final do chá.

Nota-se grandes diferenças do *Matcha* em relação a literatura, estas diferenças na composição química do chá podem variar muito quanto a idade das folhas, estação, clima (umidade, temperatura, latitude) e condições de cultivo (solo, água, minerais, fertilizantes, entre outros) (JAYASEKERA et al., 2011; SCOTTI et al., 2007). Essas diferenças na matéria-prima refletem no sabor, cor e, possivelmente, nos teores de flavonoides (MATSUBARA; AMAYA, 2006).

A qualidade do chá verde é fortemente influenciada pelos componentes orgânicos e inorgânicos das folhas jovens e dos brotos, os quais são alterados durante sua transformação (aquecimento) em substância que determina o sabor. (Lima et al., 2009). Além disso, a cor, o sabor e aroma do chá verde estão diretamente associados à quantidade de polifenóis presentes que são os principais compostos que definem sua qualidade (FRIEDMAN et al., 2009; MACHADO; BASTOS, 2007; SCOTTI et al., 2007; LIMA et al., 2009; SOARES, 2002). A coloração mais escura evidenciada no *Matcha* utilizado, pode estar relacionado com o citado acima, o que possibilita o entendimento dos resultados inferiores apresentados quando comparados com a literatura.

4.2 Produção do *Frozen Yogurt*

Para a produção do iogurte o tempo de fermentação alcançou 352 minutos (5 h e 52 min). As misturas foram colocadas em banho termostático à 43°C, até atingir aproximadamente um valor de pH 4,8. O tempo zero foi determinado a partir de 5 h e 52 min quando se obteve o pH desejado.

A Tabela 5 apresenta os valores médios do pH e o tempo obtidos durante o processo de fermentação do iogurte. A verificação dos valores de pH foi realizada a cada 60 minutos.

Tabela 5- Verificação dos valores de pH obtidos durante o período de fermentação.

| Tempo (min) | Valores de pH |
|--------------------|----------------------|
| 60 | 6,19 |

| | |
|-----|------|
| 120 | 5,86 |
| 180 | 5,51 |
| 240 | 5,27 |
| 300 | 5,03 |
| 352 | 4,8 |

Corte (2008), analisou formulações de iogurtes elaborados com diferentes proporções de cultura adicionadas, obteve uma variação final de pH entre 4,78 a 4,76, utilizando leite UHT integral, e cessando o processo fermentativo após seis horas e quarenta minutos. Gonçalves e Eberle (2008), em *Frozen Yogurt* com leite previamente pasteurizado obtiveram pH final de 4,6 após quatro horas de fermentação.

O iogurte é característica principal, no processo de formulação do *Frozen Yogurt*, principalmente pela sua acidez devido a ação dos microrganismos transformando parte dos açúcares em ácido láctico (VICENTE; CASTILLO, 2003). O pH do iogurte influencia diretamente no teor de acidez do produto final, pois além de viabilizar a atividade das culturas probióticas, é um fator que determina as características funcionais do produto, e indica se houve ou não contaminações com outro microrganismo (CORTE, 2008). O pH atingido, está dentro dos dados analisados na literatura.

A Figura 12 apresenta o aspecto final obtido na confecção dos *Frozen Yogurt* de *Matcha* e *Sencha*, após o congelamento.

Figura 12: Aspecto obtido para o produto final, *Frozen Yogurt* de *Matcha* e *Sencha* respectivamente.



Fonte: Aatoria Própria.

Foram necessárias as adições de Liga neutra (Selecta[®]) e Emustab (Selecta[®]) nas formulações, para auxiliar na aeração do produto final, bem como na textura e cremosidade, devido a adição do extrato que proporcionava uma base muito líquida propicia a formação de grandes cristais de gelo no produto final.

O *Frozen Yogurt* adicionado de pó de *Matcha* apresentou coloração verde característica do pó, enquanto o *Frozen Yogurt* adicionado de extrato de *Sencha* apresentou coloração branca característica do iogurte preparado. Devido a adição do extrato aquoso notava-se a diferença entre a base obtida mais líquida para o *Frozen Yogurt* de *Sencha*. Após o processo de congelamento o *Frozen Yogurt* de *Sencha* apresentou cristais de gelo maiores o que interferiu em sua cremosidade e textura, do produto final.

4.3 Caracterização físico-química dos *Frozen Yogurt*

Na Tabela 6 estão descritos os parâmetros físico-químicos dos *Frozen Yogurt* obtidos.

Tabela 6- Parâmetros Físico-químicos obtida nas formulações de *Frozen Yogurt*.

| Parâmetro Físico-Químicos | <i>Matcha</i> | <i>Sencha</i> |
|------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Umidade (%) | 66,18 ± 0,31 ^{b **} | 74,58 ± 0,10 ^a |
| Sólidos Totais (%) | 33,81 ± 0,31 ^{a **} | 25,41 ± 0,10 ^b |
| Cinzas (%) | 0,43 ± 0,17 ^{a *} | 0,43 ± 0,04 ^a |
| Lipídios (%) | 4,16 ± 0,05 ^{a ns} | 4,07 ± 0,09 ^a |
| Proteínas (%) | 4,24 ± 0,14 ^{a ns} | 3,93 ± 0,07 ^a |
| Açúcares redutores em lactose (%) | 4,00 ± 0,02 ^{a **} | 3,57 ± 0,01 ^b |
| Acidez Titulável (% ácido láctico) | 1,03 ± 0,03 ^{b *} | 1,10 ± 0,013 ^a |
| pH | 4,26 ± 0,05 ^{a ns} | 4,33 ± 0,02 ^a |
| Overrun (%) | 31,203 ± 0,0 | 7,69 ± 0,0 |

Média ± Desvio Padrão. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) ns não significativo ($p \geq .05$)
ns não significativo

Estatisticamente, os resultados obtidos referentes à análises físico-químicas de cinzas, lipídios, proteínas e pH não mostraram diferenças significativas entre as duas amostras com os diferentes chás. Já para as análises de umidade, sólidos totais, açúcares-redutores em lactose e acidez titulável indicaram diferenças significativas entre eles.

Observa-se uma diferença de aproximadamente 8% de uma formulação para a outra, o teor de umidade encontrado para o *Frozen Yogurt* contendo *Matcha* foi de 66,18 %, enquanto o sorvete contendo extrato de *Sencha* apresentou maior teor de umidade 74,58%, essa diferença se deve a adição direta do pó de *Matcha* a calda do sorvete o que proporcionou um sorvete de consistência mais firme, enquanto a calda do sorvete de *Sencha* por conter o extrato aquoso apresentou consistência líquida o que implica em um aumento de umidade, levando a necessidade da adição de liga neutra (Selecta[®]) e emustab (Selecta[®]), que proporcionam aumento da capacidade de batimento da calda, incrementa a absorção de ar durante o batimento, proporciona corpo e textura mais suave (CORTE, 2008).

