

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Processamento de Gelado Comestível Utilizando Soro de  
Leite e Suco de Melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad)  
Concentrado a Vácuo em Diferentes Temperaturas**

**Carolina Pinto de Carvalho Martins**

**2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE ALIMENTOS**

**PROCESSAMENTO DE GELADO COMESTÍVEL UTILIZANDO SORO  
DE LEITE E SUCO DE MELANCIA (*Citrullus vulgaris* Schrad)  
CONCENTRADO A VÁCUO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

**CAROLINA PINTO DE CARVALHO MARTINS**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Adriano Gomes da Cruz**

*e Coorientação da Professora*  
**Sílvia Regina Magalhães Couto Garcia**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Alimentos.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2017

637.4  
M386p  
T

Martins, Carolina Pinto de Carvalho, 1986-  
Processamento de gelado comestível  
utilizando soro de leite e suco de melancia  
(Citrullus vulgaris Schrad) concentrado a  
vácuo em diferentes temperaturas/ Carolina  
Pinto de Carvalho Martins. - 2017.  
101 f.: il.

Orientador: Adriano Gomes da Cruz.  
Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de  
Alimentos.

Bibliografia: f. 83-97.

1. Sorvetes, gelados, etc. - Teses. 2.  
Sorvetes, gelados, etc. - Indústria -  
Teses. 3. Soro de leite - Teses. 4.  
Melancia - Teses. 5. Suco de frutas  
concentrado - Teses. I. Cruz, Adriano Gomes  
da, 1970- II. Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em  
Ciência e Tecnologia de Alimentos. III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**CAROLINA PINTO DE CARVALHO MARTINS**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração em Tecnologia de Alimentos.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 07/02/2017

---

Adriano Gomes da Cruz, DSc., IFRJ

---

Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa, DSc., UFRRJ

---

Erick Almeida Esmerino, DSc., UFF

## **DEDICATÓRIA**

À minha mãe, por me ensinar a sonhar e a ir atrás dos meus sonhos.  
Ao meu pai, por sempre me ajudar a resolver os problemas.  
Ao meu irmão, por ser meu companheiro de todas as horas.  
Ao meu marido, por tornar meus dias mais fáceis e por cuidar de mim.  
Ao meu Mestre, Sabaa Srur. Saudades!  
A Deus, por permitir que tudo fosse possível.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, ao meu pai e ao meu marido, por estarem sempre dispostos e não medirem esforços para me ajudar.

À minha querida orientadora, Dra. Sílvia Couto, que me presenteou com seus ensinamentos, carinho e amizade.

Ao meu orientador, Dr. Adriano Gomes, por todo suporte e paciência com que conduziu a orientação deste trabalho.

Aos meus familiares, que entenderam os momentos de ausência.

Aos meus amigos do laboratório, que conviveram intensamente comigo durante este período.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram na construção desta pesquisa.

A minha gratidão será sempre pouco perto do carinho, dedicação e amor que tiveram por mim.

## RESUMO

MARTINS, Carolina Pinto de Carvalho. **Processamento de gelado comestível utilizando soro de leite e suco de melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) concentrado a vácuo em diferentes temperaturas.** 2017. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A rica composição química e o elevado teor de umidade fazem com que a melancia tenha vida útil limitada. A produção de um concentrado pode evitar o desperdício da fruta, disponibilizá-la na entressafra e concentrar bioativos importantes, como o licopeno e a citrulina, podendo ser utilizado na produção de alimentos com elevado valor nutricional e funcional. O soro de leite torna-se um potente poluente ambiental quando desprezado inadequadamente. Além disso, o descarte significa perda de grande potencial tecnológico e funcional, principalmente dos benefícios atribuídos às proteínas. Os gelados comestíveis são amplamente apreciados em todo mundo. Quando incorporamos o soro de leite e a melancia na formulação dessas sobremesas lácteas estamos conferindo o sabor e a cor da fruta, além de outras funcionalidades tecnológicas e biológicas destes ingredientes. O objetivo deste estudo foi desenvolver um gelado comestível do tipo picolé utilizando soro de leite e suco de melancia concentrado a vácuo em diferentes temperaturas (45°C, 55°C e 65°C, codificados A, B e C, respectivamente). Foram realizadas análises físico-químicas, incluindo compostos fenólicos, licopeno, citrulina, capacidade antioxidante, compostos voláteis, parâmetros de cor e derretimento, além da análise sensorial de aceitação e de preferência, e a listagem livre (*free listing*) para o estudo do consumidor. A concentração a vácuo foi considerada uma alternativa eficaz para concentração de compostos bioativos, todas as temperaturas utilizadas promoveram bons resultados e mostraram-se promissoras para a produção de concentrados de suco de melancia. Apenas o licopeno foi prejudicado pela forte correlação negativa com a temperatura de concentração, sendo sua melhor retenção a 45 °C. Os picolés desenvolvidos também obtiveram boa composição físico-química e funcional, com destaque para o teor de proteínas do soro de leite e preservação dos teores de compostos fenólicos, licopeno e citrulina mesmo após as etapas de pasteurização e congelamento. A análise sensorial indicou preferência pelo picolé *in natura*, diferindo do picolé A apenas pela aceitação inferior do atributo aroma. Essa diferença foi justificada pela menor qualidade do perfil de voláteis do picolé A, em que o álcool 3,6-nonadienol, responsável pelo aroma de melancia descascada doce, estava ausente apenas neste picolé. Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os picolés A, B e C quanto à preferência e aceitação sensorial para todos os atributos. A listagem livre revelou que os descritores sabor característico de melancia, gosto doce e textura macia foram os mais frequentemente citados, sendo os mais relevantes para os picolés desenvolvidos à base de suco de melancia e soro de leite. Quanto aos parâmetros de cor, o picolé *in natura* foi identificado como o mais vermelho. De acordo com a análise de derretimento, o picolé A foi considerado o mais resistente à fusão inicial, característica importante para gelados comestíveis. Com isso, todos os concentrados foram considerados aptos para a reconstituição e desenvolvimento do picolé, pois foram capazes de oferecer boa composição físico-química e funcional e preservar as características sensoriais da melancia.

**Palavras-chave:** gelado comestível, soro de leite, melancia

## ABSTRACT

MARTINS, Carolina Pinto de Carvalho. **Processing of popsicle using the whey and concentrated watermelon (*Citrullus vulgaris*, Schrad) juice under vacuum at different temperatures.** 2017. 101p. Dissertation (Master in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

The rich chemical composition and the high moisture content make the watermelon has a limited useful life. The production of a concentrate can avoid fruit wastage, available it in the off season and concentrate important bioactives, such as lycopene and citrulline that can be used in the production of foods with high nutritional and functional value. The whey becomes a potent environmental pollutant when improperly scorned. In addition, the discard means loss of great technological and functional potential, especially of the benefits attributed to proteins. The popsicles are widely appreciated throughout the world. When incorporated the whey and the watermelon in the formulation of these dairy desserts we are adding the flavor and color from the fruit, besides other technological and biological functionalities of these ingredients. This study aimed was to develop popsicles using the whey and concentrated watermelon juice under vacuum at different temperatures (45°C, 55°C and 65°C, coded A, B and C, respectively). Physicochemical analyzes were carried out, including phenolic compounds, lycopene, citrulline, antioxidant capacity, volative compounds, color and melting parameters, sensory analysis of acceptance and preference and the free listing for consumer study. The vacuum concentration was considered an effective alternative for concentration of bioactive compounds, all temperatures used promoted good results and were promising for the production of watermelon juice concentrates. Only lycopene was negatively affected by the strong negative correlation with the concentration temperature, being its best retention at 45 °C. The developed popsicles also obtained good physico-chemical and functional composition, with emphasis on the whey protein content and preservation of the contents of phenolic compounds, lycopene and citrulline even after the pasteurisation and freezing stages. The sensory analysis indicated preference for *in natura* popsicle, differing from A popsicle only by the lower acceptance of the aroma attribute. This difference was justified by the lower quality of the volatile profile of the A popsicle, in which the 3,6-nonadienol alcohol, responsible for the sweet peeled watermelon aroma, was absent only in this popsicle. No significant difference ( $p < 0.05$ ) was observed between A, B and C popsicles regarding preference and sensorial acceptance for all attributes. The free listing revealed that the descriptors characteristic flavor of watermelon, sweet taste and soft texture were the most frequently cited, being the most relevant for the popsicles developed from the watermelon juice and the whey. As for the color parameters, the *in natura* popsicle was identified as the reddest. According to the melting analysis, the A popsicle was considered the most resistant to initial melting, an important characteristic for these products. We concluded that all the concentrates were considered suitable for the reconstitution and development of the popsicle, since they were able to offer good physicochemical and functional composition and to preserve the sensorial characteristics of the watermelon.

Key words: popsicle, whey, watermelon



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição físico-química da melancia para 100g de polpa <i>in natura</i> .....	7
Tabela 2. Propriedades tecnológicas e funcionais conferidas a alimentos por concentrados protéicos de soro.....	19
Tabela 3. Requisitos físico-químicos para soro de leite, soro de leite ácido, e soro de leite concentrado e soro de leite ácido concentrado .....	20
Tabela 4. Composição físico-química do soro de leite líquido, soro doce e soro ácido por 100mL.....	20
Tabela 5. Teor de proteínas do soro do leite em concentrado e isolado de proteína do soro do leite ...	21
Tabela 6. Composição físico-química do soro de leite concentrado e soro de leite ácido concentrado por 100g .....	21
Tabela 7. Composição de aminoácidos da proteína do soro em pó.....	21
Tabela 8. Requisitos físico-químicos para o soro de leite em pó e soro de leite ácido em pó .....	22
Tabela 9. Composição físico-química do soro de leite em pó, soro de leite doce em pó e soro de leite ácido em pó por 100g.....	22
Tabela 10. Requisitos físico-químicos para o soro de leite em pó parcialmente desmineralizado, ácido parcialmente desmineralizado, desmineralizado, ácido desmineralizado e delactosado.....	23
Tabela 11. Benefícios das proteínas do soro a saúde .....	24
Tabela 12. Especificações físico-químicas do soro de leite parcialmente desmineralizado .....	31
Tabela 13. Composição físico-química do soro de leite reconstituído a 20%, segundo laudo do fornecedor .....	33
Tabela 14. Formulação dos preparados para os gelados comestíveis .....	33
Tabela 15. Limites microbiológicos para gelados comestíveis e produtos para o preparo de gelados comestíveis.....	35
Tabela 16. Codificação dos picolés para a sensorial .....	36
Tabela 17. Caracterização físico-química dos sucos <i>in natura</i> e reconstituídos .....	42
Tabela 18. Caracterização físico-química dos concentrados.....	43
Tabela 19. Caracterização funcional dos sucos <i>in natura</i> e reconstituídos .....	44
Tabela 20. Coeficiente de correlação de <i>Pearson (r)</i> entre temperatura de concentração e capacidade antioxidante, ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, licopeno e citrulina, e entre capacidade antioxidante e ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e licopeno.....	47
Tabela 21. Caracterização funcional dos concentrados.....	48
Tabela 22. Caracterização físico-química dos picolés com suco <i>in natura</i> e com os sucos reconstituídos .....	50
Tabela 23. Caracterização funcional dos picolés com o suco <i>in natura</i> e com os sucos reconstituídos	52
Tabela 24. Aceitação dos picolés .....	56
Tabela 25. Frequência de preferência dos consumidores.....	63
Tabela 26. Ordenação de preferência dos picolés .....	63
Tabela 27. Índices calculados para os 9 termos descritores e número total de 114 provadores.....	65
Tabela 28. Identificação dos compostos voláteis .....	69
Tabela 29. Percentual de retenção da área por grupo de compostos voláteis.....	71
Tabela 30. Análise óptica dos picolés e correlação com licopeno e temperatura .....	74
Tabela 31. Análise de derretimento dos picolés.....	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estruturas químicas de alguns carotenos e xantofilas.....	9
Figura 2. Estrutura do licopeno.....	10
Figura 3. Benefícios do licopeno na saúde.....	11
Figura 4. Absorção intestinal da citrulina.....	13
Figura 5. Ciclo da ureia.....	13
Figura 6. Eixo intestinal-renal no metabolismo da citrulina e arginina.....	14
Figura 7. Síntese de óxido nítrico a partir da L-arginina.....	14
Figura 8. Produção de massa, picolés e soft no Brasil.....	26
Figura 9. Consumo per capita de gelados comestíveis no Brasil.....	27
Figura 10. Concentrador com banho térmico acoplado ao vácuo.....	32
Figura 11. Concentrados obtidos utilizando temperatura de 45 °C, 55 °C e 65 °C.....	32
Figura 12. Congelamento dos picolés.....	34
Figura 13. Introdução dos palitos nos picolés.....	34
Figura 14. Picolés desenformados e ensacados.....	34
Figura 15. Estratificação etária dos provadores.....	54
Figura 16. Estratificação etária dos provadores por sexo.....	54
Figura 17. Estratificação de renda dos provadores.....	54
Figura 18. Estratificação do nível de escolaridade.....	55
Figura 19. Frequência de consumo de picolé e melancia pelos provadores.....	55
Figura 20. Aceitação quanto ao atributo sabor.....	58
Figura 21. Aceitação quanto ao atributo aroma.....	58
Figura 22. Aceitação quanto ao atributo aparência.....	59
Figura 23. Aceitação quanto ao atributo cor.....	60
Figura 24. Aceitação quanto ao atributo textura.....	60
Figura 25. Aceitação quanto ao atributo maciez.....	61
Figura 26. Aceitação quanto à avaliação global.....	62
Figura 27. Representação das amostras e dos atributos na primeira e segunda dimensão da Análise de Componente Principal.....	67
Figura 28. Percentual de retenção da área por grupo de compostos voláteis.....	72
Figura 29. Curva de derretimento do picolé <i>in natura</i> .....	78
Figura 30. Curva de derretimento do picolé A.....	78
Figura 31. Curva de derretimento do picolé B.....	78
Figura 32. Curva de derretimento do picolé C.....	79
Figura 33. Comportamento do derretimento dos picolés.....	79

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1. Etapas de fabricação de sorvetes.....	28
Fluxograma 2. Preparo de picolés a base de leite e de água.....	28
Fluxograma 3. Preparo dos gelados comestíveis.....	35

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Rendimento dos concentrados .....	32
Equação 2. Coeficiente de saliência de Smith.....	37
Equação 3. Determinação do teor de carboidrato total .....	37
Equação 4. Determinação do consumo do radical DPPH .....	38
Equação 5. Determinação do teor de licopeno .....	39
Equação 6. Índice de retenção linear .....	40
Equação 7. Croma .....	40
Equação 8. Ângulo de tonalidade.....	40

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 JUSTIFICATIVA.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Melancia.....	5
3.1.1 Aspectos agrônômicos.....	5
3.1.2 Composição físico-química e funcional .....	6
3.1.3 Características funcionais.....	8
3.1.4 Concentração do suco de melancia .....	16
3.2. Soro de Leite ( <i>Whey</i> ).....	17
3.2.1 Composição físico-química e funcional .....	19
3.2.2 Características funcionais ( <i>Whey Proteins</i> ).....	23
3.3. Gelados Comestíveis .....	26
4 OBJETIVOS .....	30
4.1 Objetivo Geral.....	30
4.2 Objetivos Específicos .....	30
5 MATERIAIS E MÉTODOS .....	31
5.1 Melancias .....	31
5.2 Soro de Leite .....	31
5.3 Obtenção do Suco .....	31
5.4 Obtenção dos Concentrados .....	31
5.5 Obtenção dos Sucos Reconstituídos.....	33
5.6 Obtenção do Soro Reconstituído.....	33
5.7 Preparado para os Gelados Comestíveis .....	33
5.8 Preparo dos Gelados Comestíveis .....	34
5.9 Análise Microbiológica .....	35
5.10 Análise Sensorial.....	35
5.10.1 Local de trabalho e amostra .....	36
5.10.2 Avaliadores .....	36
5.10.3 Preparo das amostras .....	36
5.10.4 Desenvolvimento dos teste.....	36
5.11 Caracterização Físico-Química .....	37
5.12 Determinação da Capacidade Antioxidante .....	38
5.13 Determinação de Compostos Fenólicos .....	38
5.14 Determinação de Licopeno.....	38
5.15 Determinação de Citrulina .....	39
5.16 Identificação dos Compostos Voláteis .....	39
5.17 Determinação da Cor.....	40
5.18 Curva de Derretimento .....	40
5.19 Análise Estatística .....	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
6.1 Caracterização Físico-Química e Funcional.....	42
6.2 Análise Sensorial.....	53
6.2.1 Perfil socioeconômico dos provadores.....	53
6.2.2 Aceitação.....	56
6.2.3 Preferência.....	62
6.2.4 Listagem livre ( <i>Free Listing</i> ) .....	64
6.3 Compostos Voláteis .....	68
6.4 Cor.....	73
6.5 Derretimento .....	76

7 CONCLUSÃO .....	81
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
9 ANEXOS.....	98
Anexo A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....	98
Anexo B – Ficha de Análise Sensorial.....	100

## 1 INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) é um fruto da família Cucurbitaceae de origem africana, sendo a cv. Crimson Sweet de origem americana. Segundo a FAO, em 2012, o Brasil foi o quarto maior produtor de melancia no mundo, ficando atrás apenas da China, Iran e Turquia. A região nordeste é a maior produtora e a Sul a segunda maior, as duas regiões juntas somam 54% da produção brasileira em toneladas. No entanto, o maior estado produtor é o Rio Grande do Sul com 19.011 toneladas, seguido da Bahia, Goiás, Tocantins e São Paulo.

A cultivar Crimson Sweet é uma das mais plantadas no Brasil. Seus frutos são grandes, redondos e de casca firme, rajadas com largas faixas longitudinais verde-escuras e verde-claras alternadas, tem polpa vermelho intenso, gosto muito doce e excelente qualidade nutricional e funcional. O fruto *in natura* possui em sua composição cerca de 90% de água, vitaminas do complexo B, minerais (fósforo, potássio, magnésio, cálcio e ferro), e os aminoácidos associados à redução da pressão arterial, citrulina e arginina. Além de contar com propriedades antioxidantes atribuídas ao licopeno e compostos fenólicos, sendo o licopeno capaz de inibir certos tipos de câncer como o de mama e próstata.

Devido ao elevado teor de umidade, a melancia tem vida útil pós-colheita relativamente curta, principalmente quando acondicionada de forma inadequada. Quando armazenada em baixas temperaturas pode sofrer diversas injúrias, além de perda da qualidade nutricional e funcional, tornando difícil sua conservação por longos períodos e aumentando seu desperdício durante a cadeia de comercialização.

A concentração, além de reduzir significativamente os custos com embalagens, transporte e armazenamento, é uma das alternativas para aumentar a vida útil, reduzir o desperdício e concentrar os componentes nutricionais e funcionais dos alimentos. Por esses motivos, a produção de concentrados de sucos de fruta é cada vez mais realizada pela indústria alimentícia.

Por sua vez, o soro de leite, é considerado um subproduto das indústrias queijeiras. Segundo o IBGE, em 2014, foram produzidos aproximadamente de 462 mil quilos de queijo, e conseqüentemente, 1,3 bilhões de litros de soro de leite. Inicialmente, as fábricas de queijo despejavam a maior parte do soro nos rios próximos. Porém, atualmente, existe uma consciência sobre o potencial poluidor do soro, que representa um problema ambiental significativo devido ao seu elevado conteúdo de matéria orgânica, sendo até cem vezes mais poluentes que o esgoto doméstico.

O soro de leite representa 85-95% do volume de leite e retém 55% de seus nutrientes, devido sua rica composição em lactose (3,8-5,1%), proteínas solúveis (0,68-1,2%), sais minerais como o cálcio e fósforo (0,34-0,8%), e baixo teor de gordura (0,04-0,6%), diversos esforços estão sendo feitos para sua incorporação aos alimentos. Com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, esse produto vem sendo amplamente requisitado como precursor de ingredientes ou como ingrediente na indústria de alimentos. Então, além do prejuízo ao meio ambiente, o descarte do soro de leite nas afluentes significa perda de seu grande potencial tecnológico e nutricional.

As proteínas do soro do leite são o seu principal atrativo funcional, e a estas são atribuídas diversas propriedades biológicas importantes, como a atividade imunomoduladora, antimicrobiana e antiviral, anticâncer e antiúlcera, além de proteção ao sistema cardiovascular e benefícios aos praticantes de atividade física.

Os gelados comestíveis são popularmente conhecidos no Brasil como picolés e sorvetes. No ano de 2015, a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes,

revelou que o consumo total de gelados comestíveis no país foi de 1.140 milhões de litros, e o consumo per capita foi de 5,56 litros/ano.

Os gelados comestíveis são amplamente apreciados em todo o mundo, porém apresenta algumas particularidades em nosso país devido à vasta área territorial e grande variação climática entre as regiões. Com isso, existe uma tendência pela preferência de produtos com maior teor de gordura em regiões mais frias e produtos mais refrescantes e à base de água em regiões mais quentes.

Como os consumidores buscam sempre produtos que agreguem benefícios, a indústria vem em direção a incorporação de ingredientes que promovam a saúde e atendam as expectativas sensoriais. Quando preparados apenas à base de leite, os gelados comestíveis são considerados um alimento nutritivo, fonte de proteínas, vitaminas, minerais, e alguns compostos funcionais, porém pobres em compostos bioativos como carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos, presentes nas frutas.



## 2 JUSTIFICATIVA

Segundo a FAO, o desperdício de alimentos contribui significativamente para a utilização desnecessária de água, e sabe-se que para a obtenção de melancias de alta qualidade é necessário que o cultivo seja irrigado. Para plantar um hectare da fruta são necessários 4.000 m<sup>3</sup> de água, e levando em consideração que no ano de 2015 foram plantados 97.910 hectares o gasto de água foi de 391.640.000 m<sup>3</sup> ou 391.640.000.000 litros de água, correspondente ao consumo hídrico diário recomendada para abastecer 7.832.800.000 pessoas (50 litros/dia), ou seja, mais do que a população mundial atual de 7,480 bilhões de pessoas.

O elevado teor de umidade e a rica composição química fazem com que a melancia tenha vida útil em temperatura ambiente de aproximadamente 12 dias, tempo limitante para o transporte, armazenamento e comercialização dos frutos, o que eleva o desperdício desse alimento. Com isso, a produção de um concentrado de melancia pode aumentar a vida útil da polpa, disponibiliza-la na entressafra e reduzir o desperdício do fruto, além de concentrar nutrientes com promissoras utilidades terapêuticas, como o licopeno e a citrulina.

O licopeno apresenta relação com a prevenção de doenças cardiovasculares e inibição de certos tipos de câncer, e a citrulina está relacionada com o aumento plasmático de arginina, precursor do óxido nítrico, importante na prevenção e tratamento da hipertensão arterial e doenças cardiovasculares. A capacidade do tratamento térmico em aumentar a biodisponibilidade do licopeno e o fato da citrulina apresentar efeitos adicionais quando consumida na polpa de melancia também fortalecem a justificativa da produção do concentrado.

O soro de leite, quando desprezado inadequadamente, torna-se um potente poluidor ambiental. O consumo de oxigênio através de bactérias e microrganismos que fermentam a lactose em ácido lático faz com que a acidez da água aumente. Quando lançados como efluentes, 50 mil litros de soro equivalem ao esgoto de uma cidade de 25.000 habitantes. Os tratamentos convencionais não são apropriados para reduzir a carga poluente do soro, o que pode significar a duplicação do sistema de tratamento.

O soro de leite apresenta grande potencial tecnológico como matéria prima, e as suas proteínas são as responsáveis pelo seu potencial funcional. As suas principais proteínas,  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina, contêm alto conteúdo de aminoácidos essenciais e aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina). A leucina pode ajudar a minimizar a perda de massa muscular em condições de aumento da degradação de proteínas e pode estimular a síntese proteica do músculo. Os aminoácidos sulfurados como cisteína e metionina, precursores de glutatona, conferem propriedades anticarcinogênicas e antioxidantes, e capacidade de melhorar a função imunológica.

Outras proteínas presentes no soro como a albumina do soro e as imunoglobulinas conferem proteção contra infecções por estimular a produção de linfócitos, e a lactoferrina e lactoperoxidase apresentam propriedades antimicrobianas.

Gelados comestíveis são amplamente apreciados em todo mundo independente de sua forma de apresentação, da cultura do país, idade e nível socioeconômico das pessoas. Do ponto de vista tecnológico, utilizando o soro de leite na formulação estamos deixando de poluir o meio ambiente, e incorporando as frutas estamos conferindo sabor e cor a esses produtos. Com relação aos aspectos funcionais, tanto o soro de leite quanto a melancia, são ricos em compostos bioativos que vão auxiliar na manutenção da saúde do consumidor.

Observa-se uma demanda dos consumidores por novos produtos alimentícios que agreguem propriedades funcionais e nutricionais, com isso, o mercado de produtos lácteos

pode ser ampliado pela incorporação de ingredientes que promovam a saúde e atendam as exigências sensoriais dos consumidores.

Não foram encontrados estudos utilizando na mesma formulação o soro de leite e a melancia no preparo de picolés. Essa é uma linha com grande potencial de desenvolvimento, uma vez que une os benefícios tecnológicos e funcionais dos dois ingredientes.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1 Melancia

#### 3.1.1 Aspectos agronômicos

A melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) cv. Crimson Sweet é um fruto da família Cucurbitaceae de origem africana. É uma planta rasteira, com folhas médias e flores pequenas de cor amarela ou branca. Os frutos são constituídos por uma baga de paredes externas resistentes, e quando maduros a coloração externa varia entre tons de verde mais claro ao mais escuro, são internamente carnosos e de cor avermelhada creditada, principalmente, aos carotenoides (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007).

É um dos frutos mais produzidos e comercializados no Brasil e no mundo, apresentando grande importância socioeconômica, principalmente por seu alto valor comercial, manejo fácil e baixo custo de produção, além de alto valor nutricional. Segundo a FAO (2015b), o Brasil produziu 2.079.547 toneladas de melancia no ano de 2012, sendo ranqueado como quarto maior produtor e ficando atrás apenas da China, Iran e Turquia. Em 2013, a região nordeste foi a maior produtora com 701.213 toneladas, e a sul a segunda maior, com 505.782 toneladas, as duas regiões juntas somaram 54% da produção nacional. O Rio Grande do Sul foi classificado como o estado mais produtivo com 433.355 toneladas, seguido de Goiás, Bahia, Tocantins e São Paulo (IBGE, 2013). É a sexta fruta mais produzida nacionalmente, e em 2015 atingiu valores de produção de 2.119.559 toneladas (IBGE, 2015a).

Algumas características da melancia são de muita importância para decisões sobre como proceder com o manejo agrícola, transporte, comercialização e o processamento do fruto. Apesar do estado com maior produção estar localizado na região Sul do Brasil, a melancia tolera pouco o frio, pois é uma espécie adaptada ao clima tropical, sendo sua safra entre os meses de novembro à junho, e ponto ótimo de maturação em torno de 10 °Brix (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007). A alta pluviosidade de algumas regiões favorece a maior ocorrência de doenças, acarretando menor produtividade na colheita e frutos com qualidade inferior devido à redução do teor de sólidos solúveis totais (MAROUELLI et al., 2012).

Atualmente, o cultivo irrigado vem crescendo, principalmente pelo fato desse sistema oferecer maior produtividade e frutos de melhor qualidade quando comparado ao não irrigado (MAROUELLI et al., 2012). Porém, o cultivo irrigado necessita de grande quantidade de insumos, consumindo em média 1050 kwh de energia elétrica e 4000 m<sup>3</sup> de água por hectare (10.000m<sup>2</sup>) plantado (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007), não sendo considerado uma forma sustentável de produção.

As limitações do armazenamento, transporte e distribuição do fruto incluem que melancias expostas à temperatura ambiente aumentam a firmeza da polpa perdendo a crocância característica após o 3º dia de armazenamento. Essa perda limita a vida útil da melancia em 12 dias, porém a aparência permanece aceitável até os 18 dias (ARAÚJO-NETO et al., 2000), não impedindo a comercialização de frutos com baixa qualidade, podendo favorecer a redução do consumo após a compra e aumentar o desperdício doméstico. Outra característica que limita o tempo destas etapas é o conteúdo dos açúcares que apresentaram comportamento bioquímico com tendência a redução durante o armazenamento em temperatura ambiente, fazendo com que o fruto perca doçura (CARLOS et al., 2002).

Além disso, o elevado teor de umidade da melancia a torna propícia para uma rápida decomposição, dificultando ainda mais seu armazenamento por longos períodos e aumentando

seu desperdício durante a cadeia produtiva, pois a fruta *in natura* tem um valor de pH próximo a 5,79, e esse parâmetro associado à elevada atividade de água e disponibilidade de macro e micronutrientes torna o fruto susceptível ao crescimento microbiano acelerado e consequente fermentação dos açúcares (QUEK et al., 2007) com perda de qualidade sensorial e redução da vida útil do fruto.

Sabe-se que o armazenamento em baixas temperaturas pode elevar a validade do fruto, porém pode acarretar diversas injúrias, além de perdas nutricionais e funcionais, principalmente do ácido ascórbico (ALAM et al., 2013). Por ser uma substância que apresenta alta instabilidade, o ácido ascórbico é frequentemente utilizado como um índice da qualidade global de nutrientes dos alimentos durante o processamento e armazenamento, além disso, as perdas de ácido ascórbico estão relacionadas às reações deteriorantes que resultam em alterações indesejáveis de cor e sabor (HIATT et al., 2010).

A vida útil muito curta da melancia é um fator de importância comercial, sendo necessária uma rápida distribuição do fruto no pós-colheita. Uma vez que as etapas de transporte, armazenamento e distribuição são realizadas sob temperatura ambiente (ARAÚJO-NETO et al., 2000), essa rapidez torna-se essencial para a redução do desperdício e a garantia da oferta de frutos com qualidade ao consumidor final.

Outros fatores importantes para a comercialização dos frutos estão relacionados com a percepção de qualidade pelos consumidores, dentre as características mais apreciadas pelo mercado consumidor interno estão a cor da polpa, presença ou ausência de semente, teor de sólidos solúveis identificado como doçura (RAMOS et al., 2009) e o tamanho dos frutos, sendo os médios e grandes considerados os de melhor qualidade na hora da escolha (CARLOS et al., 2002). Por reunir todas as características desejadas pelo consumidor a cultivar Crimson Sweet é uma das mais plantadas no país e seus frutos são grandes, redondos, tem polpa vermelho intenso de excelente qualidade e gosto muito doce (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007). Outro fator que faz com que a cultivar seja uma das preferidas para a produção nacional é a presença de uma casca firme que facilita o transporte e evita injúrias (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007), mesmo assim, o manejo inadequado durante a colheita, transporte, armazenamento e a comercialização leva a perdas sensoriais que fazem com que o fruto seja descartado pelo produtor e ou rejeitado pelo consumidor (ARAÚJO-NETO et al., 2000).

A indústria de beneficiamento da melancia enfrenta um grande problema no manejo dos resíduos produzidos, como casca, sementes e até mesmo frutos que são danificados e descartados durante o processo (TARAZONA-DÍAZ et al., 2011).

De acordo com estudo da FAO (2013), 46% do desperdício alimentar no mundo ocorre nas etapas de processamento, distribuição e consumo e quanto mais tarde um produto se perde na cadeia produtiva, maiores são as consequências ambientais. Com relação às frutas, o elevado nível de desperdício contribui significativamente para a utilização desnecessária de água na Ásia, Europa e, principalmente, na América Latina.

### **3.1.2 Composição físico-química e funcional**

O levantamento bibliográfico de artigos científicos, realizado através de diversos bancos de dados, revelou uma carência quanto à composição física, química e físico-química do fruto. Os achados estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição físico-química da melancia em 100g de polpa *in natura*

Composição	Mori (1996)*	Andrade-Júnior et al. (2007)	TACO (2011)	Shahzad et al. (2014)	FAO (2015a)
Umidade (%)	90,79	92,6	90,7	90,95	94
Carboidrato (%)	6,73	6,4	8,1	6,52	
Açúcar Redutor (%)	4,66				
Sacarose (%)	2,07				
Frutose (%)	2,86				
Glicose (%)	1,80				
Proteína (%)	0,71	0,5	0,9	0,71	0,5
Lipídeos (%)	0,036	0,2	Traço		0,1
Calorias (Kcal/100g)	30,08	26,0	33	34,65	22
Fibra (%)	0,14	0,3	0,1	0,96	
RMF (%)	0,30		0,3	0,44	
Acidez Total **	14,6				
Sólidos Solúveis (°Brix)	9,4				
pH	5,35				
Licopeno (mg)	4,12				
Vitamina C (mg)		7,0			8,0
Riboflavina (mg)		0,03			0,05
Tiamina (mg)		0,03			0,04
Niacina (mg)		0,2			0,1
Piridoxina (mg)					0,10
Ácido Fólico (mg)					3,0
K (mg)	90,034	100,0			
Ca (mg)	6,464	7,0	8		8,0
Mg (mg)	10,809		10		
Na (mg)	1,404	1,0			
Fe (mg)	0,279	0,5			0,3
Zn (mg)	0,083				
Cu (mg)	0,065				
Mn (mg)	0,062				
P (mg)		10,0			

\* CV Crimsom Sweet

\*\* mL NaOH 0,1N / 100g

A melancia é rica em água (91,81%) e açúcares (6,9%) (MORI, 1996; ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007; TACO, 2011; SHAHZAD et al., 2014; FAO, 2015a), composição que determina grande parte da qualidade do fruto. Devido seu elevado teor de água é considerado um alimento hidratante, sendo utilizada como fonte de água nas regiões áridas da África (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007). O açúcar predominante é a frutose (MORI, 1996; ARAÚJO-NETO et al., 2000), o que explica a doçura característica da fruta (SOTERIOU et al., 2014).

Os teores de sólidos solúveis (SST) totais são variáveis. Chaves et al. (2013) determinaram 7,55 °Brix no centro da cultivar Crimsom Sweet enquanto Mori (1996) determinou 9,4 °Brix (Tabela 1). Comumente a qualidade e maturidade da melancia são avaliadas pelos sólidos solúveis totais, uma informação importante relacionada ao sabor e doçura, pois representa uma medida indireta da concentração de açúcares diluídos no fruto (LEÃO et al., 2006).

A elevada concentração de açúcares determina a elevada relação sólidos solúveis totais (SST) / acidez titulável total (ATT). Essa relação indica diretamente o equilíbrio entre os

teores de açúcar e acidez, sendo melhor representativa do que suas medidas isoladas e uma das características mais importantes para a classificação do sabor em frutas. A ATT descrita por Chaves et al. (2013) foi de 0,08% de ácido málico para a cultivar Crimsom Sweet, encontrando relação SST / ATT de 96,37 indicando fruto muito doce e sabor de alta qualidade.

A melancia contém as vitaminas C e do complexo B (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007; FAO, 2015a), além de quantidades importantes dos sais minerais potássio, magnésio, fósforo e cálcio (MORI, 1996; ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007; TACO, 2011; FAO, 2015a). Para Almeida et al. (2010), a vitamina C atingiu seu teor máximo de 7,55mg / 100g de polpa aos 21 dias de desenvolvimento, valor próximo ao determinado por Andrade-Júnior et al. (2007), que foi de 7mg / 100g, e pela FAO (2015a), que foi de 8mg / 100g (Tabela 1), sendo considerado um alimento fonte desse nutriente (BRASIL, 1998).

A melancia também é fonte de bioativos considerados funcionais. Segundo Oboh et al. (2015), os compostos fenólicos presentes na melancia são o ácido gálico, as catequinas, ácido cafeico, ácido elágico, ácido p-cumárico, epicatequina, rutina, quercetina, kaempferol e Apigenina, e por serem metabolitos secundários das plantas, geralmente relacionados com sua resposta de defesa, seu conteúdo pode ser bem variável nos alimentos, pois é dependente da resposta a agentes externos (EDREVA et al., 2008; LIN et al., 2016).

O teor de compostos fenólicos em melancia é semelhante ao encontrados em legumes e inferior ao encontrado em frutas (TARAZONA-DÍAZ et al., 2011), podendo variar entre 35,4 – 43,1mg de EAG /100g de polpa fresca de acordo com a cultivar, porém valores mais baixos também podem ser encontrados, < 4mg de EAG / 100g de polpa fresca (GIL et al., 2006; TARAZONA-DÍAZ et al., 2011).

O tomate e a polpa vermelha da melancia são as duas principais fontes alimentares de licopeno, ambos os frutos tem este como o carotenoide mais abundante da composição (PINTO et al., 2011). Shahzad et al. (2014) determinaram 5,722mg de licopeno para 100g de polpa vermelha de melancia, teor maior do que o encontrado para o tomate, que foi de 3,465mg de licopeno para 100g de polpa. Mori (1996) e Tlili et al. (2011a) encontraram teores de licopeno menores para a mesma cultivar, 4,12 e 4,45mg / 100g de melancia de polpa vermelha, respectivamente. Tlili et al. (2011a) relataram em seu estudo que o conteúdo desse carotenoide está diretamente relacionado com a cor e fase de maturação do fruto, uma vez que a melancia em seu estadio inicial de maturação apresenta cor completamente branca e 0,03mg de licopeno em 100g da polpa.

A citrulina é outro bioativo com potencial funcional presente em altas concentrações na melancia. Este aminoácido é encontrado em todas as partes do fruto, diferentemente do licopeno que é encontrado apenas em sua polpa. O conteúdo de citrulina em polpa de melancia fresca varia entre 0,7 e 4,7mg/ g de acordo com a cultivar, porém seu teor é maior na casca, variando entre 2 e 7,2mg / g (RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005; TARAZONA-DÍAZ et al., 2011). Sua quantificação também foi determinada em suco de melancia, indicado que um litro apresenta 2,33g de citrulina (TARAZONA-DÍAZ et al., 2013).

### **3.1.3 Características funcionais**

A alegação de propriedade funcional referencia ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (BRASIL, 1999). A atribuição de funcionalidade de um alimento se dá muitas vezes pela determinação de sua capacidade antioxidante.

Shahzad et al. (2014) determinaram a capacidade antioxidante do tomate, tomate cereja e melancia através do sequestro do radical livre estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) em água 44,65%, 44,63% e 40,90% e em metanol 37,68%, 35,80% e 37,11%,

respectivamente. O ensaio para a eliminação do radical estável (DPPH) é considerado válido e fácil para avaliar o consumo de antioxidantes (SUHAJ, 2006), representando a capacidade do extrato do fruto em combater radicais livres.

Kim et al. (2014b) determinaram a capacidade antioxidante em 3 partes da melancia, polpa vermelha, polpa branca e casca verde, os resultados expressos em capacidade de eliminação do radical DPPH foram 10,80%, 2,36%, 26,81%, respectivamente. Os resultados indicaram maior capacidade antioxidante na casca verde da melancia, seguido pela polpa vermelha e branca.

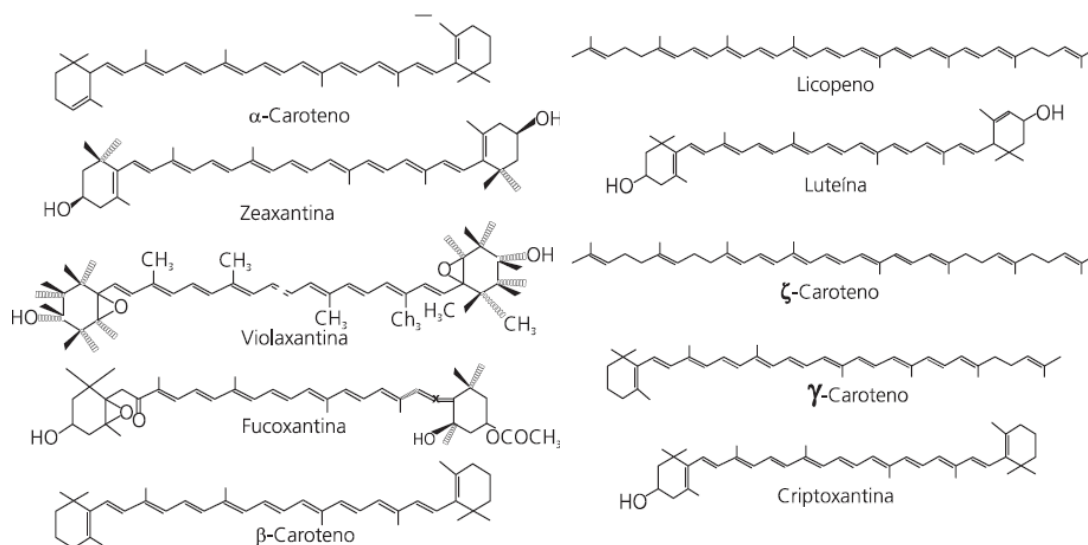
Naz et al. (2013) determinaram a capacidade antioxidante do suco de melancia pelo método DPPH em 29,11% e compararam com o resultado do extrato de licopeno que foi de 57%, concluindo que o percentual de consumo do radical estável foi elevado quando comparado ao padrão de extrato de licopeno, evidenciando boa capacidade antioxidante da melancia.

Diversos estudos têm revelado propriedades atribuídas aos componentes funcionais da melancia, dentre os principais estão o carotenoide licopeno e o aminoácido citrulina.

### 3.1.3.1 Carotenoides

Os carotenoides (Figura 1) são compostos orgânicos que representam o maior grupo de pigmentos naturais distribuído na natureza (WOODSIDE et al., 2015). São sintetizados pelas plantas e microrganismos, sendo essas as maiores fontes de obtenção. São responsáveis pelas cores amarelo, laranja e vermelho de flores e frutos (RODRÍGUEZ-BERNALDO DE QUIRÓS e COSTA, 2006; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ et al., 2007), e nas plantas funcionam como componentes necessários para a fotossíntese, fotoproteção e produção de fitormônios (RUIZ-SOLA; e RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, 2012).

São divididos basicamente em dois grandes grupos: os carotenos, compostos formados apenas por carbono e hidrogênio que podem ser cíclicos em uma ou em ambas as extremidades da molécula; e as xantofilas, que contêm pelo menos um derivado oxigenado em sua estrutura (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; RUIZ-SOLA; e RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, 2012).



**Figura 1.** Estruturas químicas de alguns carotenos e xantofilas (AMBRÓSIO et al., 2006)

Os carotenoides não podem ser sintetizados pelo organismo humano e são adquiridos apenas pela dieta. Mais de seiscentas estruturas já foram identificadas na natureza, porém uma dieta típica humana conta com aproximadamente quarenta estruturas conhecidas, e por isso, apenas vinte tipos de carotenoide foram identificados em tecidos e sangue humano (RAO e RAO, 2007).

Os carotenoides em frutas sofrem influência do tipo de cultivar, estágio de maturação, clima e estação do ano, além da prática agrícola e das condições de processamento e armazenamento. Além disso, as propriedades físicas, químicas, físico-químicas, biodisponibilidade e eficácia como compostos de promoção da saúde diferem entre os carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016).

Os principais carotenoides encontrados em alimentos e no sangue humano são os carotenos  $\beta$ -caroteno,  $\alpha$ -caroteno e o licopeno, e as xantofilas  $\beta$ -criptoxantina, a luteína e a zeaxantina (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016). Os carotenos são solúveis em gordura e tendem a ser localizados nas lipoproteínas de baixa densidade (LDL), atuando na redução do LDL colesterol, prevenindo a aterosclerose e indiretamente o infarto e o acidente vascular encefálico. As xantofilas contém menos um grupo hidroxila, sendo mais polares do que os carotenos e assim mais uniformemente distribuídos entre o LDL e a lipoproteína de alta densidade (HDL) (KRINSKY e JOHNSON, 2005).

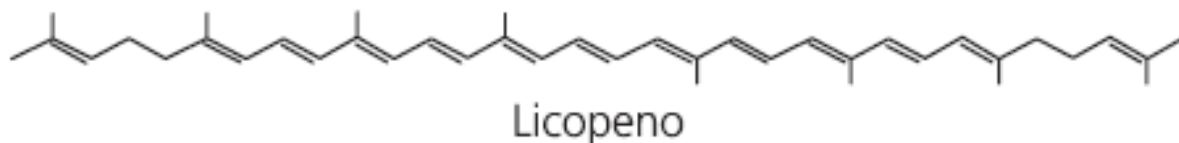
Os carotenoides estão associados à promoção da saúde através da atividade anti-inflamatória, aumento da resposta imune e pela capacidade antioxidante, que está proporcionalmente relacionada ao sequestro do oxigênio singleto pelas ligações duplas conjugadas presente nas moléculas (RAO e RAO, 2007). Tais habilidades estão sendo associadas à capacidade de prevenção do câncer e de doenças cardiovasculares (DCV), além da preservação da função visual e prevenção da degeneração macular relacionada a idade (KRINSKY e JOHNSON, 2005).

A riqueza e biodiversidade brasileira favorecem a grande disponibilidade e variedade de alimentos ricos em carotenoides que podem ser utilizados a favor da saúde (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). Atualmente, a procura por alimentos e compostos funcionais vem crescendo de forma muito rápida pela população que está se conscientizando quanto à necessidade de uma alimentação saudável para prevenir e tratar doença (WOODSIDE et al., 2015).

Neste contexto, os carotenoides são uns dos compostos mais apreciados, vem sendo associados a um estilo de vida saudável e tornando-se objeto de interesse de diversos pesquisadores, profissionais de saúde, órgãos reguladores e da indústria de alimentos (RAO e RAO, 2007).

### 3.1.3.1.1 Licopeno

O licopeno é o antioxidante mais potente entre os carotenoides (SINHA e DUA, 2015). É lipossolúvel e formado apenas por átomos de carbono e hidrogênio ( $C_{40}H_{56}$ ), apresentando onze duplas ligações conjugadas e duas não conjugadas ao longo de sua cadeia poliênica (SHI e LE MAGUER, 2000). É um isômero acíclico do  $\beta$ -caroteno e não tem atividade pró-vitáminica A.



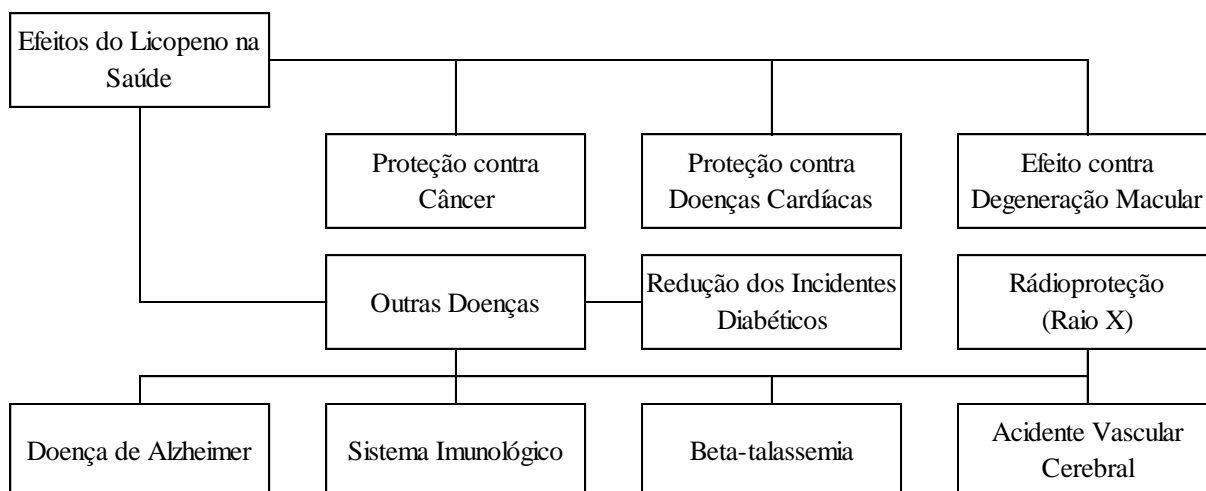
**Figura 2.** Estrutura do licopeno (AMBRÓSIO et al., 2006)



O licopeno é um carotenoide de ocorrência natural em frutas e legumes de cor vermelha, como a melancia e o tomate (SINHA e DUA, 2015). Produtos processados de tomate como suco, ketchup, polpa e molho são fontes importantes alimentares de licopeno (SAINI et al., 2015), principalmente por concentrar o composto e aumentar sua biodisponibilidade devido a maior exposição dos carotenoides durante o tratamento térmico (COLLE et al., 2013).

Os principais pigmentos da classe dos carotenoides encontrados na polpa de melancia vermelha são o licopeno, com 30mg / 100g de polpa e constituindo média de 94,51% dos carotenoides totais, seguido em uma menor proporção de  $\beta$ -caroteno, com 1,39mg / 100g de polpa e média de 4,36%, e luteína, com 0,36mg / 100g de polpa e média 1,12% (YOO et al., 2012).

O fato de ter muitas duplas ligações conjugadas torna o licopeno um antioxidante poderoso. É o inibidor mais potente do oxigênio singlete entre os carotenoides, sendo capaz de atuar como um excelente captador de radicais livres, características que se acredita ser responsável pelos seus efeitos benéficos (TLILI et al., 2011b), principalmente na prevenção de doenças crônicas como as cardiovasculares e na inibição de certos tipos de câncer. Algumas associações já descritas estão relatadas na Figura 3.



**Figura 3.** Benefícios do licopeno na saúde (NAZ et al., 2014)

Kim et al. (2014a) revelaram que o licopeno da melancia é um bom agente anti-inflamatório e antioxidante devido o extrato do carotenoide ser capaz de eliminar radicais livres em diferentes sistemas e quelantes metálicos. No estudo a capacidade antioxidante foi determinada pelo método DPPH, eliminação de superóxido e FRAP, com padrões de licopeno de tomate e trolox, demonstrando que o licopeno da melancia tem uma capacidade significativamente maior em eliminar o radical DPPH do que o licopeno do tomate.

Estudos epidemiológicos mostraram que o licopeno tem efeito anticâncer de próstata, testes *in vitro* indicam a capacidade do carotenoide em promover apoptose de células cancerosas de próstata, porém, estudos *in vivo* ainda são contraditórios sobre os benefícios do licopeno na prevenção e tratamento da doença.

Zhang et al. (2014) investigaram o efeito da suplementação de licopeno de tomate sobre a velocidade de aumento do antígeno específico da próstata (PSA) em pacientes com câncer de próstata. Vinte pacientes receberam suplementação com 10mg por dia de licopeno de tomate durante seis meses e amostras de sangue foram coletadas semanalmente para medir os valores séricos do PSA. Nos três meses iniciais da suplementação a redução média do PSA foi de 2,56%, e nos últimos três meses do estudo, a queda média do PSA foi equivalente a

31,58%. Os resultados indicaram que o grau de declínio médio do PSA nos pacientes suplementados com licopeno de tomate foi acelerado nos três meses finais do estudo, estando possivelmente relacionado com o grau de acúmulo do carotenoide.

Gloria et al. (2014) aplicaram extratos de licopeno nas concentrações de 0,5, 1, 2,5, 5 e 10  $\mu\text{M}$  em três linhagens de células de adenocarcinoma de mama humano. Observaram que sob exposição das maiores concentrações de licopeno e após 96h a viabilidade celular da linhagem MCF – 7 reduziu 30%, da MDA-MB-235 20% e da MDA-MB-231 75%, e a indução da apoptose ocorreu em todas as linhagens. O estudo indicou que o efeito benéfico do licopeno em células de adenocarcinoma de mama humano é específico dependente de célula, tempo e concentração.

Gajendragadka et al. (2014) investigaram o efeito do licopeno sobre a vascularidade em trinta e seis pacientes com doença crônica vascular e trinta e seis voluntários saudáveis durante dois meses utilizando suplementação de 7mg de licopeno ou placebo diariamente. A resposta da vasodilatação dependente do endotélio melhorou em 53% após a suplementação, porém não houve resposta para a vasodilatação independente do endotélio e para a atividade da óxido nítrico sintase. Os voluntários saudáveis não mostraram alterações pós-licopeno, mas o estudo demonstrou um grande potencial de utilização do licopeno como agente benéfico na disfunção endotelial.

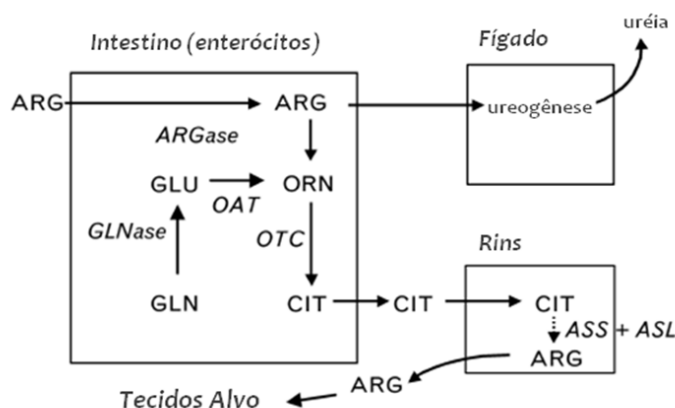
### 3.1.3.2 Citrulina

A L-citrulina é um aminoácido não essencial que ocorre naturalmente no organismo e é encontrado em vegetais como melancia, pepino, abóbora e melão (RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005). O nome citrulina é derivado da palavra latina para melancia *Citrullus vulgaris*, pois foi isolada pela primeira vez em 1930 a partir dessa cucurbitácea (UBER, 1930; COLLINS et al., 2007), excepcionalmente rica neste aminoácido (RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005).

Rimando e Perkins-Veazie (2005) determinaram o conteúdo de citrulina em quatorze variedades de melancia, sendo seis com sementes e oito sem sementes. O conteúdo de citrulina variou entre 3,9 e 28,5mg / g de base seca e a média foi semelhante entre os tipos com sementes (16,6mg / g) e sem sementes (20,3mg / g). A polpa de melancia vermelha (7,4mg / g) apresentou menor quantidade de citrulina do que a amarela (28,5mg / g) e laranja (14,2mg / g) em base seca. A casca liofilizada (24,7mg / g) apresentou maior teor de citrulina do que a polpa liofilizadas (16,7mg / g), mas a diferença foi inversa e menor quando comparadas na forma *in natura*, 1,3 e 1,9mg / g, respectivamente. Os teores em base seca foram elevados quando comparados ao fruto *in natura*, e confirmaram o potencial da desidratação em concentrar a citrulina e outros constituintes do fruto.

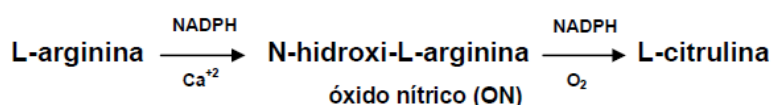
A citrulina pode ser obtida pela ingestão dietética e pela degradação da arginina ou glutamina em citrulina no intestino delgado (CRENN e CYNOBER, 2010). Cerca de 40% da arginina ingerida é degradada pelo intestino delgado em citrulina na primeira etapa do metabolismo, não ocorrendo entrada de quantidades substanciais do aminoácido na circulação (WU et al., 2009).





**Figura 6.** Eixo intestinal-renal no metabolismo da citrulina e arginina. Arginina (ARG); arginase (ARGase); argininosuccinato sintase + argininosuccinato liase (ASS+ASL); citrulina (CIT); glutamina (GLT); glutaminase (GLNase); glutamato (GLU); ornitina transcarbamilase (OTC) (CRENN e CYNOBER, 2010)

Uma vez no interior celular do tecido alvo, existem múltiplas vias de degradação da arginina, nas quais importantes produtos biológicos são formados. A via do óxido nítrico é uma das mais importantes da degradação da arginina, que quando metabolizada novamente à citrulina promove a formação de compostos nitrogenados como: óxido nítrico, nitritos e nitratos (ROMERO et al., 2006).



**Figura 7.** Síntese de óxido nítrico a partir da L-arginina (FLORA FILHO e ZILBERSTEIN, 2000)

O óxido nítrico (NO) está envolvido em varias funções biológicas em todo o organismo e funciona como um mensageiro celular no sistema cardiovascular (LUIKING et al., 2010). É um potente regulador vasoativo e o principal fator de relaxamento do endotélio (MORITA et al., 2014), e ao promover a vasodilatação eleva o fluxo sanguíneo a tecidos lesados (SAMEL et al., 2003). Além disso, grande parte da importância imunitária da arginina está atribuída ao NO (POPOVIC et al., 2007). A disfunção endotelial, que é caracterizada pela deficiência de NO, é um importante fator de risco para a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares (TÖRÖK, 2008).

No estudo de Figueroa et al. (2012) a suplementação com extrato de melancia foi capaz de reduzir a pressão arterial em adultos obesos com pré-hipertensão ou hipertensão. Foram estudados 14 adultos de meia-idade com pressão arterial sistólica > 120 mm Hg confirmada em dois dias distintos e com pelo menos 10 minutos de descanso. Os indivíduos foram orientados a não modificar a dieta e hábitos de atividade física durante o estudo. Os participantes foram aleatoriamente distribuídos para a suplementação do extrato de melancia (6 g de L-citrulina / L-arginina 2:1 / por dia) ou placebo durante 6 semanas, separadas por um período de limpeza de duas semanas.

A pressão arterial sistólica (PAS) e a diastólica (PAD) reduziram de forma significativa com a suplementação com melancia, sendo a PAS antes de 152 mm Hg e após a suplementação de 137 mm Hg ( $p < 0,01$ ). Comparando a PAS após suplementação com

melancia e após suplementação com placebo (147 mm Hg) também ocorreu redução significativa ( $p < 0,01$ ). A PAD antes de 89 mm Hg e após a suplementação com melancia de 82 mm Hg também apresentou redução significativa ( $p < 0,01$ ), e a comparação da PAD após suplementação com melancia e após suplementação com placebo (86 mm Hg) evidenciou mesmo grau de significância na redução ( $p < 0,01$ ). A justificativa para os efeitos da suplementação da citrulina na PAS e PAD foram que a suplementação pôde melhorar a função endotelial arterial periférica aumentando a biodisponibilidade de L-arginina e produção de óxido nítrico.

Morita et al. (2014) promoveram um estudo com 14 mulheres saudáveis ( $27,8 \pm 6,0$  anos de idade) que receberam L-citrulina (3,2g / dia) ou placebo por cinco dias. Após suplementação, os níveis plasmáticos de L-arginina, de óxido nítrico (NO), e as alterações no volume de sangue periférico foram determinados sequencialmente. Os resultados demonstraram que a suplementação com citrulina aumentou significativamente as concentrações plasmáticas de L-arginina, bem como os níveis de NO, e pela primeira vez foi descrita uma correlação significativa entre o aumento plasmático de L-arginina e os níveis de NO pela suplementação de L-citrulina, levando a uma melhoria na circulação do sangue em seres humanos.

Por ser liberada na circulação portal apenas quando produzida nos enterócitos, a concentração plasmática da citrulina tem sido utilizada como um marcador da quantificação de funcionalidade dessas células em várias patologias crônicas e agudas do intestino delgado, principalmente em pacientes com síndrome do intestino curto.

Sua suplementação também é susceptível de ser utilizada em condições como a disfunção erétil, a anemia de células falciformes, síndrome do intestino curto, hiperlipidemia, quimioterapia, hipercolesterolemia, danos nos pulmões, distúrbios do ciclo da ureia, doença de Alzheimer, infarto múltiplo, demência e como um imunomodulador (KAORE et al., 2013), porém, apenas uma ingestão relativamente alta de melancia seria capaz de promover os efeitos benéficos do aminoácido e seus metabólitos.

Segundo Wells et al. (2005), o consumo de 1 kg de polpa de melancia é equivalente a 40% da ingestão média diária de arginina, 3,8 g para um adulto americano. Mandel et al. (2005), para determinar se o alto consumo de melancia elevaria os níveis plasmáticos de arginina e citrulina imediatamente após a ingestão (0, 1 e 2 h) e tardiamente após a ingestão (3, 4, 8 e 24 h), ofereceram uma grande quantidade de melancia (3,3 kg) a voluntários saudáveis. O resultado do estudo confirmou a hipótese do aumento e demonstrou que a citrulina plasmática normal de um adulto saudável é de 20 - 40  $\mu\text{mol} / \text{L}$ , aumentando inicialmente para 22  $\mu\text{mol} / \text{L}$ , chegando ao valor máximo de 593 (386-1069)  $\mu\text{mol} / \text{L}$  após 1 h e normalizando após 24h do consumo. Já a arginina plasmática normal de um adulto saudável é de 15 - 128  $\mu\text{mol} / \text{L}$ , aumentando inicialmente para 65  $\mu\text{mol} / \text{L}$ , chegando ao valor máximo de 199 (128-251)  $\mu\text{mol} / \text{L}$  após 2 h e normalizando após 8h do consumo.

Collins et al. (2007) avaliaram o aumento plasmático de arginina em 23 adultos saudáveis após alto consumo de suco de melancia a longo prazo. Para cada tratamento de três semanas foram planejadas dietas com ingestão controlada de 0g (Controle), 780g e 1560g de suco de melancia, correspondendo a aproximadamente 1 e 2g de citrulina por dia. O resultado do estudo demonstrou que três semanas de ingestão do suco de melancia em alta quantidade, seis xícaras por dia (2g de citrulina), foi capaz de elevar os níveis de arginina significativamente no plasma, porém não elevou significativamente a citrulina. Concluíram que a citrulina da melancia é realmente convertida de forma eficaz em arginina, e pode ser utilizada com a finalidade de suplementação desse aminoácido que apresenta grande potencial na melhoria das funções cardiovasculares e imunológicas.

Mandel et al. (2005) concluíram que o consumo de melancia pode elevar significativamente os níveis plasmáticos de citrulina e arginina, porém a eficácia do consumo

diário moderado de melancia para aumentar a disponibilidade de arginina em seres humanos é desconhecida, sendo necessário um alto consumo para que efeitos metabólicos sejam observados. Além disso, concluíram que uma fonte natural de citrulina pode ser mais biodisponível do que uma fonte sintética, e que o consumo da melancia pode beneficiar pacientes com distúrbios que requerem suplementação ou complementação de citrulina e / ou arginina, no entanto, a incerteza da dosagem e da disponibilidade sazonal de melancia tornaria tal abordagem impraticável.

Tarazona-Díaz et al. (2013) estudaram os efeitos *in vitro* e *in vivo* da citrulina do suco de melancia. O estudo *in vitro* utilizando suco de melancia não pasteurizado, pasteurizado e uma formulação (Citrulina + água), mostrou uma maior biodisponibilidade da L-citrulina quando contidos em uma matriz natural. O suco de melancia não pasteurizado obteve maior absorção (18,87%) em 8 min enquanto que o suco de melancia pasteurizado (80 °C / 40s) e a formulação (Citrulina + água) obtiveram a maior absorção nos primeiros 4 min (13,19 e 11,85%).

Isso indica que o suco de melancia é um veículo mais apropriado para o transporte e biodisponibilidade de L-citrulina do que um padrão puro ou formulação farmacológica. Os efeitos *in vivo* também foram avaliados pelo mesmo estudo, preparações de suco de melancia natural (NW) (1,17 g de citrulina), suco de melancia enriquecido (EW) (6g / 500 mL = 1,17 g de citrulina de melancia + 4,83 g de citrulina adicionada) e placebo foram oferecidos 1h antes do teste de esforço. Sete estudantes não atletas competitivos e sem história pessoal de doenças cardiovasculares foram avaliados, e os resultados revelaram que a percepção de esforço pelos atletas foi a mesma independente da formulação ingerida.

A dor muscular após 24 h de exercício foi significativamente maior quando o placebo foi fornecido. Isso indicou que os participantes sentiram mais dor muscular quando realizaram a atividade física pós o consumo do placebo do que com qualquer suco de melancia. No entanto, NW e EW não diferiram um do outro, indicando que 1,17 g de L-citrulina do suco de melancia não pasteurizado já foram suficientes para ajudar a reduzir a dor física. Após 48 h, a dor muscular foi reduzida ao mínimo em todos os tratamentos. A justificativa dos efeitos antifadiga de citrulina se devem ao fato de seu metabolismo promover efeito protetor contra a acidose e excesso de amônia.

Os resultados deste estudo confirmaram a hipótese adotada por Mandel et al. (2005) de que uma fonte natural de citrulina pode ser mais biodisponível do que uma fonte sintética, porém, ainda mantém-se o fato limitante da necessidade de uma alta dosagem do aminoácido para a observação de efeitos funcionais na saúde.

### **3.1.4 Concentração do suco de melancia**

A melancia é uma fruta altamente perecível e de difícil conservação para garantir sua disponibilidade durante todo ano. Entre as alternativas para aumentar a vida útil, reduzir o desperdício e concentrar os componentes nutricionais e funcionais da melancia está a concentração de sua polpa.

A concentração pode ser utilizada na produção de sucos concentrados de melancia ou como uma pré-etapa para conservação e posterior obtenção de produtos alimentícios. Massa et al. (2014) concentraram a polpa e a entrecasca de melancia juntas por cocção à temperatura de  $80 \pm 7^\circ\text{C}$  durante 50 minutos. A concentração reduziu o teor percentual de umidade e proteína, sendo 91% e 0,79% para a fruta *in natura* e 73,29 % e 0,55 % para o concentrado, respectivamente, indicando que a alta temperatura e tempo do tratamento térmico podem ter favorecido a desnaturação protéica. O tratamento térmico concentrou os carboidratos (23,99% para o concentrado e 6,22% para a fruta *in natura*) e RMF (1,03% para o concentrado e 0,62% para a fruta *in natura*). O concentrado apresentou menor acidez (0,14 %) e maior pH

(6,09 %) do que a fruta *in natura* (0,20% e 5,44%, respectivamente), indicando que o tratamento térmico aplicado para sua elaboração pode ter degradado ou promovido a volatilização de alguns ácidos orgânicos.

Na determinação da biodisponibilidade de carotenoides, fatores relacionados ao processamento térmico, barreiras estruturais em alimentos, além de conteúdo lipídico são os aspectos mais importantes (SAINI et al., 2015). O teor de lipídeos é naturalmente baixo em frutas e vegetais, e a sua adição durante o processamento pode desempenhar um papel fundamental no aumento da biodisponibilidade dos carotenoides, principalmente no caso dos não polares (carotenos) como o licopeno (VICTORIA-CAMPOS et al., 2013). Por sua vez, o aquecimento pode degradar muitos nutrientes, enquanto que para o licopeno, pode elevar sua biodisponibilidade, desde que o tratamento térmico não seja excessivamente agressivo (COLLE et al., 2013).

Com isso, os parâmetros de processamento também interferem na qualidade dos compostos funcionais. Para o licopeno, seu elevado grau de instauração propicia a sua isomerização e oxidação durante etapas de processamento e estocagem, resultando em perda de coloração, atividade biológica e formação de compostos responsáveis por aromas desejáveis e indesejáveis em alimentos. A ocorrência da oxidação depende de vários fatores como, por exemplo, o calor, a exposição à luz e ao oxigênio, presença de antioxidantes e os tipos de embalagens em que estão acondicionados (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

### **3.2. Soro de Leite (*Whey*)**

No ano de 2015, a produção de leite foi de 35 bilhões de litros, sendo a Região Sul responsável por 35,2% da produção nacional e primeira colocada no ranking das Grandes Regiões. Minas Gerais é o principal estado produtor de leite do país, com 9,14 bilhões de litros, representando 76,8% da produção da Região Sudeste e 26,1% da produção nacional (IBGE, 2015b).

O queijo no Brasil é definido pelo seu Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade como o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e, ou especiarias e, ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996).

Grande parte do leite produzido no país é utilizado na produção de queijos, e conseqüentemente, um alto volume de soro é produzido. A última Pesquisa Industrial de Produtos do IBGE, em 2014, indicou uma produção de aproximadamente de 462 mil quilos de queijo e 1,3 bilhões de litros de soro de leite (IBGE, 2014). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ), em 2014, a produção nacional de queijo foi ainda maior, estima-se que tenha sido de, aproximadamente, 1,1 toneladas (SCARCELLII, 2015).

O soro de leite é considerado um derivado do leite, sendo o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite, destinado à fabricação de queijos e caseína (BRASIL, 1952). A Portaria nº53, de 10 de Abril de 2013, submeteu a consulta pública até 10 de Maio de 2013, o Projeto de Instrução Normativa e seu Anexo, que estabelecem os Padrões de Identidade e Qualidade de soro de leite. Ainda não regulamentado, o projeto de Instrução Normativa define em seu anexo o soro de leite como o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína e produtos similares. Podendo ser apresentado na forma líquida, concentrada ou em pó, e devendo apresentar cor branca, amarelada ou esverdeada quando de consistência líquida ou concentrada, e branca a creme quando em pó (BRASIL, 2013).

O soro pode ser classificado como soro doce ou soro ácido, diferindo por seu valor de pH. Sendo soro doce quando a coagulação da caseína se produz principalmente por ação enzimática, com uso de coalho animal, ou coagulante de origem microbiológica ou vegetal, devendo apresentar pH entre 6,0 e 6,8. Já o soro ácido provém da coagulação lenta, pois, nesse tipo de coagulação, ocorre grande transformação de lactose em ácido láctico, devendo apresentar pH inferior a 6,0 (KOSIKOWSKI, 1979; GONZÁLEZ SISO, 1996; MORIN et al., 2007; BRASIL, 2013).

O soro ácido é resultante da produção de queijos frescos ou macios, tais como Cottage e Ricota ou iogurte estilo grego, e o soro doce é resultante da produção de queijos duros, tipo coalho (KOSIKOWSKI, 1979; SISO, 1996; GUIMARÃES et al., 2010; NISHANTHI et al., 2017). Ainda existe uma variação secundária, o soro salgado, que é caracterizado pela alta concentração de sais aplicados durante a etapa de salga de algumas variedades de queijo, como Cheddar ou Colby (NISHANTHI et al., 2017). O soro de leite também pode ser obtido pela separação física das micelas de caseína por microfiltração, em membranas de 0,1 µm, obtendo-se um concentrado de micelas e as proteínas do soro (MORIN et al., 2007).

O soro de leite é considerado um subproduto das indústrias queijeiras. Em função das técnicas utilizadas em sua produção pode-se obter uma média de nove a dez litros de soro para cada quilo de queijo produzido (KOSIKOWSKI, 1979; GIROTO e PAWLOWSKY, 2001). Inicialmente, as fábricas de queijo foram construídas perto de cursos de água para que a maior parte do soro fosse desviada para os rios. Atualmente, existe a consciência de seu potencial poluidor, e de que seu descarte inadequado representa um problema ambiental significativo devido ao seu elevado conteúdo de matéria orgânica (KOSIKOWSKI, 1979). Descartá-lo sem tratamento eficiente não é permitido pela legislação ambiental, que determina que todas as empresas tratem e disponham de forma adequada seus resíduos (KOSIKOWSKI, 1979; GUIMARÃES et al., 2010; COSTA et al., 2014).

Por possuir alta concentração de matéria orgânica, o soro de leite exige uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) entre 30 a 60g por litro e uma demanda química de oxigênio (DQO) de 50 a 80g por litro. Assim, um litro de soro exige o oxigênio presente em 4.500 litros de água para despoluí-lo (GUIMARÃES et al., 2010; PRAZERES et al., 2012; ALVES et al., 2014; COSTA et al., 2014).

Os tratamentos convencionais não são apropriados para reduzir a carga poluente do soro, que pode significar a duplicação do sistema de tratamento pelo elevado DBO e DQO, o que geralmente leva a uma sobrecarga do sistema (KUSKOSKI et al., 2006; SMITHERS, 2008; GUIMARÃES et al., 2010). Lançados como efluentes, 50.000 litros de soro, equivalem ao esgoto de uma cidade de 25.000 habitantes, porém podem ser cerca de até cem vezes mais poluentes do que o esgoto doméstico (MINUBUTI, 1994).

O consumo de oxigênio na água ocorre através de bactérias e microrganismos que fermentam a lactose (componente mais abundante no soro, cerca de 5% p / v) em ácido láctico, reduzindo o teor de oxigênio dissolvido e aumentando a acidez da água, transformando-a em uma agente poluente (SISO, 1996; GUIMARÃES et al., 2010; PRAZERES et al., 2012).

Além do prejuízo ao meio ambiente, o descarte do soro de leite nas afluentes significa perda de seu grande potencial tecnológico. Atualmente diversos esforços estão sendo feitos para sua incorporação aos alimentos, e com o desenvolvimento de técnicas de fracionamento, esse produto vem sendo amplamente requisitado como precursor de ingredientes ou como ingrediente na indústria de alimentos (GERNIGON et al., 2010).

O soro de leite pode ser encontrado na forma líquida, como é naturalmente obtido, e pode ser utilizado em diversas aplicações industriais. O soro ácido pode ser utilizado como realçador de sabor de molhos cremosos para saladas, retentor de água, emulsificante e como fonte de cálcio, e o soro doce é muito utilizado em produtos de panificação, salgadinhos, sorvetes e sobremesas lácteas (PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008). Além disso, o soro



pode ter sua água separada dos demais componentes por osmose reversa, evaporação, cristalização e atomização (MINUBUTI, 1994).

Existem alguns produtos comercialmente disponíveis que são derivados de soro: o concentrado protéico de soro (*whey protein concentrate – WPC*), obtido pela remoção dos constituintes não protéicos do soro, em que o produto final seco contém entre 35% e 80% de teor protéico; e o isolado protéico de soro (*whey protein isolate – WPI*), que é a forma comercial mais pura das proteínas do soro e contém entre 80 e 95% de proteína (BRANS, 2006; ALVES et al., 2014). Existe ampla aplicação dos concentrados e isolados protéicos nas indústrias alimentícias pela funcionalidade, a Tabela 2 descreve algumas delas.

**Tabela 2.** Propriedades tecnológicas e funcionais conferidas a alimentos por concentrados protéicos de soro

<b>Propriedade Funcional</b>	<b>Setor Alimentício</b>	<b>Proteína %</b>	<b>Aplicações</b>
<b>Viscosidade</b>	Bebidas	35	Chocolates, Marshmallows, Nougat, Barras de cereal, Glacê.
<b>Solubilidade, estabilidade coloidal</b>	Bebidas	35	Bebidas fortificadas com proteínas, Bebidas isotônicas, Piña Colada, Bebidas gaseificadas, Chás gaseificados, Bebidas para crianças, Sucos, Iogurtes, Bebidas substituintes de refeições.
<b>Emulsificação</b>	Sopas, alimentos infantis	85	Sopas com baixo teor ou zero gordura, Molhos para saladas, Queijos fundidos.
<b>Formação de espuma</b>	Confeitaria	35	Glacê, Creme de leite UHT, Chantilly, Chocolates aerados.
<b>Gelificação</b>	Produtos lácteos	65	Iogurte, Frozen Yogurt, Sorvete.
<b>Elasticidade</b>	Panificação	65	Brownie, Bolo, Cookies, Pães, Muffins, Massa para pizza, Biscoitos, Waffles.
<b>Absorção de água</b>	Produtos de carne	85	Salsicha, Bife de hambúrguer, e gordura Presunto, Nuggets e embutidos.

Fonte: (ALVES et al., 2014)

Outros produtos obtidos a partir do soro de leite são: a proteína de soro hidrolisada, obtida pela hidrólise das moléculas de proteínas para formação de segmentos protéicos menores; o concentrado de soro deslactosado, que apresentam teor de lactose inferior a 1%; e o soro desmineralizado, com teor de minerais reduzido pela remoção seletiva de uma parte dos minerais através dos processos de troca iônica, eletrodialise ou separação por membranas (CORREIA et al., 2011; ALVES et al., 2014).

### 3.2.1 Composição físico-química e funcional

A composição do soro de leite depende da composição química do leite que varia de acordo com a alimentação, reprodução e diferença individual de cada animal e do clima (ALVES et al., 2014), além disso, a forma de obtenção também altera a composição.

O projeto de Instrução Normativa (2013) prevê os requisitos físico-químicos para os diversos tipos de soro de leite (Tabela 3).

**Tabela 3.** Requisitos físico-químicos para soro de leite, soro de leite ácido, e soro de leite concentrado e soro de leite ácido concentrado

Requisitos	Soro de Leite	Soro de Leite Ácido	Soro de Leite concentrado e Soro de Leite ácido Concentrado
pH	6,0 – 6,8	Inferior a 6,0	-
Acidez em ác. láctico (g/100g)	0,08 – 0,14	-	-
Sólidos Totais (g/100mL)	Mínimo 5,0	Mínimo 5,0	Mínimo 11,0

Fonte: Projeto de Instrução Normativa (BRASIL, 2013).

O levantamento bibliográfico revelou a composição físico-química do soro de leite líquido, do soro doce e do soro ácido, que podem ser observadas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Composição físico-química do soro de leite líquido, soro doce e soro ácido por 100mL

Soro	Soro Líquido <sup>a</sup>	Soro Doce <sup>b</sup>	Soro Ácido <sup>c</sup>	Soro Salgado <sup>d</sup>
Umidade (%)	92,01 – 94,34	93 – 94	94 – 95	-
RMF (%)	0,34 – 0,7	0,5 – 0,7	0,7 – 0,8	-
Sólidos Totais	5,66 – 6,9	6,24 – 6,50	5,2 – 6,8	21,9
Lactose (%)	4,1 – 5,1	3,06 – 5	3,16 – 4,9	2,81
pH	4,27 – 6,5	5,38 – 6,4	4,52 – 4,7	5,31
Acidez em Ác. Láctico (%)	0,12 – 0,2	0,1 – 0,25	0,1 – 0,8	0,28
Proteína Total (%)	0,68 – 1,2	0,8 – 1,04	0,24 – 1	0,81
Lipídeos (%)	0,3 – 0,5	0,04 – 0,65	0,04 – 0,73	14,8
Ca (%)	0,05 – 0,06	0,05 – 0,059	0,13	0,072
P (%)	0,04 -0,05	0,06 – 0,068	0,09 – 0,183	0,088
Mg (%)		0,017	0,017	0,016
Na (%)		0,031	0,071	5,5
K (%)		0,12	0,133	0,13

<sup>a</sup> Não especificado (doce ou ácido) (MINUBUTI, 1994; PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2013; ANDRADE et al., 2016).

<sup>b</sup> (KOSIKOWSKI, 1979; MORR e HA, 1993; MINUBUTI, 1994; NISHANTHI et al., 2017).

<sup>c</sup> (KOSIKOWSKI, 1979; MORR e HA, 1993; MINUBUTI, 1994; NISHANTHI et al., 2017).

<sup>d</sup> (NISHANTHI et al., 2017).

O soro de leite representa 85-95% do volume de leite e retém 55% de seus nutrientes (KOSIKOWSKI, 1979). Entre os mais abundantes estão a lactose (3,8-5,1%), proteínas solúveis (0,68-1,2%), lipídeos (0,04-0,6%) e sais minerais (0,34-0,8%).

O soro doce geralmente apresenta maior teor de lactose comparado ao soro ácido, isso ocorre devido ao processo de fermentação, em que uma fração da lactose é transformada em ácido láctico durante a coagulação. Por sua vez, o soro ácido possui maior concentração de sais minerais como o cálcio e fósforo, pois em pH ácido ocorre a solubilização do complexo fosfato de cálcio existente nas micelas de caseína (PABOUEF et al., 2011).

Aproximadamente 75% das proteínas do leite ficam retidas em queijos obtidos por coagulação enzimática, o restante é solubilizada no soro (KOSIKOWSKI, 1979). As principais são a  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina, que constituem aproximadamente, 50% e 12% do total das proteínas do soro, respectivamente. O restante consiste em imunoglobulinas, albumina de soro bovino, lactoferrina, lactoperoxidase, proteose-peptona e outras proteínas em menor teor (FITZSIMONS et al., 2007; DAVOODI et al., 2016).

Segundo Bobbio e Bobbio (2001), a concentração de proteínas no soro de leite corresponde a 3,5g/L de  $\beta$ -lactoglobulina, 0,84 g/L de  $\alpha$ -lactoalbumina, 0,7 g/L de albumina

do soro bovino, 0,35 g/L de imunoglobulinas e 2,4 g/L de proteose-peptona, porém em produtos obtidos do soro do leite como a proteína do soro concentrada e isolada os teores são ainda maiores. A Tabela 5 descreve as principais diferenças proporcionais entre a composição de proteínas do soro do leite concentrada e proteínas do soro do leite isolada.

**Tabela 5.** Teor de proteínas do soro do leite em concentrado e isolado de proteína do soro do leite

Proteínas do soro	Proteína do soro concentrada (%)	Proteína do soro Isolada (%)
$\alpha$ -lactoalbumina	12 – 16%	14 – 15%
$\beta$ -lactoglobulina	50 – 60%	44 – 69%
Albumina do soro	3 – 5%	1 – 3 %
Imunoglobulina	5 – 8%	2 – 3%

Fonte: (KASSEM, 2015)

A composição físico-química do soro de leite concentrado e soro de leite ácido concentrado está descrita na Tabela 6.

**Tabela 6.** Composição físico-química do soro de leite concentrado e soro de leite ácido concentrado por 100g

Soro	Soro concentrado <sup>a</sup>	Soro ácido concentrado <sup>b</sup>
Umidade (%)	36,4 – 40	33,5
RMF (%)	6,4	8,2
Sólidos Totais	60 – 63,6	64
Lactose (%)	47,7	34,9
pH	6,4	-
Proteína Total (%)	7,7 – 8,7	7,5
Lipídeos (%)	0,32	0,6
Ca (%)	0,38 – 0,58	-
P (%)	0,42 – 0,58	-

<sup>a</sup> Não especificado (doce ou ácido) (ADAMS, 1974; MINUBUTI, 1994; DESCONSI et al., 2014).

<sup>b</sup> (KOSIKOWSKI, 1979; MINUBUTI, 1994).