Segundo Clarke (2004), a água representa uma proporção elevada do sorvete, podendo variar de 60 a 72%. Gonçalves e Eberle (2008) realizaram análises de umidade em amostras de *frozen yogurt* onde encontraram um teor de aproximadamente 73,81%, semelhante ao valor

obtido para o *Sencha*, enquanto Miguel (2009) encontrou teores de 57,62% e 63,62% para *frozen yogurt* a base de extrato aquoso de soja e yacon, semelhante ao valor obtido para o *Matcha*.

A legislação brasileira (BRASIL, 2005), exige no mínimo 26% de sólidos totais em sorvetes de leite e, portanto, um máximo de 74% de umidade. Os valores encontrados no estudo apresentam dentro da legislação vigente.

Os sólidos totais representam toda a parte não aquosa dos gelados comestíveis. Tal componente desempenha um papel importante na qualidade final do produto, aumenta o valor nutritivo e confere uma melhor textura. Se a quantidade de sólidos totais estivesse muito acima do recomendado, o produto final tende a se tornar muito macio e de textura gomosa de borracha (SOLER; VEIGA, 2001).

Como descrito acima a legislação determina um mínimo de 26% de sólidos totais em sua composição, porém não especifica um valor máximo. No presente estudo o *Sencha* apresentou um valor inferior ao estabelecido isso devido a adição de 10% de extrato em sua composição o que o torna mais líquido e reduz o teor de sólidos totais, enquanto o sorvete de *Matcha* apresentou 33,81%, que atende o valor recomendado por Ordóñez et al. (2000) que recomenda um valor ideal próximo a 30% para que seja mantida uma textura adequada.

Quando comparados a Marshall et al. (2003) que apresentaram os valores obtidos em sorvetes comerciais, os *Frozen Yogurt* com baixo teor de gordura apresentaram quantidade de sólidos totais variando de 29 a 32% e o produto sem gordura ou com um teor de gordura não significativo variando de 28% e 31%.

O teor cinzas encontradas foram de 0,43% para o *Matcha* e 0,43% para o *Sencha*, valores muito próximos aos encontrados por Miguel (2009), ao obter um valor de 0,44% e 0,45% em *frozen yogurt* elaborado com extrato aquoso de soja e yacon.

Corte (2008) desenvolveu *Frozen Yogurt* com diferentes proporções de cultura láctica adicionada ao iogurte, ao analisar o teor de cinzas obteve resultados entre 0,48% e 0,58%.

Segundo Madrid (1995), os sorvetes são ricos em sais minerais como cálcio, sódio, potássio, magnésio entre outros minerais, por apresentarem leite e polpa de fruta. A legislação brasileira (BRASIL, 2005) não apresenta o requisito de cinzas, porém os valores obtidos no presente trabalho apresentaram valores próximos aos verificados nas literaturas citadas.

As proteínas presentes no leite são muito importantes para que a estrutura do sorvete seja mantida, pois elas cobrem a superfície dos glóbulos de gordura, evitando uma possível separação durante o batimento e congelamento, além de estabilizar as bolhas de ar ao se depositarem na superfície (SOLER; VEIGA, 2001)

Foram observados valores maiores do teor de proteínas obtido para o *Matcha* 4,24%, enquanto o *Sencha* apresentou 3,93%, não existe uma legislação específica para *Frozen Yogurt*, mas a resolução que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis (BRASIL, 2005) especifica um teor mínimo de 2,5% de proteínas para sorvetes produzidos a base de leite.

Corte (2008), encontrou valores que variaram entre 3,69% e 3,18% de proteínas em seu trabalho sobre “Desenvolvimento de *frozen yogurt* com propriedades funcionais”.

O teor de lipídios obtidos foi de 4,16% para o *Matcha* e 4,07% para o *Sencha*, o conceito de *Frozen Yogurt* busca relação com o sabor agradável do sorvete tradicional e as características de um produto saudável, tendo um teor de gordura reduzido relação aos tradicionais sorvetes a base de leite. Os valores 1,7 a 5,9% obtidos por Tamine e Robinson (2007) em *Frozen Yogurt* comercializados no Estado Unidos, enquanto os comercializados no Brasil trazem algumas formulações com quantidade mínima de 0,5% de gordura (RODRIGUES, 2006).

Corte (2008) obteve um valor que varia entre 2,24% e 2,45% para *Frozen Yogurt* com diferentes concentrações de cultura láctica. A Portaria nº 28, de 01 de junho 2000 da ANIVSA, contempla que para os *Frozen Yogurt*, o mínimo para gordura láctea é 2,5 g (/100g), portanto os valores obtidos estão de acordo com a Portaria.

O teor de gordura reduzido na formulação pode afetar a aceitabilidade do produto, como mostra Gonçalves e Ebele (2008), onde a formulação que apresentava 10% de creme de leite, o maior valor de adição de gordura apresentou melhor aceitabilidade que as demais formulações.

A redução de gordura obtido no estudo também possui relação com a adição de Emustab, que pode ser um substituinte para a adição de gordura, reduz o teor de lipídios e melhora a textura e cremosidade do produto final, como mostra também Miguel (2009).

No estudo realizado os valores de pH obtidos foram 4,26% para o *Matcha* e 4,33% para o *Sencha*, o pH reduzido em comparação aos sorvetes tradicionais, devido ao processo de fermentação que ocorre para o preparo do iogurte utilizado na produção do *Frozen. Yogurt*. A observação do pH é importante para *Frozen Yogurt*, pois além de viabilizar a atividade das culturas probióticas, é um fator que determina as características funcionais do produto, indica se houve ou não contaminações com outros microrganismos (CORTE, 2008).

A acidez em ácido láctico obtida foi de 1,03% para o *Frozen Yogurt* de *Matcha* e 1,10% para o *Frozen Yogurt* de *Sencha*, a legislação estabelece os limites para leites fermentados do tipo iogurte sendo os valores estabelecidos entre 0,6% a 2%, não há um padrão estabelecido para *Frozen Yogurt* (BRASIL, 1997). A acidez titulável encontrada em produtos fermentados,

está relacionada como a produção de ácido láctico pelos microrganismos presentes durante o processo fermentativo. (TRAMONTINA; RICHARDS, 2001).

A média obtida para o teor de lactose, no *Frozen Yogurt* de *Matcha* foi de 4,00% enquanto para o *Frozen Yogurt* de *Sencha* foi de 3,57%. Corte (2008), observou uma redução no teor de lactose durante o período de estocagem de 35 dias.