Com a concentração do soro de leite ocorre a concentração de seus componentes, como a lactose (33,5 – 40%), lipídeos (0,32 – 0,6%), sais minerais, como o cálcio (0,38 – 0,58%) e fósforo (0,42 – 0,58%), e proteínas solúveis (7,5 – 8,7%). Com a concentração das proteínas ocorre também a concentração do teor de aminoácidos. A composição de aminoácidos das proteínas do soro de leite em pó está descrita na Tabela 7.

**Tabela 7.** Composição de aminoácidos da proteína do soro em pó (continua)

Aminoácido	Soro doce em pó		Soro ácido em pó	
	g/100g de proteína	g/100g de soro doce	g/100g de proteína	g/100g de soro ácido
Lisina	8,8	1,1	10,3	1,24
Histidina	2	0,25	2,3	0,28
Arginina	2,6	0,33	2,8	0,33
Triptofano	2,4	0,30	2,4	0,29
Ácido aspártico	10,2	1,28	10,2	1,23
Treonina	6,8	0,85	4,9	0,59

**Tabela 7.** Continuação

<b>Serina</b>	5,3	0,66	4,7	0,56
<b>Ác. Glutâmico</b>	18	2,23	18,4	2,22
<b>Glicina</b>	1,9	0,24	1,7	0,2
<b>Alanina</b>	4,6	0,58	4,1	0,5
<b>Cistina</b>	2,3	0,28	2,2	0,26
<b>Valina</b>	5,9	0,73	5,2	0,63
<b>Metionina</b>	1,8	0,22	1,8	0,21
<b>Isoleucina</b>	5,9	0,74	5,4	0,66
<b>Leucina</b>	10,3	1,28	10,5	1,26
<b>Tirosina</b>	2,7	0,34	3,1	0,37
<b>Fenilalanina</b>	3,5	0,43	3,7	0,44

Fonte: (MINUBUTI, 1994)

O projeto de Instrução Normativa (2013) prevê os requisitos físico-químicos para o soro de leite em pó e soro de leite ácido em pó (Tabela 8).

**Tabela 8.** Requisitos físico-químicos para o soro de leite em pó e soro de leite ácido em pó

<b>Requisitos</b>	<b>Soro de Leite em pó</b>	<b>Soro de Leite Ácido em pó</b>
<b>Lactose (g/100g)</b>	Mínimo 61	Mínimo 61
<b>Proteína láctea (g/100g)</b>	Mínimo 8,5	Mínimo 7
<b>Umidade (g/100g)</b>	Máximo 5	Máximo 4,5
<b>RMF (g/100g)</b>	Máximo 9,5	Máximo 15
<b>Acidez em Ác. Láctico (g/100g)</b>	Máximo 0,35	Mínimo 0,35
<b>pH (solução 10 %)</b>	Mínimo 5,1	Máximo 5,1

Fonte: Projeto de Instrução Normativa (BRASIL, 2013).

A composição físico-química do soro de leite em pó, do soro de leite doce em pó e do soro de leite ácido em pó está descrita na Tabela 9.

**Tabela 9.** Composição físico-química do soro de leite em pó, soro de leite doce em pó e soro de leite ácido em pó por 100g

<b>Soro</b>	<b>Soro em pó<sup>a</sup></b>	<b>Soro doce em pó<sup>b</sup></b>	<b>Soro ácido em pó<sup>c</sup></b>
<b>Umidade (%)</b>	4,5 – 7	3 – 4,5	2,3 – 4
<b>RMF (%)</b>	7,3 – 11,1	7,3 – 8,3	10,6 – 11,8
<b>Sólidos Totais</b>	93 – 95,5	95,5 – 97	95 – 97,7
<b>Lactose (%)</b>	62,6 – 75,3	69,4 – 75	63,2 – 67,4
<b>pH</b>	6,38	-	-
<b>Proteína Total (%)</b>	8,8 – 13,4	12,0 – 15	7,2 – 13,3
<b>Lipídeos (%)</b>	0,3 – 3,7	0,8 – 1	0,48 – 1,5
<b>Ca (%)</b>	0,65 – 0,9	0,88	2,4
<b>P (%)</b>	0,59 – 0,7	1,1	1,59

<sup>a</sup> Não especificado (doce ou ácido).

(ADAMS, 1974; KOSIKOWSKI, 1979; MINUBUTI, 1994; THAMER e PENNA, 2006).

<sup>b,c</sup> (KOSIKOWSKI, 1979; MINUBUTI, 1994).

Com a obtenção do soro em pó ocorre ainda maior concentração de seus componentes, como a lactose (62,6 – 75,3%), proteínas solúveis (7,2 – 15%), lipídeos (0,3 – 3,7%) e minerais, como o cálcio (0,65 – 2,4) e fósforo (0,59 – 1,59).

O projeto de Instrução Normativa (2013) ainda prevê os requisitos físico químicos para o soro de leite em pó parcialmente desmineralizado, ácido parcialmente desmineralizado, desmineralizado, ácido desmineralizado e delactosado (Tabela 10).

**Tabela 10.** Requisitos físico-químicos para o soro de leite em pó parcialmente desmineralizado, ácido parcialmente desmineralizado, desmineralizado, ácido desmineralizado e delactosado

Requisitos	Lactose (g/100g)	Proteína láctea (g/100g)	Umidade (g/100g)	RMF (g/100g)
<b>Parcialmente desmineralizado</b>	Mínimo 61	Mínimo 8,5	Máximo 4	1 - 7
<b>Ácido parcialmente desmineralizado</b>	Mínimo 61	Mínimo 7	Máximo 4	1 - 7
<b>Desmineralizado</b>	Mínimo 61	Mínimo 8,5	Máximo 5	Máximo 1
<b>Acido desmineralizado</b>	Mínimo 61	Mínimo 7	Máximo 5	Máximo 1
<b>Delactosado</b>	Máximo 60	18 – 24	Máximo 5	14 – 22

Fonte: Projeto de Instrução Normativa (BRASIL, 2013).

### 3.2.2 Características funcionais (*Whey Proteins*)

São atribuídas diversas propriedades biológicas importantes as proteínas do soro do leite, dentre elas podemos citar a atividade imunomoduladora, antimicrobiana e antiviral, anticâncer e antiúlcera, além de proteção ao sistema cardiovascular e benefícios aos praticantes de atividade física (SGARBIERI, 2004; BAUMAN et al., 2006; DAVOODI et al., 2016).

O valor biológico das proteínas do soro  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactalbumina é elevado quando comparado ao de outras proteínas, pois apresentam alto conteúdo de aminoácidos essenciais e aminoácidos de cadeia ramificada, leucina, isoleucina e valina (MARSHALL et al., 2003; YADA, 2004; ALVES et al., 2014). Estes aminoácidos, especialmente a leucina, podem ajudar a minimizar a perda de massa muscular em condições de aumento da degradação de proteínas e pode estimular a síntese de proteínas do músculo (DAVOODI et al., 2016).

Além disso, quando comparado a caseína, apresenta mais aminoácidos sulfurados, como cisteína e metionina, esses aminoácidos são precursores de glutatona, apresentando propriedades anticarcinogênicas e antioxidantes, e capacidade de melhorar a função imunológica (BAUMAN et al., 2006; NEVILLE, 2010; DAVOODI et al., 2016).

O soro também é uma importante fonte de albumina do soro bovino e imunoglobulina, que conferem proteção contra infecções por estimular a produção de linfócitos. E ainda, apresentam proteínas como a lactoferrina e lactoperoxidase, que conferem propriedades antimicrobianas (YADA, 2004; ALVES et al., 2014). Alguns benefícios à saúde atribuídos as proteínas do soro estão descritos na Tabela 11.

**Tabela 11.** Benefícios das proteínas do soro a saúde

<b>Tipo de Proteína</b>	<b>Função Biológica</b>
<b>Proteína do soro concentrada</b>	Atividade anticarcinogênica e imunomodulação
<b><math>\beta</math>-lactoglobulina</b>	Atividade anticarcinogênica e antiviral
<b><math>\alpha</math>-lactalbumina</b>	Atividade anticarcinogênica, antibacteriana e antiviral
<b>Lactoferrina</b>	Atividade anticarcinogênica, antibacteriana e antiviral e imunomodulação
<b>Imunoglobulina</b>	Atividade antibacteriana e anticarcinogênica

Fonte: Adaptado (DAVOODI et al., 2016)

Diversos estudos têm demonstrado as atividades biológicas e funcionais das proteínas do soro do leite bovino. No estudo realizado por McIntosh et al. (1998) foi identificado que as proteínas do soro de leite possuem atividade anticarcinogênica. Cobaias induzidas ao câncer de cólon pelo carcinógeno 1,2-dimetilhidrazina receberam dietas contendo proteínas do soro do leite, proteínas da soja, caseína e proteínas da carne bovina. Os resultados indicaram que as dietas que continham as proteínas do soro do leite foram capazes de inibir o aparecimento e crescimento de tumores de cólon de forma mais significativa do que a caseína, as proteínas de carne bovina e da soja, respectivamente.

Os mecanismos relacionados à prevenção do câncer pelas proteínas do soro do leite, provavelmente se desdobram através da sua capacidade em aumentar os níveis celulares de glutathione, bem como na promoção da resposta imune humoral e mediada por células (BOUNOUS, 2001). Estudos também indicam que as proteínas do soro do leite também são capazes de inibir câncer mama (HAKKAK et al., 1999), próstata (PARODI, 1998; KENT et al., 2003; DAVOODI et al., 2013), de cabeça e pescoço (CHMIEL, 1998), entre outros.

O poder imunomodulatório é uma das propriedades fisiológicas funcionais mais estudadas e importantes das proteínas do soro de leite. O efeito imunomodulador das proteínas do soro do leite foi descritos por Low et al. (2001). No estudo as cobaias foram imunizadas pela toxina do cólera e ovalbumina via oral, e por 12 semanas foram alimentadas com dieta contendo 20% de proteína total, sendo um grupo com concentrado de proteínas do soro. Os grupos produziram anticorpos contra a toxina do cólera e a ovalbumina, porém as respostas foram significativamente mais elevada entre os animais alimentados com o concentrado de proteína do soro de leite.

A eficácia clínica das proteínas do soro de leite foi avaliada em 25 pacientes com hepatite B crônica ou C. Foram administradas 12 g de proteína duas vezes ao dia, de manhã e à noite, durante 12 semanas. A suplementação com as proteínas do soro de leite foi capaz de aumentar os níveis de glutathione no plasma e a atividade de células *natural killer* (WATANABE et al., 2000).

Em portadores de HIV, a eficácia da proteína concentrada do soro de leite em melhorar a atuação do sistema imunológico foi testada. Doses diárias de 18,4 – 39,2g da proteína, preparada de forma que a albumina do soro não fosse desnaturada, elevaram a concentração de glutathione e o número de linfócitos, além de favorecerem o ganho de peso dos pacientes (BOUNOUS et al., 1993).

Além do concentrado e do isolado protéico do soro, a ação imunoestimulatória tem sido demonstrada em proteínas isoladas do soro: imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase e do glicomacropéptido (GMP), que só é encontrado no soro doce, como produto da ação da enzima coagulante quimosina sobre a  $\kappa$ -caseína (SGARBIERI, 2004).

As atividades antimicrobianas e antivirais têm sido demonstradas para as proteínas do soro de leite lactoferrina, lactoperoxidase,  $\alpha$ -lactalbumina e as imunoglobulinas (BRUNI et al., 2016). Vários estudos demonstraram a atividade inibidora de proteínas do soro contra a *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) em indivíduos infectados (SACHDEVA et al., 2014). Em estudo realizado por Di Mario et al. (2003), a taxa de erradicação de pacientes infectados por *H. pylori* que receberam 200mg de lactoferrina associada a terapia tripla duas vezes ao dia por sete dias foi de 95,9%.

A lactoferrina tem atividade bacteriostática e bactericida contra Gram-negativas e Gram-positivas, e atividade fungicida particularmente contra espécies de *Cândida* (PIHLANTO, 2011). Efeitos das imunoglobulinas contra *Shigella flexneri* (TACKET et al., 1992) e *Escherichia coli* enterotoxigênica (FREEDMAN et al., 1998) também foram relatados. Além disso, a lactoferrina,  $\alpha$ -lactoalbumina e  $\beta$ -lactoglobulina demonstram atividades inibidoras contra o vírus HIV (NG et al., 2001; BERKHOUT et al., 2004).

As proteínas do soro de leite tem ganhado cada vez mais destaque na nutrição esportiva. A atividade física exerce um grande estresse metabólico, incluindo a liberação de hormônios relacionados ao estresse e as consequentes mudanças na disponibilidade e uso de energia (HA e ZEMEL, 2003). O exercício físico requer um maior aporte protéico devido a maior utilização de aminoácidos como fonte energética no metabolismo, e as proteínas do soro e seus aminoácidos podem fornecer substrato e também componentes bioativos que aumentam os benefícios da atividade física (HA e ZEMEL, 2003).

O estresse oxidativo produzido durante a atividade física é um dos responsáveis pela fadiga muscular que causa queda no desempenho (PEDERSEN e HOFFMAN-GOETZ, 2000). Um estudo realizado por Lands et al. (1999) comparou o efeito da suplementação com 20g/dia de proteína concentrada do soro e da caseína (placebo) sobre o desempenho físico de adultos jovens. O grupo suplementado com a proteína do soro apresentou aumento de 35,5% na concentração de glutatona (agente antioxidante), além de gerar mais potência e maior quantidade de trabalho em testes de velocidade, sugerindo melhor rendimento. O alto teor de cisteína das proteínas do soro estaria relacionado aos efeitos observados, pois a glutatona depende da concentração intracelular de cisteína para ser sintetizada.

As proteínas do soro apresentam rápida metabolização (*fast metabolizing proteins*), sendo adequadas para situações de estresses metabólicos onde há necessidade de reposição emergencial de proteínas (BOIRIE et al., 1997; SGARBIERI, 2004). São altamente digeríveis e de rápida absorção pelo organismo, estimulando a síntese protéica sanguínea e tecidual, porém os fatores que influenciam a eficiência com que os aminoácidos estimulam a síntese de proteínas incluem principalmente a dose e a composição da mistura de aminoácidos ou proteínas (WOLFE, 2000; SGARBIERI, 2004).

As proteínas do soro de leite têm elevado teor de aminoácidos de cadeia ramificada, e a leucina, em particular, foi identificada como um sinal chave na via de iniciação da tradução da síntese de proteínas musculares (ANTHONY et al., 2001). Borsheim et al. (2002) observaram que a administração de 6g de aminoácidos essenciais em voluntários saudáveis, 1h e 2 h após o exercício físico de resistência, foi duas vezes superior a administração de 3g de aminoácidos essenciais associada a 3g de não essenciais, indicando que apenas a ingestão de aminoácidos essenciais é suficiente para a estimulação aguda da síntese de proteínas musculares.

Um estudo recente conduzido por Rondanelli et al. (2016) por 12 semanas com 130 idosos sarcopênicos testou a hipótese de que a suplementação nutricional com proteína do soro de leite (22 g), aminoácidos essenciais (10,9 g, incluindo 4 g de leucina) e vitamina D (2,5mg) aumentaria a massa livre de gordura, força, função física e qualidade de vida, reduzindo o risco de desnutrição. Todos participaram simultaneamente de um programa de

atividade física controlada, e observou-se que a suplementação com atividade física aumentou a massa magra em 1,7 kg.

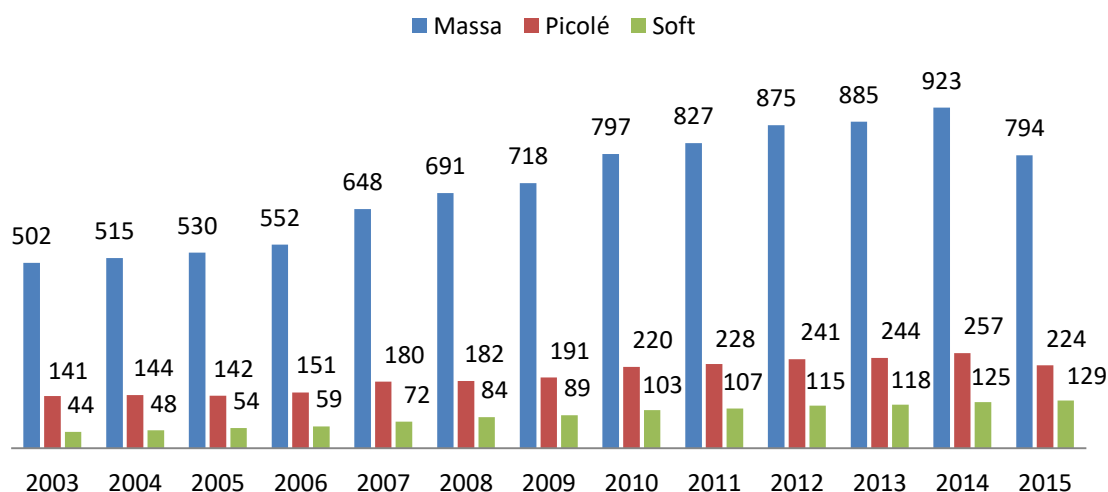
### 3.3. Gelados Comestíveis

Popularmente conhecidos no Brasil como picolés e sorvetes, estes estão classificados pela legislação sanitária brasileira como produtos gelados comestíveis, que são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto (BRASIL, 2005).

Marshall e Arbuckle (1996) definem os gelados comestíveis como uma mistura pasteurizada e homogeneizada de leite e outros ingredientes, que, pelo processo de agitação, incorpora ar, proporcionando características de suavidade e maciez ao produto congelado. Já Karaman e Kayacier (2012) definem como um produto lácteo contendo leite, edulcorantes, estabilizantes, emulsionantes e agentes aromatizantes, produzidos pela mistura destes ingredientes, seguida de pasteurização e congelamento.

Tradicionalmente, os sorvete são alimentos à base de produtos lácteos, principalmente, creme e leite, adicionados de ingredientes aromatizantes e saborizantes, e congelados sob agitação contínua, para que seja formada sua estrutura complexa, que se traduz num produto cremoso e aerado (RENHE et al., 2015).

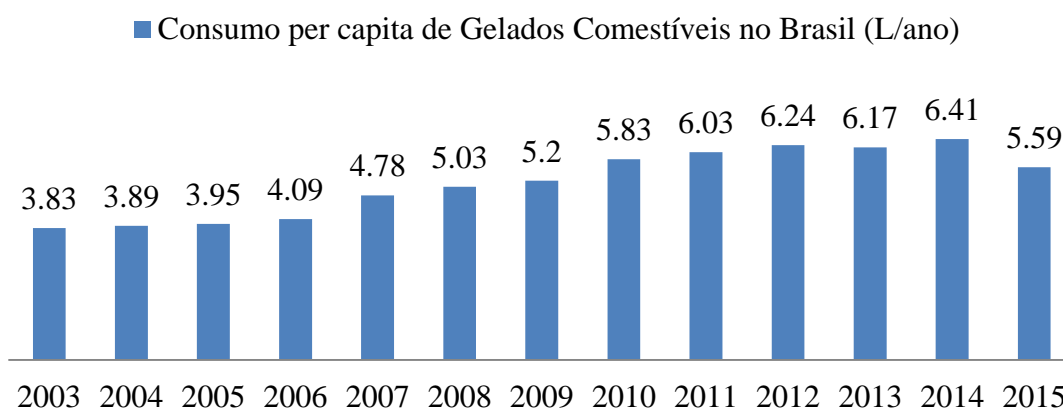
Segundo Goff e Hartel (2013), o Brasil em 2010 foi o 21º consumidor de gelados comestíveis do mundo, ficando atrás de países como Chile e Argentina. O IBGE (2014), registrou uma produção de sorvetes, picolés e produtos gelados comestíveis de 508.674 toneladas, totalizando um valor de produção de R\$ 2,5 bilhões. Segundo a ABIS, no ano de 2015, a produção de massa, picolé e soft foi de 794, 224 e 129 milhões de litros, respectivamente, os valores de produção estão detalhados na Figura 8.



**Figura 8.** Produção de massa, picolés e soft no Brasil (milhões de litros/ano) (ABIS, 2016)

No ano de 2015, segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes, o consumo total de gelados comestíveis no Brasil foi de 1,14 bilhões de litros, e o consumo per capita foi de 5,56 litros/ano, queda relativamente significativa quando comparada aos anos anteriores de 2010 a 2014, como demonstrado na Figura 9.





**Figura 9.** Consumo per capita de gelados comestíveis no Brasil (L/ano) (ABIS, 2016)

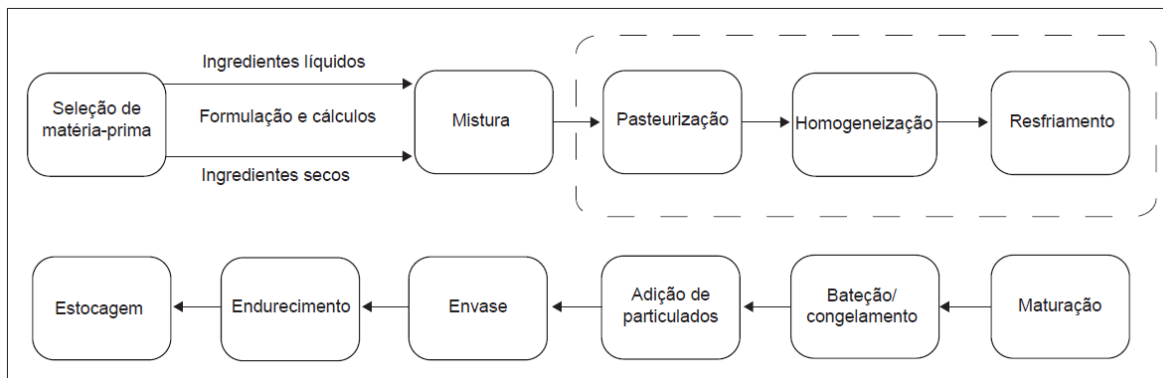
A Consulta Pública nº 28, de 01 de junho de 2000 (BRASIL, 2000), em seu anexo estabelece os padrões de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis, classificando-os quanto sua composição básica em:

- a) Sorvetes de creme: elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis;
- b) Sorvetes de leite: elaborados basicamente com leite e ou derivados;
- c) Sorvetes: elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias-primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea;
- d) Sherbets: elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias-primas alimentares e que contém apenas uma pequena proporção de gorduras e proteínas as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láctea;
- e) Gelados de Frutas ou Sorbets: elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares;
- f) Gelados: elaborados basicamente com açúcares, podendo ou não conter polpas, sucos, pedaços de frutas e outros matérias-primas; e
- g) Frozen yoghurt/iogurte/yogur: obtidos basicamente com leite, submetidos a fermentação láctea através da ação do *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, ou a partir de yoghurt, iogurte ou yogur com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado.

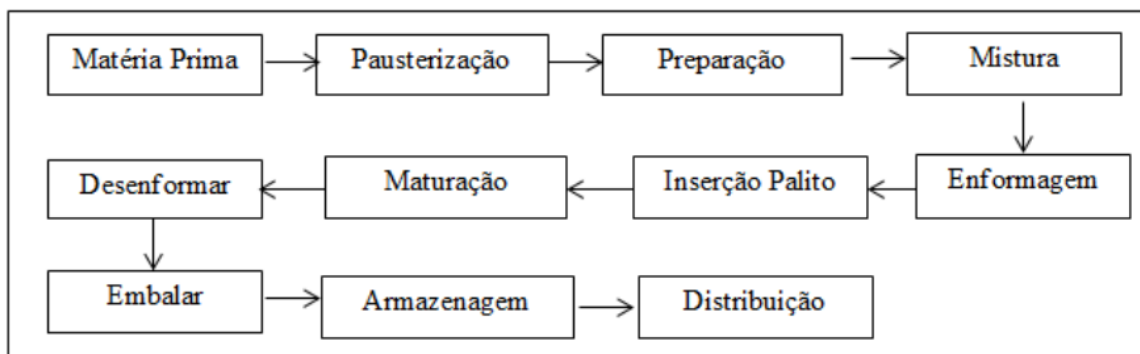
Apesar do regulamento técnico não estar vigente, essa classificação é amplamente adotada pelo comércio brasileiro de gelados comestíveis, podendo ainda ocorrer a classificação quanto ao processo de fabricação e apresentação (BRASIL, 2000) em:

- a) Sorvetes de massa ou cremosos: que são misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, batidas e resfriadas até o congelamento, resultando em massa aerada;
- b) Picolés: que são porções individuais de gelados comestíveis de várias composições, geralmente suportadas por uma haste, obtidas por resfriamento até congelamento da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento; e
- c) Produtos especiais gelados: que são os gelados mistos constituídos por qualquer das modalidades de gelados comestíveis em combinação com alimentos não gelados, representados por porções situadas internamente e ou externamente ao conjunto, tais como: Sanduíche de sorvete, bolo de sorvete, torta gelada.

O mercado de gelados comestíveis é bem amplo, além dos sorvetes, existem outros produtos, como picolés, sobremesas, tortas, bolos e softs (sorvetes produzidos na hora e consumidos em redes de *fast food*). Para a obtenção desses produtos são necessárias as etapas de formulação, mistura e pasteurização, diferenciando-se dos sorvetes nas etapas de bateção e congelamento, bem como na de envase e consumo (RENHE et al., 2015), como demonstrado no Fluxograma 1. Para a produção de picolés utiliza-se o Fluxograma 2.



**Fluxograma 1.** Etapas de fabricação de sorvetes (RENHE et al., 2015).



**Fluxograma 2.** Preparo de picolés a base de leite e de água (MENDONCA et al., 2015)

Os gelados comestíveis são amplamente apreciados em todo o mundo, independentemente da cultura, idade e nível socioeconômico (BALTHAZAR et al., 2017), e representam a sobremesa láctea mais conhecida em todos os continentes. É considerado um alimento nutritivo, fonte de proteínas, vitaminas, minerais, e alguns compostos funcionais (SOUKOULIS et al., 2014; BAHRAM-PARVAR, 2015). Quando preparado apenas à base de leite é considerado pobre em compostos bioativos como carotenoides, vitamina C e compostos fenólicos (SUN-WATERHOUSE et al., 2013).

Ingrediente primordial na produção de sorvetes, a gordura define a qualidade final do produto, possui função importante no desenvolvimento da estrutura, bem como nas propriedades sensoriais e estabilidade durante a estocagem do produto. Sorvetes com maior teor de gordura tendem a ser mais macios, permitem maior incorporação de ar e são percebidos sensorialmente como mais quentes (RENHE et al., 2015).

Os teores de gordura e sólidos variam bastante de região para região, em função principalmente do clima. Por isso, locais mais frios, como o sul do Brasil preferem produtos com maior teor de gordura do que regiões mais quentes, como o nordeste, onde produtos mais refrescantes e à base de água têm maior aceitação (RENHE et al., 2015).

Atualmente observa-se uma demanda dos consumidores por novos produtos alimentícios que agreguem propriedades funcionais e nutricionais, porém, estes produtos também devem atender as suas expectativas sensoriais (KHURANA e KANAWJIA, 2007; CRUZ et al., 2009; CRUXEN et al., 2017). O mercado de produtos lácteos pode ser ampliado pela incorporação de ingredientes que promovam a saúde e o sabor, trazendo conveniência aos consumidores.

O desenvolvimento de novos produtos contendo frutas nativas é recomendado e promovido pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação para a integração indispensável de preocupações sociais, econômicas e ambientais envolvendo alimentos (FAO, 2008). Assim, a combinação de frutas (utilizadas como a maior fonte de sabor em gelados comestíveis) contendo propriedades bioativas e os benefícios da utilização do soro do leite podem conferir característica funcional ao produto.

Estudos utilizando separadamente frutas ou soro de leite para o preparo de gelados comestíveis estão sendo realizados por diversos autores. Rodrigues et al. (2006) utilizou soro de leite em pó e substituto de gordura em diferentes porcentagens para substituição do leite em pó e creme de leite na formulação de sorvete sabor chocolate visando o aproveitamento do soro de leite e a redução de calorias.

A utilização do soro de leite em pó e do substituto de gordura nas formulações dos sorvetes, independente do percentual de substituição, promoveram redução no teor de gordura em relação à formulação base. A taxa de derretimento dos sorvetes foi influenciada significativamente pelas substituições e formulações. A formulação que continha 100% de substituição do leite em pó e 100% de substituição do creme de leite apresentou maior tendência ao derretimento, e a com menor tendência foi a formulação base. O sorvete formulado com 100% de substituto de gordura e 50% de soro de leite em pó apresentou redução de 30,43% no teor de gordura e obteve o índice de aceitação bastante elevado (88,4%).

Um estudo mercadológico e tecnológico sobre picolé produzido com soro de leite foi realizado por Antonialli (2015). A pesquisa teve como objetivo identificar a intenção de compra, aceitação e preferência sensorial dos consumidores para um picolé de chocolate produzido majoritariamente com soro de leite. Com os resultados concluiu-se que o produto deve apresentar 40% de leite e 60% de soro de leite, ressaltando que nem a formulação com 100% de leite nem a com 100% de soro foram as mais aceitas pelo consumidor. Quanto aos melhores conceitos, ficou evidente que o conceito “*whey*” foi o que mais se destacou, sendo o preferido por 64% dos consumidores.

Em um estudo recente desenvolvido por Cruxen et al. (2017), utilizando Butiá para a produção de picolés, houve incorporação de compostos fenólicos e ácido ascórbico no produto, cuja redução durante 90 dias de armazenamento a -18 °C foi de apenas 10 % e 5%, respectivamente, e o teor de carotenoides e flavonóides aumentou durante o armazenamento sob congelamento. A análise sensorial revelou boa aceitação do produto (6,8 - 7,8 em 9 pontos) e intenção de compra (acima de 80%), demonstrando seu potencial como um novo alimento funcional.

Sun-Waterhouse et al. (2013) prepararam gelados comestíveis utilizando 49% v/v de suco de kiwi com polpa verde, ouro ou vermelha. Os sorvetes processados mantiveram o teor de polifenóis e vitamina C, assim como a cor natural do fruto utilizado. A capacidade antioxidante do gelado com kiwi de polpa vermelha foi a mais elevada, provavelmente por ser o único que continha antocianinas.

Não foram encontrados estudos utilizando soro de leite e melancia no preparo de picolés. Esta é uma linha tecnológica com grande potencial de desenvolvimento, uma vez que unem os benefícios tecnológicos e funcionais dos dois ingredientes.

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo Geral

Desenvolver gelado comestível do tipo picolé utilizando soro de leite e suco de melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad) concentrado a vácuo em diferentes temperaturas.

### 4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar as características físicas, químicas e físico-químicas do suco de melancia *in natura* e concentrado;
- ✓ Determinar a capacidade antioxidante e composição funcional do suco de melancia *in natura* e concentrado.
- ✓ Determinar as características físicas, químicas e físico-químicas dos gelados comestíveis;
- ✓ Determinar a capacidade antioxidante e composição funcional dos gelados comestíveis;
- ✓ Analisar sensorialmente a aceitação e a preferência dos gelados comestíveis;
- ✓ Caracterizar sensorialmente atributos descritores dos gelados comestíveis;
- ✓ Determinar o perfil de compostos voláteis dos gelados comestíveis;
- ✓ Determinar as características de cor dos gelados comestíveis;
- ✓ Determinar as características de derretimento dos gelados comestíveis.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 Melancias

As melancias (*Citrullus vulgaris* Schrad) da cv. Crimson Sweet foram adquiridas na Central de Abastecimento do Rio de Janeiro (CEASA-RJ) no estágio de maturação ótimo para consumo (PEREIRA, 2006) e transportadas imediatamente para o Laboratório de Pesquisa em Processamento de Frutas e Hortaliças no Instituto de Nutrição Josué de Castro na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

### 5.2 Soro de Leite

O soro de leite em pó parcialmente desmineralizado Tecgem AA T16/162 foi adquirido através de doação da empresa Tate & Lyle Gemacom Tech Indústria e Comércio LTDA, situada na cidade de Juiz de Fora no estado de Minas Gerais. Suas especificações físico-químicas estão descritas na Tabela 12.

**Tabela 12.** Especificações físico-químicas do soro de leite parcialmente desmineralizado

Análises	Resultados	Especificações*
pH (solução 10%)	6,33	-
Umidade (%)	1,7	Máx 4
Acidez (mg ác. Láctico)	0,11	-
Gordura (%)	0,41	-
RMF (%)	5,5	1 – 7
Lactose (%)	76,7%	Mín 61

\*(BRASIL, 2013)

As análises físico-químicas do soro parcialmente desmineralizado estão de acordo com as especificações estabelecidas pelo projeto de Instrução Normativa (BRASIL, 2013).

### 5.3 Obtenção do Suco

As melancias foram lavadas com solução de 1% de detergente neutro e depois higienizadas com água clorada contendo 100 ppm de cloro residual livre (CRL) e pH ajustado para 7 com HCl ficando em imersão por 15 minutos, após a higienização foram lavadas com água corrente de clorada.

Após a etapa de higienização, os frutos foram cortados ao meio e a polpa vermelha foi removida manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável e direcionadas a uma despulpadora para remoção das sementes e obtenção do suco. Uma parte do suco de melancia *in natura* a 8 °Brix foi congelada e armazenada para as posteriores análises e desenvolvimento dos picolés.

### 5.4 Obtenção dos Concentrados

Todos os concentrados foram obtidos utilizando concentrador Heidolph® Laborota 4.000 (Figura 10) com banho térmico acoplado a bomba de vácuo Tecnal® TE-058, sob pressão de 720 mmHg. A temperatura do processo foi controlada através de termômetro

Incotherm<sup>®</sup> e o °Brix final dos concentrados foi verificado com auxílio de refratômetro portátil com leitura direta Instrutherm<sup>®</sup> RT-280.



**Figura 10.** Concentrador com banho térmico acoplado ao vácuo

Para obtenção dos concentrados com 60 °Brix à temperatura de 45 °C utilizou-se 250 mL de suco *in natura* pelo tempo médio de 120 minutos. Foram necessárias 18 etapas de concentração para obtenção de 600 mL de concentrado, totalizando 36 horas de processo. Já para a temperatura de 55 °C foram necessários 80 minutos, e para a temperatura de 65 °C foram 40 minutos, para o mesmo volume de suco. Também foram necessárias 18 etapas de concentração para obtenção de 600 mL de cada concentrado, totalizando 24 horas e 12 horas de processo, respectivamente. O concentrado preparado utilizando a temperatura de 45 °C foi denominado Concentrado A; o concentrado preparado utilizando a temperatura de 55 °C foi denominado Concentrado B; e O concentrado preparado utilizando a temperatura de 65 °C foi denominado Concentrado C.



**Figura 11.** Concentrados obtidos utilizando temperatura de 45 °C, 55 °C e 65 °C, respectivamente, da esquerda para a direita

O rendimento foi calculado após a obtenção do concentrado com 60 °Brix utilizando a Equação 1.

$$R_{con} (\%) = (m_{(con)} / m_{(in\ natura)}) \times 100$$

**Equação 1.** Rendimento dos concentrados

Onde,  $R_{con}$  é o rendimento da melancia concentrada comparado ao da *in natura*;  $m_{(con)}$  é a massa da polpa concentrada (g);  $m_{(in\ natura)}$  é a massa da polpa *in natura* (g).

## 5.5 Obtenção dos Sucos Reconstituídos

Os concentrados obtidos foram reconstituídos utilizando água potável filtrada até obtenção de suco com 8 °Brix, conforme o suco *in natura*. Para cada 600 mL de concentrado foram adicionados 3900 mL de água, com rendimento de 4500 mL de cada suco reconstituído. O suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 45 °C foi denominado Suco A; o suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 55 °C foi denominado Suco B; e o suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 65 °C foi denominado Suco C.

## 5.6 Obtenção do Soro Reconstituído

Para a obtenção do soro reconstituído a 20% foram pesados 800g do soro em pó e adicionados 3200 mL de água potável filtrada. O soro foi congelado e armazenado até o preparo dos gelados comestíveis.

Após a reconstituição as características físico-químicas do soro deveriam obedecer a proporção segundo laudo do fornecedor, como descrito na Tabela 13.

**Tabela 13.** Composição físico-química do soro de leite reconstituído a 20%, segundo laudo do fornecedor

Composição	Fornecedor	Resultados (20%)
Umidade (%)	1,7	80,34
Acidez (mg ác. Láctico)	0,11	0,022
Gordura (%)	0,41	0,082
RMF (%)	5,5	1,1
Lactose (%)	76,7	15,2

Fonte: Dados do fornecedor

## 5.7 Preparado para os Gelados Comestíveis

Foram desenvolvidas quatro formulações dos preparados para os gelados comestíveis, seguindo a proporção apresentada na Tabela 14.

**Tabela 14.** Formulação dos preparados para os gelados comestíveis

Ingredientes	Formulação <i>in natura</i>	Formulação A	Formulação B	Formulação C
<b>Suco reconstituído</b>	Suco <i>in natura</i>	Suco A	Suco B	Suco C
	74,8%	74,8%	74,8%	74,8%
<b>Soro reconstituído</b>	20%	20%	20%	20%
<b>Sacarose</b>	5%	5%	5%	5%
<b>Carboximetilcelulose (CMC)</b>	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

Fonte: Dados da pesquisa.

Para os preparados dos gelados comestíveis, o suco reconstituído e o soro reconstituído foram levados ao liquidificador Philips-Walita® RI 2054 com capacidade para 2 litros e potência de 600 W. A carboximetilcelulose (CMC) foi misturada à sacarose e foram incorporadas lentamente com o liquidificador ligado para evitar a formação de grumos. Após,

os preparados foram pasteurizados a temperatura de 65 °C por 30 minutos. O mesmo processo foi realizado para a produção de todos os preparados.

### 5.8 Preparo dos Gelados Comestíveis

Para cada um dos quatro preparados foram confeccionadas 150 unidades de gelados comestíveis na apresentação de picolés com 30 mL, totalizando 600 unidades.

O volume de 30 mL foi medido com proveta volumétrica e levado as formas de aço inox imersas em solução de álcool e gelo seco (Figura 12) para promover o congelamento rápido (-80 °C).



**Figura 12.** Congelamento dos picolés

Após 5 minutos os palitos de madeira foram inseridos (Figura 13) e os picolés foram deixados por mais 10 minutos, até congelamento completo.



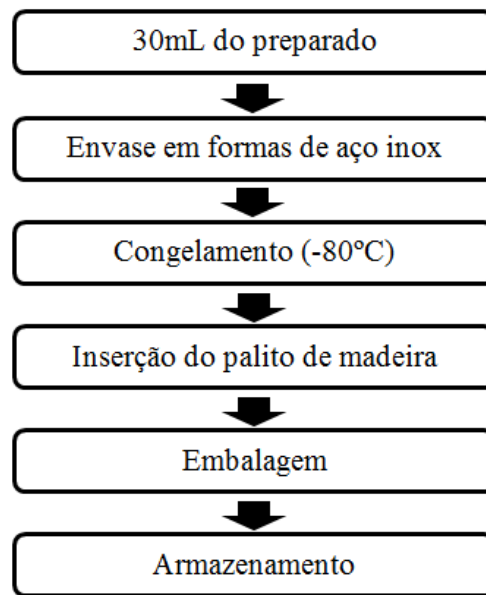
**Figura 13.** Introdução dos palitos nos picolés

Os picolés foram desformados, ensacados individualmente (Figura 14) e armazenados imediatamente em freezer (-18 °C) até realização das análises físico-químicas e sensoriais.



**Figura 14.** Picolés desformados e ensacados





**Fluxograma 3.** Preparo dos gelados comestíveis

O picolé preparado com o suco de melancia *in natura* foi denominado Picolé *in natura*; O picolé preparado com o suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 45 °C foi denominado Picolé A; O picolé preparado com o suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 55 °C foi denominado Picolé B; e O picolé preparado com o suco reconstituído a partir do concentrado preparado utilizando a temperatura de 65 °C foi denominado Picolé C.

### 5.9 Análise Microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas nos gelados comestíveis para assegurar a qualidade dos picolés oferecidos durante a análise sensorial. Os limites estabelecidos pela RDC nº 12 (BRASIL, 2001) foram atendidos, e estão descritos na Tabela 15.

**Tabela 15.** Limites microbiológicos para gelados comestíveis e produtos para o preparo de gelados comestíveis

Grupo de alimentos	Microrganismo	Tolerância para amostra indicativa
Gelados comestíveis e produtos especiais gelados a base de leite e produtos lácteos (sorvetes e picolés com ou sem cobertura, sanduíche e bolo de sorvete) e similares; Preparados e concentrados para o preparo de gelados comestíveis	Coliformes a 45 °C/g	5x10
	<i>Estaf.coag.positiva</i> /g	5x10 <sup>2</sup>
	<i>Salmonela sp</i> /25g	Aus

Fonte: (BRASIL, 2001)

### 5.10 Análise Sensorial

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/IFRJ sob o número CEP – 23737613.9.0000.5268 - Produtos Lácteos Funcionais.