Uma elevada porcentagem de *overrun* pode deixar o sorvete com uma consistência de espuma, já a baixa quantidade de incorporação de ar deixa o produto com corpo pesado, o que faz com que o produto não derreta na boca (SOLVER; VEIGA, 2001). A quantidade de ar incorporado para o *Frozen Yogurt* de *Matcha* foi de 31,20%, enquanto o valor para o *Frozen Yogurt* de *Sencha* foi de 7,69 %. O valor obtido é considerado um valor baixo. O que é comum em preparações artesanais devido à ausência de máquina sorveteira que realiza a mistura e congelamento ao mesmo tempo e proporciona maior *overrun* e cremosidade no produto final. Corte (2008), obteve *overrun* que variou entre 29,91% e 40,87%, enquanto Gonçalves e Eberle (2008) relataram um valor de 19,56%.

Uma das propriedades da gordura é aeração, a redução da gordura no produto alterou significativamente o *overrun* do produto. O produto obtido através do uso do pó apresentou um *overrun* consideravelmente superior que a formulação que utiliza o extrato visto que a água presente no extrato, proporciona uma calda mais líquida o que dificulta o aumento do *overrun*, sem que se houve maior adição de gordura ou emulsificante.

Notou-se que a maioria dos valores obtidos para o *Frozen Yogurt* de *Matcha* eram superiores aos resultados da formulação de *Frozen Yogurt* de *Sencha*, segundo Teixeira e Fonseca (2008), adição de diferentes concentrações de infusão proporcionava resultados menores de proteínas e gordura a cada aumento na concentração da infusão, o que pode ser entendido como consequência de uma diluição no produto. Talvez o uso da folha de *Sencha*, poderia proporcionar um maior teor de proteínas ao produto final, Michalowska et al. (2016), mostra que a adição das folhas de *Camellia sinensis* proporcionaram um aumento no conteúdo proteico, bem como para carboidratos e cinzas, sendo o conteúdo lipídico semelhante, mas com calorias reduzidas em relação a amostra controle.

Os valores maiores obtidos para o *Matcha* podem estar relacionados com a adição do pó, que pode ter proporcionado valores maiores quando comparados ao do *Sencha*, mas Lu et al. (2009), apresenta em seus resultados que não houveram diferenças tão significativas em relação a adição de pó de Chá verde em bolo esponja.

4.5 Atividade Antioxidante

Os potenciais antioxidantes obtidos para as amostras de chá, bem como para os *Frozen Yogurt* desenvolvidos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Atividade Antioxidante nos chás e Frozen Yogurt desenvolvidos.

| Amostra | DPPH IC₅₀ (mg mL⁻¹) | ABTS μM trolox g⁻¹ |
|-----------------------------|--|--|
| <i>Matcha</i> | 1,31 ^{c **} | 553,83 ^{b **} |
| <i>Sencha</i> | 0,45 ^d | 1556,32 ^a |
| <i>Frozen Yogurt Matcha</i> | 3,10 ^a | 36,93 ^d |
| <i>Frozen Yogurt Sencha</i> | 2,59 ^b | 459,89 ^c |

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Estatisticamente, os resultados obtidos para as análises da atividade antioxidante mostram diferenças significativas ($p < .01$), para todas as amostras analisadas.

Foi possível observa-se através do IC₅₀ e μM trolox g⁻¹ que se houve maior inserção de moléculas captadoras de radicais livres de ocorrência natural da *Camellia sinensis* para o *Frozen Yogurt* de *Sencha*, em relação ao *Frozen Yogurt* de *Matcha*. Essa correlação pode ser feita através da observação da atividade antioxidante dos chás onde a maior média apresentada entre os chás, foi a do *Sencha* sendo de 0,45 mg mL⁻¹, seguido pelo *Matcha* 1,31 mg mL⁻¹, os chás apresentaram valores de atividade antioxidante bem moderados.

Morais et al. (2009), em seus estudos sobre antioxidantes de chás e condimentos de grande consumo no Brasil, obteve as melhores respostas para os chás provenientes da *Camellia sinensis*, sendo o chá verde com resultado 0,14 mg mL⁻¹ e 0,96 mg mL⁻¹, resultados significativamente próximos aos obtidos neste estudo.

Segundo Nishiyama et al. (2010), a maneira como preparada a extração e o tempo de infusão são os principais fatores interferes para a extração de compostos no chá, observa-se em seus estudos a relação entre o tempo e agitação, os melhores resultados foram para as ervas a granel com o tempo de 10 minutos e agitação obtendo 55% de atividade antioxidante. O tempo de 10 minutos é estabelecido como máximo pelos autores em geral, pois tempos superiores

podem liberar taninos, que conferem sabor adstringente ao chá, e a bebida ganha um sabor amargo que não é de agrado aos consumidores (NISHIYAMA et al., 2010).

Tejero et al. (2014), realizou comparativos da atividade antioxidante com diferentes tipos de chá verde japonês, em suas análises os melhores resultados foram apresentados pelo *Matcha* e *Sencha* em relação aos demais chás do tipo japonês e também do tipo chinês. O *Matcha* obteve 218,46 TE mg g⁻¹, enquanto o *Sencha* obteve 203,24 TE mg g⁻¹. Valores diferentes aos obtidos no presente estudo onde os resultados obtidos para o *Sencha* foram melhores em relação ao *Matcha*.

Nos resultados obtidos para os *Frozen Yogurt*, observa-se uma redução da ação antioxidante, visto que este apresentava-se em apenas 10% do produto total. Ribeiro et al. (2014), desenvolveu uma bebida láctea com diferentes concentrações de extrato de *Camellia siensis*, em seus resultados a atividade foram de 40,7 % de atividade quando aplicados 10% de extrato a bebida. A atividade foi 8 vezes superior ao controle realizado, ele também observou a redução da atividade em relação ao período de armazenamento, que é justificado pela degradação das moléculas e perda de sua bioatividade.

Lu et al. (2010), obteve um resultado de IC₅₀ de aproximadamente 13 mg mL⁻¹, na substituição de 10% da farinha de trigo em bolo esponja. Comparando os resultados do presente estudo, o *Frozen Yogurt* obteve uma conservação maior das moléculas captadoras de radicais livres em relação ao bolo esponja. Michalowska et al. (2016), obteve resultado muito superiores a atividade antioxidante do produto com as folhas trituradas em relação a amostra controle, sendo de 2070 mg TE 100 g⁻¹ e 98,5 mg TE 100 g⁻¹. Pode-se observado a capacidade de preservação da atividade antioxidante do chá verde quando passados para enriquecimento de diferentes alimentos.

Quando comparados os valores obtidos na análise de IC₅₀, dos chás para os *Frozen Yogurt*, observa-se um valor significativamente próximos aos obtidos para os chás. Diferente da análise de ABTS, onde se observam resultados bem menos expressivos.

Pode-se observar que os resultados obtidos para o *Sencha* 1556,32 µM trolox g⁻¹ foram muito superiores aos obtido para o *Matcha* 553,83 µM trolox g⁻¹, bem como o obtido na análise de DPPH, observa-se grandes quedas nos *Frozen Yogurt* desenvolvidos, onde se obteve um valor de 459,89 µM trolox g⁻¹ para o *Frozen Yogurt* de *Sencha*, o resultado obtido para o *Sencha* continua sendo superior em relação ao *Matcha* que obteve 36,93 µM trolox g⁻¹. Apesar de não se obter uma conservação tão significativa como a demonstrada na análise de DPPH, é possível realizar uma comparação dos valores obtidos entre *Frozen Yogurt* de *Sencha* e o chá de *Matcha*, que obtiveram valor muito semelhante, o que mostra um poder muito superior do *Sencha* em

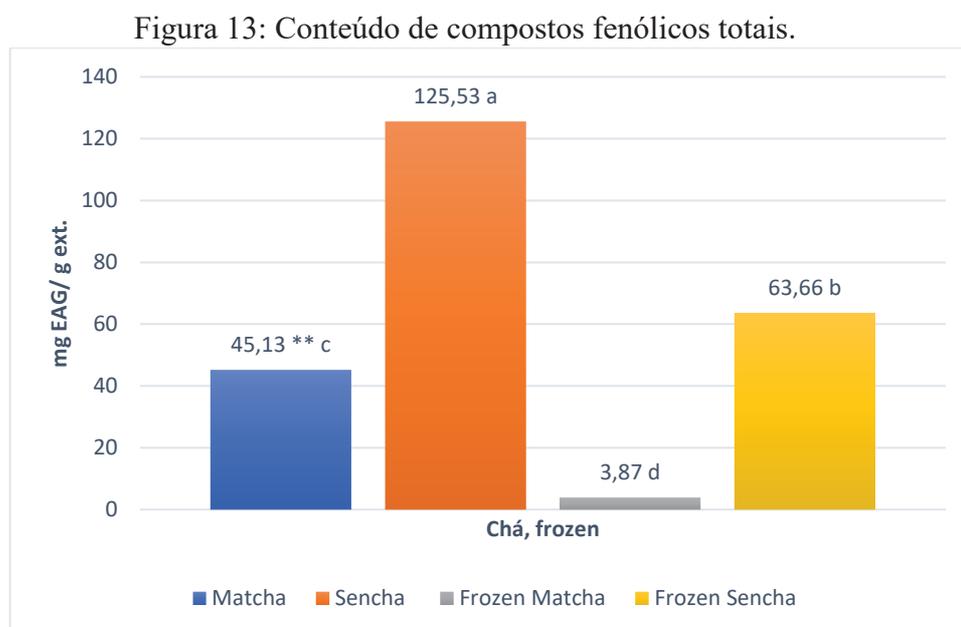
relação ao *Matcha*, podendo ocorrer a substituição do consumo do *Matcha* pelo *Frozen Yogurt* de *Sencha*.

Quando comparados os valores dos chás aos de Lee et al. (2014), para diferentes tipos de chá verde coreano os resultados do presente estudo são bem inferiores, os resultados obtidos foram de 4293,22 a 4682,22 mM TE g⁻¹. Zielinski (2015), valores que variaram entre 3795,83 a 12233,33 μmol TE g⁻¹.

Michalowska et al. (2016), desenvolveu cookies com folha de chá verde obtiveram 9,82 mg TE g⁻¹, e controle obteve valores 4,20 mg TE g⁻¹, o que demonstra o crescimento da atividade em relação ao controle.

4.6 Compostos fenólicos totais

A Figura 13 apresenta os valores obtidos no teor de compostos fenólicos totais, para os chás utilizados e *Frozen Yogurts* desenvolvidos.



As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Para a análises estatística houve diferenças significativas ao nível de 1% para todas as amostras analisadas. Pode-se observar novamente resultados superiores para o *Frozen Yogurt* de *Sencha* em relação ao *Frozen Yogurt* de *Matcha*. A maior média de compostos fenólicos apresentada entre os chás, foi a do *Sencha* sendo de 125,53 mg EAG g⁻¹ extrato, seguido pelo *Matcha* 45,13 mg EAG g⁻¹ extrato. Houveram quedas em relação a conservação dos compostos fenólicos, fato que explica a queda da atividade antioxidante. Para realização das análises do *Frozen Yogurt* era necessário o descongelamento a cada análise o que pode ter influenciado nestas quedas. Esse evento também pode ser justificado pelo período de armazenamento até a realização da análises, que foram de aproximadamente 2 semanas e pelos sucessivos descongelamentos para a realização das análises que podem ocasionar perda de compostos.

Pode-se observa ainda que o *Frozen Yogurt* de *Sencha* conservou aproximadamente 50% dos compostos fenólicos do chá de *Sencha* e obteve média superior ao chá de *Matcha*, enquanto o *Frozen Yogurt* de *Matcha* obteve conservação inferior a 50% do chá de *Matcha*. Este resultado mostra que *Frozen Yogurt* desenvolvido com *Sencha*, pode ser um substituto no consumo de chá.

Tejero et al. (2014), obteve valores de 149, 55 mg EAG g⁻¹ extrato para o *Matcha* valor muito diferente ao encontrado no presente estudo, enquanto o *Sencha* obteve valores próximos ao deste estudo 146,94 mg EAG g⁻¹ extrato. Os valores baixos obtidos pelo *Matcha* podem ser relacionados aos diferentes métodos de cultivo e processamento na fabricação exercem forte influência nos teores de compostos, como já foi constatado em outros trabalhos (KODAMA et al., 2010; PEREIRA et al., 2009; MORAES-de-SOUZA, 2007).

Nishiyama et al. (2010), obteve resultados de aproximadamente 125 mg g⁻¹ chá, valor próximo ao obtido no presente estudo. Wang e Helliwell (2000), relatam que a temperatura parece ser o fator mais importante, considerando que temperaturas elevadas causam epimerização das catequinas, portanto a água utilizada para o preparo das infusões não pode ser fervida pois pode causar a epimerização desses compostos. Nishiyama et al. (2010), também realizou teste de estabilidade após 24 horas de preparo e observou perda insignificantes de compostos fenólicos e atividade antioxidante, para que não ocorressem tais problemas os extratos de chá eram preparados no dia de cada análise.

Estudos realizado por Kome et al. (2010), apresentaram diferenças significativas na composição química dos chás verdes disponíveis no comércio europeu. Os autores verificaram que a eficiência da extração depende fortemente das condições do preparo, e atingiram em seus

resultados a melhor eficiência em 100°C 35,85 mg EAG g⁻¹, os realizados no presente estudo obtiveram resultados superiores, o que demonstra melhor extração de compostos.