### 5.10.1 Local de trabalho e amostra

O trabalho foi realizado no Laboratório de Técnica dietética da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para a realização dos testes sensoriais utilizou-se as amostras das quatro formulações do picolé: Picolé com soro de leite e suco de melancia *in natura*, e sucos reconstituídos após os tratamentos de concentração a 45 °C, 55 °C e 65 °C.

### 5.10.2 Avaliadores

Na avaliação das amostras participaram 130 consumidores não treinados e maiores de 18 anos. Todos responderam “sim” as perguntas: “Gostam de picolé?” e “Gostam de melancia?”, sendo a resposta “não” fator de exclusão para o teste. Todos os julgadores participantes da pesquisa receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A) e foram devidamente informados antes das degustações, que as amostras continham lactose, e assim, caso fossem intolerantes, os participantes não poderiam seguir com a pesquisa.

### 5.10.3 Preparo das amostras

As amostras foram disponibilizadas para os avaliadores na forma de picolés de 30g cada e foram codificadas como 629, 198, 843 e 382, segundo descrição da Tabela 16. As amostras foram balanceadas previamente em uma ficha controle.

**Tabela 16.** Codificação dos picolés para a sensorial

Amostras	Descrição
629	Picolé com soro de leite e suco de melancia <i>in natura</i> (Picolé <i>in natura</i> ).
198	Picolé com soro de leite e suco de melancia reconstituído a partir do concentrado preparado a 45 °C (Picolé A).
843	Picolé com soro de leite e suco de melancia reconstituído a partir do concentrado preparado a 55 °C (Picolé B).
382	Picolé com soro de leite e suco de melancia reconstituído a partir do concentrado preparado a 65 °C (Picolé C).

Fonte: Dados da pesquisa.

### 5.10.4 Desenvolvimento dos testes

As amostras foram apresentadas simultaneamente aos avaliadores juntamente com a ficha de análise sensorial (Anexo B), os avaliadores foram instruídos a realizar a degustação das amostras da esquerda para a direita respeitando sempre a ordem em que lhes foram apresentadas.

Os testes realizados foram o teste de aceitação para os atributos sabor, aroma, aparência, cor, textura, maciez e avaliação global utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos variando do desgostei muitíssimo (1) ao gostei muitíssimo (9), e o teste de ordenação de preferência em que o avaliador ordenou da amostra menos preferida a mais preferida.

O teste *free listing* foi realizado para avaliar todos os atributos sensoriais que melhor descreveram as amostras na opinião dos avaliadores quanto ao sabor, aroma, aparência e textura. Os participantes não foram limitados quanto ao tempo do teste. Para obter a listagem livre foi calculado o número total de atributos descritores mencionados por todos os

provedores, e apenas os atributos sensoriais mencionados por pelo menos 5% dos consumidores foram incluídos na análise de dados pela Equação 2 (LIBERTINO et al., 2012).

$$S_j = \left( \left( \sum_{i=1}^{F_j} (L_i - R_{ij} + 1) / L_i \right) / N \right)$$

### Equação 2. Coeficiente de saliência de Smith

Onde,  $S_j$  é o coeficiente de saliência de Smith para o atributo  $j$ ;  $F_j$  é o número de entrevistados que mencionaram o atributo  $j$ ;  $L_i$  é o comprimento da lista de entrevistados;  $R_{ij}$  é a classificação dada por  $i$  entrevistados para o atributo; e  $N$  é o número total de entrevistados

## 5.11 Caracterização Físico-Química

A caracterização física, química e físico-química foi uma etapa comum aos sucos *in natura* e concentrados, e picolés desenvolvidos. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

**Umidade** - As amostras foram transferidas para pesa-filtros e os teores de umidade foram determinados gravimetricamente com auxílio de estufa a 105°C até peso constante, segundo determinações da AOAC (2000).

**Resíduo Mineral Fixo (RMF)** - O RMF foi determinado após ignição de toda matéria orgânica das amostras em forno mufla aquecido a 550°C. As amostras foram previamente carbonizadas em chapas aquecidas e posteriormente submetidas à incineração, como descrito pela AOAC (2000).

**Lipídeo Total** - A concentração de lipídeos foi determinada pela metodologia preconizada por Bligh e Dyer (1959), com modificações. Os solventes utilizados foram o diclorometano, metanol e água, na proporção 2:1:0,5, respectivamente. A secagem do solvente foi realizada gravimetricamente com auxílio de estufa ventilada até peso constante dos pesa-filtros.

**Nitrogênio Total e Proteína Bruta** - Os teores de nitrogênio total foram determinados através do método Micro-Kjeldahl (AOAC, 2000), utilizando destilador de nitrogênio Tecnal® TE-0363 e titulador automático Vitalab®. O conteúdo de nitrogênio encontrado em cada amostra foi multiplicado pelo fator 5,75 para definir o percentual de proteína bruta em cada fração (AOAC, 2000).

**Carboidrato Total** - Foi determinado pela fração corresponde ao extrato livre de nitrogênio (*nitrogen free extract*). Corresponde a diferença entre 100 (percentual total) e o somatório dos percentuais encontrados para umidade, RMF, fração protéica e lipídeo (Equação 3).

$$E.L.N.(%) = 100\% - (\% \text{ umidade} + \% \text{ RMF} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídeos})$$

### Equação 3. Determinação do teor de carboidrato total

**Sólidos Solúveis Totais** - Os teores de Sólidos Solúveis Totais (SST) foram determinados à 20°C com o auxílio de um refratômetro de bancada e os resultados expressos em °Brix (AOAC, 2000).

**pH** - Foi determinado com auxílio de potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7 e pH 4, segundo AOAC (2000).

**Acidez Total** - A acidez total foi determinada por titulação com solução de NaOH 0,01 M, segundo AOAC (2000). A cor das amostras foi um fator limitante para utilização do indicador fenolftaleína, com isso, foi utilizado potenciômetro com ajuste automático de temperatura, devidamente padronizado com soluções tampões pH 7 e pH 4 para identificação do ponto de viragem.

**Ácido Ascórbico** - A determinação do teor de Ácido Ascórbico foi realizada pelo método *Tillmans* (1927). O método baseia-se na redução do 2,6-diclorofenol indofenol pelo ácido ascórbico que, por sua vez, se oxida originando o ácido dehidroascórbico (Reação de oxirredução). O ponto final da titulação está associado ao ponto de viragem da cor azul (meio básico) para a cor rosa persistente (meio ácido).

### 5.12 Determinação da Capacidade Antioxidante

A determinação da Capacidade Antioxidante baseou-se na medida da capacidade das amostras em sequestrar o radical estável DPPH•(2,2-difenil-1-picrilhidrazila), de acordo com o método desenvolvido por Brand-Williams et al. (1995) e adaptado por Rufino et al. (2010). Os extratos foram obtidos através da metodologia adaptada de Larrauri et al. (1997), utilizando como solvente metanol 50% e acetona 70%. Em ambiente escuro alíquotas de 0,1mL do sobrenadante de cada extrato foram adicionadas a 3,9 mL de solução de DPPH• 0,06mM (0,024 g/L de metanol). A absorbância da solução resultante foi avaliada a 515 nm em espectrofotômetro UV-Vis Biospectro® SP 220 utilizando o metanol como branco. O resultado foi expresso como % de Consumo do DPPH (sequestro do radical livre), a partir da Equação 4.

$$\% \text{ Consumo do DPPH} = \frac{(\text{Abs inicial do controle} - \text{Abs do extrato}) \times 100}{\text{Abs inicial do controle}}$$

**Equação 4.** Determinação do consumo do radical DPPH

### 5.13 Determinação de Compostos Fenólicos

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método *Folin-Ciocalteu* descrito por Singleton e Rossi (1965) e modificado por Geogé et al. (2005). Alíquotas de 1 mL do extrato de cada amostra foram adicionadas a 2,5 mL da solução aquosa de *Folin* a 10%, a solução foi homogeneizada e deixada em repouso a temperatura ambiente por 2 minutos. Após, foram adicionados 2 mL de solução aquosa de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 7,5%. Após exatamente 15 minutos, a absorbância da solução foi avaliada a 760 nm em espectrofotômetro UV-Vis Biospectro® SP 220 utilizando solução de acetona a 70% como branco. A curva de calibração foi construída utilizando o ácido gálico ( $y = 17,651 x - 0,025$ ;  $r^2 = 0,99$ ) e o teor de compostos fenólicos totais foi expresso em mg de equivalentes de ácido gálico por 100 mL de amostra (mg EAG/100mL).

### 5.14 Determinação de Licopeno

A determinação do teor de licopeno foi realizada pelo método espectrofotométrico descrito por Sadler et al. (1990) e modificado por Perkins-Veazie et al. (2001). O método de extração utilizado foi econômico utilizando pouco hexano descrito por Fish et al. (2002) e

modificado por Davis et al. (2003). Foram pesados em vidros âmbar 0,6 g da amostra, adicionados 5 mL de solução de BHT 0,05% em acetona, 5 mL de etanol e 10 mL de hexano. Os extratos foram levados à agitação por 15 minutos sob banho de gelo. Após agitação, adicionou-se 3 mL de água destilada e voltou-se a agitação sob banho de gelo por mais 5 minutos. Os frascos foram deixados em repouso a temperatura ambiente durante 5 min para permitir a separação das fases. A leitura da absorbância do sobrenadante foi realizada a 503 nm em espectrofotômetro UV-Vis Biospectro<sup>®</sup> SP 220 utilizando hexano como branco. O comprimento de onda de 503 nm foi selecionado, pois, dos carotenoides conhecidos presentes na melancia, apenas o licopeno aparece neste comprimento de onda, minimizando a interferência da quantidade dos outros carotenoides (PERKINS-VEAZIE et al., 2001; DAVIS et al., 2003). O teor de licopeno total da amostra foi calculado utilizando a Equação 5 proposta por Fish et al. (2002).

$$\text{Licopeno (mg/100g)} = \frac{\Delta 503 \times PM \times FD \times 100}{\epsilon \times L}$$

#### **Equação 5.** Determinação do teor de licopeno

Onde: PM é a massa molar do licopeno (536,9 g/mol), FD é o fator de diluição (mL/g),  $\epsilon$  é o coeficiente de extinção molar para licopeno ( $17,2 \times 10^4$  M/cm) relatado por Zechmeister e Polgár (1943) para o licopeno em hexano e L é a espessura da cubeta em cm (1cm).

### **5.15 Determinação de Citrulina**

A determinação de Citrulina foi realizada pelo método espectrofotométrico descrito por Gornall e Hunter (1941) e modificada por Wenge et al. (2010). A reação consiste no desenvolvimento da cor vermelho quando a amostra é aquecida com diacetil monoxima em solução ácida. Para a extração mediou-se 3 mL da amostra e adicionou-se 15 mL de solução 9:1 de metanol: ácido clorídrico 6M, o extrato foi levado ao banho maria a 55 °C durante 20 min. O extrato final foi descorado utilizando 10 g de carvão ativado e o filtrado foi recolhido e avolumado com água destilada em balão volumétrico de 150 mL. Em 1 mL do extrato diluído foram adicionados 4 mL de água destilada, 2 mL da solução de 3:1 de ácido sulfúrico: ácido fosfórico e 0,25 mL da solução de diacetil monoxima 3%, na ordem citada. Os extratos foram agitados e levados ao banho-maria a 100 °C durante 30 min, após esfriaram em temperatura ambiente. A citrulina presente mostrou uma cor rosa após o tempo de aquecimento. A leitura da absorbância foi realizada a 490 nm em espectrofotômetro UV-Vis Biospectro<sup>®</sup> SP 220. A curva de calibração foi construída utilizando o padrão Sigma de citrulina (C7629) ( $y = 5,2851 x - 0,02041$ ;  $r^2 = 0,99$ ).

### **5.16 Identificação dos Compostos Voláteis**

Os compostos voláteis foram extraídos por microextração em fase sólida (SPME) e identificados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) utilizando cromatógrafo a gás Varian<sup>®</sup> CP-3800 diretamente acoplado a um espectrômetro de massa Varian<sup>®</sup> CP-2000.

Utilizou-se metodologia descrita por Conduurso et al. (2008), em que a temperatura do injetor foi de 260 °C, modo de injeção sem divisão, coluna CP-Wax 52 CB 60 m, 0,25 mm i.d., 0,25  $\mu$ m de espessura do filme, temperatura do forno GC de 45 °C mantida durante 5 min, depois aumentada para 80 °C a uma taxa de 10 °C min<sup>-1</sup> e a 240 °C a 2 °C min<sup>-1</sup>, gás hélio de suporte a pressão constante de 10 psi, temperatura da linha de transferência de 250 °C,

impacto electrónico a 70 eV como técnica de ionização, alcance de aquisição de 30-200 m/z e taxa de varredura de  $1 \mu s^{-1}$ .

As extrações por SPME foram realizadas utilizando fibras Sulpeco<sup>®</sup> divinilbenzeno / carboxen / polidimetilsiloxano (DVB / CAR / PDMS) de 50/30  $\mu m$  de espessura e frascos de 40 mL equipados com válvulas mininert Sulpeco<sup>®</sup>. Para isso, dissolveram-se oito gramas de amostra em 12 mL de solução saturada de NaCl mantendo o frasco a 40 °C, com tempo de equilíbrio de 20 min e tempo de extração 30 min. As amostras foram agitadas continuamente durante a extração a 750 rpm utilizando um agitador magnético. Após a extração, a fibra de SPME foi introduzida no injetor splitless GC-MS e mantida a 260 °C durante 3 minutos para a dessorção térmica dos analitos.

Para identificação dos compostos voláteis calculou-se o índice de retenção linear (LRI) dos espectros experimentais de acordo com a equação proposta por Van Den Doll e Dec. Kratz (1963) (Equação 6) e comparou-se com o LRI do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST / EPA / NIH Mass Spectra Library, versão 1.7, EUA).

$$IRL = 100 (t_{R(i)} - t_{R(n)} / t_{R(n+1)} - t_{R(n)}) + 100n$$

#### **Equação 6.** Índice de retenção linear

Onde,  $t_R$  é tempo de retenção do composto de interesse;  $i$  é o analito;  $n$  é o número de carbonos do padrão adjacente menos retido, e  $n + 1$  é o número de carbonos do padrão adjacente mais retido.

### **5.17 Determinação da Cor**

A caracterização da cor dos picolés foi realizada por meio da análise direta de refletância das coordenadas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (vermelho a verde) e  $b^*$  (amarela a azul) utilizando o espectrofotômetro Color Quest II HunterLab<sup>®</sup>. A partir dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram calculados os índices colorimétricos: croma ( $C^*$ ), que define a intensidade e a pureza de uma cor (Equação 7); e o ângulo  $h_{ab}$  ( $h$ ), que define a tonalidade da cor (Equação 8), sendo 0° - 360° (vermelho), 90° (amarelo), 180° (verde) e 270° (azul). As equações 7 e 8 foram propostas por Vargas et al. (2008).

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

#### **Equação 7.** Croma

$$h_{ab} = \tan^{-1} [b^*/a^*]$$

#### **Equação 8.** Ângulo de tonalidade

### **5.18 Curva de Derretimento**

As taxas de derretimento das amostras foram determinadas à temperatura ambiente ( $25 \pm 0,5$  °C) seguindo metodologia proposta por Grange et al. (2005), em que amostras com 30 g foram colocadas em telas suspensas sobre uma balança analítica. O peso do líquido foi medido até valor mais próximo de 50% da massa. As taxas foram calculadas a partir da porção linear de cada curva e expressas em mg/min (FERRAZ et al., 2012).

### 5.19 Análise Estatística

Os dados foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão de três repetições, seguidas por análise de variância (ANOVA), sendo as médias dos resultados comparadas entre si pelo teste de média *Tukey* ao nível de 5 % de significância. O teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para determinar a relação entre a capacidade antioxidante (DPPH) e o teor de vitamina C; compostos fenólicos totais; e licopeno, e a relação entre a elevação da temperatura e o teor de vitamina C; compostos fenólicos totais; licopeno; citrulina; e capacidade antioxidante (DPPH), seguido pela distribuição *t* de *Student* para avaliar a significância ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ).

Além destes, para o teste de preferência da análise sensorial, utilizou-se o teste de *Friedman* com auxílio da Tabela de Newell e MacFarlane (1987) para verificar se houve ou não diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. A diferença entre a soma das ordens maior ou igual ao valor tabelado significa que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de significância correspondente. Para a listagem livre (*free listing*) utilizou-se a análise de componente principal (PCA) dos valores do coeficiente de saliência de Smith. A análise dos dados foi realizada utilizando o software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, EUA).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Caracterização Físico-Química e Funcional

A elevada umidade e rica composição química da melancia fazem com a fruta *in natura* seja altamente susceptível à deterioração e tenha vida útil em temperatura ambiente muito baixa. A Tabela 17 descreve a caracterização dos sucos *in natura* e reconstituídos.

**Tabela 17.** Caracterização físico-química dos sucos *in natura* e reconstituídos

Análises	Suco <i>in natura</i>	Suco A	Suco B	Suco C
Umidade (g/100mL)	92,16 <sup>b</sup> ± 0,17	92,89 <sup>a</sup> ± 0,05	92,85 <sup>a</sup> ± 0,05	92,77 <sup>a</sup> ± 0,12
RMF (g/100mL)	0,12 <sup>a</sup> ± 0,02	0,10 <sup>a</sup> ± 0,00	0,11 <sup>a</sup> ± 0,04	0,11 <sup>a</sup> ± 0,03
Sólidos Solúveis (°Brix)	8,00 <sup>a</sup> ± 0,00	8,00 <sup>a</sup> ± 0,00	8,00 <sup>a</sup> ± 0,00	8,00 <sup>a</sup> ± 0,00
Acidez (g ácido málico/100mL)	0,060 <sup>a</sup> ± 0,000	0,064 <sup>a</sup> ± 0,004	0,060 <sup>a</sup> ± 0,007	0,066 <sup>a</sup> ± 0,000
pH	5,91 <sup>a</sup> ± 0,04	5,68 <sup>b</sup> ± 0,02	5,68 <sup>b</sup> ± 0,01	5,54 <sup>c</sup> ± 0,01
Lípídeo (g/mL)	0,317 <sup>a</sup> ± 0,006	0,291 <sup>b</sup> ± 0,006	0,288 <sup>b</sup> ± 0,009	0,287 <sup>b</sup> ± 0,009
Proteína (g/mL)	0,263 <sup>a</sup> ± 0,006	0,240 <sup>b</sup> ± 0,003	0,245 <sup>b</sup> ± 0,002	0,252 <sup>ab</sup> ± 0,008
Carboidrato (g/100mL)	7,14 <sup>a</sup> ± 0,17	6,48 <sup>b</sup> ± 0,04	6,51 <sup>b</sup> ± 0,10	6,58 <sup>b</sup> ± 0,08
Energia (Kcal/100mL)	32,48 <sup>a</sup> ± 0,75	29,49 <sup>b</sup> ± 0,2	29,61 <sup>b</sup> ± 0,34	29,91 <sup>b</sup> ± 0,37

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância Suco A – Suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Suco B – Suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Suco C – Suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A caracterização do suco *in natura* de melancia nos revelou, por 100 mL, 92,16g de umidade, 0,12g de RMF, 8 °Brix, 0,06g de acidez em ácido málico, pH 5,91, 0,317g de lipídeos, 0,263g de proteínas e 7,14g de carboidratos. Esses valores estão próximos aos relatados por Mori (1996), Andrade-Junior et al. (2007), TACO (2011), Shahzad et al. (2014) e FAO (2015a) (Tabela 1), com exceção dos teores de sólidos solúveis totais que foram menores e de carboidrato que foram maiores, neste estudo.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os frutos podem apresentar pequenas variações em sua composição devido a fatores como estágio de maturação e variedade do fruto, e clima e solo do local de cultivo. Provavelmente, foram estes os motivos para as divergências encontradas.

Os teores de água, sólidos solúveis e acidez determinam grande parte da qualidade do fruto. O elevado teor de umidade constitui um fator negativo para a conservação das frutas *in natura*, pois, juntamente com outros fatores, como a presença de ar, facilita a atuação de microrganismos deteriorantes e torna a melancia extremamente perecível, sobre tudo em condições ambientais com elevada temperatura associada ao manejo e manipulação inadequados no pós-colheita.

Chaves et al. (2013) determinaram 7,55 °Brix no centro da cultivar Crimsom Sweet, teor próximo ao encontrado no suco *in natura*. Os sólidos solúveis representam uma informação importante relacionada ao sabor e a doçura, pois é uma medida indireta da



concentração de açúcares diluídos no fruto e geralmente indicador de qualidade e maturidade (LEÃO et al., 2006).

A relação entre sólidos solúveis totais e acidez titulável total (*ratio*) é melhor representativa do que suas medidas isoladas, e é uma das características mais importantes para a classificação do sabor em frutas. Para o suco *in natura* o *ratio* foi de 133, indicando fruto muito doce e sabor de alta qualidade. Este valor foi bastante superior ao encontrado por Chaves et al (2013), para a cultivar Crimsom Sweet (0,08g de ácido málico por 100 mL de suco) que obteve *ratio* de 96,37. A alta concentração de açúcares foi determinante para a elevada relação encontrada, indicando que a fruta apresentou equilíbrio entre os teores de açúcar e acidez.

Para as análises físico-químicas os sucos concentrados foram reconstituídos ao mesmo teor de sólidos solúveis do suco *in natura*, não havendo diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os resultados de RMF e acidez. Porém, o pH dos sucos A e B (5,68) não diferiram entre si e diferiram dos demais, como o maior valor para o suco *in natura* (5,91) e menor valor para o suco C (5,54).

Com relação à umidade o suco *in natura* (92,16) diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do suco A (92,89g), B (92,85g) e C (92,77g), que não diferiram entre si. A alta umidade e pH pouco ácido são fatores determinantes que podem contribuir para a fácil deterioração do suco.

Para os macronutrientes, lipídeos (0,317g), proteína (0,263g) e carboidratos (7,14g) os maiores resultados foram encontrados para o suco *in natura* diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) do resultado dos sucos A, B e C, que por sua vez, não diferiram entre si, e apenas o suco C não diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do suco *in natura* quanto ao teor de proteína.

O baixo valor calórico do suco é correspondente ao elevado teor de água da fruta e baixo teor de macronutrientes, principalmente lipídeos. O baixo teor dos macronutrientes dos sucos reconstituídos pode estar acompanhando os maiores teores de umidade, por ter ocorrido uma diluição maior do que o teor de água original. Porém o teor de sólidos solúveis totais, utilizados como limite, foi o mesmo em todas as amostras.

A concentração do suco de melancia é uma alternativa para aumentar a vida útil e reduzir o desperdício da fruta, além de ser capaz de concentrar seus nutrientes. A Tabela 18 descreve a caracterização físico-química dos sucos concentrados.

**Tabela 18.** Caracterização físico-química dos concentrados

Análises	Concentrado A	Concentrado B	Concentrado C
<b>Umidade (g/100g)</b>	6,18 <sup>a</sup> ± 0,05	6,15 <sup>a</sup> ± 0,05	6,07 <sup>a</sup> ± 0,12
<b>RMF (g/100g)</b>	1,38 <sup>a</sup> ± 0,05	1,40 <sup>a</sup> ± 0,52	1,37 <sup>a</sup> ± 0,43
<b>Sólidos Solúveis (°Brix)</b>	60,00 <sup>a</sup> ± 0,00	60,00 <sup>a</sup> ± 0,00	60,00 <sup>a</sup> ± 0,00
<b>Acidez (g ácido málico/100g)</b>	0,848 <sup>a</sup> ± 0,045	0,786 <sup>a</sup> ± 0,087	0,864 <sup>a</sup> ± 0,013
<b>pH</b>	5,59 <sup>b</sup> ± 0,01	5,74 <sup>a</sup> ± 0,01	5,72 <sup>a</sup> ± 0,01
<b>Lipídeo (g/100g)</b>	3,84 <sup>a</sup> ± 0,08	3,78 <sup>a</sup> ± 0,14	3,73 <sup>a</sup> ± 0,11
<b>Proteína (g/100g)</b>	3,17 <sup>a</sup> ± 0,02	3,22 <sup>a</sup> ± 0,05	3,27 <sup>a</sup> ± 0,05
<b>Carboidrato (g/100g)</b>	85,43 <sup>a</sup> ± 0,09	85,46 <sup>a</sup> ± 0,71	85,55 <sup>a</sup> ± 0,37
<b>Energia (Kcal/100g)</b>	388,95 <sup>a</sup> ± 0,33	388,72 <sup>a</sup> ± 1,88	388,88 <sup>a</sup> ± 1,23

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância Concentrado A – Suco concentrado a 45 °C; Concentrado B – Suco concentrado a 55 °C; Concentrado C – Suco concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os concentrados e os parâmetros físico-químicos analisados, com exceção do pH do concentrado A que foi significativamente ( $p < 0,05$ ) menor. Para os concentrados A, B e C a 60 °Brix que receberam tratamento térmico a vácuo de 45 °C por 120 min, 55 °C por 80 min e 65 °C por 40 min os valores foram, respectivamente, 6,18g, 6,15g e 6,07g de umidade; 1,38g, 1,40g e 1,37g de RMF; 0,81mg, 0,75mg e 0,83mg de ácido málico; pH 5,59, pH 5,74 e pH 5,72; 3,84g, 3,78g e 3,73g de lipídeo; 3,17g, 3,22g e 3,27g de proteína e 85,43g, 85,46g e 85,55g de carboidrato por 100g de concentrado.

Massa et al. (2014), concentraram a polpa de melancia por cocção à temperatura de  $80 \pm 7$  °C durante 50 minutos, e determinaram os valores finais em 73,29g de umidade, 1,03g de RMF, 0,14% de acidez, pH 6,09, 0,55g de proteína e 23,99g de carboidrato por 100g do concentrado, valores menores do que os encontrados nos concentrados a vácuo, indicando que a concentração não foi tão eficiente. Isso ocorreu devido a evaporação da técnica de cocção em tacho aberto ser muito mais lenta do que quando comparada ao vácuo. Gomes (2009), utilizou a osmose inversa para concentrar o suco de melancia, porém a concentração também não foi tão efetiva, uma vez que atingiu apenas 29,9 °Brix, bem abaixo dos 60 °Brix obtidos pela concentração a vácuo.

A evaporação obtida pelo tratamento térmico associado ao vácuo promoveu, em valores médios entre os três concentrados, concentração do suco *in natura* em aproximadamente 15 vezes, com remoção de 93,34% da água, e concentração dos teores de todos os compostos, sendo 91,54% para RMF, 92,81% para acidez, 91,63% para lipídeos, 91,82 para proteínas e 91,82% para carboidratos.

A redução da umidade aumenta a estabilidade e inibe a deterioração da fruta, promovendo elevação da vida útil do fruto (QUEK et al., 2007), e a concentração dos compostos, como o RMF, reflete valores elevados de minerais, tais como potássio, magnésio, fósforo e cálcio (MORI, 1996; ANDRADE-JÚNIOR et al., 2007; TACO, 2011; FAO, 2015a).

Como consequência à concentração dos macronutrientes, os concentrados apresentaram valor calórico elevados, sendo em média 388,85 Kcal por 100g, com elevação de 91,65% das calorias comparado ao suco *in natura*. Assim, o concentrado foi considerado um alimento de alta densidade energética, com rica composição nutricional, podendo ser consumido diretamente ou utilizado para a manufatura de produtos alimentícios, principalmente para planos alimentares com objetivo de ganho de peso saudável.

Além da rica composição nutricional, a melancia também conta em sua composição com bioativos importantes para a manutenção da saúde. Na Tabela 19 está descrita a caracterização funcional dos sucos *in natura* e reconstituídos.

**Tabela 19.** Caracterização funcional dos sucos *in natura* e reconstituídos

Análises	Suco <i>in natura</i>	Suco A	Suco B	Suco C
<b>Capacidade antioxidante (% de consumo DPPH)</b>	10,03 <sup>b</sup> ± 0,17	6,91 <sup>d</sup> ± 0,07	9,58 <sup>c</sup> ± 0,14	11,65 <sup>a</sup> ± 0,06
<b>Ácido ascórbico (mg/100mL)</b>	0,92 <sup>a</sup> ± 0,02	0,64 <sup>b</sup> ± 0,03	0,58 <sup>b</sup> ± 0,03	0,65 <sup>b</sup> ± 0,65
<b>Compostos fenólicos totais (mg EAG/100mL)</b>	13,52 <sup>ab</sup> ± 0,26	13,11 <sup>b</sup> ± 0,10	13,43 <sup>ab</sup> ± 0,07	14,10 <sup>a</sup> ± 0,60
<b>Licopeno (mg/100mL)</b>	4,48 <sup>a</sup> ± 0,10	3,29 <sup>b</sup> ± 0,14	2,25 <sup>c</sup> ± 0,15	1,83 <sup>c</sup> ± 0,32
<b>Citrulina (mg/100mL)</b>	115,46 <sup>a</sup> ± 0,37	98,4 <sup>d</sup> ± 0,31	112,71 <sup>b</sup> ± 0,31	109,68 <sup>c</sup> ± 0,60

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância Suco A – Suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Suco B – Suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Suco C – Suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A caracterização funcional do suco *in natura* de melancia nos revelou, por 100 mL, 0,92mg de ácido ascórbico, 13,52mg de compostos fenólicos totais, 4,48mg de licopeno e 115,46mg de citrulina, além de ser capaz de reduzir em 10,03% o radical livre DPPH.

A capacidade antioxidante em frutas é muito variável, pois depende da quantidade e tipo de compostos bioativos presentes. Os principais contribuintes são os pigmentos antocianínicos, em frutas que não os têm, os valores da capacidade antioxidante são menores (HEIM et al., 2002; SUN et al., 2002; KUSKOSKI et al., 2006).

Kim et al. (2014b) determinaram a capacidade de redução em 10,8% do radical livre DPPH para a melancia *in natura*, valores próximos ao deste estudo, porém, Shahzad et al. (2014) encontraram redução bem superior de 40,9%.

Após o tratamento térmico houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) do percentual de consumo do radical livre DPPH do suco *in natura* para os sucos A (6,91%) e B (9,58%), porém o percentual de redução aumentou com relação ao suco C (11,65%). Apesar da redução inicial, pôde ser observada uma correlação positiva entre a temperatura de concentração e a capacidade antioxidante ( $r = 0,997$ ;  $p < 0,01$ ). Kim et al. (2014b) avaliaram extratos hidrotérmicos de melancias em diferentes temperaturas (100 – 300 °C) e identificaram que a capacidade antioxidante também aumentou com o aumento da temperatura, assim como observado neste estudo.

O método DPPH é um dos mais utilizados para estimar a capacidade antioxidante de um composto em capturar radicais livres. A remoção do radical estável (DPPH) é considerada um ensaio válido, fácil, prático e rápido comparado aos métodos químicos aplicados para avaliar a capacidade de antioxidantes em inibir a oxidação (ESPIN et al., 2000; SUHAJ, 2006; SHAHZAD et al., 2014).

O teor de vitamina C do suco *in natura* (0,92) foi muito inferior ao determinado por Almeida et al. (2010) (7,55mg/100g de polpa de melancia), Andrade-Júnior et al. (2007), e FAO (2015a) (Tabela 1). Os teores reduziram significativamente ( $p < 0,05$ ) após a reconstituição dos sucos A (0,64), B (0,58) e C (0,65), porém não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os sucos e nem correlação com a temperatura de concentração ( $r = 0,10$ ; não significativo).

O ácido ascórbico é um composto muito instável, e se decompõe facilmente em qualquer mínima condição indesejável, assim, quanto mais suave o processamento, maior sua retenção em sucos processados (ODRIOZOLA-SERRANO et al., 2008; TOKUŞOĞLU e SWANSON, 2014).

Gardner et al. (2000) observaram que temperaturas mais elevadas (45 °C) aumentavam a degradação do ácido ascórbico em melancia. O mesmo pôde ser observado neste estudo, uma vez que a mínima temperatura utilizada (45 °C) provocou o mesmo efeito que as temperaturas mais elevadas, o processamento levou a quase completa degradação, principalmente pelo teor inicial já ser muito reduzido.

Os compostos fenólicos são metabolitos secundários em plantas conhecidos por desempenhar um papel importante no desenvolvimento da cor e sabor de sucos de frutas. Por ser associado à resposta de defesa aos agentes externos, seu conteúdo é bem variável (EDREVA et al., 2008; RAWSON et al., 2011; LIN et al., 2016), podendo ser encontrado entre < 4 – 43,1mg de EAG/100g de polpa de melancia (GIL et al., 2006; TARAZONA-DÍAZ et al., 2011).

O teor de compostos fenólicos do suco *in natura* (13,52) foi muito próximo ao determinado por diversos estudos, 13,89mg EAG/100mL (RAWSON et al., 2011), 15,93mg EAG/100mL (ARRIOLA, 2013), e entre 9,28 e 14,54mg EAG/100mL para cinco variedades da cultivar Crimsom Sweet (TLILI et al., 2011b). E após a reconstituição, o suco A reduziu (13,11), o C (14,10) aumentou e B (13,43) não diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) comparado ao suco *in natura*, porém mantiveram-se todos ainda com valores próximos.

Mesmo após a redução inicial não significativa ( $p < 0,05$ ) do teor de compostos fenólicos, pôde ser observada uma correlação positiva entre a temperatura de concentração e o teor do bioativo ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ). Kim et al. (2014b) identificaram que os extratos de melancia foram significativamente ( $p < 0,05$ ) afetados pela temperatura, sendo o teor mais elevado detectado a 250°C por 30 min de extração hidrotérmica.

Estudos mostram que os compostos fenólicos em plantas podem ser liberados pelos processos de aquecimento, pois o tratamento térmico converte compostos fenólicos insolúveis em formas solúveis (JEONG et al., 2004; KIM et al., 2006; KIM et al., 2014b). Com isso, o processamento térmico é um método eficaz para extrair compostos fenólicos de melancias.

Porém, alguns estudos relataram o efeito inverso, Rawson et al. (2011) observaram uma diminuição no conteúdo fenólico à medida que a temperatura foi aumentada de 25 °C para 45°C. Gardner et al. (2000), também relataram o mesmo efeito, em que a concentração total de compostos fenólicos no suco de maçã reduzia quando pasteurizada termicamente a 80°C por 15 min. Temperaturas mais baixas e tempos muito curtos podem ter sido os responsáveis pelas diferenças encontradas entre os estudos.

A melancia é uma valiosa fonte de antioxidantes naturais com especial referência ao licopeno (NAZ et al., 2014). O teor deste carotenoide no suco *in natura* (4,48) foi muito semelhante ao encontrado por Shahzad et al. (2014), que determinaram 5,722mg de licopeno/100g de polpa, e Mori (1996) e Tlili et al. (2011a) que encontraram 4,12 e 4,45mg/100g de polpa, respectivamente, para a cultivar Crimsom Sweet.

Após a reconstituição houve redução do teor de licopeno, assim o suco *in natura* diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) do A (3,29), que por sua vez diferiu dos sucos B (2,25) e C (1,83), que não diferiram entre si. De acordo com Tlili et al. (2011a), o licopeno é caracterizado pela sua cor vermelho que o distingue em frutas e vegetais, e além da cor, seu conteúdo está diretamente relacionado com a fase de maturação do fruto, uma vez que a melancia em seu estágio inicial de maturação apresenta cor completamente branca e 0,03mg de licopeno em 100g da polpa.

Para todas as temperaturas de concentração houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) do teor de licopeno comparado ao suco *in natura*. Com isso, foi observada uma correlação negativa entre a temperatura de concentração e o teor do licopeno ( $r = -0,93$ ;  $p < 0,01$ ), ou seja, o teor reduzia à medida que ocorria o aumento da temperatura.

Resultado semelhante foi encontrado por Oberoi e Sogi (2015), os autores concluíram que todas as temperaturas de secagem (50, 60 e 70°C) do bagaço de melancia promoveram efeito negativo sobre a retenção do licopeno, e que as alterações dos parâmetros de cor foram proporcionais à redução do carotenoide. Kim et al. (2014b) também relataram resultado semelhante quanto o aumento da temperatura de exposição da melancia e consequente redução do teor de licopeno.

A citrulina é um aminoácido encontrado em todas as partes da melancia, diferentemente do licopeno, que é encontrado apenas em sua polpa. O teor de citrulina no suco *in natura* (115,46) foi inferior ao descrito por Tarazona-Díaz et al. (2013), que quantificaram 233mg/100mL deste aminoácido no suco de melancia. Porém, outros estudos demonstram que o teor pode variar entre 70 e 470mg/100g em polpa de melancia fresca dependendo da cultivar (RIMANDO e PERKINS-VEAZIE, 2005; TARAZONA-DÍAZ et al., 2011).

Após a reconstituição, observou-se redução do teor de citrulina com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre todos os sucos, sendo a maior redução observada no suco A (98,4), seguida pelo suco C (109,68) e pelo B (112,71). O mesmo foi observado por Cerrillo et al. (2015), que investigando o perfil de aminoácidos do suco de laranja, identificaram a redução do teor de citrulina após o processamento térmico de pasteurização.

Pôde-se observar uma correlação moderada, porém significativa quanto ao aumento da temperatura e o teor de citrulina ( $r = 0,76$ ;  $p < 0,05$ ), neste caso a correlação corresponde a quanto maior a temperatura aplicada, maior a preservação. Porém, vale ressaltar que o tempo de exposição da citrulina as temperaturas de 55 e 65 °C foi menor, e provavelmente este foi o motivo da maior preservação.

Para determinar a existência de correlação entre os compostos bioativos, a capacidade antioxidante e a temperatura de processamento foi utilizado o coeficiente de correlação de *Pearson* entre a capacidade antioxidante (DPPH) e os teores de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e licopeno, e entre a temperatura de concentração e os teores de ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, licopeno e citrulina e capacidade antioxidante (DPPH). Os resultados foram descritos na Tabela 20.

**Tabela 20.** Coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r$ ) entre a temperatura de concentração e capacidade antioxidante, ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, licopeno e citrulina, e entre capacidade antioxidante e ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e licopeno.

Análises	<sup>b</sup> $r$ (T °C)	<sup>a</sup> $r$ (DPPH)
Capacidade antioxidante (% de consumo DPPH)	0,997**	-
Ácido ascórbico (mg/100mL)	0,10 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100mL)	0,80**	0,75**
Licopeno (mg/100mL)	-0,93**	-0,36 <sup>ns</sup>
Citrulina (mg/100mL)	0,76*	-

<sup>a</sup> Correlação (T °C) – Referente à temperatura 45, 55 e 65 °C e os teores dos compostos bioativos ácido ascórbico, compostos fenólicos totais, licopeno e citrulina dos sucos A, B e C.

<sup>b</sup> Correlação (DPPH) – Referente ao % de consumo do radical livre e os teores dos compostos bioativos ácido ascórbico, compostos fenólicos totais e licopeno dos sucos *in natura*, A, B e C.

\*\* Nível de significância de  $p < 0,01$ ; \*Nível de significância de  $p < 0,05$ ; ns – correlação não significativa.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como já discutido anteriormente, foi observada correlação positiva significativa entre a temperatura de concentração dos sucos e os teores de compostos fenólicos totais ( $r = 0,80$ ;  $p > 0,01$ ) e citrulina ( $r = 0,76$ ;  $p > 0,05$ ), e a capacidade antioxidante ( $r = 0,997$ ;  $p > 0,01$ ), e uma correlação negativa para o teor de licopeno ( $r = -0,93$ ;  $p > 0,01$ ), ou seja, à medida que a temperatura aumentou o teor de compostos fenólicos totais, citrulina e capacidade antioxidante também aumentou, e o teor de licopeno diminuiu. Não foi observada correlação entre a temperatura e o teor de ácido ascórbico ( $r = 0,10$ ; não significativo).

O aumento da capacidade antioxidante se deu principalmente pelo aumento do teor de compostos fenólicos, o qual, provavelmente, foi favorecido pelo aumento da solubilidade promovida pela temperatura aplicada. Já o teor de citrulina foi mais preservado pelo tempo intermediário de exposição ao processamento térmico. E o licopeno, por sua vez, sofreu degradação proporcional ao aumento da temperatura de concentração dos sucos.

Uma correlação positiva significativa foi observada entre a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos totais ( $r = 0,75$ ;  $p > 0,01$ ), ou seja, à medida que o teor deste bioativo aumentou a capacidade antioxidante também aumentou. Não foi encontrada correlação entre o teor de licopeno ( $r = -0,36$ ; não significativa) e a capacidade antioxidante, e o teor de ácido ascórbico ( $r = 0,18$ ; não significativa) e a capacidade antioxidante.

Arriola (2013) encontrou em suco de melancia, correlação positiva significativa entre a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos ( $r = 0,99$ ;  $p > 0,01$ ). E, diferente deste estudo, para a capacidade antioxidante e o ácido ascórbico ( $r = 0,97$ ;  $p > 0,01$ ) e licopeno

( $r = 0,89$ ;  $p > 0,05$ ). Já Tlili et al. (2011b), em diversas cultivares de melancias, encontraram correlação positiva moderada, porém significativa, entre a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos ( $r = 0,64$ ;  $p < 0,01$ ) e o teor de licopeno ( $r = 0,64$ ;  $p < 0,01$ ), porém não encontraram correlação entre a capacidade antioxidante e o ácido ascórbico ( $r = 0,13$ ; não significativa), sendo este valor bastante semelhante ao determinado neste estudo.

Correlação semelhante tem sido observada para a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos por diversos autores, como por Almeida et al. (2011) em diversos frutos brasileiros ( $r = 0,88$ ;  $p > 0,01$ ), Thaipong et al. (2006) em goiabas ( $r = 0,86$ ;  $p > 0,01$ ) e Reddy et al. (2010) em diversos frutos da Índia ( $r = 0,77$ ;  $p > 0,05$ ).

Sabe-se que, em frutas com baixo teor, a contribuição do ácido ascórbico para a capacidade antioxidante é baixa, e depende mais dos compostos fenólicos (HEIM et al., 2002; SUN et al., 2002; KUSKOSKI et al., 2006). Assim como no presente estudo, Almeida et al. (2011) observaram correlação não significativa entre o teor de ácido ascórbico e a capacidade antioxidante ( $r = 0,50$ ; não significativa), dos 11 frutos analisados pelos autores, todos tinham teor de vitamina C de até 100mg/100g.

Gil et al. (2002) também demonstraram que não houve correlação entre a capacidade antioxidante e o teor de ácido ascórbico em nectarinas (4,8-13,2mg / 100g), pêssegos (3,6-12,6mg / 100g) e ameixas (2,5-10,2mg / 100g), todas frutas com baixo teor, assim como as melancias.

Correlação positiva entre a capacidade antioxidante e o teor de ácido ascórbico tem sido encontrada apenas em frutos com alto teor deste composto. Thaipong et al. (2006), em goiabas com média de 300mg/100g, identificaram correlação positiva significativa ( $r = 0,81$ ;  $p > 0,01$ ), resultado também encontrado por Gardner et al. (2000) em frutas cítricas.

Com relação ao teor de licopeno, assim como neste estudo, Kong e Ismail (2011) ( $r = -0,062$ ;  $p > 0,05$ ) e Rufino et al. (2010) ( $r = -0,32$ ; não significativa) identificaram correlação negativa entre este carotenoide e a capacidade antioxidante. Uma vez que o extrato utilizado para a determinação da capacidade antioxidante, assim como neste presente estudo, não favorece a total extração do carotenoide, o resultado era esperado. Porém, correlações positivas podem ser verificadas em estudos que investigam a capacidade antioxidante lipofílica (TLILI et al., 2011b; ARRIOLA, 2013).

O estudo da correlação nos dá um panorama da contribuição dos compostos bioativos na capacidade antioxidante da melancia, assim, de acordo com os resultados, os maiores responsáveis foram os compostos fenólicos. A concentração do suco de melancia, além de ser capaz de concentrar os compostos nutricionais, pode também concentrar os compostos bioativos. A Tabela 21 descreve a caracterização funcional dos sucos concentrados.

**Tabela 21.** Caracterização funcional dos concentrados

Análises	Concentrado A	Concentrado B	Concentrado C
<b>Capacidade antioxidante (% de consumo do DPPH)</b>	65,74 <sup>c</sup> ± 0,35	69,07 <sup>b</sup> ± 0,47	87,27 <sup>a</sup> ± 0,45
<b>Ácido ascórbico (mg/100g)</b>	8,408 <sup>a</sup> ± 0,448	7,574 <sup>a</sup> ± 0,445	8,415 <sup>a</sup> ± 0,535
<b>Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)</b>	172,86 <sup>b</sup> ± 2,09	176,36 <sup>ab</sup> ± 2,14	183,21 <sup>a</sup> ± 10,40
<b>Licopeno (mg/100g)</b>	43,37 <sup>a</sup> ± 1,62	29,59 <sup>b</sup> ± 2,09	23,85 <sup>b</sup> ± 0,67
<b>Citrulina (mg/100g)</b>	1297,92 <sup>c</sup> ± 7,39	1475,58 <sup>a</sup> ± 8,61	1425,92 <sup>b</sup> ± 17,23

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância Concentrado A – Suco concentrado a 45 °C; Concentrado B – Suco concentrado a 55 °C; Concentrado C – Suco concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para os concentrados A, B e C os valores foram, respectivamente, 65,74%, 69,07% e 87,27% de consumo do radical livre DPPH; 8,408mg, 7,57mg e 8,415mg de ácido ascórbico; 172,86mg, 176,36mg e 183,21mg de compostos fenólicos totais EAG; 43,37mg, 29,59mg e 23,85mg de licopeno; e 1297,92mg, 1475,58mg e 1425,92mg de citrulina por 100g.

Com isso, a evaporação que promoveu a concentração do suco *in natura*, fez com que os teores, em valores médios entre os três concentrados, fossem 8,87 vezes maior para ácido ascórbico (88,73% de concentração), 13,12 para compostos fenólicos totais (92,38% de concentração), 7,20 para licopeno (86,12% de concentração), 12,12 para citrulina (91,75% de concentração) e 7,38 para capacidade antioxidante (86,45% de concentração).

Valores inferiores ao deste estudo foram encontrados por Arriola (2013), que produziu concentrados com 13 °Brix pelo processo de nanofiltração e observou a retenção de 1,17 vezes do ácido ascórbico, 1,35 vezes do licopeno e 1,6 vezes do teor de compostos fenólicos totais, com aumento da capacidade antioxidante. Gomes (2009) também obteve resultado inferior, encontrando teor de 3,9mg de licopeno/100g de suco concentrado a 29,9 °Brix, com concentração de 3,21 vezes em relação ao suco *in natura*. Uma vez que os teores de sólidos solúveis alcançados foram muito inferiores aos 60 °Brix deste estudo, o resultado era esperado.

O licopeno é o antioxidante mais potente entre os carotenoides (SINHA e DUA, 2015), pelo fato de ter muitas duplas ligações é capaz de atuar como um excelente captador de radicais livres, característica que se acredita ser responsável pelos seus efeitos fisiológicos benéficos (TLILI et al., 2011b), principalmente na prevenção de doenças crônicas como as cardiovasculares e na inibição de certos tipos de câncer. (NAZ et al., 2014).

Segundo Zhang et al. (2014), a suplementação de 10mg de licopeno por dia foi capaz de reduzir 31,58% do antígeno específico da próstata (PSA) em pacientes com câncer de próstata, resultado possivelmente relacionado com o grau de acúmulo do carotenoide no local. Gajendragadka et al. (2014) concluíram que a suplementação de 7mg de licopeno diariamente melhorou a resposta da vasodilatação dependente do endotélio em 53%, tendo maior significância em pacientes com disfunção endotelial. Considerando a média do teor de licopeno dos concentrados de 33,08mg/100g, apenas 30g por dia já seriam suficientes para a suplementação observada nos estudos citados.

A disfunção endotelial, um importante fator de risco para a hipertensão arterial e doenças cardiovasculares, é caracterizada pela deficiência de óxido nítrico (NO) (TÖRÖK, 2008), um potente regulador vasoativo e o principal fator de relaxamento do endotélio (MORITA et al., 2014). A importância da citrulina se dá pela participação na via do NO, e em valores médios, 100g do concentrado fornecem 1,4 g de citrulina, mais biodisponível por estar contida em uma matriz natural (MANDEL et al., 2005; TARAZONA-DÍAZ et al., 2013).

Para Collins et al. (2007) a citrulina da melancia é realmente convertida de forma eficaz em arginina e pode ser utilizada com a finalidade de suplementação desse aminoácido, diferente da suplementação direta de arginina, em que 60% é desviada para o ciclo da ureia não havendo liberação sistêmica (WU et al., 2009).

Morita et al. (2014) identificaram que a suplementação de 3,2g de citrulina ao dia promoveu aumento significativo das concentrações plasmáticas de arginina, bem como os níveis de NO, levando a uma melhoria na circulação sanguínea. Para Tarazona-Díaz et al. (2013), 1,17 g de citrulina em suco de melancia são suficientes para ajudar a reduzir a dor física pós-esforço.

Com isso, além da concentração da rica composição nutricional, houve também concentração de bioativos com promissoras utilidades terapêuticas, como o licopeno e a citrulina. Este fato fortalece a justificativa da produção do concentrado da polpa de melancia, que além de evitar o desperdício da fruta, pode ser utilizado pela indústria na produção de alimentos com alto valor nutricional e funcional.

Para avaliar a possibilidade de utilização do concentrado, foram desenvolvidos picolés utilizando soro de leite, um subproduto queijeiro com grande potencial nutricional e funcional de aproveitamento. A caracterização físico-química dos picolés desenvolvidos está descrita na Tabela 22.

**Tabela 22.** Caracterização físico-química dos picolés com suco *in natura* e com os sucos reconstituídos

Análises	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C
Umidade (g/100g)	85,28 <sup>a</sup> ± 0,10	85,76 <sup>a</sup> ± 0,15	85,58 <sup>a</sup> ± 0,40	85,81 <sup>a</sup> ± 0,02
RMF (g/100g)	0,31 <sup>a</sup> ± 0,02	0,32 <sup>a</sup> ± 0,02	0,32 <sup>a</sup> ± 0,03	0,32 <sup>a</sup> ± 0,02
Sólidos Solúveis (°Brix)	15,50 <sup>a</sup> ± 0,00	15,00 <sup>b</sup> ± 0,00	15,23 <sup>ab</sup> ± 0,25	15,30 <sup>ab</sup> ± 0,26
Acidez (g ácido málico/100g)	0,071 <sup>a</sup> ± 0,00	0,073 <sup>a</sup> ± 0,00	0,070 <sup>a</sup> ± 0,00	0,071 <sup>a</sup> ± 0,00
pH	6,28 <sup>a</sup> ± 0,06	6,27 <sup>a</sup> ± 0,05	6,29 <sup>a</sup> ± 0,04	6,30 <sup>a</sup> ± 0,01
Lipídeo (g/100g)	0,26 <sup>a</sup> ± 0,02	0,25 <sup>a</sup> ± 0,02	0,25 <sup>a</sup> ± 0,02	0,27 <sup>a</sup> ± 0,02
Proteína (g/100g)	0,87 <sup>a</sup> ± 0,01	0,74 <sup>b</sup> ± 0,02	0,84 <sup>a</sup> ± 0,02	0,75 <sup>b</sup> ± 0,01
Carboidrato (g/100g)	13,27 <sup>a</sup> ± 0,07	12,93 <sup>a</sup> ± 0,14	13,01 <sup>a</sup> ± 0,40	12,86 <sup>a</sup> ± 0,01
Energia (Kcal/100g)	58,94 <sup>a</sup> ± 0,45	56,91 <sup>a</sup> ± 0,59	57,67 <sup>a</sup> ± 1,71	56,84 <sup>a</sup> ± 0,17

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para o desenvolvimento dos picolés foram utilizados os sucos *in natura* (picolé *in natura*), e os sucos reconstituídos A (picolé A), B (picolé B) e C (picolé C), além de 20% de soro de leite em pó reconstituído a 20%, 5% de sacarose e 0,2% de carboximetilcelulose. Os preparados sofreram tratamento térmico adicional de pasteurização a 65 °C / 30 min.

A caracterização físico química dos picolés não revelou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações para as análises de umidade, RMF, acidez, pH, lipídeo e carboidrato. Foi significativa ( $p < 0,05$ ) a diferença entre os teores de sólidos solúveis totais, sendo a formulação *in natura* com o maior teor (15,5 °Brix), seguida pela C (15,30 °Brix) e B (15,23 °Brix) que não diferiram da *in natura*, e A (15 °Brix) que não diferiu de C e B, mas diferiu da *in natura*.

Essa diferença também foi observada com relação ao teor de proteína. As formulações *in natura* (0,87) e B (0,84) obtiveram os maiores valores e não diferiram entre si, e as formulações A (0,74) e C (0,75) obtiveram os menores valores e também não diferiram entre si.

Observou-se nas formulações que as maiores diferenças foram encontradas entre os teores de sólidos solúveis e proteínas, também ocorreu diferença entre o teor de carboidratos, porém não foi significativa ( $p < 0,05$ ). Essas diferenças entre as formulações provavelmente ocorreram pela dificuldade em manter o soro em emulsão, sendo a homogeneização necessária por diversas vezes durante a produção dos preparos. E, por este motivo, as maiores diferenças foram encontradas nos ingredientes em maior quantidade no soro de leite.

Com relação ao teor final de carboidrato das formulações houve contribuição da lactose presente no soro de leite que, segundo o fornecedor (Tabela 13), corresponde a



76,7%, sendo capaz de fornecer até 3,07g de carboidrato para a formulação. E ainda, houve contribuição pela adição de 5% de sacarose, resultando em incrementos finais próximos a 8g.

O aumento do teor de sólidos solúveis nas formulações se deu pela adição do soro de leite reconstituído de forma que ainda o mantivesse concentrado em relação ao soro de leite líquido. Informações do fornecedor (Tabela 13) indicam umidade de 1,7g/100g de soro de leite em pó, assim, com a adição de 80 mL de água para a reconstituição, os valores de umidade chegaram próximos a 80,34g/100mL, bastante inferior a umidade do soro de leite líquido, que fica entre 92,01 – 94,34g/100g (MINUBUTI, 1994; PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2013; ANDRADE et al., 2016).

Além disso, o teor de proteína também aumentou em relação ao suco, sendo que os incrementos deveriam ser de no mínimo 0,34g, uma vez que o soro de leite em pó deve fornecer no mínimo 8,5g de proteína láctea/100g (BRASIL, 2013). Porém, foram observados incrementos superiores ao esperado, o que foi positivo para a formulação.

Existe uma grande importância no aumento do teor de proteína nos picolés, pois este aumento se deve especificamente as proteínas do soro de leite, as quais diversas propriedades biológicas importantes são atribuídas. Assim, o consumo do picolé pode aliar os benefícios da melancia e do soro de leite.

O pH dos picolés também aumentou em relação ao suco, isso se deu pelo fato do pH do soro de leite ser maior, segundo o fornecedor (Tabela 13), o pH a uma solução de 10% era de 6,33, fato que justifica o aumento do pH do produto final.

Foi verificado aumento do teor de acidez nos picolés comparado ao suco *in natura*. A acidez foi expressa em gramas de ácido málico (presente no ingrediente em maior quantidade na formulação), porém, o soro de leite apresenta em sua composição o ácido láctico, provável responsável pelo aumento encontrado.

O aumento no teor de RMF reflete a importante contribuição de minerais do soro de leite, tais como cálcio, fósforo, magnésio e potássio (KOSIKOWSKI, 1979; MORR e HA, 1993; MINUBUTI, 1994; PELEGRINE e CARRASQUEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2013; ANDRADE et al., 2016; NISHANTHI et al., 2017). Segundo o fornecedor (Tabela 13), a composição de RMF era de 5,5%, ou seja, capaz de fornecer incrementos de até 0,22g para as formulações, fato que foi confirmado.

Uma redução do teor de lipídeos também foi observada, fato que ocorreu pela diluição dos lipídeos do suco pelo soro de leite, que segundo o fornecedor (Tabela 13), seria capaz de fornecer apenas 0,41g de gordura/100g de soro em pó, ou seja, em torno de 0,01g de lipídeos à formulação. Os picolés podem ser classificados como Zero Gordura segundo ANVISA, pois apresentaram menos de 0,5% de gordura no produto pronto para o consumo (BRASIL, 1998). Essa informação gera um apelo comercial que favorece o desenvolvimento dos picolés.

Antoniali (2015) desenvolveu picolé de chocolate com 77,4% de soro de leite e encontrou resultados mais elevados para a caracterização físico-química quanto ao teor de proteína (5,9%), carboidrato (18,77%) e RMF (0,72%), e menor para umidade (74,5%), resultado justificado pelo alto teor de soro de leite utilizado. O teor de gordura (<0,5%) foi semelhante, uma vez que a quantidade de gordura no soro de leite é muito pequena e quase não contribui para sua composição.

Fassio et al. (2009) desenvolveram picolés utilizando soro de leite e frutas do cerrado e determinaram, respectivamente, os teores de umidade, RMF, lipídeo, proteína e carboidrato para mangaba em 77,04%, 0,32%, 0,83%, 1,04% e 15,79%, para umbu em 80,02%, 0,54%, 0,60%, 1,04% e 16,35%, e para tamarindo em 77,96%, 0,39%, 0,81%, 1,26% e 16,0%, sendo estes, valores próximos aos encontrados neste estudo.

Até o momento não foram verificados estudos utilizando melancia e soro de leite no desenvolvimento de gelados comestíveis, sendo esta formulação capaz de aliar à composição da melancia e os compostos do soro de leite, como proteínas e minerais.

**Tabela 23.** Caracterização funcional dos picolés com o suco *in natura* e com os sucos reconstituídos

Análises	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C
<b>Capacidade antioxidante (% de consumo do radical DPPH)</b>	5,50 <sup>b</sup> ± 0,25	1,43 <sup>d</sup> ± 0,07	2,27 <sup>c</sup> ± 0,07	6,31 <sup>a</sup> ± 0,04
<b>Ácido ascórbico (mg/100g)</b>	0,42 <sup>a</sup> ± 0,05	0,35 <sup>a</sup> ± 0,02	0,34 <sup>a</sup> ± 0,04	0,37 <sup>a</sup> ± 0,02
<b>Compostos fenólicos totais (mg EAG/100g)</b>	13,18 <sup>a</sup> ± 0,11	12,38 <sup>b</sup> ± 0,04	12,39 <sup>b</sup> ± 0,20	12,51 <sup>b</sup> ± 0,10
<b>Licopeno (mg/100g)</b>	3,37 <sup>a</sup> ± 0,27	2,47 <sup>b</sup> ± 0,04	1,86 <sup>c</sup> ± 0,07	1,41 <sup>d</sup> ± 0,07
<b>Citrulina (mg/100g)</b>	123,84 <sup>a</sup> ± 11,73	107,80 <sup>ab</sup> ± 1,73	105,92 <sup>ab</sup> ± 4,75	102,02 <sup>b</sup> ± 5,72

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A caracterização funcional dos picolés nos revelou redução da capacidade antioxidante comparada ao suco *in natura*. O picolé C, desenvolvido com suco reconstituído C, foi o que obteve maior percentual (6,31%), assim como o suco C que também foi o que obteve maior percentual de redução (11,65%). Foi identificada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre todos os produtos, seguindo a ordem C, *in natura*, B e A (com menor percentual de redução).

O teor de ácido ascórbico dos picolés também foi inferior ao observado nos sucos, indicando que não houve contribuição do soro de leite neste componente antioxidante. O maior teor foi verificado no picolé *in natura* (0,42), porém não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as formulações.

O teor de compostos fenólicos dos picolés também foi inferior ao observado nos sucos, havendo uma inversão entre o picolé *in natura* (13,18), com maior teor e diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) dos demais, e o picolé C (12,51), com segundo maior teor e não diferindo dos picolés A (12,38) e B (12,39). Mesmo com a redução, o conteúdo de compostos fenólicos ainda manteve-se próximo ao dos sucos, este fato pode ser explicado pela provável solubilização que ocorreu com a adição da etapa de pasteurização (JEONG et al., 2004; KIM et al., 2006; KIM et al., 2014b).

Não foi encontrada correlação entre a redução da capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos totais ( $r = 0,55$ ; não significativo), outro fator não identificado foi o provável responsável por esta redução.

O teor de licopeno foi menor do que o do suco, este resultado era esperado pelo fato do soro de leite não ser fonte de carotenoides, porém manteve-se presente mesmo após a pasteurização. A diferença permaneceu significativa ( $p < 0,05$ ) entre o picolé *in natura* (3,37) (maior teor), seguido pelo A (2,47), B (1,86) e C (1,41) (menor teor). A preservação deste carotenoide nos picolés os confere o título de alimento com alegação de propriedade funcional (ANVISA, 2008), outra informação com apelo comercial que favorece a formulação.

O teor de citrulina, como não era esperado, além de não ter reduzido pela menor proporção de suco de melancia nas formulações, aumentou nos picolés *in natura* e A. O picolé *in natura* (123,84) obteve maior teor, não diferindo do A (107,80) e B (105,92), e o picolé C (102,02) o menor teor, também não diferindo de A e B.

A metodologia de detecção de citrulina utilizada neste estudo baseia-se na formação da cor vermelha pela reação da ureia (citrulina convertida) com diacetil monoxima em solução ácida (GORNALL e HUNTER, 1941). Este fato sugere que o teor de citrulina encontrado tenha contribuição parcial da ureia presente no soro de leite.

O teor de ureia pode variar de 10 a 16mg/100mL de leite, níveis abaixo de 10mg ou acima de 16mg podem ser um indicador de manejo nutricional inadequado, ou adição de ureia como melhorador do teor de proteína (ROSOLEN, 2013; ABRANTES et al., 2014).

A composição funcional dos picolés de melancia e soro de leite reforça a possibilidade de que os gelados comestíveis possam ser veiculadores de compostos bioativos promotores da saúde, outros estudos também partilham desta tese.

Foi demonstrado que a adição de purê de caqui ao sorvete contribuiu para uma melhoria significativa do conteúdo fenólico total e da actividade de eliminação do radical livre DPPH (KARAMAN et al., 2014).

Sun-Waterhouse et al. (2013) desenvolveram gelado comestível utilizando polpa de kiwi verde, dourado e vermelho com a finalidade de aumentar o apelo comercial através da presença de constituintes promotores da saúde. Foram adicionados 49% de polpa a uma mistura básica de gelado comestível com baixo teor de gordura, sem corantes ou aromatizantes. Concluíram que uma boa quantidade de fitoquímicos foi comumente detectada nos três sorvetes de kiwi. Somente o sorvete produzido utilizando o kiwi vermelho continha antocianinas, e o maior nível de polifenóis e capacidade antioxidante.

Os picolés desenvolvidos neste presente estudo, independente da formulação, apresentaram bom conteúdo de compostos fenólicos, licopeno e citrulina, sendo uma quantidade superior observada no picolé *in natura*, formulado com suco *in natura* de melancia. O estudo dos picolés seguiu com a análise sensorial para verificar se, além de bons veiculadores de compostos bioativos, tinham a aceitação dos consumidores.

## 6.2 Análise Sensorial

A análise sensorial é definida como uma ferramenta científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais, e como estas são percebidas pelos sentidos visão, olfato, sabor, tato e audição (AMERINE et al., 1965). São muitas as aplicações da análise sensorial na indústria de alimentos, fornecendo suporte técnico para pesquisa, industrialização, marketing e controle de qualidade (DUTCOSKY, 2013).

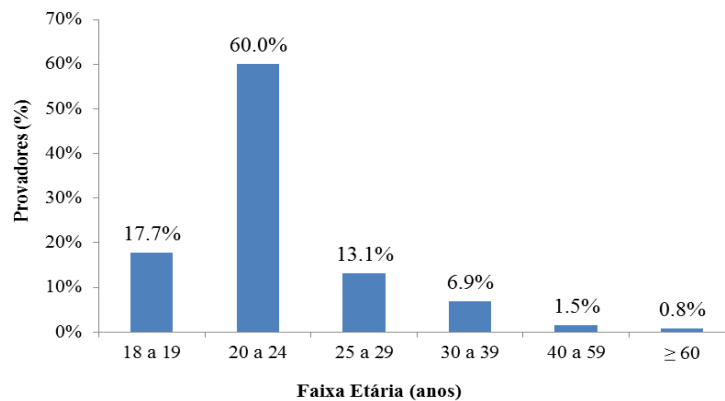
Os testes sensoriais podem auxiliar a identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir características sensoriais importantes de um produto de forma rápida e ser capaz de detectar particularidades que não podem ser detectadas por outros procedimentos analíticos (MUNOZ et al., 1992; MUÑOZ, 2002).

A aceitação e a preferência são testes afetivos, e têm como objetivo avaliar a resposta dos indivíduos com relação ao produto ou suas características específicas através de consumidores habituais e potenciais do mesmo (MEILGAARD et al., 2006), porém a qualidade sensorial não é uma característica própria do alimento, é o resultado da interação entre alimento e o homem, com suas características intrínsecas, tais como aparência, sabor, textura e aroma, interagindo com as condições fisiológicas, psicológicas e sociológicas do indivíduo (DUTCOSKY, 2013).

Com isso, faz-se necessário conhecer o perfil socioeconômico dos provadores. O questionário aplicado durante os testes nos forneceu dados sobre, sexo, faixa etária, nível de escolaridade, renda e consumo dos participantes.

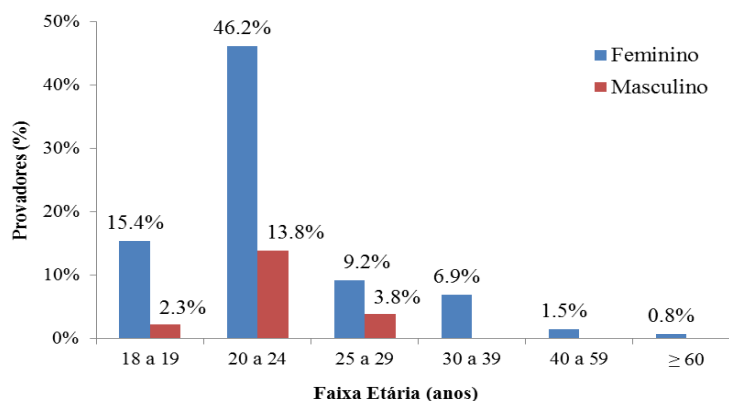
### 6.2.1 Perfil socioeconômico dos provadores

Foram ao todo 130 provadores com média de idade de 23 anos  $\pm$  6, sendo 80% (104) do sexo feminino, com média de idade de 23 anos  $\pm$  6 e 20% (26) do sexo masculino, com média de idade de 22 anos  $\pm$  2.



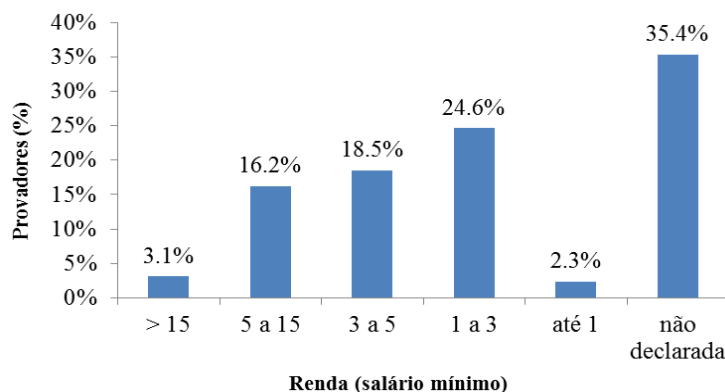
**Figura 15.** Estratificação etária dos provedores

A estratificação etária dos provedores (Figura 15) demonstrou que 60% estavam entre a faixa etária de 20 a 24 anos, e 17,7% entre 18 e 19 anos, isso indica que 77,7% dos provedores eram menores de 24 anos, ou seja, considerados jovens adultos.



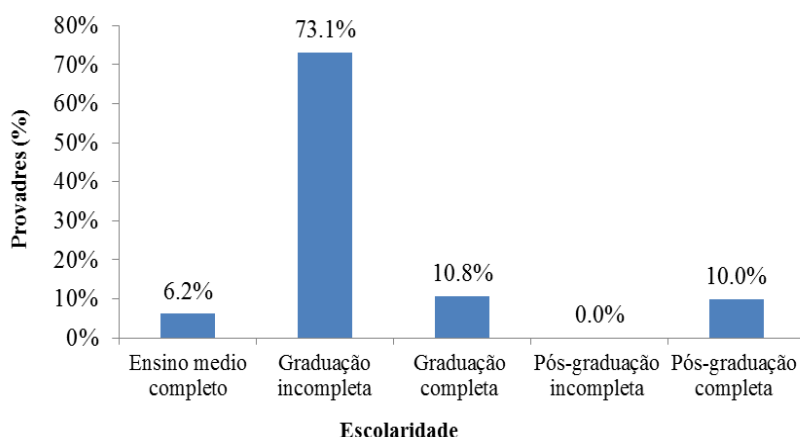
**Figura 16.** Estratificação etária dos provedores por sexo

A estratificação etária por sexo (Figura 16) definiu que dos 77,7%, 61,6% eram do sexo feminino e apenas 16,1% do sexo masculino. Outro ponto importante foi o fato de que não houve provedores do sexo masculino acima de 29 anos.



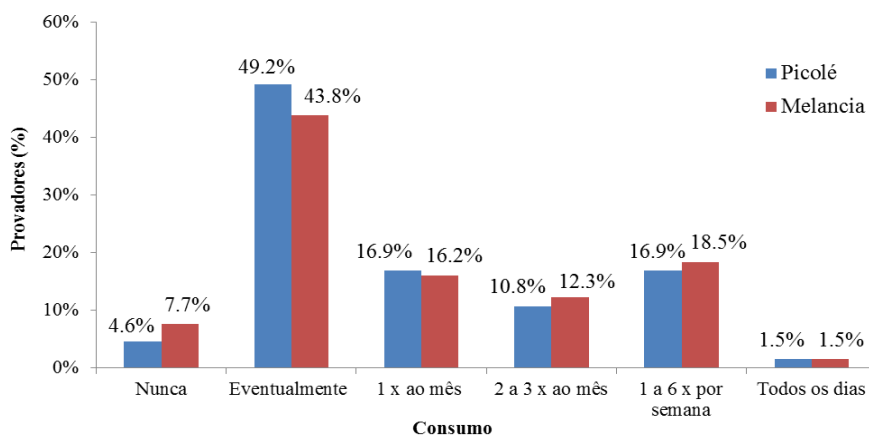
**Figura 17.** Estratificação de renda dos provedores

A estratificação de renda (Figura 17) demonstrou que 2,3% dos provadores tinham renda familiar de até 1 salário mínimo, 24,6% de 1 até 3 salários mínimos, 18,5% de 3 até 5 salários mínimos, 16,5% de 5 até 15 salários mínimos e apenas 3,1% tinham renda maior do que 15 salários mínimos. Dos provadores, 35,4% preferiram não declarar sua renda mensal, sendo destes não declarantes 37,5% (39) do total de mulheres e 26,9% (7) do total dos homens participantes, evidenciando uma maior resistência das mulheres a este questionamento.



**Figura 18.** Estratificação do nível de escolaridade

A estratificação do nível de escolaridade (Figura 18) demonstrou que 73,1% dos provadores apresentavam graduação incompleta. Apenas 6,2% tinham o ensino médio completo, 10,8% com pós-graduação incompleta e 10% com pós-graduação completa.



**Figura 19.** Frequência de consumo de picolé e melancia pelos provadores

Dentre o público participante observou-se que a frequência de consumo (Figura 19) da melancia é eventual para 49,2% e de 1 a 6 vezes na semana para 16,9%, e a do picolé é eventual para 43,8% e de 1 a 6 vezes na semana para 18,5% dos consumidores. Apenas 1,5% consumiam picolé e 1,5% consumiam melancia todos os dias.

Entretanto, 95,4% eram consumidores de picolés e 92,3% de melancia, com isso, os testes sensoriais foram direcionados corretamente ao público alvo dos picolés desenvolvidos, e os seus resultados podem auxiliar na melhoria da formulação com reflexo no aumento da

aceitação, uma vez que participantes familiarizados com os produtos conseguem perceber melhor as diferenças sensoriais e fazer um julgamento mais preciso dos atributos.

Com isso, a caracterização dos avaliadores nos informou que os participantes dos testes sensoriais eram consumidores de picolé e melancia, sendo de maioria do sexo feminino, com idade média de 23 anos, graduação incompleta e pertencente à classe média, resultado condizente com o ambiente universitário federal.

## 6.2.2 Aceitação

Os resultados do teste de aceitação para os atributos sabor, aroma, aparência, cor, textura, maciez e avaliação global estão descritos na Tabela 24.

**Tabela 24.** Aceitação dos picolés

Atributo	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C
Sabor	6,60 <sup>a</sup> ± 2,11	6,12 <sup>ab</sup> ± 1,93	5,62 <sup>b</sup> ± 2,17	5,88 <sup>b</sup> ± 1,90
Aroma	6,09 <sup>a</sup> ± 1,64	5,57 <sup>b</sup> ± 1,47	5,63 <sup>ab</sup> ± 1,39	5,74 <sup>ab</sup> ± 1,47
Aparência	7,47 <sup>a</sup> ± 1,63	7,23 <sup>a</sup> ± 1,63	7,20 <sup>a</sup> ± 1,70	7,18 <sup>a</sup> ± 1,60
Cor	7,83 <sup>a</sup> ± 1,37	7,48 <sup>a</sup> ± 1,37	7,42 <sup>a</sup> ± 1,60	7,48 <sup>a</sup> ± 1,44
Textura	7,11 <sup>a</sup> ± 1,89	7,08 <sup>a</sup> ± 1,53	6,86 <sup>a</sup> ± 1,76	7,18 <sup>a</sup> ± 1,47
Maciez	7,06 <sup>a</sup> ± 1,97	7,04 <sup>a</sup> ± 1,65	6,73 <sup>a</sup> ± 1,88	7,05 <sup>a</sup> ± 1,64
Avaliação Global	7,02 <sup>a</sup> ± 1,85	6,57 <sup>ab</sup> ± 1,75	6,32 <sup>b</sup> ± 1,93	6,55 <sup>ab</sup> ± 1,66

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

O resultado da aceitação dos picolés indica que o picolé *in natura*, formulado com suco de melancia *in natura*, obteve as maiores médias para todos os atributos, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) do picolé A apenas para o atributo aroma, dos picolés B e C para o atributo sabor, e do picolé B para a avaliação global. Com relação à escala hedônica, os resultados para os atributos sabor e aroma mantiveram-se entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente”, e para aparência, cor, textura, maciez e avaliação global entre “gostei regularmente” e “gostei muito”.

O picolé A, formulado com suco de melancia A, não diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos picolés B e C em todos os atributos. Com relação à escala hedônica, manteve os resultados para o atributo aroma entre “indiferente” e “gostei ligeiramente”, para os atributos sabor e avaliação global entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente” e para aparência, cor, textura e maciez entre “gostei regularmente” e “gostei muito”.

Os picolés B e C, formulados respectivamente com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C e 65 °C, não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si para todos os atributos. Mantiveram os resultados para os atributos sabor e aroma entre “indiferente” e “gostei ligeiramente”, para a avaliação global entre “gostei ligeiramente” e “gostei regularmente” e para aparência, cor, textura e maciez entre “gostei regularmente” e “gostei muito”.

Todas as formulações não diferiram entre si para os atributos aparência, cor, textura e maciez, e os picolés B e C não diferiram entre si em relação a nenhum atributo sensorial. A formulação *in natura* diferiu da A apenas com relação ao atributo aroma, sendo que o atributo

cor do picolé *in natura* foi o que obteve a maior média (7,83) e o atributo aroma do picolé A foi o que obteve a menor média (5,57).

Com isso, conclui-se que a temperatura de concentração a vácuo do suco de melancia, influenciou de forma significativamente ( $p < 0,05$ ) negativa a aceitação do atributo aroma no picolé A, do atributo sabor dos picolés B e C e a avaliação global do picolé B, comparado ao picolé *in natura* produzido com suco *in natura*.

Antoniali (2015) elaborou picolés de chocolate a base de soro de leite e obteve médias de aceitação para aparência (6,8) e cor (6,9), que ficaram entre “gostei regularmente” e “gostei ligeiramente”, e médias de aceitação para sabor (7,5), textura (7,3), maciez (7,5) e avaliação global (7,2), que ficaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei muito”, valores próximos aos encontrados neste presente estudo, exceto para o atributo sabor, que obteve médias mais baixas entre “indiferente” e “gostei regularmente”, uma vez que o sabor de chocolate é mais apreciado do que o sabor de melancia, e para o atributo cor, que obteve médias mais altas entre “gostei regularmente” e “gostei muito”, já que a cor vermelha da melancia é mais atrativa do que a cor de chocolate.

Segundo Rodrigues et al. (2006), o picolé de chocolate utilizando 50% de soro de leite obteve média de aceitação de 7,95 ficando entre o “gostei moderadamente” e “gostei muito”, média superior a avaliação global (6,32 - 7,02) dos picolés deste presente estudo, indicando que uma substituição parcial pode gerar resultados melhores na aceitação de picolés a base de soro de leite.

Gajo et al. (2017) utilizaram soro de leite concentrado e 0.5% de hidrocoloides (Goma guar e carragena) para o desenvolvimento de picolés de chocolate, e identificaram médias de aceitação para textura, maciez e avaliação global próximas as dos picolés de melancia, em que foram utilizados 0,2% de carboximetilcelulose e soro de leite em pó diluído a 20%. Os picolés de chocolate sem a adição de hidrocoloides obtiveram notas bem inferiores ficando entre 5,5 e 5,8 (“indiferente”) para estes atributos. Isto indica que a utilização de hidrocoloides melhoradores de textura proporciona aumento na aceitação desses atributos em picolés à base de soro de leite.

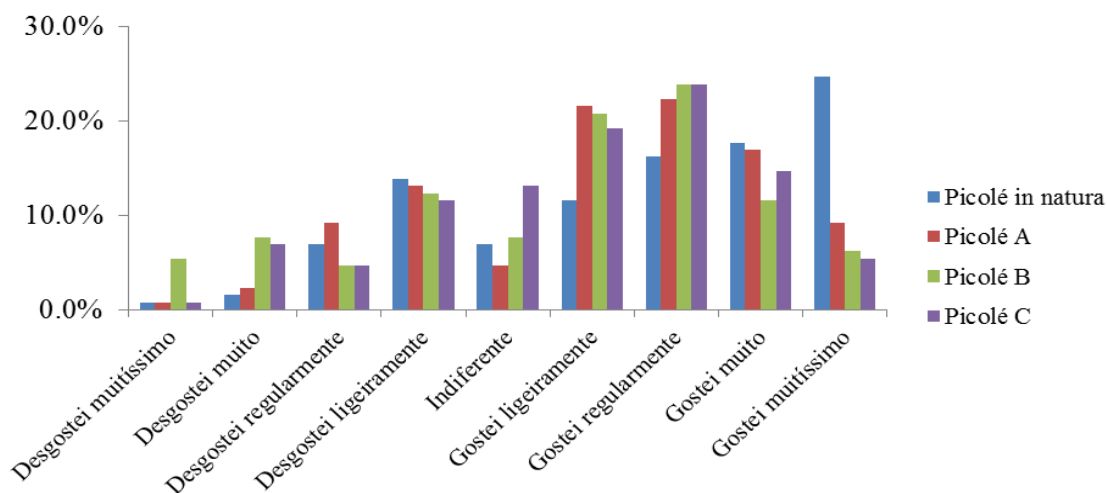
Andrade et al. (2010) desenvolveram e avaliaram sensorialmente sorvetes de massa utilizando 50% soro de leite como substituto do leite integral e polpas de abacaxi com hortelã, goiaba e maracujá. Para todos os atributos avaliados (cor, aroma, sabor, textura e avaliação global) os sorvetes obtiveram médias elevadas entre 7,33 e 8,43, indicando que o soro de leite associado a frutas no preparo de gelados comestíveis pode ser uma boa alternativa para a economia e sustentabilidade pela redução do descarte de rejeitos no meio ambiente.

Fassio et al. (2009) utilizaram soro de leite em substituição à água na formulação de picolés de mangaba, tamarindo e umbu, e analisaram sensorialmente obtendo médias de aceitação, respectivamente, de 7,15, 6,49 e 7,15 em uma escala de 9 pontos, indicando que a substituição é uma alternativa eficiente para a melhoria da qualidade nutricional do produto e para a diminuição dos impactos ambientais gerados por este resíduo.

De forma geral, os atributos sabor e aroma apresentaram médias entre 5 “indiferente” e 7 “gostei regularmente”, aparência e cor entre 7 “gostei regularmente” e 8 “gostei muito” e textura, maciez e avaliação global entre 6 “gostei ligeiramente” e 8 “gostei muito”. Assim, uma vez que a aceitação dos picolés desenvolvidos foi suficientemente elevada, associar o soro de leite e a melancia no preparo de gelados comestíveis, também é uma boa alternativa para evitar o descarte inadequado deste resíduo e reduzir a poluição do meio ambiente, gerar economia pelo seu aproveitamento industrial e melhorar a qualidade nutricional e funcional do picolé quando troca-se a água, tradicionalmente utilizada em picolés de frutas, pelo soro.