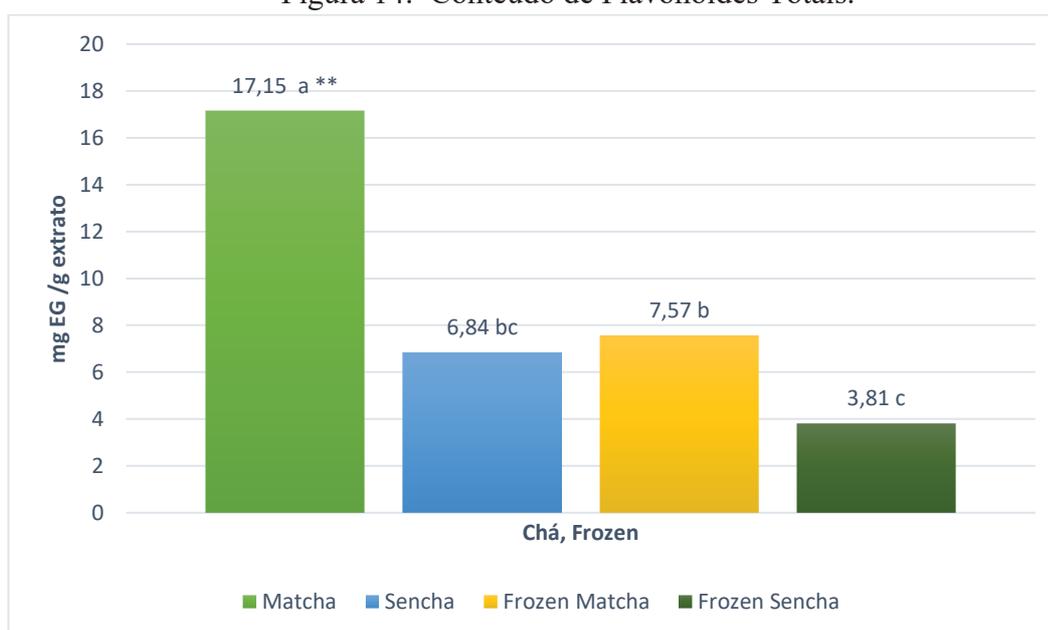
Abreu (2013), obteve valores polifenóis totais de 46,62 mg EAG g extrato⁻¹, valor próximo ao obtido para o *Matcha*. Chen et al. (2007), submeteu 50 g de folhas secas à refluxo com 10 volumes de água fervendo por 30 min e encontrou 149,27 mg EAG g⁻¹, valor próximo ao obtido no presente estudo.

Quando comparados os valores obtidos para os *Frozen Yogurt*, com os valores de Michalowska et al. (2016), os cookies adicionados de folha apresentaram valores inferiores 14,57 mg EAG g⁻¹, e um valor de 3,46 mg EAG g⁻¹ para o controle. O que mostra que adição do extrato possui melhor conservação de composto.

4.7 Conteúdo de Flavonóides

Na Figura 14 são apresentados os resultados da avaliação do conteúdo de flavonoides dos chás e *Frozen Yogurt* desenvolvidos.

Figura 14: Conteúdo de Flavonóides Totais.



** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que os resultados obtidos para os chá e *Frozen Yogurt* obtiveram resultados significativamente diferentes para a análise de flavonoides, não houveram diferenças em relação ao resultado para o chá de *Sencha* e *Frozen* de *Matcha*, que apresentaram resultados muito próximos.

Através dos resultados é possível observar que o *Matcha* é mais rico em flavonoides quando comparados ao *Sencha*. Apesar do baixo teor de flavonoides presentes no *Sencha*, a conservação flavonoides foi de aproximadamente 50% para o *Frozen Yogurt* de *Sencha*, enquanto são apresentadas maiores quedas para o *Frozen Yogurt* de *Matcha*.

O *Sencha* apresentou resultados superiores em relação ao teor de fenólicos, mas inferiores ao teor de flavonoides, que está relacionada com o teor de cafeína presente em grandes quantidades nos chás, como mostrado por Tejero (2014), após realização de análises de cromatografia observou que o teor de cafeína nos chás pode ser igual ou superior ao conteúdo de flavonoides.

Matsubara e Amaya (2006), apresentaram valores que variaram entre 3,4 a 2,5 mg EQ g⁻¹, valores bem inferiores aos obtidos no presente estudo. Abreu (2013), obteve um valor de aproximadamente 27 mg Ecat. g Ext.⁻¹.

Firmino (2013), obteve valores entre 28,62 e 9,41 mg g⁻¹ Ecat para o chá verde a granel preparado com agitação e valores de 2,39 e 13,31 mg g⁻¹ Ecat sem agitação. Durante o processo de infusão a folha de *Sencha* hidratava e dificultava a agitação do chá o que pode ter atrapalhado a extração dos compostos. Che et al. (2007), encontrou valores de 33,20 mg EAG g⁻¹, para as folhas submetidas a 10 volumes de refluxo por 30 minutos.

O presente estudo apresentou valores superiores quando comparados aos de Pereira et al. (2009), obteve valores que variaram entre 0,68 e 1,10 mg EQ g⁻¹. E obtiveram-se valores próximos quando comparados aos de Riemersma () que apresenta 8 a 15 mg de flavonoides em xícara.

Foi possível observar o poder antioxidante do grupo das catequinas, que mesmo em menores concentrações no *Sencha* obtiveram os melhores resultados para atividade antioxidante.

5. CONCLUSÃO

Através desta pesquisa foi possível desenvolver *Frozen Yogurt* com atividade antioxidante, composição físico-química de acordo com a literatura consultada e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira de sorvetes e leites fermentados.

A quantidade de lipídios encontrados nos *Frozen Yogurt* foi baixa quando comparadas a outros trabalhos pesquisas relacionadas, com um teor considerável de proteínas.

O estudo demonstrou também um teor de polifenóis proporcional a atividade antioxidante, para os métodos utilizados.

Os melhores resultados obtidos foram para o *Frozen Yogurt* adicionada de extrato de *Sencha*, que obteve maior atividade antioxidante, e valores nutricionais melhores em relação ao *Frozen Yogurt* de *Matcha*.

Os resultados deste trabalho contribuem com informações inovadoras para o desenvolvimento de novos produtos com propriedades nutricionais e funcionais atrativas.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, L.; **Estudo do Poder Antioxidante em Infusões de Ervas Utilizadas como Chás**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2013.

ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. **Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.9, p. 2595-2000,dez, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12806 : **Análise sensorial dos alimentos e bebidas** - Rio de Janeiro, 1993

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists** (method 900.02). Arlington: A.O.A.C., 1996 chapter 44. p. 3.

BARBOSA. A. dos.;ARAÚJO, A. S.; MARTINS, W. F.; et al. **Avaliação do Perfil Microbiológico De Gelados Comestíveis Comercializados Em Campina Grande**. Revista Verde, Mossoró, v.5, n.3, p. 63-79, 2010

BATTESTINI, V; MATSUDA, L.; MACEDO, G.A. **Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.15, n.1, p. 63-72, 2004.