Porém, uma observação deve ser feita, a média geral das notas pode não ser um bom parâmetro para representar a aceitação dos picolés, porque notas discrepantes podem diminuir ou aumentar a média global. Então, a distribuição das notas pode refletir melhor o grau de

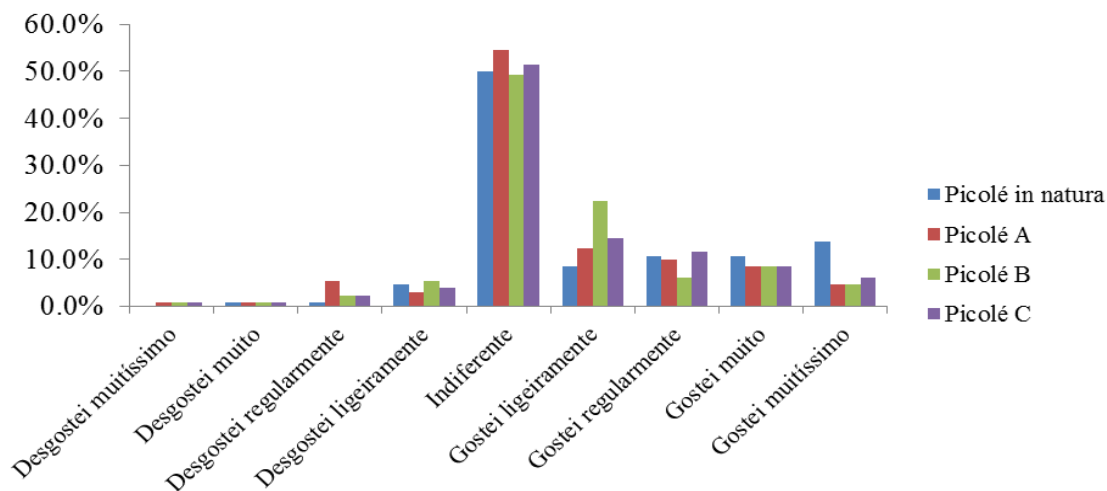
gostar e desgostar das amostras, uma vez que as médias obtidas não foram tão altas, mesmo com uma alta frequência de notas altas e baixa frequência de notas baixas.



**Figura 20.** Aceitação quanto ao atributo sabor

Com relação ao sabor (Figura 20), para os picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, 70%, 70%, 62,3% e 63,1% dos provadores gostaram, dentre os quais 24,6%, 9,2%, 6,2% e 5,4% gostaram muitíssimo, 17,7%, 16,9%, 11,5% e 14,6% gostaram muito, 16,2%, 22,3%, 23,8% e 23,8% gostaram regularmente e 11,5%, 21,5%, 20,8% e 19,2% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 6,9%, 4,6%, 7,7% e 13,1% dos consumidores e 23,1%, 25,4%, 30% e 23,8% não gostaram, sendo que 13,8%, 13,1%, 12,3% e 11,5% desgostaram ligeiramente, 6,9%, 9,2%, 4,6% e 4,6% desgostaram regularmente, 1,5%, 2,3%, 7,7% e 6,9% desgostaram muito e 0,8%, 0,8%, 5,4% e 0,8% desgostaram muitíssimo.

Observa-se que o picolé *in natura* foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram muitíssimo, e o picolé B o maior percentual de provadores que desgostaram muitíssimo e desgostaram muito do sabor. Estes diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre suas médias (6,60 e 5,62, respectivamente), concordando com a estratificação (Figura 20).

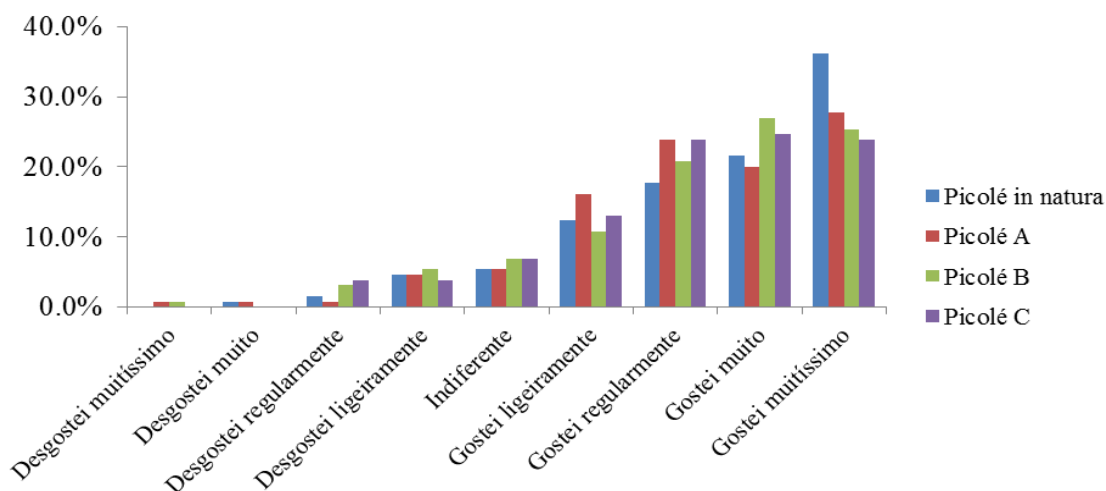


**Figura 21.** Aceitação quanto ao atributo aroma



Com relação ao aroma (Figura 21), para os picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, 43,8%, 35,4%, 41,5% e 40,8% dos provadores gostaram, dentre os quais 13,8%, 4,6%, 4,6% e 6,2% gostaram muitíssimo, 10,8%, 8,5%, 8,5% e 8,5% gostaram muito, 10,8%, 10%, 6,2% e 11,5% gostaram regularmente e 8,5%, 12,3%, 22,3,8% e 14,6% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 50%, 54,6%, 49,2% e 51,5% dos consumidores e 6,2%, 10%, 9,2% e 7,7% não gostaram, sendo que 4,6%, 3,1%, 5,4% e 3,8% desgostaram ligeiramente, 0,8%, 5,4%, 2,3% e 2,3% desgostaram regularmente, 0,8%, 0,8%, 0,8% e 0,8% desgostaram muito e 0%, 0,8%, 0,8% e 0,8% desgostaram muitíssimo.

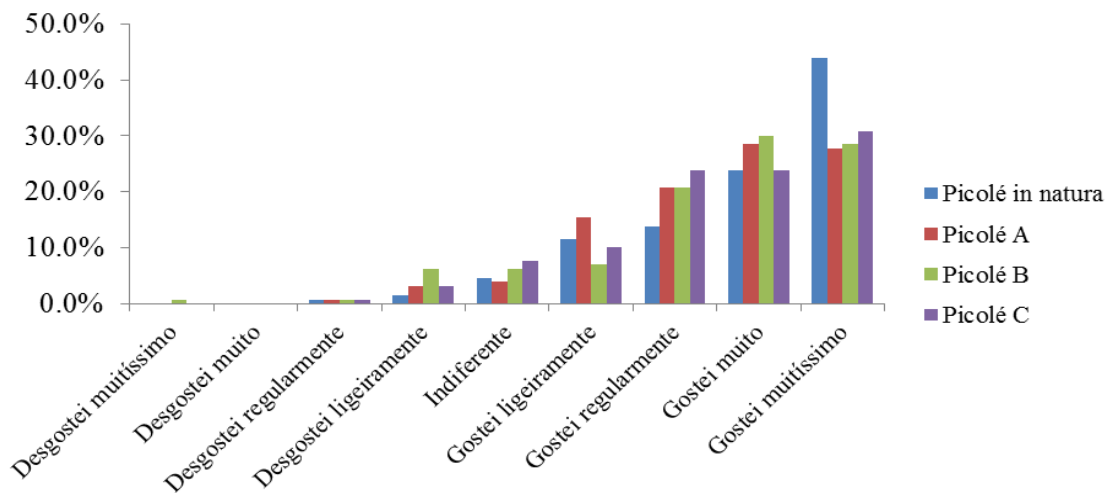
Observa-se que o picolé *in natura* foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram e gostaram muitíssimo e o menor de que desgostaram muitíssimo do aroma. É importante atentar ao alto percentual de provadores que foram indiferentes quanto ao atributo em relação a todas as amostras dos picolés, sendo o maior percentual para o picolé A. O elevado número de provadores que consideraram este atributo indiferente, associado ao número discrepante de participantes que desgostaram regularmente do aroma do picolé A (Figura 21), fez com que este ficasse com a menor média (5,57) para o atributo, sendo o único a diferir do picolé *in natura*.



**Figura 22.** Aceitação quanto ao atributo aparência

Na avaliação dos picolés *in natura*, A, B e C para o atributo aparência (Figura 22), respectivamente, 87,7%, 87,7%, 83,8% e 85,4% dos provadores gostaram, dentre os quais 36,2%, 27,7%, 25,4% e 23,8% gostaram muitíssimo, 21,5%, 20%, 26,9% e 24,6% gostaram muito, 17,7%, 23,8%, 20,8% e 23,8% gostaram regularmente e 12,3%, 16,2%, 10,8% e 13,1% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 5,4%, 5,4%, 6,9% e 6,9% dos consumidores e 6,9%, 6,9%, 9,2% e 7,7% não gostaram, sendo que 4,6%, 4,6%, 5,4% e 3,8% desgostaram ligeiramente, 1,5%, 0,8%, 3,1% e 3,8% desgostaram regularmente, 0,8%, 0,8%, 0% e 0% desgostaram muito e 0%, 0,8%, 0,8% e 0% desgostaram muitíssimo.

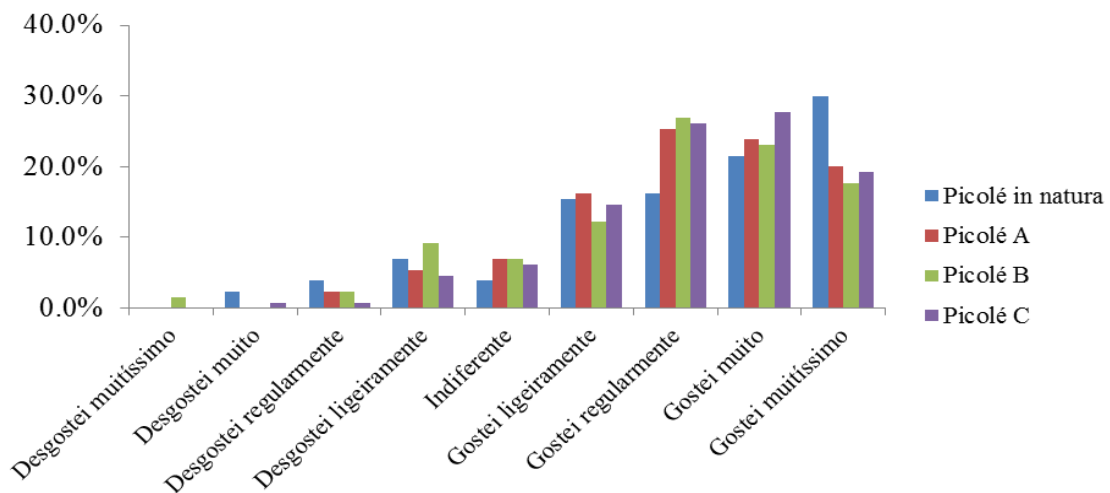
Observa-se que o picolé *in natura* foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram muitíssimo e nenhum provador desgostou muitíssimo, e o picolé B foi o que obteve maior percentual de provadores que não gostaram da aparência. A média não refletiu as diferenças apresentadas durante a estratificação (Figura 22), apesar de nenhum picolé ter diferido significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si, o picolé *in natura* recebeu média bastante superior aos outros (7,47), e foi o picolé C que recebeu a menor média (7,18), e não o picolé B (7,20).



**Figura 23.** Aceitação quanto ao atributo cor

Na avaliação dos picolés *in natura*, A, B e C para o atributo cor (Figura 23), respectivamente, 93,1%, 92,3%, 86,2% e 88,5% dos provadores gostaram, dentre os quais 43,8%, 27,7%, 28,5% e 30,8% gostaram muitíssimo, 23,8%, 28,5%, 30% e 23,8% gostaram muito, 13,8%, 20,8%, 20,8% e 23,8% gostaram regularmente e 11,5%, 15,4%, 6,9% e 10% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 4,6%, 3,8%, 6,2% e 7,7% dos consumidores e 2,3%, 3,8%, 7,7% e 3,8% não gostaram, sendo que 1,5%, 0,8%, 3,1% e 3,8% desgostaram ligeiramente, 0,8%, 0,8%, 0,8% e 0,8% desgostaram regularmente, nenhum participante desgostou muito dos picolés, e apenas 0,8% dos participantes desgostaram muitíssimo do picolé B.

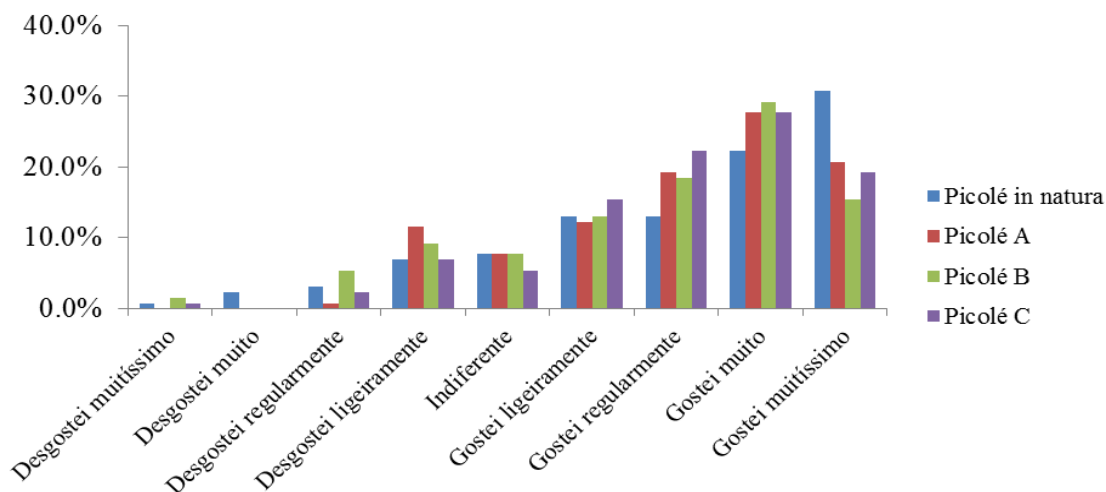
O picolé *in natura* foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram e gostaram muitíssimo e nenhum provador desgostou muito da cor dos picolés. O picolé B foi o único que obteve provadores que desgostaram muitíssimo e foi o que obteve maior percentual de provadores que desgostaram deste atributo. Neste caso, apesar de não ter havido diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias dos produtos, observa-se concordância com a estratificação (Figura 23), uma vez que o picolé B obteve a menor média (7,42) e o picolé *in natura* a maior (7,83).



**Figura 24.** Aceitação quanto ao atributo textura

Com relação ao atributo textura (Figura 24), para os picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, 83,1%, 85,4%, 80% e 87,7% dos provadores gostaram, dentre os quais 30%, 20%, 17,7% e 19,2% gostaram muitíssimo, 21,5%, 23,8%, 23,1% e 27,7% gostaram muito, 16,2%, 25,4%, 26,9% e 26,2% gostaram regularmente e 15,4%, 16,2%, 12,3% e 14,6% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 3,8%, 6,9%, 6,9% e 6,2% dos consumidores e 13,1%, 7,7%, 13,1% e 6,2% não gostaram, sendo que 6,9%, 5,4%, 9,2% e 4,6% desgostaram ligeiramente e 3,8%, 2,3%, 2,3% e 0,8% desgostaram regularmente. Apenas 2,3% dos participantes desgostou muito do picolé *in natura* e 1,5% do picolé C, e 1,5% dos participantes desgostaram muitíssimo do picolé B.

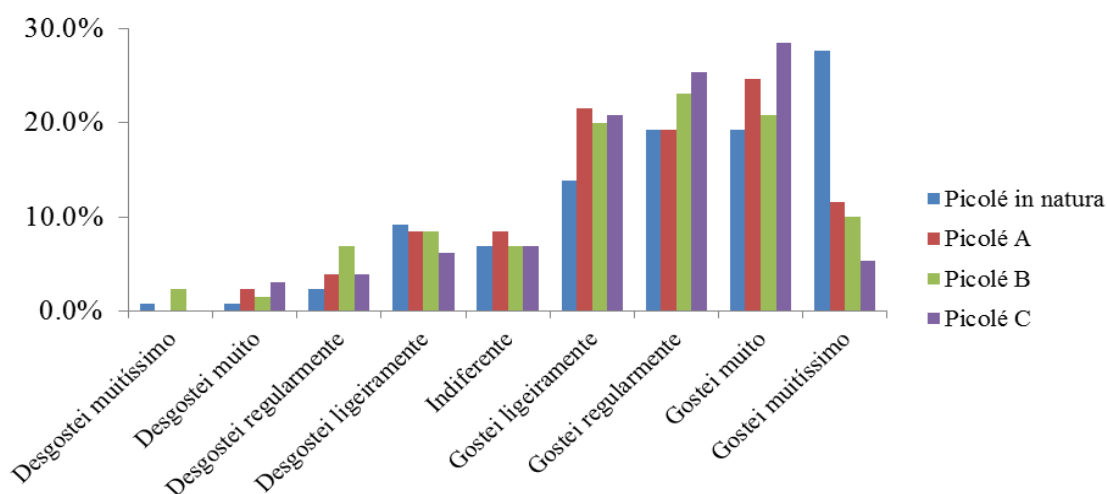
O picolé C foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram e o *in natura* de que gostaram muitíssimo da textura. O picolé *in natura* foi o único que obteve provadores que desgostaram muito e o picolé B foi o único que obteve provadores que desgostaram muitíssimo. O resultado das médias não refletiu novamente as diferenças apresentadas durante a estratificação (Figura 24), uma vez que nenhum picolé diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.



**Figura 25.** Aceitação quanto ao atributo maciez

Com relação ao atributo maciez (Figura 25), para os picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, 79,2%, 80%, 76,2% e 84,6% dos provadores gostaram, dentre os quais 30,8%, 20,8%, 15,4% e 19,2% gostaram muitíssimo, 22,3%, 27,7%, 29,2% e 27,7% gostaram muito, 13,1%, 19,2%, 18,5% e 22,3% gostaram regularmente e 13,1%, 12,3%, 13,1% e 15,4% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 7,7%, 7,7%, 7,7% e 5,4% dos consumidores e 13,1%, 7,7%, 16,2% e 10% não gostaram, sendo que 6,9%, 11,5%, 9,2% e 6,9% desgostaram ligeiramente e 3,1%, 0,8%, 5,4% e 2,3% desgostaram regularmente. Apenas 2,3% dos participantes desgostou muito do picolé *in natura*, e 0,8%, 0%, 1,5% e 0,8% dos participantes desgostaram muitíssimo.

O picolé C foi o que obteve maior percentual de provadores que gostaram e o picolé *in natura* de que gostaram muitíssimo da maciez. O picolé *in natura* foi o único que obteve provadores que desgostaram muito e o picolé A foi o único que não obteve provadores que desgostaram muitíssimo. O picolé *in natura* recebeu a maior média (7,06) para o atributo, provavelmente pelo número discrepante de participantes que gostaram muitíssimo (Figura 25), uma vez que o picolé C foi o obteve maior percentual de provadores que gostaram.



**Figura 26.** Aceitação quanto à avaliação global

A avaliação global (Figura 26) indicou para os picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, que 80%, 76,9%, 73,8% e 80% dos provadores gostaram, dentre os quais 27,7%, 11,5%, 10% e 5,4% gostaram muitíssimo, 19,2%, 24,6%, 20,8% e 28,5% gostaram muito, 19,2%, 19,2%, 23,1% e 25,4% gostaram regularmente e 13,8%, 21,5%, 20% e 20,8% gostaram ligeiramente. Foram indiferentes 6,9%, 8,5%, 6,9% e 6,9% dos consumidores e 13,1%, 14,6%, 19,2% e 13,1% não gostaram, sendo que 9,2%, 8,5%, 8,5% e 6,2% desgostaram ligeiramente, 2,3%, 3,8%, 6,9% e 3,8% desgostaram regularmente, 0,8%, 2,3%, 1,5% e 3,1% desgostaram muito e 0,8%, 0%, 2,3% e 0% dos participantes desgostaram muitíssimo.

Os picolés *in natura* e C foram os que obtiveram maior percentual de provadores que gostaram e o picolé *in natura* de que gostaram muitíssimo. O picolé B foi o que obteve maior percentual de provadores que não gostaram, desgostaram regularmente e desgostaram muitíssimo, ficando com a menor média (6,32) e sendo o único a diferir dos demais, fato que concorda com os dados da estratificação (Figura 26).

A estratificação dos resultados da aceitação permitiu ampliar a visão sobre o grau de gostar e desgostar dos atributos e da avaliação global, possibilitando o ajuste de vieses antes não percebidos através das médias.

### 6.2.3 Preferência

A Tabela 25 mostra a frequência da preferência dos consumidores entre as amostras dos picolés. As amostras apresentavam a mesma formulação, em que foi utilizado o mesmo percentual dos sucos reconstituídos (8 °Brix) que diferiam apenas na temperatura de concentração utilizada.

**Tabela 25.** Frequência de preferência dos consumidores

Preferência	Picolé <i>in natura</i>		Picolé A		Picolé B		Picolé C	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1º	63	48,5%	29	22,3%	16	12,3%	22	16,9%
2º	26	20,0%	29	22,3%	38	29,2%	37	28,5%
3º	19	14,6%	33	25,4%	42	32,3%	36	27,7%
4º	22	16,9%	39	30,0%	34	26,2%	35	26,9%

Nº – Número de participantes; Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Verificou-se que dos 130 consumidores, 63 (48%) preferiram o picolé *in natura* formulado com suco *in natura* de melancia e soro de leite, 29 (22,3%) preferiram o picolé A formulado a partir do concentrado a 45 °C e soro de leite, 22 (16,9%) preferiram o picolé C formulado a partir do concentrado a 65 °C e soro de leite e 16 (12,3%) preferiram o picolé B formulado a partir do concentrado a 55 °C e soro de leite.

Para o teste de preferência comparou-se a diferença da soma da ordenação de todas as amostras com o valor crítico de *Friedman*, a fim de verificar se havia ou não diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na preferência dos picolés. Segundo a Tabela de Newell e MacFarlane (1987), se a diferença entre as somas das ordens para quatro amostras e 130 provadores for maior ou igual 41, conclui-se que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância.

As somas das ordenações, feitas pelos julgadores, após a atribuição dos valores correspondentes a ordem crescente, e as diferenças entre os totais das ordenações com o valor crítico de *Friedman* estão representadas na Tabela 26.

**Tabela 26.** Ordenação de preferência dos picolés

Amostras	Picolé B	Picolé C	Picolé A	Picolé <i>in natura</i>
Soma das ordens	296	306	308	390
Diferença (Picolé C)		10 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	94
Diferença (Picolé D)			2 <sup>ns</sup>	84
Diferença (Picolé B)				82
<b>Resultado = Picolé C<sup>a</sup> = Picolé D<sup>a</sup> = Picolé B<sup>a</sup> &lt; Picolé A<sup>b</sup></b>				

Diferença crítica significativa ( $p \leq 0,05$ ) = mínimo de 41, utilizando a Tabela de Newell e MacFarlane (1987) para quatro amostras e 130 provadores; ns – não significativo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Desta forma, foi possível concluir que o picolé *in natura*, que obteve a maior soma (390), diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos picolés A (soma de 308), C (soma de 306) e B (soma 296), que por sua vez não diferiram entre si. Na prática esse resultado indica que houve preferência pelo picolé formulado com o suco de melancia *in natura* e representa que os consumidores foram capazes de perceber os diferentes processos de concentração a vácuo aos quais os sucos de melancia utilizados nos outros picolés foram submetidos.

Rodrigues et al. (2006) elaboraram sorvetes de chocolate utilizando soro de leite e concluíram através do teste de preferência entre 9 formulações que teores variando entre 0%, 50 % e 100% de substituição do leite em pó por soro de leite foram igualmente preferidos

pelos consumidores, porém a preferência variava quando os teores de soro de leite eram associados a diferentes teores do substituto de gordura. Uma vez que não houve variação do teor de soro de leite utilizado nas formulações do presente estudo, não se pode inferir que a variação das concentrações não alteraria a preferência dos picolés.

Segundo Gomes (2009), que avaliou a preferência do suco de melancia *in natura* e suco concentrado por osmose inversa (reconstituído à mesma concentração de sólidos solúveis do suco *in natura*), 46 preferiram o *in natura* e 34 o concentrado, não havendo diferença significativa entre a preferência dos sucos. O processo de osmose inversa utiliza a diferença de pressão e o presente estudo utilizou o vácuo associado a diferentes temperaturas para a obtenção dos concentrados, fato que pode ter contribuído para a diferença de aceitação observada.

#### 6.2.4 Listagem livre (*Free Listing*)

A listagem livre (*free listing*) é um método em que se pede ao provador ou entrevistado para listar todos os descritores que se correlacionam ao produto analisado (HOUGH e FERRARIS, 2010), e segundo Bernard (2011), é uma técnica enganosamente simples, porém poderosa.

É utilizado para coletar listas e identificar semelhanças entre os itens desta lista através dos julgamentos das pessoas (HOUGH e FERRARIS, 2010). Esta lista refere-se a um domínio cultural, que é considerado o conjunto de itens ou coisas que são todos do mesmo tipo ou categoria, ou seja, refere-se a como este produto é percebido através de um grupo de pessoas de uma dada cultura e o que essas pessoas consideram como um descritor para determinado produto (BORGATTI, 1996; LIBERTINO et al., 2012).

O teste da listagem livre permitiu a obtenção de um vocabulário representativo para os quatro atributos sensoriais: aparência, aroma, sabor e textura. Foram citados 9 descritores, dos quais 3 relacionados ao atributo sabor (sabor característico de melancia, gosto doce e gosto amargo), seguido de aroma com 2 descritores (característico de melancia e inodoro), textura com 2 descritores (macio e duro), e aparência com 2 descritores (cor vermelho e cor pálida). Os resultados demonstram a importância do atributo sabor, que obteve mais descritores citados na percepção dos consumidores, evidenciando uma necessidade da otimização desse atributo durante o desenvolvimento deste produto.

Para Santos et al. (2015), a relevância do termo descritor sensorial é definida pela frequência e pela ordem de citação na lista desenvolvida pelos consumidores. Quando analisados simultaneamente, estes dados fornecem uma análise mais relevante sobre a importância de cada termo na opinião do consumidor. Com isso, os atributos mais importantes listados são aqueles citados por um maior número de consumidores e que se classificam nas primeiras posições da lista (LIBERTINO et al., 2012).

A frequência e a ordem de citação analisados isoladamente fornecem informações diferentes (ARES et al., 2014). Em produtos alimentícios, as primeiras associações lembradas pelos entrevistados podem ser as mais relevantes para as decisões dos consumidores relacionadas à compra dos produtos (ROININEN et al., 2006), porém, itens com maior número de citações são os mais importantes para os consumidores (HENLEY, 1969). Portanto, um parâmetro quantitativo, como o Coeficiente de Saliência de Smith (LIBERTINO et al., 2012) é necessário para expressar esses dois fatores.

A Tabela 27 mostra os valores do Coeficiente de Saliência de Smith (ISS), o número de citações e a posição média dos descritores sensoriais de cada amostra na listagem livre.

**Tabela 27.** Índices calculados para os 9 termos descritores e número total de 114 provedores

	<b>Picolé <i>in natura</i></b>			<b>Picolé A</b>			<b>Picolé B</b>			<b>Picolé C</b>		
	ISS	N	OM	ISS	N	OM	ISS	N	OM	ISS	N	OM
<b><i>Aparência</i></b>												
Cor vermelha	0,058	11	2,18	0,029	6	2,33				0,033	8	2,63
Cor pálida				0,035	6	1,33	0,039	7	1,71			
<b><i>Aroma</i></b>												
Característico de melancia	0,059	10	1,80				0,019	6	2,50	0,017	7	2,43
Inodoro	0,048	7	1,43	0,048	13	1,92	0,018	8	2,00	0,050	9	1,56
<b><i>Sabor</i></b>												
Característico de melancia	0,153	21	1,43	0,124	23	1,61	0,175	24	1,29	0,191	26	1,35
Doce	0,260	38	1,47	0,239	31	1,26	0,235	28	1,11	0,219	35	1,43
Amargo				0,083	11	1,27	0,053	8	1,50			
<b><i>Textura</i></b>												
Macio	0,102	22	2,09	0,043	15	2,73	0,067	14	1,93	0,115	24	2,08
Duro	0,057	11	1,73	0,037	8	1,75	0,047	11	1,64	0,031	11	2,45

ISS – Coeficiente de Saliência de Smith; N – Número de citações; OM – Ordem Média.

Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Os valores do ISS exibiram alta variação sobre todos os descritores que caracterizam o conjunto das amostras. Com relação ao atributo aparência as amostras do picolé *in natura* apresentaram o maior valor de ISS para cor vermelho (0,052), enquanto que as amostras do picolé A apresentaram o menor valor (0,029), sendo o número de citações 11 e 6 e a ordem média 2,18 e 2,33, respectivamente. Este descritor não entrou na lista de descritores do picolé B. A cor pálida, também referente ao atributo aparência, obteve valores de ISS de 0,035 para as amostras do picolé A e 0,039 para as amostras do picolé B, sendo o número de citações 6 e 7 e a ordem média 1,33 e 1,71, respectivamente. Cor pálida não entrou na lista de descritores sensoriais dos picolés *in natura* e C.

Para as amostras do picolé A os dois descritores da aparência entraram na lista com 6 citações cada, porém a cor pálida destacou-se como mais importante devido a maior ordem de citação, 1,33 contra 2,33 da cor vermelho, e assim apresentou maior ISS, 0,035 contra 0,029. Para este atributo, os dois descritores obtiveram número de citações bastante baixos em comparação ao número total de participantes, refletindo assim valores de ISS também baixos.

Com relação ao atributo aroma, as amostras do picolé *in natura* apresentaram o maior valor de ISS para característico de melancia (0,059), enquanto que as amostras do picolé C apresentaram o menor valor (0,017), sendo o número de citações 10 e 7 e ordem média 1,8 e 2,43, respectivamente. Este descritor não entrou na lista de descritores do picolé A. O descritor inodoro, também referente ao atributo aroma, obteve valores de ISS de 0,048 para as amostras do picolé *in natura*, 0,048 para as do picolé A, 0,018 para as do picolé B e 0,050 para as do picolé C, sendo o número de citações 7, 13, 8 e 9 e a ordem média 1,43, 1,92, 2,0 e 1,59 respectivamente.

Para o descritor inodoro, relacionado ao atributo aroma, as amostras do picolé C obtiveram maior valor de ISS quando comparadas ao picolé A, mesmo tendo sido citado por

menos participantes da pesquisa. Isso se deve ao fato da ordem média das amostras do picolé C ter sido maior do que as do picolé A.

O descritor gosto doce, referente ao atributo sabor, foi o mais citado. Foram 38 citações para o picolé *in natura* (mais citado), 31 para o picolé A, 28 para o picolé B (menos citado) e 35 para o picolé C. O aumento do número de citações influenciou o aumento dos valores de ISS, sendo 0,260, 0,239, 0,235 e 0,219, respectivamente. A ordem média deste descritor também foi elevada para todas as amostras (1,47, 1,26, 1,11 e 1,43, respectivamente), auxiliando nos valores elevados de ISS.

O descritor sabor característico de melancia, também obteve valores de ISS, número de citações e ordem média bastante elevados, sendo os maiores obtido pelas amostras do picolé C (0,191; 26; e 1,35) e os menores pelas do picolé A (0,124; 23; e 1,16), respectivamente. O descritor gosto amargo foi citado apenas nas amostras dos picolés A e B, com valores baixos de ISS.

As amostras do picolé *in natura*, desenvolvidas com o suco de melancia *in natura*, obtiveram os maiores valores de ISS para aroma característico de melancia, cor vermelha e gosto doce, além disso, obteve um alto valor de ISS para sabor característico de melancia, e os descritores cor pálida e gosto amargo não entraram em sua lista. Já o picolé A, desenvolvido com o suco de melancia reconstituído do concentrado a 45 °C, obteve menor valor de ISS para cor vermelho e sabor característico de melancia, e valores para cor pálida, inodoro e amargo comparativamente elevados, além de não ter sido descrito com aroma característico de melancia.

Os descritores macio e duro, referentes à textura, apesar de contraditórios foram citados em todas as amostras dos picolés. Para o descritor macio, as amostras do picolé C obtiveram o maior valor de ISS (0,115) e número de citações (24) e as amostras do picolé A o menor valor de ISS (0,043). Este descritor obteve valores de ISS e número de citações maiores do que o descritor duro em todas as amostras.

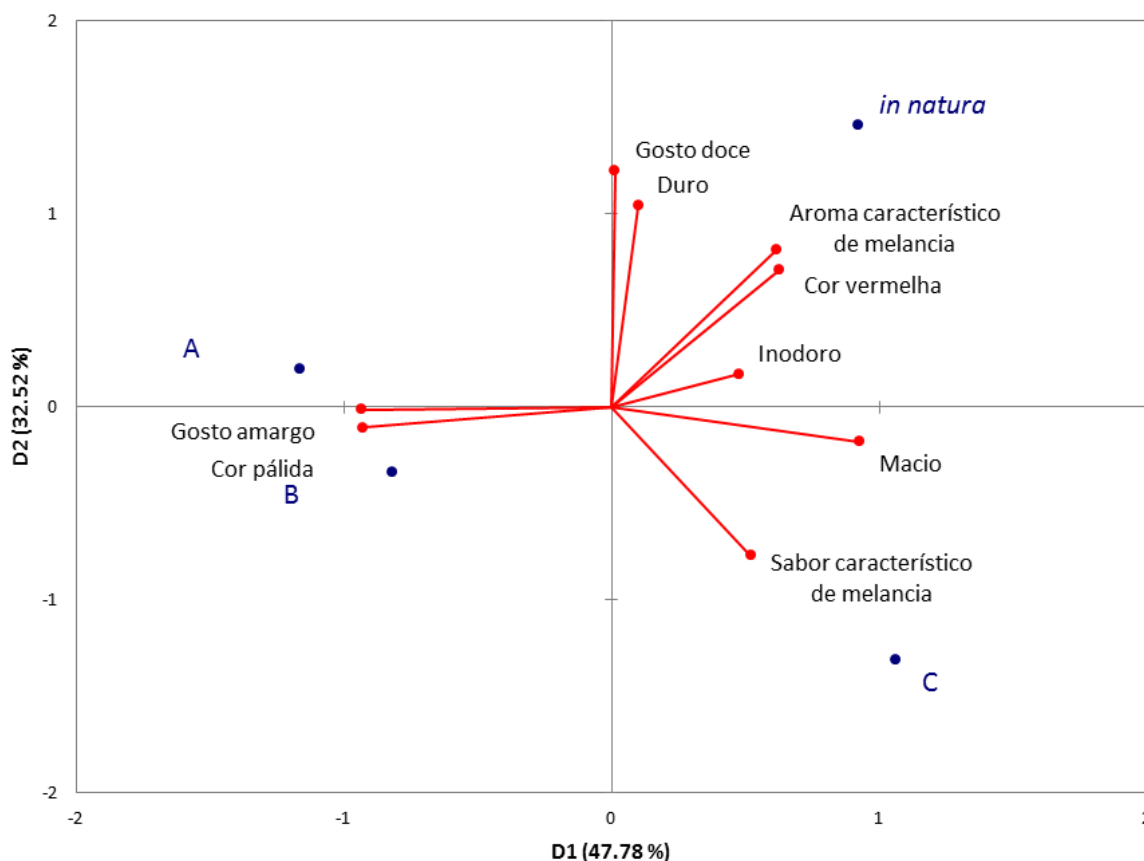
Ares et al. (2011) utilizaram a listagem livre para identificar o vocabulário de textura dos consumidores de sobremesas lácteas. Concluíram que cremosidade e suavidade foram as características positivas mais relevantes, seguidas por consistência, homogênea, viscosidade e firmeza. Para as características negativas foram citados os descritores grumoso, líquido, sinérese, duro/muito duro, heterogêneo, aspero e gomoso. Segundo os autores, é importante para as empresas de laticínios entenderem como os consumidores descrevem este atributo, uma vez que existe impacto da textura sobre o gosto dos consumidores.

Com isso, os descritores sabor característico de melancia, gosto doce e textura macia podem ser os mais relevantes para picolés desenvolvidos à base de suco de melancia e soro de leite, uma vez que foram os mais frequentemente enumerados (HOUGH e FERRARIS, 2010) e devem, por conseguinte, ser considerados no desenvolvimento desta categoria de produto.

Ares e Deliza (2010) utilizaram a listagem livre para obter informações, sobre o rótulo e a embalagem, consideradas relevantes pelos consumidores ao decidirem sobre a compra de sobremesas lácteas. Identificaram que o sabor foi um descritor citado por 75% dos participantes, sendo considerado importante para estes produtos.

Por se tratar de uma sobremesa láctea, era esperado que os descritores sabor de leite e aroma de leite obtivessem elevados valores de ISS e número de citações, porém estes foram citados apenas por quatro participantes, sendo uma citação como aroma de leite e sabor de leite para o picolé *in natura*, uma citação como sabor de leite para o picolé A e picolé B, e duas citações como sabor de leite para o picolé C.





*In natura* – Picolé com suco *in natura*; A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.  
 Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 27.** Representação das amostras e dos atributos na primeira e segunda dimensão da Análise de Componente Principal (ACP) realizada com os dados da listagem livre (*free listing*).

A Figura 27 ilustra a Análise de Componente Principal (*Principal Component Analysis*) dos dados da listagem livre (*free listing*), utilizando valores do Coeficiente de Saliência. Utilizando as duas dimensões, foi relatado 80,3% da variância dos dados experimentais, sendo 47,78% na primeira e 32,52% na segunda dimensão.

O picolé *in natura* foi associado aos descritores sensoriais gosto doce, aroma característico de melancia, inodoro, duro e cor vermelha. Os picolés A e B foram associados aos descritores sensoriais gosto amargo e cor pálida, e o picolé C foi associados aos descritores sensoriais sabor característico de melancia e macio.

O picolé *in natura*, formulado com o suco de melancia *in natura*, e o picolé C, formulado com o suco de melancia reconstituído do concentrado preparado a 65 °C e menor tempo, foram associados aos melhores atributos sensoriais. Já os picolés A e B, formulados com o suco de melancia reconstituído do concentrado preparado a 45 e 55 °C, respectivamente, foram associados apenas aos atributos gosto amargo e cor pálida, considerados indesejáveis para picolés de melancia.

Este resultado está de acordo com os outros testes da análise sensorial, em que o picolé *in natura* foi o preferido do teste de ordenação de preferência, e durante o teste de aceitação o picolé *in natura* obteve as maiores médias em todos os atributos e o picolé B obteve as menores médias para os atributos sabor e cor, e avaliação global, evidenciando a influência da

temperatura de concentração a vácuo do suco de melancia na aceitação dos picolés desenvolvidos.

A listagem livre apresenta vantagens devido à ausência da necessidade da elaboração de uma lista de atributos previamente definida por um painel treinado de provadores, além de gerar descritores mais detalhados do que outros métodos (SANTOS et al., 2015). Por estas razões, tem sido definida como uma metodologia qualitativa rápida, simples e útil para explorar a percepção dos consumidores de produtos alimentícios (ROININEN et al., 2006), principalmente quando utilizado o Coeficiente de Saliência de Smith, que transforma os dados em quantitativos e mais fáceis de serem analisados e interpretados (LIBERTINO et al., 2012).

Neste contexto, a utilização dessa metodologia sensorial aplicada aos consumidores parece ser uma alternativa valiosa, pois entender as percepções dos consumidores através de descritores sensoriais relevantes pode gerar respostas mais eficazes para o aperfeiçoamento das formulações de gelados comestíveis, como a do picolé de soro de leite e melancia.

### 6.3 Compostos Voláteis

Os compostos responsáveis pelo sabor e aroma dos alimentos estão diretamente relacionados à qualidade, e cada vez mais surge interesse das indústrias alimentícias na identificação destes compostos. O sabor consiste tanto da percepção na boca (doçura, acidez ou amargor), quanto do aroma, produzido pelos compostos voláteis (EL HADI et al., 2013), assim denominado *flavor*.

Todas as plantas são capazes de emitir compostos orgânicos voláteis (COVs). E o *flavor* característico dos frutos e produtos de frutas é determinado pela presença destes compostos produzidos durante a maturação, colheita, pós-colheita e o armazenamento, e dependem de fatores como a variação genotípica e fenotípica, além do tipo de tratamento tecnológico utilizado (RIZZOLO et al., 1992; VILLATORO et al., 2008).

O processo de biossíntese ocorre por meio de diferentes vias metabólicas, porém essas vias e as alterações do perfil volátil dos frutos, durante a maturação, o armazenamento e o processamento ainda não estão completamente elucidadas (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

Os voláteis mais importantes para os alimentos são derivados dos aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e terpenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003; LEWINSOHN et al., 2005; GOFF e KLEE, 2006; SCHWAB et al., 2008), como os carotenoides presentes na melancia. Com isso, a predominância de voláteis derivados de nutrientes essenciais e compostos promotores da saúde sugere que estes forneçam informações importantes sobre a composição nutricional e funcional dos alimentos (GOFF e KLEE, 2006).