BELITZ DH, GROSCH W: **Qui'mica de los Alimentos**. 1997, Zaragoza.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.; **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity**. Food Science and Technology, v. 28, p-25-30. 1995.

BOROSKI, M.; GIROUX, H. J.; SABIK, H.; PETIT, H.V.; VISENTAIMER, J. V.; PINTRO, P.; BRITTEN, M. **Use of orégano extrcat and orégano essential oil as antioxidants in functional dairy beverage formulations**. LWT- Food Science and Technology, v. 47, p. 167174, 2012.

BOROSKI, M.; VISENTAINER, J.V.; COTTICA, S.M.; MORAIS, D.R. **Antioxidantes: Princípios e Métodos Analíticos**. Curitiba: Appris, 2015.

BORSZCZ, V. **Implantação do Sistema APPCC para Sorvetes: Aplicação na Empresa Kimyto**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Processos da Indústria de Alimentos), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

BRASIL, ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília, 1997. Decreto nº 30.621 de 29/03/52 alterado pelos Decretos 1255 de 25/06/62, 1236 de 02/09/94, 1812 de 08/02/96 e 2244 de 04/06/97.

BRASIL, ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis**. Consulta Pública nº. 28, de 01 de junho de 2000.

BRASIL, ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional**. Consulta Pública nº 360, de 23 de dezembro de 2003.

BRASIL, ANVISA, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e preparados para Gelados Comestíveis**. Consulta Pública nº 266, de 22 de setembro de 2005.

BUGNO, A.; BUZZO, A. A.; NAKAMURA, C. T.; PEREIRA, T. C.; MATOS, D.; PINTO, T. J. A.; **Avaliação da contaminação microbiana em drogas vegetais**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.41, n.4, p.491-97, 2005.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos funcionais: uma revisão**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. V.29, 1995. DARTORA N.; **Avaliação dos Polissacarídeos e Metabolitos Secundários das folhas de erva-mate (Ilex paraguariensis) em diferentes estados fisiológicos e de processamento**. 2010. 109 f. Dissertação (Ciências-Bioquímica), Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. 2010.

CHEN, HUI-YIN; LIN, YUH-CHARN; HSIEH, CHIU-LAN. **Evaluation of antioxidant activity of aqueous extract of some selected nutraceutical herbs**. Food Chemistry, v.104, p.1418–1424, 2007.

CHUNG, K. T; WONG, T. Y.; WEI, C. I.; HUANG, Y.W.; LIN, Y. **Tannins and human health a review**. Critical Reviews in Food Nutrition, Amherst, v.38, n.6, p. 421-464, 1998.

CLARKE, C. **The Science of Ice Cream**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2004.

CORTE, F. F. D. **Desenvolvimento de *Frozen Yogurt* com Propriedades Funcionais**, PróGraduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria-RS, 2008.

COSTA, M. R.; FILHO, W. B.; VIERIA, K. M.; CIPOLLI, A. B.; SILVEIRA, E. T. F.; FELÍCIO, P. E.; **Perfil sensorial e aceitação de presuntos crus produzidos por métodos tradicionais e acelerado**. Ciênc. Tecnol. Alim., v.27, p.1-176, 2007.

DARTORA, N.; **Avaliação dos Polissacarídeos e Metabolismo Secundários das Folhas de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*) em diferentes Estados Fisiológicos e de Processamento**. Universidade Federal do Paraná, Dissertação, Curitiba, 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS⁺**. ISSN 1679-6535. Fortaleza, Junho de 2007.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. ISSN 1679-6535. Fortaleza, Julho de 2007.

EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Documento 316: Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância** - Rio Grande do Sul, 2010.

FAO- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Committee on Commodity Problems. **Intergovernmental Group on Tea**, Twentieth Session, Colombo, Sri Lanka, 30 January 2021.

FIRMINO, L.A. **Avaliação da Qualidade de Diferentes Marcas de Chá Verde (*Camellia sinensis*) Comercializados em Salvador-Bahia**. Universidade Federal da Bahia, Dissertação, Salvador, 2011.

FERREIRA, A. G. L.; **Caracterização Físico-Química de *Frozen Yogurt* sabor CajáManga**. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, junho 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Word tea production and trade Curret and future development**. 2015.

FRANÇA, I.S.X.; SOUZA, J.A.; BAPTISTA, R. S.; BRITTO, V. R. S.; **Medicina popular: benefícios e malefícios das plantas medicinais**. Revista Brasileira de Enfermagem, v.61, n.2, p.201-08, 2008.

FRIEDMAN, M.; LEVIN, C.E.; KOZUKUE, N.; **Stability of green tea catechins in commercial tea leaves during storage for 6months**. Journal of Food Science, v.74, n.2, p.4751, 2009.

GONÇALVES, A. A.; EBERLE, I, R. **Frozen Yogurt com Bactérias Probióticas**. Alim. Nutri., Araraquara, v.19, n.3, p. 291-297, jul./set. 2008.

HAIZHEN, M.; ZHU, Y.; ZONGMAO, C.; **Microbial fermented tea-a potencial source of natural food preservatives**. Trends in food science & technology 19.3 (2008): 124-130.

HAN, D. W.; PARK, Y. H.; KIM, J. K.; LEE, K. Y.; HYON, S. H.; SUH, H.; PARK, J. C.; **Effects of green tea polyphenol on preservation of human saphenous vein**. Journal of Biotechnology, [S.l.], v. 21, p. 109-117, 2004

HARA, Y.; TONOOKA, F. **Hypotensis effect of tea catechins on blood pressure of rats**. Nippon Eiyo Shoukuryo Gakkaishi 43, p. 345-348. 1990.

HOLLMAN, P. C. H.; ARTS, I. C. W. **Flavonols, flavones and flavonols: nature, occurrence and dietary burden**. Journal of Science Food and Agriculture, [S.l.], v. 80, n. 7, p. 1081-1093, 2000.

HUGHES, L. A. E.; ARTS, I. C. W.; AMBERGEN, T.; BRANTS, H. A. M.; DAGNELIE, P. C.; GOLDBOHM, A. R.; BRANDT, P. A.; WEIJENBERG, M. P. **Higher dietary flavone, flavonol, and catechin intakes are associated with less of an increase in BMI over time in women: a longitudinal analysis from the Netherlands Cohort Study**. The American Journal Of Clinical Nutrition, Bethesda, p. 1.341-1.352. nov. 2008.

IKEGAYA, K.; TAKAYANAGI, H.; ANA, T.; **Quantitative Analysis of Tea Constituents**. Mational Research Institute of Vegetables, Ornamental Plants an Tea. Japão, 1984.