A maioria das frutas produz um grande número de compostos voláteis, tais como lactonas, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas, acetais, hidrocarbonetos, alguns fenóis, ésteres e compostos heterocíclicos (CHITARRA e CHITARRA, 2005), porém os ésteres voláteis representam frequentemente a maior contribuição (EL HADI et al., 2013).

O aroma típico das frutas resulta da mistura de uma ampla gama de compostos voláteis, sendo extremamente sensível às alterações da composição química dos alimentos (IBÁÑEZ et al., 1998). Embora diferentes frutos compartilhem características aromáticas semelhantes, cada espécie e variedade apresenta uma composição própria com aroma distinto, dependente da presença ou ausência, combinação, concentração e limiar de percepção individual destes compostos (THOMAZINI e FRANCO, 2000; SCHWAB et al., 2008).

O aroma é uma das características mais apreciadas, sendo determinante da qualidade e aceitação dos consumidores (EL HADI et al., 2013). Em frutas e produtos de frutas, muitos destes compostos estão presentes em quantidades abaixo dos limiares da maioria dos instrumentos analíticos, mas podem ser detectados pelo olfato humano (GOFF e KLEE, 2006). Com isso, a identificação dos principais metabólitos voláteis dos alimentos faz-se de

suma importância para o entendimento das características particulares do aroma e sabor dos alimentos.

Assim, neste presente estudo, foram identificados um total de sessenta e cinco compostos voláteis pertencentes a diferentes classes químicas, sendo quinze álcoois, treze aldeídos, oito ácidos, oito terpenos, onze cetonas, quatro ésteres e quatro outros não classificados. A distribuição dos compostos encontrados está descrita na Tabela 28.

**Tabela 28.** Identificação dos compostos voláteis (continua)

Composto	IRL	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C
<b>Álcool</b>					
1-Pentanol	1239				X
1-Hexanol	1339	X		X	X
3-Hexen-1-ol	1371	X		X	X
$\beta$ -Butoxyethanol	1389		X		
1-Octen-3-ol	1435	X		X	X
2-Ethylhexanol	1475	X	X		
1-Octanol	1543	X		X	X
DL-Menthol	1630	X			
1-Nonanol	1646	X		X	X
3-Nonen-1-ol, (Z)-	1671	X		X	X
.alpha.-Terpineol	1686	X		X	X
.alpha.-Terpineol	1686	X		X	X
(6Z)-Nonen-1-ol	1700	X		X	X
3,6-Nonadien-1-ol, (E,Z)-	1735	X		X	X
trans,cis-2,6-Nonadien-1-ol	1750	X		X	X
<b>Aldeído</b>					
photocitral B	1132	X			
Heptanal	1161	X		X	
Octanal	1271	X		X	X
2-Heptenal, (Z)-	1313	X		X	X
Nonanal	1381	X		X	X
2-Octenal, (E)-	1421	X		X	X
6-Nonenal, (E)-	1439	X		X	X
Benzaldehyde	1516			X	X
2-Nonenal, (E)-	1528	X		X	X
2,6-Nonadienal, (E,Z)-	1578	X		X	X
1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 2,6,6-trimethyl-	1615	X		X	X
Citral	1674	X		X	X
2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)-	1723	X		X	X
<b>Ácidos</b>					
Acetic acid	1441		X		
Hexanoic acid	1829	X		X	X
Octanoic acid	2041	X		X	X
Nonanoic acid	2146	X		X	X
n-Decanoic acid	2252	X			X
Dodecanoic acid	2461	X			
Tetradecanoic acid	2669	X	X		
n-Hexadecanoic acid	2879	X	X		
<b>Terpenos</b>					
$\beta$ -Myrcene	1127	X		X	X
D-Limonene	1164	X		X	X
.beta.-Phellandrene	1175				X
$\gamma$ -Terpinene	1220	X		X	
o-Cymene	1246	X		X	X
(+)-4-Carene	1257	X		X	X
2,6-Octadiene, 2,6-dimethyl-	1390	X		X	X

**Tabela 28.** Continuação

1,3-Hexadiene, 3-ethyl-2-methyl-	1408	X		X	X
<b>Cetonas</b>					
4-Heptanone, 2,6-dimethyl-	1145	X	X		X
3-Hepten-2-one, 5-methyl-	1325	X		X	X
6-Methyl-5-heptene-2-one	1327		X		
2-Nonanone	1377	X		X	X
6-Nonenal, (E)-	1439	X		X	X
2-Nonenal, (E)-	1528	X		X	X
Pinocarvone	1564			X	
$\alpha,\beta$ -Dihydropseudoionone	1844	X	X	X	X
Citrylideneacetone	2124	X			
Benzophenone	2468		X		
Methanone, (1-hydroxycyclohexyl)phenyl-	2612		X		
<b>Ésteres</b>					
Hexanoic acid, ethyl ester	1209	X		X	X
Propanoic acid, 2-phenylethyl ester	1235	X		X	X
Propanoic acid, 2-methyl-, 3-hydroxy-2,4,4-trimethylpentyl ester	1856		X		
Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl) propyl ester	1872		X		
<b>Outros</b>					
1H-Pyrrole, 2-methyl-	1573	X		X	X
1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl	1593		X		
Estragole	1659	X		X	X
Anethole	1817	X		X	X
Phenol, 2-nitro-	1804	X		X	X
Phenol	1986		X		

IRL – Identificação feita através do índice de retenção linear

Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A identificação dos compostos foi realizada utilizando como ferramenta auxiliar o Índice de Retenção Linear (IRL) (VAN DEN DOOL e DEC. KRATZ, 1963). A importância do uso deste índice acentua-se ainda mais nos compostos para os quais não se utiliza padrão externo, pois o preço elevado muitas vezes inviabiliza a compra destes padrões para todos os compostos possíveis de serem identificados, sendo que a utilização do IRL aumenta a confiabilidade de identificação destes compostos (VAN DEN DOOL e DEC. KRATZ, 1963; VIEGAS e BASSOLI, 2007).

A formulação *in natura* foi a que mais compostos voláteis foram identificados, sendo 52 ao todo (13 álcoois, 12 aldeídos, 7 ácidos, 7 terpenos, 7 cetonas, 2 ésteres e 4 outros). Seguida pela formulação C com 46 compostos (12 álcoois, 11 aldeídos, 4 ácidos, 7 terpenos, 6 cetonas, 2 ésteres e 4 outros), e pela B com 45 compostos identificados (11 álcoois, 12 aldeídos, 3 ácidos, 7 terpenos, 6 cetonas, 2 ésteres e 4 outros). No geral, estas três formulações apresentaram perfil volátil bem semelhante quanto à distribuição dos compostos em seus respectivos grupos.

Para o picolé A, foram encontrados apenas 15 compostos voláteis, sendo 2 álcoois, 3 ácidos, 5 cetonas, 2 ésteres e 2 outros. Destes foram identificados apenas nesta formulação o  $\beta$ -Butoxietanol; ácido acético; 6-Metil-5-hepteno-2-one; ácido propanoico; 2-metil-, éster 3-hidroxi-2,4,4-trimetilpentil; Ácido propanoico 2-metil-, éster propil 2,2-dimetil-1-(2-hidroxi-1-metiletil); 1,3-Dioxolane-4-metanol, 2,2-dimetil e fenol.

Com isso, a formulação A, além de ter apresentado menor quantidade de compostos voláteis identificados, apresentou um perfil diferenciado das demais formulações, uma vez que dos 15 compostos, 8 foram identificados apenas nesta formulação.

A Tabela 29 mostra a proporção da fração volátil de cada um dos picolés formulados à base de suco de melancia e soro de leite.

**Tabela 29.** Percentual de retenção da área por grupo de compostos voláteis

Compostos voláteis	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C
Álcoois (%)	28,33 <sup>c</sup> ± 0,01	11,01 <sup>d</sup> ± 0,03	41,04 <sup>b</sup> ± 0,01	43,20 <sup>a</sup> ± 0,01
3,6-Nonadien (%)	12,28 <sup>c</sup> ± 0,01	Nd	17,52 <sup>b</sup> ± 0,02	18,64 <sup>a</sup> ± 0,03
Aldeídos (%)	20,19 <sup>a</sup> ± 0,01	Nd	20,26 <sup>a</sup> ± 0,01	19,36 <sup>a</sup> ± 0,02
Ácidos (%)	16,07 <sup>b</sup> ± 0,01	17,75 <sup>a</sup> ± 0,01	0,28 <sup>c</sup> ± 0,00	0,31 <sup>c</sup> ± 0,00
Terpenos (%)	14,74 <sup>a</sup> ± 0,01	Nd	11,54 <sup>a</sup> ± 0,00	7,66 <sup>a</sup> ± 0,01
Cetonas (%)	18,38 <sup>c</sup> ± 0,00	34,71 <sup>a</sup> ± 0,02	24,30 <sup>b</sup> ± 0,01	26,82 <sup>b</sup> ± 0,01
Ésteres (%)	0,34 <sup>b</sup> ± 0,00	30,97 <sup>a</sup> ± 0,01	0,38 <sup>b</sup> ± 0,00	0,22 <sup>b</sup> ± 0,00
Outros (%)	1,95 <sup>b</sup> ± 0,01	5,56 <sup>a</sup> ± 0,00	2,21 <sup>b</sup> ± 0,00	2,42 <sup>b</sup> ± 0,00

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância. Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C; nd – não detectado;

Fonte: Dados da Pesquisa.

A fração volátil do picolé *in natura* foi representada por 28,33% de álcoois, 20,19% de aldeídos, 16,07% de ácidos, 14,74% de terpenos e 18,38% de cetonas, com baixo percentual de esteris (0,34%) e de outros compostos (1,95%). A do picolé A por 11,01% de álcoois, 17,75% de ácidos, 34,71% de cetonas, 30,97% de esteris e 5,56% de outros compostos. O grupo dos aldeídos e terpenos não foram identificados.

A do picolé B foi representada por 41,04% de álcoois, 20,26% de aldeídos, 11,54% de terpenos e 24,3% de cetonas, com baixo percentual de ácidos (0,28%), esteris (0,38%) e de outros compostos (2,21%), e a do C por 43,20% de álcoois, 19,36% de aldeídos, 7,66% de terpenos e 26,82% de cetonas, com baixo percentual de ácidos (0,31%), esteris (0,22%) e de outros compostos (2,42%).

Independentemente do picolé, álcoois e cetonas foram os compostos mais abundantes identificados em todas as amostras. Representaram 46,71% da área total dos compostos do picolé *in natura*, 45,72% do picolé A, 65,34% do picolé B e 70,04% do picolé C. Os aldeídos também foram encontrados em grande percental em todos os picolés, com excessão do A, onde não foram identificados.

Saftner et al. (2007) avaliaram compostos voláteis em melancia minimamente processada e encontraram, principalmente, aldeídos e álcoois e duas cetonas, muitos deles com características aromáticas aldeídicas, alcoólicas, verdes, frutadas e/ou florais. Segundo Saftner et al. (2007) e Pino et al. (2003), os principais compostos voláteis considerados como contribuintes para o aroma de melancia são os aldeídos insaturados com nove carbonos, álcoois e seus esteris. Para Lewinson et al. (2005), os principais compostos em suco de melancia fresco foram aldeídos e esteris. Para os picolés, aldeídos, álcoois e esteris foram importantes, sendo, os álcoois e aldeídos presentes em grande proporção nos picolés *in natura* (28,33% e 20,19%), B (41,04% e 20,26%) e C (43,20% e 19,36%) e em menor proporção (11,01) e ausente no A, respectivamente. Já os esteris apresentaram presença importante no picolé A (30,97%) e pouco importante nos picolés *in natura* (0,34%), B (0,38%) e C (0,22%).

Em estudo realizado por Beaulieu e Lea (2006), em cinco variedades de melancias sem sementes, foram recuperados aldeídos, álcoois, cetonas e um furano (2-pentil furano, um

produto da oxidação lipídica), sendo a maioria de aldeídos e álcoois. Com base na área do pico da contagem total, os compostos mais abundantes nas cinco variedades foram 3-nonen-1-ol/(E, Z)-2,6-nonadienal (16,5-28,2%), nonenal (10,6-22,5%), e (Z)-6-nonenal (2,0-11,3%). O hexanal foi o mais abundante (37,7%) em uma variedade (Pure Heart). A cetona mais abundante foi a 6-metil-5-hepten-2-ona (2,7-7,7%). Alguns atributos sensoriais relatados para estes compostos são melão, citrino, pepino, laranja, rosa, floral, goiaba, violeta, vegetal, verde, gramíneo, herbáceo, pungente, gordo, doce e ceroso.

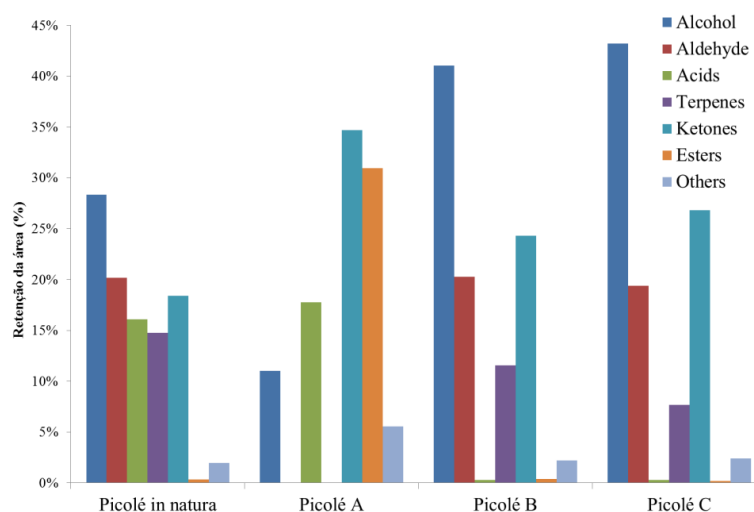
Outros autores também identificaram aldeídos e álcoois como compostos principais, Xisto (2007) definiu aldeídos e álcoois com seis (C6) e nove (C9) como os principais em melancia minimamente processada, e segundo Tang et al. (2012), com base em porcentagens relativas, em 36 voláteis predominantes, álcoois e aldeídos representaram aproximadamente 48,27% de 68,58% dos compostos voláteis totais.

Yajima et al. (1985) consideraram que alguns destes compostos com nove carbonos, como o álcool (Z,Z)-3,6-nonadienol e (Z)-3-nonenol, são responsáveis pelo aroma de melancia descascada doce e odor fresco de melão, respectivamente. Ambos foram encontrados nos picolés desenvolvidos no presente estudo, com exceção do picolé A, onde não foram encontrados. O 3,6-nonodienol estava presente na proporção de 12,28% no picolé *in natura*, 16,94% no picolé B e 18,32% no picolé C, e ausente no picolé A.

Este resultado parece concordar com a análise sensorial de aceitação e a listagem livre para o atributo aroma, uma vez que o picolé A recebeu a menor média de aceitação, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as demais amostras, e durante a realização da listagem livre foi o único em que o descritor “aroma característico de melancia” não foi citado na lista, sendo válido apenas o descritor inodoro.

A biossíntese de terpenos e biodegradação de carotenoides (tetraterpenos) também contribui para o aroma típico de frutos e flores. Os carotenoides, como o licopeno presente nas melancias, são susceptíveis a oxidação pela lipoxigenase devido ao ataque as duplas ligações, com formação de terpenoides de cadeia curta, sendo alguns deles voláteis e com odor distinto (RODRIGUEZ-AMAYA, 2003; LEWINSOHN et al., 2005; XISTO, 2007).

O grupo químico dos terpenos não foi identificado no picolé A, sendo encontrado sem diferença significativa ( $p < 0,05$ ) e em quantidades moderadas no picolé *in natura* (14,74%), B (11,54%) e C (7,66%). Porém, o 6-metil-5-hepten-2-ona, aparentemente derivado do licopeno e/ou outros tetraterpenoides não cíclicos (LEWINSOHN et al., 2005), foi encontrado apenas no picolé A com 0,41% da área de retenção, indicando possível degradação.



**Figura 28.** Percentual de retenção da área por grupo de compostos voláteis

A Figura 28 ilustra a proporção da área de retenção por grupo dos compostos voláteis. Apesar de o perfil volátil ter sido bastante representativo para a melancia, outros compostos não associados foram encontrados. Este fato era esperado, uma vez que os picolés foram formulados com outros ingredientes, como o soro de leite.

Karagül-Yüceer et al. (2003), analisaram o perfil volátil do soro de leite proveniente do queijo Cheddar e identificaram como compostos importantes o 2,3-butanodiona (manteiga), hexanal (verde), 2-acetil-1-pirrolina (pipoca), metional (batata), (E, E) -2,4-decadienal e (E,) -2,4-nonadienal (óleo de fritura), que não foram identificados neste presente estudo, nem tampouco seus descritores foram citados durante a realização da listagem livre. Os pesquisadores concluíram que os componentes líquidos do aroma do soro de leite são influenciados pela cultura inicial.

Smith et al. (2016) analisaram soro de leite de cottage, cheddar, mozzarella e de leite e identificaram os compostos voláteis pentanal, hexanal, decanal, 3-Methyl butanal, methional, diacetyl, acetaldehyde, 2-methyl-3-furanthiol, 4-octanone, benzene-acetaldehyde, 2-pentanone, além dos heptanal, octanal, nonanal, 1-octen-3-one e E,Z-2,6-nonadienal que também foram encontrados nos picolés *in natura*, B e C, e benzaldehyde que também foi encontrado nos picolés B e C, e acetic acid que foi encontrado apenas no picolé A.

Whitson et al. (2010) identificaram em proteína do soro de leite os componentes voláteis que são as prováveis fontes do “sabor de papelão”. Chegaram à conclusão que este *off-flavor* não resulta de um composto isolado, mas sim de uma combinação, sendo os responsáveis o pentanal, heptanal, nonanal, 1-octen-3-ona e trissulfureto de dimetilo.

Apesar dos compostos heptanal, nonanal e 1-octen-3-one estarem presentes nos picolés *in natura*, B e C, o descritor “sabor de papelão” não foi citado durante a listagem livre. Com relação especificamente ao soro de leite, foram citados apenas os descritores “sabor de leite” e “aroma de leite”, que não foram significativos e não fizeram parte da lista final de descritores dos picolés. Uma observação deve ser feita, o composto volátil benzaldehyde foi o único encontrado apenas nos picolés B e C, e como a aceitação para o atributo sabor destes picolés foi menor e não difeiu entre si, este volátil pode ter sido um dos responsáveis.

Devido à estreita relação entre aroma e sabor característicos, torna-se necessário conhecer o perfil volátil dos produtos, pois estes estão diretamente relacionados com a qualidade dos alimentos e são de suma importância para a aceitação dos consumidores.

## 6.4 Cor

A aparência visual, manifestada na forma de cor, é um importante atributo para as indústrias alimentícias, uma vez que reflete na opinião dos consumidores sobre a qualidade do alimento e influencia na aceitação e preferência (COSTA et al., 2011; NISHA et al., 2011). Além disso, também é capaz de influenciar limiares de sabor e percepção de doçura. (CLYDESDALE, 1993).

Sua percepção é determinada pelas alterações químicas, bioquímicas, microbiológicas e físicas que ocorrem durante o crescimento, maturação, manipulação pós-colheita e processamento. Por ser um fenômeno subjetivo e sensorial, a sensação de cor, depende do observador, além de depender também da iluminação, tamanho, textura e cores no entorno que podem contaminar a cor da amostra (SAHIN e SUMNU, 2006; PATHARE et al., 2013). Com isso, a medição da cor deve incluir os aspectos físicos, psicológicos e fisiológicos (CLYDESDALE e AHMED, 1978).

A colorimetria, ciência que busca descrever, quantificar e simular a percepção da cor pelo homem, por ser um método mais simples, mais rápido e que se correlaciona bem com outras propriedades físico-químicas, tem sido usada como uma medida indireta de outros atributos de qualidade, tais como sabor e conteúdo de pigmentos (PATHARE et al., 2013).

A cor de um objeto pode ser descrita por diversos sistemas de coordenadas de cor (CLYDESDALE e AHMED, 1978; HAROLD, 1987). Para comunicar e expressar a cor dos objetos de maneira numérica e precisa a Comissão Internacional de Iluminação (CIE) definiu os espaços de cores em termos de coordenadas colorimétricas como, CIE  $L^*a^*b^*$  e CIE  $L^*C^*h$  (PATHARE et al., 2013).

A Tabela 30 mostra os resultados da cor instrumental para os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ , e  $h$  das amostras do picolé, bem como sua correlação com o teor de licopeno e a temperatura aplicada para produção dos concentrados.

**Tabela 30.** Análise óptica dos picolés e correlação com licopeno e temperatura

Cor	Picolé <i>in natura</i>	Picolé A	Picolé B	Picolé C	<sup>a</sup> <sub>r</sub> (Licopeno)	<sup>b</sup> <sub>r</sub> (Temperatura)
$L^*$	35,13 <sup>d</sup> ± 0,02	35,72 <sup>c</sup> ± 0,03	36,88 <sup>b</sup> ± 0,12	37,81 <sup>a</sup> ± 0,07	- 0,96**	0,99**
$a^*$	25,77 <sup>b</sup> ± 0,03	25,31 <sup>c</sup> ± 0,44	25,32 <sup>c</sup> ± 0,17	26,29 <sup>a</sup> ± 0,03	- 0,31 <sup>ns</sup>	0,96**
$b^*$	7,65 <sup>d</sup> ± 0,02	8,33 <sup>c</sup> ± 0,08	9,84 <sup>b</sup> ± 0,14	10,14 <sup>a</sup> ± 0,02	- 0,95**	0,92**
$C^*$	26,88 <sup>b</sup> ± 0,03	26,65 <sup>c</sup> ± 0,42	27,16 <sup>b</sup> ± 0,21	28,18 <sup>a</sup> ± 0,02	- 0,72 <sup>ns</sup>	0,99**
$h_{ab}$	0,29 <sup>c</sup> ± 0,00	0,32 <sup>b</sup> ± 0,01	0,37 <sup>a</sup> ± 0,00	0,37 <sup>a</sup> ± 0,00	- 0,85*	0,89**

Médias na mesma linha seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

<sup>a</sup> Correlação (licopeno) – Referente ao teor de licopeno e os valores dos parâmetros de cor dos picolés *in natura*, A, B e C.

<sup>b</sup> Correlação (temperatura) – Referente à temperatura 45, 55 e 65 °C e os valores dos parâmetros de cor dos picolés A, B e C.

\*\* Nível de significância de  $p < 0,01$ ; \*Nível de significância de  $p < 0,05$ ; ns – correlação não significativa.

Fonte: Dados da Pesquisa.

O parâmetro de cor  $L^*$  representa a quantidade de luz que é refletida de uma cor, em que o valor máximo de cem (100) representa uma perfeita reflexão, e valor mínimo zero (0) constitui o preto. A luminosidade ( $L^*$ ) tendeu a aumentar, de forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. O picolé C foi o que apresentou maior valor de  $L^*$  (37,81), indicando maior luminosidade, ou seja, considerado mais claro do que os demais. Já o picolé *in natura* foi o que apresentou menor valor de  $L^*$  (35,13), sendo considerado mais escuro.

O parâmetro de cor  $a^*$  (vermelho a verde) variou entre 25,31 – 26,29 na tonalidade vermelha. O picolé *in natura* diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) dos outros, assim como o picolé C, que apresentou maior valor. Já os picolés A e B não diferiram de forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre si, apresentando os menores valores, 25,31 e 25,32, respectivamente. Para o parâmetro de cor  $b^*$  (amarelo a azul) os resultados indicaram aumento do valor de forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras, sendo o picolé *in natura* com menor valor (7,65) e o picolé C com maior valor (10,14), indicando a crescente da tonalidade amarelada.

O Cromo ( $C^*$ ) é considerado o atributo quantitativo de plenitude da cor (saturação), é usado para determinar o grau de diferença de uma tonalidade em comparação com uma cor cinzenta com a mesma leveza. Quanto maior o valor do croma, maior é a intensidade da cor das amostras perceptível por seres humanos (PATHARE et al., 2013). A saturação ( $C^*$ ) evidenciou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o picolé A e os outros picolés, assim como também ocorreu com o picolé C. Já os picolés *in natura* e B não diferiram de forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre si. O picolé C foi o que apresentou maior valor de  $C^*$  (28,18), indicando maior saturação da cor, ou seja, considerado de cor mais intensa. Já o picolé A foi o que apresentou menor valor de  $C^*$  (26,65), sendo considerado de cor menos intensa.

O ângulo de tonalidade ( $h$ ) é considerado o atributo qualitativo da cor, usado para defini-las como vermelho (360 – 0°), amarelo (90°), verde (180°) e azul (270°). O resultado



variou de 0,29° para o picolé *in natura* até 0,37° para os picolés B e C, que não diferiram entre si. Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foram observadas para o picolé *in natura* com relação a todos os outros picolés, assim como para o picolé A que também diferiu das demais amostras. Todos os picolés foram localizados no quadrante vermelho, como era esperado para produtos de melancia.

Os valores de  $L^*$  apresentaram correlação negativa ( $r = -0,96$ ;  $p < 0,01$ ) significativa ( $p < 0,05$ ) com o teor de licopeno dos picolés. Com a redução do teor de licopeno, os valores de  $L^*$  aumentaram, indicando a perda de cor da amostra, provavelmente por despigmentação. O mesmo também foi observado com os valores de  $b^*$  ( $r = -0,95$ ;  $p < 0,01$ ) e  $h$  ( $r = -0,85$ ;  $p < 0,05$ ), indicando respectivamente, aumento da tonalidade amarelo e afastamento das amostras de forma significativa ( $p < 0,05$ ) do ângulo 0° (cor vermelho).

Um estudo realizado por Carvalho et al. (2005) para estimar de forma indireta, via análise colorimétrica, o teor de licopeno em tomate, rico em licopeno assim como a melancia, observou-se que o valor de  $L^*$  e  $b^*$  aumentam a medida que o teor de licopeno reduz, assim como ocorreu no presente estudo.

Sabe-se que os valores de  $a^*$  e  $C^*$  aumentam com a elevação do teor de licopeno durante a maturação da melancia (SOTERIOU et al., 2014), porém esta correlação do teor de licopeno com os valores de cor não foi observada, pois os valores de  $a^*$  (-0,21) e  $C^*$  (-0,75) não apresentaram correlação significativa ( $p < 0,01$ ;  $p < 0,05$ ). O processo de maturação da melancia não inclui aquecimento, e este pode ter sido o motivo da divergência encontrada.

Os valores de  $L^*$  (0,99),  $a^*$  (0,87)  $b^*$  (0,93),  $C^*$  (0,98) e  $h$  (0,87) apresentaram correlação positiva significativa ( $p < 0,01$ ) com o aumento da temperatura, ou seja, todos os parâmetros de cor aumentaram com a elevação da temperatura (45 °C por 120 min; 55 °C por 80 min; e 65 °C por 40 min).

Oberoi e Sogi (2015) secaram bagaço de melancia em leite fluidizado e identificaram que os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  diminuíram com aumento da temperatura (50 – 70 °C), indicando aumento da escuridão e diminuição da vermelhidão e amarelado. Resultado semelhante foi observado por Purkayastha (2013) durante a secagem de tomates utilizando mesma faixa de temperatura.

Nisha et al. (2011) utilizaram temperaturas variando de 50 a 120 °C durante 0-60 minutos para determinar o efeito da temperatura nos valores de  $L^*$  e  $a^*$  do purê de tomate e também identificaram resultado semelhante aos estudos citados. Neste, ocorreu uma diminuição consistente nos valores de  $L^*$  e  $a^*$  com o aumento do tempo de tratamento e temperatura, resultando em purês mais escuros e com a cor vermelho diminuída. Segundo os autores, as alterações dos valores  $L^*$  e  $a^*$  podem ter ocorrido devido à degradação dos carotenoides e escurecimento não enzimático ou reações de Maillard.

O mesmo resultado não foi verificado neste estudo, uma vez que os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  dos picolés tenderam ao aumento conforme a utilização do concentrado preparado em temperaturas mais elevadas.

Um estudo realizado por Barreiro et al. (1997), utilizou temperaturas de 70 a 100 °C para obtenção de concentrados de tomate. Os valores de  $L^*$  e  $a^*$  do estudo também reduziram com a elevação da temperatura, porém os valores de  $h$  aumentaram, assim como ocorreu neste estudo.

Outros parâmetros relacionados à composição do picolé (soro de leite, sacarose e carboximetilcelulose) podem ter colaborado para a proteção e consequentes diferenças encontradas entre os resultados dos parâmetros de cor em comparação aos resultados encontrados na literatura.

Com relação aos resultados da análise sensorial de aceitação, diferenças entre os parâmetros de cor dos picolés não foram observadas, uma vez que as médias para o atributo cor não diferiram entre si. Já o resultado da listagem livre associou o picolé *in natura* à cor

vermelha, concordando com o fato do picolé *in natura* ter obtido valor de  $h$  mais próximo do ângulo  $0^\circ$ .

Por sua vez, os picolés A e B foram associados à cor pálida, o que concorda em partes com os resultados dos parâmetros de cor, já que o picolé A foi o que obteve menor valor de  $C^*$ , o picolé C maior valor de  $L^*$  e aos picolés B e C maiores valores de  $h$ . Contudo, o descritor cor pálida não foi citado na listagem livre do picolé C.

## 6.5 Derretimento

O processo de derretimento envolve a seguinte sequência de eventos: a estrutura construída pela água congelada desaparece à medida que a água derrete e a massa de sorvete passa do estado firme (congelado) para o estado fluido (THARP, 2008). Segundo Sofjan e Hartel (2004), diversos fatores podem influenciar o processo de derretimento, entre eles estão a saturação, características emulsionantes e concentração de lipídeos. A observação das medidas do derretimento podem fornecer informações como a estabilidade protéica, entre outros fatores que afetam a suavidade e cremosidade do produto (THARP, 2008).

O desenvolvimento da estrutura do sorvete se dá, em parte, pela contribuição das proteínas na emulsificação, aeração e desenvolvimento de corpo, além de apresentarem propriedades funcionais de interação com outros estabilizantes e atuarem na estabilização da emulsão depois da homogeneização (ARBUCKLE, 1986).

As proteínas também apresentam capacidade de retenção de água, o que melhora a viscosidade do preparado (KINSELLA e MORR, 1984; ARBUCKLE, 1986) e reduz a quantidade de água livre no produto, reduzindo a quantidade e o tamanho dos cristais de gelo formados e aumentando o tempo de derretimento (GOFF et al., 1989).

Antoniali (2015) analisou o comportamento do derretimento de picolés de chocolate com soro de leite comparado ao de picolés de chocolate com leite, e observou que a medida que o percentual de leite nas formulações aumentava, mais rápido ocorria o desprendimento da primeira gota, sendo o picolé com 100% de soro de leite o mais resistente. O inverso foi observado por Rodrigues (2006), quando 100% do leite em pó foi substituído pelo soro de leite, os sorvetes derreteram mais rápido.

Sabe-se que a caseína retém aproximadamente 3g de água/g, e a proteína do soro retém 1g de água/g, porém o tratamento térmico faz com que as proteínas do soro retenham quantidades de água próximas a da caseína (AMIOT et al., 1991; EARLY, 2000). Com isso, a presença do soro de leite, rico em proteínas, pode auxiliar na resistência ao derretimento de gelados comestíveis, principalmente quando é substituído da água na formulação, assim como proposto neste estudo.

O armazenamento dos gelados comestíveis é um ponto crítico, uma vez que podem ocorrer fenômenos de recristalização, levando ao aumento gradual do tamanho médio dos cristais de gelo e à deterioração das características de qualidade do produto (REGAND e GOFF, 2003). Para controlar este fenômeno adota-se o uso de hidrocolóides, que devido à capacidade em controlar a difusão de água diminuem sua mobilidade, evitando a formação de grandes cristais e melhorando características de textura (HAGIWARA e HARTEL, 1996; GOFF et al., 1999; REGAND e GOFF, 2003).

As características de fusão dos gelados comestíveis também podem ser melhoradas pela adição de hidrocolóides. Gajo et al. (2017) avaliram o efeito de misturas de hidrocolóides em picolés formulados com soro de leite concentrado, e observaram a alta resistência à fusão nos tratamentos adicionados de hidrocolóides em comparação com os sem adição.

Pereira et al. (2011) observaram que misturas para gelados comestíveis mais viscosas apresentaram maior resistência à fusão. O aumento da viscosidade do preparado não congelado pode promover uma diminuição no tamanho dos cristais de gelo durante o

congelamento, minimizando os efeitos das flutuações de temperatura na recristalização e redução da fusão (SOFJAN e HARTEL, 2004).

A carboximetilcelulose, hidrocoloide utilizado nos picolés deste estudo, é um polímero sintético, derivado da celulose, muito solúvel em água (fria ou quente), sensível a variações de pH, podendo formar soluções ou géis. Age como espessante, estabilizante, agente de suspensão e de retenção de água em alimentos, sendo, fisiologicamente inerte e biodegradável (SANNINO et al., 2009). É um componente da classe das fibras alimentares, muito utilizado em picolés (CHAUD et al., 2016). É bastante estável à ação do calor e tem propensão a se combinar com as proteínas do leite à temperaturas mais elevadas (SOUZA et al., 2010). Com isso, justifica-se a escolha deste agente melhorador de textura na formulação dos picolés com soro de leite.

A análise de derretimento deste estudo objetivou identificar o comportamento de cada amostra de picolé em função do tempo, de forma a indicar qual formulação apresentou maior resistência ao derretimento. A Tabela 31 demonstra os resultados.

**Tabela 31.** Análise de derretimento dos picolés

Amostra	Taxa de derretimento (mg/min)	Início do derretimento (s)
Picolé <i>in natura</i>	0,48 <sup>a</sup> ± 0,02	1743 <sup>b</sup> (29min3s)
Picolé A	0,47 <sup>a</sup> ± 0,03	2127 <sup>a</sup> (35min27s)
Picolé B	0,46 <sup>a</sup> ± 0,02	1733 <sup>c</sup> (28min53s)
Picolé C	0,52 <sup>a</sup> ± 0,03	1640 <sup>d</sup> (27min20s)
<sup>a</sup> r (Temperatura)	0,55 <sup>ns</sup>	- 0,94 <sup>**</sup>
<sup>b</sup> r (Taxa de derretimento)	-	- 0,31 <sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância.

Picolé *in natura* – Picolé com suco *in natura*; Picolé A – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 45 °C; Picolé B – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 55 °C; Picolé C – Picolé com suco reconstituído a partir do concentrado a 65 °C.

<sup>a</sup> Correlação (temperatura) – Referente à temperatura 45, 55 e 65 °C de concentração e os valores a taxa de derretimento dos picolés A, B e C.

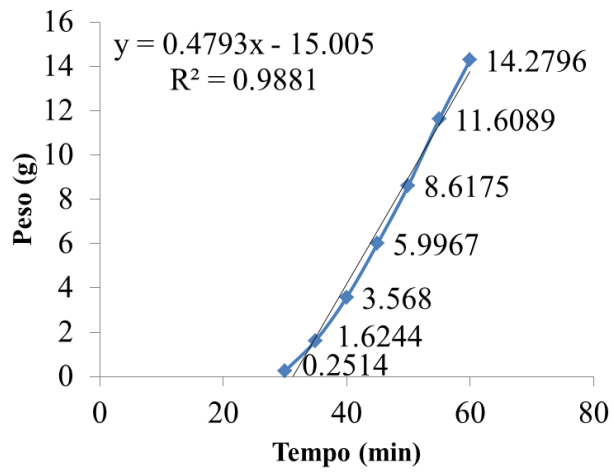
<sup>b</sup> Correlação (taxa de derretimento) – Referente à taxa de derretimento e início do derretimento dos picolés *in natura*, A, B e C.

\*\* Nível de significância de  $p < 0,01$ ; \*Nível de significância de  $p < 0,05$ ; ns – correlação não significativa.

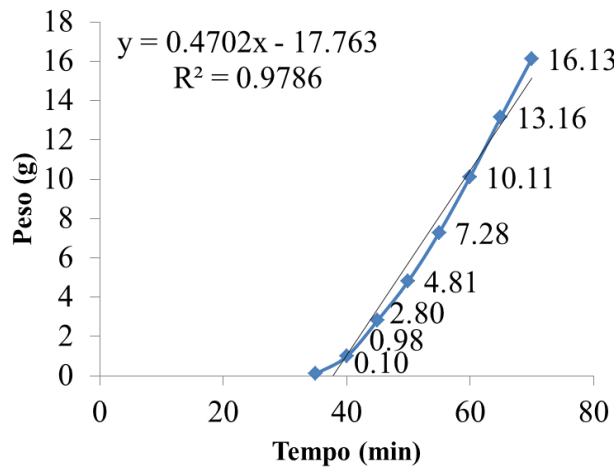
Fonte: Dados da Pesquisa.

Os picolés *in natura*, B e C apresentaram menor resistência à fusão até a ocorrência do primeiro gotejamento, com os seguintes tempos: 29min3s, 28min53s e 27min20s, respectivamente. O picolé A apresentou maior resistência à fusão inicial quando comparado aos outros (35min27s) (Tabela 31). Gajo et al. (2017), observaram média de 34 minutos para ocorrência do primeiro gotejamento em picolés formulados com soro de leite e adição de hidrocoloides, valor próximo ao encontrado no picolé A e superior aos encontrados nos picolés *in natura*, B e C.

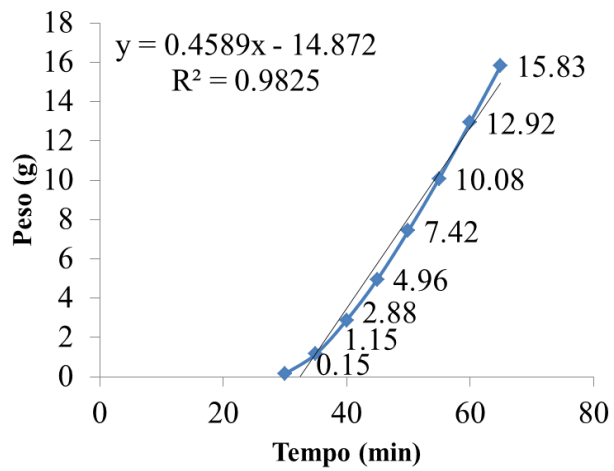
Todos os picolés apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si com relação ao tempo inicial de derretimento, sendo o picolé C o que começou a derreter primeiro, portanto o que apresentou menor resistência à fusão inicial, e o picolé A o último a começar a derreter (mais resistente).



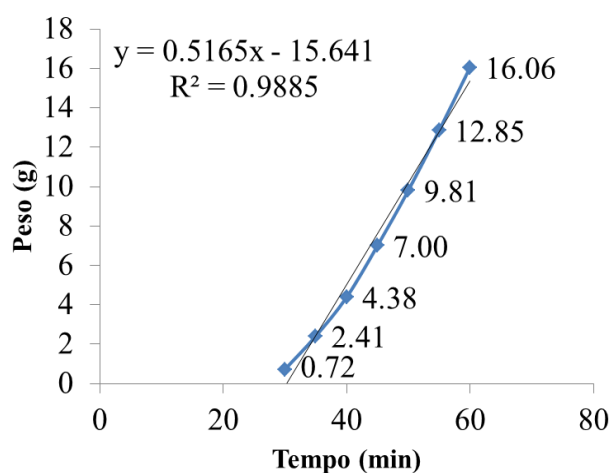
**Figura 29.** Curva de derretimento do picolé *in natura*



**Figura 30.** Curva de derretimento do picolé A

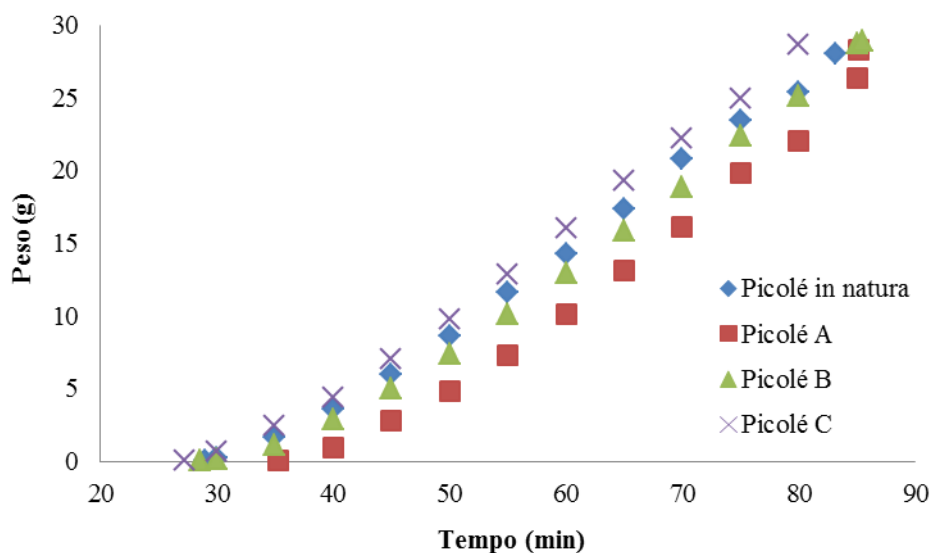


**Figura 31.** Curva de derretimento do picolé B



**Figura 32.** Curva de derretimento do picolé C

As Figuras 29, 30, 31 e 32 nos mostram as curvas de derretimento dos picolés *in natura*, A, B e C, respectivamente, e a Tabela 31 descreve suas respectivas taxas de fusão. Para a realização da curva de derretimento e cálculo da taxa de fusão os picolés foram submetidos às mesmas condições de temperatura ( $25 \pm 0.5$  °C) e tinham a mesma massa (30g). A taxa de derretimento do picolé C foi a maior (0,52mg/min), seguida pela do picolé *in natura* (0,48mg/min), do picolé A (0,47mg/min) e do picolé B (0,46mg/min).