INSTITUO ADOLF LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JAYASEKERA, S.; MOLAN, A. L.; GARG, M.; **Variation in antioxidant potential and total polyphenol content of fresh and fully-fermented Sri Lankan tea**. Food Chemistry, v.125, p.536-41, 2011.

JULIANO, R. S.; SARKIS, S. S. J. de; PINHEIRO, A. C.; FEAR, A. C.; ZAMBELLI, C. A.; AUGUSTO, M. M.; **"Desenvolvimento de Sobremesa Láctea tipo Frozen Yogurt com Características Funcionais"**, p. 3464-3471 . In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015.

KNUPP, J.R. **Frozen yogurt**. *Cult. Dairy Prod. J.*, v.14, p. 16 - 19, May., 1979.

KODAMA, D. H.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I.; **Flavonoides, total phenolics and antioxidante capacity comparison between comercial green tea preparations**. *Ciência e Tencologia de Alimentos*, Campinas, 30 (4): 1077-1082, out-dez, 2010.

KOMES, D. et al. **Green tea preparation and its influence on the content of bioactive compounds**. *Food Research International*, v.43, p.167-76, 2010.

LASSUS, L.; SELITZER, R. **The year of Frozen Yogurt**. *Dairy & Ice Cream Field.*, v. 160, p.36-46, Feb. 1977.

LEE, L. S.; KIM, S.H.; KIM, Y. B.; KIM, Y.C.; **Quantitative Analysis of Major Constituents in Green Tea with Differret Plucking Periods and Their Antioxidant Activity**. *Molecules* 2014, 19, 9173-9186.

LIMA, J. D.; MAZZAFERA, P.; MORAES, W. S.; SILVA, R. B.; **Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas**. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1258-66, 2009.

LU, T. M.; LEE, C. C.; MAU, J. L.; LIN, S.D.; **Quality and antioxidante property of gren tea sponge cake**. *Food Chemistry*, Agosto de 2009.

MACHADO, C.C.B.; BASTOS, D.H.M. **Determinação do perfil de compostos voláteis e avaliação do sabor e aroma de bebidas produzidas a partir da erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. *Química nova*, v.30, n.3, p.513-18, 2007.

MADRID, A. V. **Tecnologia de la elaboración de los helados**. 1. Ed., Editora Madrid, Madrid, 1995. 376 p.

MAEDA, S.; NAKAGAWA, M.; **General chemical and physical analyses on various kinds of green tea**. *Chagyo Kenkyu Hokoku*, nº 45, 85-92, Japão 1977.

MANFREDINI, V.; MARTINS, V. D.; BENFATO, M. S. **Chá verde: Benefícios para a saúde humana**. *Infarma*, v16, nº 9-10, 2004.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Determinação de açúcares redutores em lactose, açúcares não redutores em sacarose e amido em produtos lácteos por oxidimetria**. Brasília, 01 de abril de 2014.

MARAMATSU, K.; HARA, Y. **Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats**. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, Dec; 32,(6): 613-22.1986.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 6.ed. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers , 2003.

MATSUBARA, S.; AMAYA, D. B. R. **Teores de Catequinas e Teaflavinas em Chás Comercializados no Brasil**. Ciências e Tecnologia de Alimentos. São Paulo, Campinas, 2006.

MIGUEL, D. P. **Desenvolvimento de Sorvete de “iogurte” Simbiótico à Base de Extrato Aquoso de Soja e de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Fermentado com *Lactobacillus Acidophilus***. 2009. 118f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista. Araraquara

MICHALOWSKA, A. G.; CISOWSKA, J. K.; KMIECIK, D.; KORCZAK, J.; HELAK, B.; DZIEDZIC, K.; GORECKA, D.; **Antioxidative potencial, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*)**. Food Chemistry 211, p 448-454, 2016.

MORAIS, S. M.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M. O.; AGUIR, L. A.; **Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil**. Revista Brasileira de Farmacognosia, 19 (1B) : 315-320, Jan/ Mar 2009.

MORAES-DE-SOUZA, R.A. **Potencial antioxidante e composição fenólica de infusões de ervas consumidas no Brasil**. ESALQ, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências). Piracicaba – SP. 60 p.

MOSQUIM, M.C.A. **Fabricando sorvetes com qualidade**. São Paulo: Fonte Comunicações. p. 120. 1999.

MUKHTAR, H.; AHMAD N. **Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health**. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 71, p. 1698-1702, 2000.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

NASU, K.; OGUINI, I.; KANAYA, S.; OTA, Y.; KAN, T.; **Differences of Food Intake and Nutritional Status between the Ares with Low and High Standardized Mortality Ratio for Stomach Cancer in Shizouka Prefecture**. The Japanese Jpurnal of Nutrition and Dietetics. Vol. 50. N. 3 . p. 133-144. 1992.

NISHIYAMA, M. F.; COSTA, M. A. F.; COSTA, A. M.; SOUZA, C. G. M.; BÔER, 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 Tecnologia de Alimentos, Campinas, 30 (Supl. 1): 191-196, maio de 2010.

OGUMI, I.; **Green Tea And Human Health.** Department of Food and Nutricional Sciences. University of Shizuoka, Hamamatsu College. July 24. 2003.

OGUNI, I.; NASU, K.; KANAYA, S.; OTA, Y.; YAMAMOTO, S.; NOMURA, T. **Epidemiological and experimental studies on the antitumor activity by green tea extracts.** Jpn J Nutri., 47: 93-102. 1989.

ORDONEZ, G.A.; FUNG, D.Y.C.; JEON I.J. **Effect of oxiraseTM on the metabolic process of lactic acid bacteria in frozen yogurt mix.** Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology. v. 8, p. 71-81, 2000.

PEGORARO, B.; **Desenvolvimento de um Iogurte acrescido de Geleia de Amora-preta (*Morus nigra L.*) e Pólen Apícola.** Universidade Tecnologia Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2011.

PEREIRA, A.V.; ALMEIDA, T.C.; BELTRAME, F.L.; COSTA, M.E.; & GARRIDO, L. H. **Determinação de compostos fenólicos em amostras comerciais de chás verde e preto – *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae.** Acta Scientiarum, Health Science. V.31, n.2, p.119124. 2009.

QUEIROZ, H. G. S.; SAMPAIO NETA, N. do A., PINTO, R. S.; et al. **Avaliação da Qualidade Físico-Química e Microbiológica de Sorvetes do Tipo Tapioca.** Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza, v.40, n.1, p. 60-65, 2009.

RENAUD, S.C.; GUEGUEN, R.; SHENKER, J.; C HOITAUD, A.; **Alcohol and mortality in middle-aged men from eastern France.** Epidemiology, v.9, p. 184-188, 1998.

RIBEIRO, O. A. S.; BOARI, C. A.; FONSECA, C. M.; FIGUEIREDO S. P.; NEUMANN, D.; ABREU, L. R.; **Bebida Láctea Fermentada formulada com *Camellia sinensis*.** B. CEPPA, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 289-304. Jul/ dez 2014.

RODRIGUES, A. P.; FONTANA, C.V.; PADILHA, E.; SILVESTREIN M.; AUGUSTO, M. M. M.; **Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó.** Vetor. Rio Grande, v. 16 (1/2), p. 55-62, 2006.

SAITO, S. T.; FRÖEHLICH, P. E.; GOSMANN, G.; BERGOLD, A.M.; **Full validation of a simple method for determination of catechins and caffeine in Brazilian green tea (*Camellia sinensis* var. *assamica*) using HPLC.** Chromatographia, v. 65, n. 9-10, p. 607-610, 2007a.

SAITO, S. T.; GOSMANN, G.; SAFFI, J.; PRESSER, M.; RICHTER, M. F.; BERGOLD, A. M. **Characterization of the constituents and antioxidant activity of Brazilian green tea (*Camellia sinensis* var. *assamica* IAC-259 cultivar) extracts.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 55, n. 23, p. 9409-9414, 2007b.

SANTANA-RIOS, G.; ORNER, G. A.; AMANTANA, A.; PROVOS, T. C.; WU, S.; DASHWOOD, R. H. **Potent antimutagenic activity of white tea in comparison with green tea in the *Salmonella* assay.** Mutat. Res., v. 495, p. 61–74, 2001.

SCOTTI, L. et al. **Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v.43, n.2,p.153-66, 2007.

SENGER, A. E. V.; SCHWANKE, C. H. A.; GOTTLIEB, M. G. **Chá verde (*Camellia sinensis*) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis.** Scientia Medical, v. 20, n. 4, p. 292-300, 2010.

SIMARELLI, M. **Frutas do Brasil. Frutas e derivados.** ed. 1. Abr. 2006.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. **Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents.** American Journal of Enology and Viticulture, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SCHIMITZ, W.; SAITO, A. Y.; ESTEVÃO, D.; SARIDAKIS, H. O. **O chá verde e suas ações como quimiprotetor.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 26, n.2, p. 119130, 2005.

SHIMIZU, M.; WADA, S.; HAYASHI, T.; ARISAWA, M.; IKEGAYA, K.; OGAKU, S.; YANO, S.; MORITA, N.; **Studies on hypoglycemic constituents of Japanese tea.** Yakugaku Zasshi 108, p. 964-970. 1998.

SHULKA Y.; **Tea and Cancer Chemoprevention: A Comprehensive Review.** Asian Pacific Journal of Cancer Prevention, v. 8. 2007.

SOARES, S.E. **Ácidos fenólicos como antioxidantes.** Revista de Nutrição, v.15, n.1, p.71-81, 2002.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Sorvetes.** Série Publicações Técnicas do Centro de Informações em Alimentos.n. 1. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos,2001.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** San Diego: Academic, 2 ed.. 338 p. 1993.

STRASBURGER, E.; NOLL, F.; SCHENCK, H.; SCHIMPER, A. F. W.; Tratado de Botânica, Rio de Janeiro: Ediciones Omega, S.A., 8 ed. 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, 3 ed. P. 719. 2004.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Tamime and Robinson's yoghurt: Science and technology**. Cambridge: CRC, 3 ed. 2007.

TEIXEIRA, L.V.; FONSECA, L.M. **Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.1, p.243-250, 2008.

TEJERO, J.; GAYOSO, S.; CARO, I.; DIAZ, D. C.; MATEO, J.; BASTERRECHEA, J. E.; GIRBES, T.; JIMÉNEZ, P.; **Comparative Analysis of the Antioxidant and Free-Radical Scavenging Activities os Different Water-Soluble Extracts of Green, Black and Oolong Tea Samples**. Food and Nutrition Sciences, 5, 2157-2166. Espanha, novembro de 2014.

TRAMONTINA, T.; RICHARDS, N. S. P. S.; SILVA, M. E. **Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de iogurte adicionado de cereais integrais**. Ver. Inst. Lat. Cândido Tostes. Anais do XVIII Congresso Nacional de Laticínios. n. 321, v. 56, p. 225-229, jul/ago 2001

TSUKAMOTO, R. Y.; **Agricultura e Indústria do Chá no Brasil**. Universidade Estadual de Londrina, 1994.

VALENZUELA, A. B. **El Consumo te y la salud: características y propiedades benéficas de esta bebida milenaria**. *Revista Chilena de Nutrición*, v. 31, n. 2, p. 72-82, 2004.

VAUGHAN, J. C.; GEISSLER, C. **The New Oxford Book of Food Plants**. New York: Oxford University Press, 1997.

VEIGA JUNIOR, V.F. et al. **Plantas medicinais: cura segura?** Química Nova, v.28, n.3, p.519-28, 2005.

VIANA, C.; **Tipos de chá**, Trilhas de Chá. 2013. Disponível em : < trilhasdecha.com.br/tag/tipos-de-cha-2/ > Acesso em: 30 de abril. 2016.

VICENTE, A. M.; CASTILLO, I. C. **Helados: Elaboracion, Análisis y Control de Calidad**.

4. ed. Madrid: Madrid, 2003

WANG, H.; HELLOWELL, K. **Epimerisation of catechins in green tea infusions**. Food Chemistry, v. 70, n. 3, p. 337- 344, 2000.

WANG, Q.; ZHAO, X.; QIAN, Y.; WANG, R. **In vitro antioxidative activity of yellow tea and its in vitro preventive effect on gastric injury**. Experimental and therapeutic medicine 6 (2): 423-426. 2013.

WCRF. **Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: a Global Perspective**. American Institute for Cancer Research, 2002.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. **Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control**. Journal of Apicultural Research. v. 37, 1998.

WU A. H; YU M. C.; TSENG, C. C.; HANKIN, J.; PIKE, M. C. **Green tea and risk of breast cancer in asian americans**. int J Cancer. 106:574-9. 2003.

YAMAMOTO, T.; JUNEJA, L. R.; CHU, D. C.; KIM, M. **Chemistry and Applications of Green Tea**. New York. 1997.

YANAGIMOTO, K.; OCHI, H.; LEE, K. G.; SHINBAMOTO, T.; **Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea**. J agric food Chem. 51:7396. 2003.

ZIELINSKI, A. A. F.; GRANATO, D.; ALBERTI, A.; NOGUEIRA, A.; DEMIATE, I. M.; HAMINIUK, C. W. I. **Modelling the extraction of phenolic compounds and in vitro antioxidant activity of mixtures of green, white and black teas (Camellia sinensisL. Kuntze)**. Journal of Food Science and Technology, v. 52, p. 6966-6977, 2015.