**Figura 33.** Comportamento do derretimento dos picolés

A Figura 33 ilustra um comportamento semelhante das características de fusão dos picolés, em que não ocorrem alterações na linearidade da curva. Esta observação concorda com os resultados da taxa de fusão dos mesmos, uma vez que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

Foi observada uma alta correlação negativa significativa ( $r = -0,94$ ;  $p < 0,01$ ) entre o tempo de início do derretimento e a temperatura de concentração dos sucos utilizados nas formulações dos picolés A, B e C, ou seja, quanto menor a temperatura utilizada, mais o

derretimento do picolé demorava iniciar. Com isso, o uso do suco reconstituído aumentou a resistência ao primeiro gotejamento no picolé A e reduziu a resistência nos picolés B e C, pois todas as formulações foram idênticas quanto à quantidade de ingredientes, incluindo o hidrocoloide carboximetilcelulose. Não foi observada correlação significativa ( $p < 0,05$ ) entre a taxa de derretimento e a temperatura de concentração dos sucos utilizados nas formulações dos picolés.

De acordo com Tharp (2008), o comportamento de derretimento do picolé ideal deve apresentar uma forma fluida suave, homogênea, com uma aparência geral semelhante ao preparado anterior. Com base no exposto, todos os picolés atenderam esses parâmetros, e essas características são de extrema importância para a percepção geral do consumidor quanto à qualidade do produto.

Segundo Balthazar et al. (2015), a qualidade sensorial é medida pela textura mais macia do produto. E adotando-se a premissa de que picolés mais macios apresentam maior resistência à fusão inicial e menor taxa de derretimento, os resultados da listagem livre são contrários aos da análise de derretimento, uma vez que o picolé C, com menor resistência a fusão inicial, foi associado pela análise de componente principal ao descritor macio. Porém, os resultados da aceitação sensorial dos atributos textura e maciez concordaram com os dados da taxa de derretimento, pois também não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras.

## 7 CONCLUSÃO

A utilização do vácuo é uma alternativa eficaz para a concentração de compostos bioativos, todas as temperaturas utilizadas promoveram bons resultados e mostraram-se promissoras para a produção de concentrados de suco de melancia.

A melhor temperatura de concentração para a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos totais foi a de 65 °C, para citrulina foi a de 55 °C e para o licopeno foi a de 45 °C. Para a concentração do ácido ascórbico não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as temperaturas utilizadas.

Os sucos reconstituídos mostraram composição físico-química e funcional bastante semelhante em relação ao suco *in natura*, com exceção do licopeno, que com uma forte correlação negativa ( $r = -0,93$ ;  $p < 0,01$ ), foi prejudicado pelas temperaturas de concentração.

Foi verificada correlação positiva entre a temperatura de concentração e o teor de compostos fenólicos ( $r = 0,80$ ;  $p < 0,01$ ) e entre a temperatura e a capacidade antioxidante ( $r = 0,997$ ;  $p < 0,01$ ), e por sua vez, correlação positiva entre os teores de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante ( $r = 0,75$ ;  $p > 0,01$ ). Ou seja, à medida que o teor deste composto bioativo aumentou a capacidade antioxidante também aumentou.

Os picolés desenvolvidos também obtiveram boa composição físico-química e funcional, com destaque para o teor de proteínas do soro de leite e preservação dos teores de compostos fenólicos, licopeno e citrulina mesmo após as etapas de pasteurização e congelamento.

A análise sensorial indicou boa aceitação para todos os picolés formulados, mantendo as médias entre “indiferente” e “gostei muito”. O picolé *in natura*, formulado com suco de melancia *in natura*, obteve as maiores médias para todos os atributos, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) do picolé A apenas para o atributo aroma, dos picolés B e C para o atributo sabor, e do picolé B para a avaliação global. Os picolés A, B e C, não diferiram entre si em nenhum atributo. Resultado confirmado pela preferência, uma vez que o picolé *in natura* foi o preferido, seguido pelos A, C e B.

A listagem livre revelou que os descritores sabor característico de melancia, gosto doce e textura macia foram os mais relevantes para os picolés desenvolvidos à base de soro de leite e suco de melancia. Estes descritores foram os mais frequentemente citados, portanto devem ser considerados no desenvolvimento do produto.

Os picolés *in natura*, B e C apresentaram perfil volátil bem semelhante quanto à distribuição dos compostos em seus respectivos grupos, e o picolé A, além da menor quantidade de compostos voláteis identificados, também apresentou um perfil diferenciado das demais formulações. Dos quinze compostos identificados, oito estavam apenas nesta formulação.

O álcool 3,6- nonadienol, responsável pelo aroma de melancia descascada doce, estava presente nos picolés *in natura*, B e C e ausente no picolé A. Este resultado concordou com a análise sensorial de aceitação, uma vez que o picolé A recebeu a menor média para o atributo aroma, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as demais amostras, e foi o único em que o descritor “aroma característico de melancia” não foi citado, sendo válido apenas o descritor inodoro.

Quanto aos parâmetros de cor, o picolé *in natura* obteve valor de  $h$  mais próximo do ângulo 0°. Este resultado concordou com a listagem livre, em que o picolé *in natura* foi associado à cor vermelho. Foi observada correlação entre o teor de licopeno e os valores de  $L^*$  ( $r = -0,96$ ;  $p < 0,01$ ) e  $h$  ( $r = 0,85$ ;  $p < 0,05$ ), indicando perda de cor e afastamento do ângulo 0° com a redução dos teores deste carotenoide nos picolés.

A análise de derretimento determinou que o picolé A foi o mais resistente à fusão inicial e o picolé C o menos resistente, e foi observada alta correlação negativa ( $r = -0,94$ ;  $p < 0,01$ ) entre o tempo de início do derretimento e a temperatura de concentração.

Com isso, todos os concentrados foram considerados aptos para a reconstituição e desenvolvimento do picolé, pois foram capazes de oferecer boa composição físico-química e funcional, além de preservar as características sensoriais da melancia.



## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, MR; DA SILVA CAMPÊLO, C; DA SILVA, JBA. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 73, n. 3, p. 244-251. 2014.
- ADAMS, R. whey too Nutritions to be Wasted. **Dairy herd management**. v. 11, n. 9, p. 24-28. 1974.
- ALAM, MK; HOQUE, MM; MORSHED, S; F., A; SHARMIN, KN. Evaluation of Watermelon (*Citrullus lanatus*) Juice Preserved with Chemical Preservatives at Refrigeration Temperature. **Journal of Scientific Research**. v. 5, n. 2, p. 407-414. 2013.
- ALMEIDA, MLB; SILVA, GG; ROCHA, RHC; MORAIS, PLD; SARMENTO, JDA. Physico-chemical characterization 'quetzali' watermelon during development. **Revista Caatinga**. v. 23, n. 4, p. 28-31. 2010.
- ALMEIDA, MMB; DE SOUSA, PHM; ARRIAGA, ÂMC; DO PRADO, GM; MAGALHÃES, CEDC; MAIA, GA; DE LEMOS, TLG. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**. v. 44, n. 7, p. 2155-2159. 2011.
- ALVES, MP; DE OLIVEIRA MOREIRA, R; JÚNIOR, PHR; DE FREITAS MARTINS, MC; PERRONE, ÍT; DE CARVALHO, AF. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 69, n. 3, p. 212-226. 2014.
- AMBRÓSIO, CLB; CAMPOS, FDACES; DE FARO, ZP. Carotenoids as an alternative against hypovitaminosis A. **Revista de Nutricao**. v. 19, n. 2, p. 233-243. 2006.
- AMERINE, MA; PANGBORN, RM; ROESSLER, EB. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press. 1965.
- AMIOT, J; BERGERON, J; BLAIS, A; BONIN, G; BOUDREAU, A; BOULET, M; BROCHU, E; BUSQUE, G; CASTAIGNE, F; CHAMPAGNE, C. **Ciencia y tecnologia de la leche: principios y aplicaciones**. Zaragoza: Acribia. 1991.
- ANDRADE-JÚNIOR, AS; RODRIGUES, BHN; SOBRINHO, CA; BASTOS, CA; MELO, FDB; CARDOSO, FDB; SILVA, PHS; DUARTE, RLR. A Cultura da Melancia. **Embrapa Informação Tecnológica**. v. 57, n. 2, p. 1 - 98. 2007.
- ANDRADE, ASA; ROCHA, EMFF; CHAVES, CG; NOBRE, FVN; LIMA, JBD; SILVA, JDOD; LEMOS, EEDR; SOUSA, NMD; PEREIRA, MMDS. Formulação de sorvete de frutas a partir da substituição parcial do leite pelo soro. **In: V CONNEPI-2010**. 2010.
- ANDRADE, RS; DE ALMEIDA NETO, JA; DE QUEIROZ, RDCS. Valorização biotecnológica de soro de leite por fermentação utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**. v. 11, n. 2, p. 82-91. 2016.
- ANTHONY, JC; ANTHONY, TG; KIMBALL, SR; JEFFERSON, LS. Signaling Pathways Involved in Translational Control of Protein Synthesis in Skeletal Muscle by Leucine. **The Journal of Nutrition**. v. 131, n. 3, p. 856S-860S. 2001.
- ANTONIALLI, F. **Desenvolvimento de novos produtos um estudo mercadológico e tecnológico sobre picolé produzido com soro de leite**. Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2015.
- ANVISA. 2008. **Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm)> . 15 de janeiro de 2017.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Washington, D.C. USA.: A.O.A.C. 2000.

ARAÚJO-NETO, SE; HAFLE, OM; GURGEL, FDL; MENEZES, JB; SILVA, GGD. Qualidade e vida útil pós-colheita de melancia Crimson Sweet, comercializada em Mossoró. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 4, p. 235-239. 2000.

ARBUCKLE, WS. **Ice cream**. 4. New York: Springer Science & Business Media. 1986.

ARES, G; DELIZA, R. Identifying important package features of milk desserts using free listing and word association. **Food Quality and Preference**. v. 21, n. 6, p. 621-628. 2010.

ARES, G; GIMÉNEZ, A; BRUZZONE, F. Identifying consumers' texture vocabulary of milk desserts. Application of a check-all-that-apply question and free listing. **Braz. J. Food Technol.** v. 12, p. 98-105. 2011.

ARES, G; SALDAMANDO, L; GIMÉNEZ, A; DELIZA, R. Food and wellbeing. Towards a consumer-based approach. **Appetite**. v. 74, p. 61-69. 2014.

ARRIOLA, NDA. **Potencial do processo de nanofiltração na concentração de compostos bioativos do suco de melancia (Citrullus lanatus)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

BAHRAM-PARVAR, M. A review of modern instrumental techniques for measurements of ice cream characteristics. **Food Chemistry**. v. 188, p. 625-631. 2015.

BALTHAZAR, CF; SILVA, HLA; CELEGUINI, RMS; SANTOS, R; PASTORE, GM; JUNIOR, CAC; FREITAS, MQ; NOGUEIRA, LC; SILVA, MC; CRUZ, AG. Effect of galactooligosaccharide addition on the physical, optical, and sensory acceptance of vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science**. v. 98, n. 7, p. 4266-4272. 2015.

BALTHAZAR, CF; SILVA, HLA; VIEIRA, AH; NETO, RPC; CAPPATO, LP; COIMBRA, PT; MORAES, J; ANDRADE, MM; CALADO, VMA; GRANATO, D; FREITAS, MQ; TAVARES, MIB; RAICES, RSL; SILVA, MC; CRUZ, AG. Assessing the effects of different prebiotic dietary oligosaccharides in sheep milk ice cream. **Food Research International**. v. 91, p. 38-46. 2017.

BARREIRO, JA; MILANO, M; SANDOVAL, AJ. Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. **Journal of Food Engineering**. v. 33, n. 3, p. 359-371. 1997.

BAUMAN, DE; MATHER, IH; WALL, RJ; LOCK, AL. Major Advances Associated with the Biosynthesis of Milk. **Journal of Dairy Science**. v. 89, n. 4, p. 1235-1243. 2006.

BEAULIEU, JC; LEA, JM. Characterization and Semiquantitative Analysis of Volatiles in Seedless Watermelon Varieties Using Solid-Phase Microextraction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 20, p. 7789-7793. 2006.

BERKHOUT, B; FLORIS, R; RECIO, I; VISSER, S. The antiviral activity of the milk protein lactoferrin against the human immunodeficiency virus type 1. **BioMetals**. v. 17, n. 3, p. 291-294. 2004.

BERNARD, HR. **Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches**. New York: Rowman Altamira. 2011.

BLIGH, EG; DYER, WJ. A RAPID METHOD OF TOTAL LIPID EXTRACTION AND PURIFICATION. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. v. 37, n. 8, p. 911-917. 1959.

BOBBIO, PA; BOBBIO, FO. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Editora Varela. 2001.

BOIRIE, Y; DANGIN, M; GACHON, P; VASSON, M-P; MAUBOIS, J-L; BEAUFRÈRE, B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 94, n. 26, p. 14930-14935. 1997.

BORGATTI, SPA. **Anthropac 4.0 Methods Guide**. Natick, MA: Analytic Technologies. 1996.

BØRSHEIM, E; TIPTON, KD; WOLF, SE; WOLFE, RR. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. **American Journal of Physiology - Endocrinology And Metabolism**. v. 283, n. 4, p. E648-E657. 2002.

BOUNOUS, G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. **Alternative Medicine Review**. v. 6, n. 3, p. 342-342. 2001.

BOUNOUS, G; BARUCHEL, S; FALUTZ, J; GOLD, P. Whey proteins as a food supplement in HIV-seropositive individuals. **Clinical and Investigative Medicine**. v. 16, n. 3, p. 204-209. 1993.

BRAND-WILLIAMS, W; CUVELIER, ME; BERSSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**. v. 28, n. 1, p. 25-30. 1995.

BRANS, G. **Design of membrane systems for fractionation of particle suspensions**. Tese (Doutorado). Universidade de Wageningen, Wageningen. 2006.

BRASIL. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. **D.O.U. - Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 07 de julho de 1952. 1952.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos - PIQ. **D.O.U. Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 11 de março de 1996. 1996.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. **D.O.U. - Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 de janeiro de 1998. 1998.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999: Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **D.O.U. - Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 de maio de 1999. 1999.

\_\_\_\_\_. Consulta Pública nº 28, de 01 de junho de 2000. Submeter à consulta pública, pelo prazo de 40 (quarenta) dias, o projeto de regulamento técnico para a fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis **Diário Oficial da União - D.O.U.** Brasília, DF. . 2000.

\_\_\_\_\_. Resolução da Diretoria Colegiada nº 12, de 02 e janeiro de 2001. Aprovar o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União - D.O.U.** Brasília, DF, 02 e janeiro de 2001. 2001.

\_\_\_\_\_. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº. 266, de 22 de setembro de 2005 - Aprovar o Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. **Diário Oficial da União - D.O.U.** Brasília, DF, 22 de setembro de 2005. 2005.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 53, de 10 de Abril de 2013. Submete à consulta pública, pelo prazo de 30 (trinta) dias, o Projeto de Instrução Normativa e seu Anexo que estabelecem os padrões de identidade e qualidade de soro de leite. **D.O.U. - Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 11 de Abril de 2013. 2013.

BRUNI, N; CAPUCCHIO, MT; BIASIBETTI, E; PESSIONE, E; CIRRINCIONE, S; GIRAUDO, L; CORONA, A; DOSIO, F. Antimicrobial activity of lactoferrin-related peptides and applications in human and veterinary medicine. **Molecules**. v. 21, n. 6, p. 2016.

CARLOS, ALX; MENEZES, JB; ROCHA, RHC; NUNES, GHDS; SILVA, GGD. Vida Útil Pós-Colheita de Melancia Submetida a Diferentes Temperaturas de Armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**,. v. 4, n. 1, p. 29 - 35. 2002.

CARVALHO, W; FONSECA, MEDN; SILVA, HRD; BOITEUX, LS; GIORDANO, LDB. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**. v. 232, n. 3, p. 819-825. 2005.

CERRILLO, I; FERNÁNDEZ-PACHÓN, MS; COLLADO-GONZÁLEZ, J; ESCUDERO-LÓPEZ, B; BERNÁ, G; HERRERO-MARTÍN, G; MARTÍN, F; FERRERES, F; GIL-IZQUIERDO, A. Effect of Fermentation and Subsequent Pasteurization Processes on Amino Acids Composition of Orange Juice. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 70, n. 2, p. 153-159. 2015.

CHAUD, DMA; ABREU, ES; MATIAS, ACG; OLIVEIRA, AC. COMO? PALETAS MEXICANAS BRASILEIRAS? **Revista Univap**. v. 21, n. 38, p. 56-67. 2016.

CHAVES, MA; BARRETO, IMA; REIS, RC; KADAM, DM. Physicochemical and sensory properties of purple Brazilian cherry (*Eugenia uniflora*, L.) foams. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 48, n. 8, p. 1688-1697. 2013.

CHITARRA, M; CHITARRA, A. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA. 2005.

CHMIEL, J. Anti-tumor effects of dietary whey protein and its value for head and neck cancer patients. **In: International Whey Conference, Chicago (USA), 27-29 Oct 1997**. 1998.

CLYDESDALE, FM. Color as a factor in food choice. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 33, n. 1, p. 83-101. 1993.

CLYDESDALE, FM; AHMED, EM. Colorimetry — methodology and applications. **C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 10, n. 3, p. 243-301. 1978.

COLLE, IJP; LEMMENS, L; VAN BUGGENHOUT, S; MET, K; VAN LOEY, AM; HENDRICKX, ME. Processing tomato pulp in the presence of lipids: The impact on lycopene bioaccessibility. **Food Research International**. v. 51, n. 1, p. 32-38. 2013.

COLLINS, JK; WU, G; PERKINS-VEAZIE, P; SPEARS, K; CLAYPOOL, PL; BAKER, RA; CLEVIDENCE, BA. Watermelon consumption increases plasma arginine concentrations in adults. **Nutrition**. v. 23, n. 3, p. 261-266. 2007.

CONDURSO, C; VERZERA, A; ROMEO, V; ZIINO, M; CONTE, F. Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. **International Dairy Journal**. v. 18, n. 8, p. 819-825. 2008.

CORREIA, LFM; MAUBOUIS, JL; CARVALHO, AF. Aplicações de membranas na indústria de laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**. v. 15, n. 74-78, p. 2011.

COSTA, C; ANTONUCCI, F; PALLOTTINO, F; AGUZZI, J; SUN, D-W; MENESATTI, P. Shape Analysis of Agricultural Products: A Review of Recent Research Advances and Potential Application to Computer Vision. **Food and Bioprocess Technology**. v. 4, n. 5, p. 673-692. 2011.

COSTA, CM; AZEVEDO, CA; AZEVEDO, LA; LINS, MF; VEIGA, RL; LIMA, SF. O soro de Leite e os Danos Causados ao Meio Ambiente. **In: X Encontro Brasileiro sobre Adsorção**. 2014. Guarujá, SP.

CRENN, P; CYNOBER, L. Effect of intestinal resections on arginine metabolism: Practical implications for nutrition support. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**. v. 13, n. 1, p. 65-69. 2010.

CRUXEN, CEDS; HOFFMANN, JF; ZANDONÁ, GP; FIORENTINI, ÂM; ROMBALDI, CV; CHAVES, FC. Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. **LWT - Food Science and Technology**. v. 75, p. 379-385. 2017.

CRUZ, AG; ANTUNES, AEC; SOUSA, ALOP; FARIA, JAF; SAAD, SMI. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**. v. 42, n. 9, p. 1233-1239. 2009.

DAVIS, AR; FISH, WW; PERKINS-VEAZIE, P. A Rapid Hexane-free Method for Analyzing Lycopene Content in Watermelon. **Journal of Food Science**. v. 68, n. 1, p. 328-332. 2003.

DAVOODI, H; ESMAEILI, S; MORTAZAVIAN, AM. Effects of Milk and Milk Products Consumption on Cancer: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 12, n. 3, p. 249-264. 2013.

DAVOODI, SH; SHAHBAZI, R; ESMAEILI, S; SOHRABVANDI, S; MORTAZAVIAN, AM; JAZAYERI, S; TASLIMI, A. Health-related aspects of milk proteins. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**. v. 15, n. 3, p. 573-591. 2016.

DESCONSI, AC; IZÁRIO FILHO, HJ; SALAZAR, RFDS. Avaliação físico-química e microbiológica do soro de leite concentrado obtido por osmose inversa. **Revista Ambiente & Água**. v. 9, p. 325-335. 2014.

DI MARIO, F; ARAGONA, G; DAL BÒ, N; CAVESTRO, GM; CAVALLARO, L; IORI, V; COMPARATO, G; LEANDRO, G; PILOTTO, A; FRANZÈ, A. Use of bovine lactoferrin for *Helicobacter pylori* eradication. **Digestive and Liver Disease**. v. 35, n. 10, p. 706-710. 2003.

DUTCOSKY, SD. **Análise sensorial de alimentos**. 4 Ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat. 531 p. 2013.

EARLY, R. **Tecnología de los productos lácteos**. Zaragoza: Acribia. 2000.

EDREVA, A; VELIKOVA, V; TSONEV, T; DAGNON, S; GÜREL, A; AKTAŞ, L; GESHEVA, E. Stress-protective role of secondary metabolites: diversity of functions and mechanisms. **Gen Appl Plant Physiol**. v. 34, n. 1-2, p. 67-78. 2008.

EL HADI, MAM; ZHANG, FJ; WU, FF; ZHOU, CH; TAO, J. Advances in fruit aroma volatile research. **Molecules**. v. 18, n. 7, p. 8200-8229. 2013.

ENDO, F; MATSUURA, T; YANAGITA, K; MATSUDA, I. Clinical manifestations of inborn errors of the urea cycle and related metabolic disorders during childhood. **The Journal of nutrition**. v. 134, n. 6, p. 1605S-1609S. 2004.

ESPIN, JC; SOLER-RIVAS, C; WICHERS, HJ; GARCÍA-VIGUERA, C. Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, n. 5, p. 1588-1592. 2000.

FAO. The state of food and agriculture. **Food and Agriculture Organization of United States**, p. 138. 2008.

\_\_\_\_\_. Food wastage footprint: Impacts on natural resources. **Food and Agriculture Organization of United States**, p. 1-63. 2013.

\_\_\_\_\_. Composição aproximativa dos alimentos. **Agriculture and Consumer Protection**, p. 132. 2015a.

\_\_\_\_\_. Countries by commodities: Top Production - Watermelons 2012. **Food and Agriculture Organization of United States**, p. 4. 2015b.

FASSIO, LDO; TÉRAN-ORTIZ, GP; ARAÚJO, R; MENDONÇA, A. Caracterização sensorial e físico-química de gelados comestíveis a base de soro de leite adicionado de polpas de frutos do cerrado. **II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí-II Jornada Científica, Anais**, p. 6. 2009.

FERRAZ, JL; CRUZ, AG; CADENA, RS; FREITAS, MQ; PINTO, UM; CARVALHO, CC; FARIA, JAF; BOLINI, HMA. Sensory Acceptance and Survival of Probiotic Bacteria in Ice Cream Produced with Different Overrun Levels. **Journal of Food Science**. v. 77, n. 1, p. S24-S28. 2012.

FIGUEROA, A; SANCHEZ-GONZALEZ, MA; WONG, A; ARJMANDI, BH. Watermelon extract supplementation reduces Ankle blood pressure and carotid augmentation index in obese adults with prehypertension or hypertension. **American Journal of Hypertension**. v. 25, n. 6, p. 640-643. 2012.

FISH, WW; PERKINS-VEAZIE, P; COLLINS, JK. A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 15, n. 3, p. 309-317. 2002.

FITZSIMONS, SM; MULVIHILL, DM; MORRIS, ER. Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. **Food Hydrocolloids**. v. 21, n. 4, p. 638-644. 2007.

FLORA FILHO, R; ZILBERSTEIN, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. *Metabolismo, síntese e funções*. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 46, p. 265-271. 2000.

FREEDMAN, DJ; TACKET, CO; DELEHANTY, A; MANEVAL, DR; NATARO, J; CRABB, JH. Milk immunoglobulin with specific activity against purified colonization factor antigens can protect against oral challenge with enterotoxigenic Escherichia coli. **Journal of Infectious Diseases**. v. 177, n. 3, p. 662-667. 1998.

GAJENDRAGADKAR, PR; HUBSCH, A; MÄKI-PETÄJÄ, KM; SERG, M; WILKINSON, IB; CHERIYAN, J. Effects of oral lycopene supplementation on vascular function in patients with cardiovascular disease and healthy volunteers: A randomised controlled trial. **PLoS ONE**. v. 9, n. 6, p. 2014.

GAJO, AA; DE RESENDE, JV; COSTA, FF; PEREIRA, CG; DE LIMA, RR; ANTONIALLI, F; DE ABREU, LR. Effect of hydrocolloids blends on frozen dessert “popsicles” made with whey concentrated. **LWT - Food Science and Technology**. v. 75, p. 473-480. 2017.

GARDNER, PT; WHITE, TAC; MCPHAIL, DB; DUTHIE, GG. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**. v. 68, n. 4, p. 471-474. 2000.

GEORGÉ, S; BRAT, P; ALTER, P; AMIOT, MJ. Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n. 5, p. 1370-1373. 2005.

GERNIGON, G; SCHUCK, P; JEANTET, R. Processing of Mozzarella cheese wheys and stretchwaters: A preliminary review. **Dairy Science and Technology**. v. 90, n. 1, p. 27-46. 2010.

GIL, MI; AGUAYO, E; KADER, AA. Quality changes and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 54, n. 12, p. 4284-4296. 2006.

GIL, MI; TOMÁS-BARBERÁN, FA; HESS-PIERCE, B; KADER, AA. Antioxidant Capacities, Phenolic Compounds, Carotenoids, and Vitamin C Contents of Nectarine, Peach, and Plum Cultivars from California. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, n. 17, p. 4976-4982. 2002.

GIROTO, JM; PAWLOWSKY, U. O Soro de Leite e as Alternativas para o seu Beneficiamento. **Brasil Alimentos**, n. 10, p. 43 - 46. 2001.

GLORIA, NF; SOARES, N; BRAND, C; OLIVEIRA, FL; BOROJEVIC, R; TEODORO, AJ. Lycopene and beta-carotene induce cell-cycle arrest and apoptosis in human breast cancer cell lines. **Anticancer Research**. v. 34, n. 3, p. 1377-1386. 2014.

GOFF, HD; FERDINANDO, D; SCHORSCH, C. Fluorescence microscopy to study galactomannan structure in frozen sucrose and milk protein solutions. **Food Hydrocolloids**. v. 13, n. 4, p. 353-362. 1999.

GOFF, HD; HARTEL, RW. **Ice cream**. New York: Springer. 2013.

GOFF, HD; KINSELLA, JE; JORDAN, WK. Influence of Various Milk Protein Isolates on Ice Cream Emulsion Stability. **Journal of Dairy Science**. v. 72, n. 2, p. 385-397. 1989.

GOFF, SA; KLEE, HJ. Plant Volatile Compounds: Sensory Cues for Health and Nutritional Value? **Science**. v. 311, n. 5762, p. 815-819. 2006.

GOMES, FDS. **Concentração de licopeno de suco de melancia através de processos de separação por membranas**. Tese (Doutorado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009.

GONZÁLEZ SISO, MI. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Bioresource Technology**. v. 57, n. 1, p. 1-11. 1996.

GORNALL, AG; HUNTER, A. A colorimetric method for the determination of citrulline. **Biochemical Journal**. v. 35, n. 5-6, p. 650-658. 1941.

GRANGER, C; LEGER, A; BAREY, P; LANGENDORFF, V; CANSELL, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**. v. 15, n. 3, p. 255-262. 2005.

GUIMARÃES, PMR; TEIXEIRA, JA; DOMINGUES, L. Fermentation of lactose to bioethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. **Biotechnology Advances**. v. 28, n. 3, p. 375-384. 2010.

HA, E; ZEMEL, MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). **The Journal of Nutritional Biochemistry**. v. 14, n. 5, p. 251-258. 2003.

HAGIWARA, T; HARTEL, RW. Effect of Sweetener, Stabilizer, and Storage Temperature on Ice Recrystallization in Ice Cream. **Journal of Dairy Science**. v. 79, n. 5, p. 735-744. 1996.

HAKKAK, R; KOROURIAN, S; RONIS, M; IRBY, D; KECHCLANA, S; ROWLAND, C. Dietary prevention of mammary cancer in multiparous female rats by whey protein, but not soy protein isolate. **In: Proc Am Assoc Cancer Res**. 1999.

HAROLD, RW. **The measurement of appearance**. John Wiley & Sons. 1987.

HEIM, KE; TAGLIAFERRO, AR; BOBILYA, DJ. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**. v. 13, n. 10, p. 572-584. 2002.

HENLEY, NM. A psychological study of the semantics of animal terms. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**. v. 8, n. 2, p. 176-184. 1969.

HIATT, AN; TAYLOR, LS; MAUER, LJ. Influence of Simultaneous Variations in Temperature and Relative Humidity on Chemical Stability of Two Vitamin C Forms and Implications for Shelf Life Models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 58, n. 6, p. 3532-3540. 2010.

HOUGH, G; FERRARIS, D. Free listing: A method to gain initial insight of a food category. **Food Quality and Preference**. v. 21, n. 3, p. 295-301. 2010.

IBÁÑEZ, E; LÓPEZ-SEBASTIÁN, S; RAMOS, E; TABERA, J; REGLERO, G. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase microextraction. **Food Chemistry**. v. 63, n. 2, p. 281-286. 1998.

IBGE. Produção Agrícola e Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. v. 40, p. 1 - 102. 2013.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Industrial - Produto. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. v. 33, n. 2, p. 1 - 168. 2014.

\_\_\_\_\_. Produção Agrícola Municipal. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. v. 42, p. 1 - 57. 2015a.

\_\_\_\_\_. Produção da Pecuária Municipal. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. v. 43, p. 1 - 49. 2015b.

JEONG, S-M; KIM, S-Y; KIM, D-R; JO, S-C; NAM, KC; AHN, DU; LEE, S-C. Effect of Heat Treatment on the Antioxidant Activity of Extracts from Citrus Peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, n. 11, p. 3389-3393. 2004.

KAORE, SN; AMANE, HS; KAORE, NM. Citrulline: Pharmacological perspectives and its role as an emerging biomarker in future. **Fundamental and Clinical Pharmacology**. v. 27, n. 1, p. 35-50. 2013.

KARAGÜL-YÜCEER, Y; DRAKE, MA; CADWALLADER, KR. Aroma-active components of liquid cheddar whey. **Journal of Food Science**. v. 68, n. 4, p. 1215. 2003.

KARAMAN, S; KAYACIER, A. Rheology of Ice Cream Mix Flavored with Black Tea or Herbal Teas and Effect of Flavoring on the Sensory Properties of Ice Cream. **Food and Bioprocess Technology**. v. 5, n. 8, p. 3159-3169. 2012.

KARAMAN, S; TOKER, ÖS; YÜKSEL, F; ÇAM, M; KAYACIER, A; DOGAN, M. Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n. 1, p. 97-110. 2014.

KASSEM, JM. Future challenges of whey proteins. **International Journal of Dairy Science**. v. 10, n. 4, p. 139-159. 2015.

KENT, KD; HARPER, WJ; BOMSER, JA. Effect of whey protein isolate on intracellular glutathione and oxidant-induced cell death in human prostate epithelial cells. **Toxicology in Vitro**. v. 17, n. 1, p. 27-33. 2003.

KHURANA, HK; KANAWJIA, SK. Recent Trends in Development of Fermented Milks. **Current Nutrition & Food Science**. v. 3, n. 1, p. 91-108. 2007.

KIM, CH; PARK, MK; KIM, SK; CHO, YH. Antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of lycopene in watermelon. **International Journal of Food Science and Technology**. v. 49, n. 9, p. 2083-2091. 2014a.

KIM, S-Y; JEONG, S-M; PARK, W-P; NAM, KC; AHN, DU; LEE, S-C. Effect of heating conditions of grape seeds on the antioxidant activity of grape seed extracts. **Food Chemistry**. v. 97, n. 3, p. 472-479. 2006.

KIM, SJ; MATSUSHITA, Y; FUKUSHIMA, K; AOKI, D; YAGAMI, S; YUK, HG; LEE, SC. Antioxidant activity of a hydrothermal extract from watermelons. **LWT - Food Science and Technology**. v. 59, n. 1, p. 361-368. 2014b.

KINSELLA, JE; MORR, CV. Milk proteins: Physicochemical and functional properties. **C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 21, n. 3, p. 197-262. 1984.

KONG, KW; ISMAIL, A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from Psidium guajava fruits produced during puree production industry. **Food and Bioprocess Technology**. v. 89, n. 1, p. 53-61. 2011.

KOSIKOWSKI, FV. Whey utilization and whey products. **J Dairy Sc**. v. 62, p. 1149-1160. 1979.

KRINSKY, NI; JOHNSON, EJ. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular Aspects of Medicine**. v. 26, n. 6, p. 459-516. 2005.

KUSKOSKI, EM; ASUERO, AG; MORALES, MT; FETT, R. Wild fruits and pulps of frozen fruits: Antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. **Ciencia Rural**. v. 36, n. 4, p. 1283-1287. 2006.

LANDS, LC; GREY, VL; SMOUNTAS, AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. **Journal of Applied Physiology**. v. 87, n. 4, p. 1381-1385. 1999.

LARRAURI, JA; RUPÉREZ, P; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 45, n. 4, p. 1390-1393. 1997.

LEÃO, DS; PEIXOTO, JR; VIEIRA, JV. Teor de Licopeno e de Sólidos Solúveis Totais em Oito Cultivares de Melancia. **Bioscience Journal**. v. 22, n. 3, p. 7 - 15. 2006.

LEWINSOHN, E; SITRIT, Y; BAR, E; AZULAY, Y; MEIR, A; ZAMIR, D; TADMOR, Y. Carotenoid Pigmentation Affects the Volatile Composition of Tomato and Watermelon Fruits, As Revealed by Comparative Genetic Analyses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, n. 8, p. 3142-3148. 2005.

LIBERTINO, L; FERRARIS, D; LÓPEZ OSORNIO, MM; HOUGH, G. Analysis of data from a free-listing study of menus by different income-level populations. **Food Quality and Preference**. v. 24, n. 2, p. 269-275. 2012.



LIN, D; XIAO, M; ZHAO, J; LI, Z; XING, B; LI, X; KONG, M; LI, L; ZHANG, Q; LIU, Y; CHEN, H; QIN, W; WU, H; CHEN, S. An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. **Molecules**. v. 21, n. 10, p. 2016.

LOW, PPL; RUTHERFURD, KJ; CROSS, ML; GILL, HS. Enhancement of Mucosal Antibody Responses by Dietary Whey Protein Concentrate. **Food and Agricultural Immunology**. v. 13, n. 4, p. 255-264. 2001.

LUIKING, YC; ENGELEN, MPKJ; DEUTZ, NEP. Regulation of nitric oxide production in health and disease. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**. v. 13, n. 1, p. 97-104. 2010.

LUIKING, YC; POEZE, M; RAMSAY, G; DEUTZ, NEP. Reduced citrulline production in sepsis is related to diminished de novo arginine and nitric oxide production. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 89, n. 1, p. 142-152. 2009.

MANDEL, H; LEVY, N; IZKOVITCH, S; KORMAN, SH. Elevated plasma citrulline and arginine due to consumption of *Citrullus vulgaris* (watermelon). **Journal of Inherited Metabolic Disease**. v. 28, n. 4, p. 467-472. 2005.

MAROUELLI, WA; BRAGA, MB; JÚNIOR, ASDA. Irrigação na Cultura da Melancia. **Embrapa Hortaliças**, p. 1 -22. 2012.

MARSHALL, RT; ARBUCKLE, WS. **Ice cream**. New York: Chapman & Hall. 1996.

MARSHALL, RT; GOFF, HD; HARTEL, RW. **Ice cream**. 3. New York: Aspen Publishers. 2003.

MASSA, NML; DE ARAÚJO, IML; DA CONCEIÇÃO, ML; OLIVEIRA, CVC; AQUINO, JS; GONÇALVES, MCR. Concentrado de Melancia (*Citrullus vulgaris* Schrad): Aceitação Sensorial, Parâmetros Microbiológicos, Físico-Químicos e Determinação de Fitonutrientes. **B. CEPPA**. v. 32, n. 1, p. 113 - 124. 2014.

MCINTOSH, GH; ROYLE, PJ; LE LEU, RK; REGESTER, GO; JOHNSON, MA; GRINSTED, RL; KENWARD, RS; SMITHERS, GW. Whey Proteins as Functional Food Ingredients? **International Dairy Journal**. v. 8, n. 5, p. 425-434. 1998.

MEILGAARD, MC; CARR, BT; CIVILLE, GV. **Sensory evaluation techniques**. 4 ed. CRC press. 2006.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, AJ; VICARIO, IM; HEREDIA, FJ. Carotenoid pigments: Structural and physicochemical considerations. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. v. 57, n. 2, p. 109-117. 2007.

MENDONÇA, L; DOS SANTOS LOPES, PC; DA SILVA, DAP; OLIVEIRA, RM; DA SILVA, G. Estudo de maximização de lucros em uma empresa de gelados comestíveis na cidade de Bambuí-MG. **In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**. 13 a 16 de outubro. 2015. Fortaleza, CE, Brasil.

MINUBUTI, IY. Soro de Leite: Composição, Processamento e Utilização na Alimentação. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 15, n. 1, p. 80 - 84. 1994.

MORI, EEM. **Suco de melancia [*Citrullus lanatus* (Tunberg) Matsumara and Nakai] : processamento, formulação, caracterização física, química, microbiológica e aceitabilidade**. Tede de Doutorado em Engenharia de Alimentos. UNICAMP, Campinas, SP. 1996. 1996.

MORIN, P; BRITTEN, M; JIMÉNEZ-FLORES, R; POULIOT, Y. Microfiltration of Buttermilk and Washed Cream Buttermilk for Concentration of Milk Fat Globule Membrane Components. **Journal of Dairy Science**. v. 90, n. 5, p. 2132-2140. 2007.

MORITA, M; HAYASHI, T; OCHIAI, M; MAEDA, M; YAMAGUCHI, T; INA, K; KUZUYA, M. Oral supplementation with a combination of L-citrulline and L-arginine

rapidly increases plasma L-arginine concentration and enhances NO bioavailability. **Biochemical and Biophysical Research Communications**. v. 454, n. 1, p. 53-57. 2014.

MORR, CV; HA, EYW. Whey protein concentrates and isolates: Processing and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 33, n. 6, p. 431-476. 1993.

MUÑOZ, AM. Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. **Food Quality and Preference**. v. 13, n. 6, p. 329-339. 2002.

MUNOZ, AM; CEVILLE, GV; CARR, BT. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Springer Science & Business Media. 1992.

NAZ, A; BUTT, MS; SULTAN, MT; QAYYUM, MMN; NIAZ, RS. Watermelon lycopene and allied health claims. **EXCLI Journal**. v. 13, p. 650-666. 2014.

NAZ, A; SADIQ BUTT, M; PASHA, I; NAWAZ, H. Antioxidant indices of watermelon juice and lycopene extract. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 12, n. 3, p. 255-260. 2013.

NEVILLE, J. Whey Processing, Functionality & Health Benefits. **International Journal of Dairy Technology**. v. 63, n. 3, p. 472-473. 2010.

NEWELL, GJ; MACFARLANE, JD. Expanded Tables for Multiple Comparison Procedures in the Analysis of Ranked Data. **Journal of Food Science**. v. 52, n. 6, p. 1721-1725. 1987.

NG, TB; LAM, TL; AU, TK; YE, XY; WAN, CC. Inhibition of human immunodeficiency virus type 1 reverse transcriptase, protease and integrase by bovine milk proteins. **Life Sciences**. v. 69, n. 19, p. 2217-2223. 2001.

NISHA, P; SINGHAL, RS; PANDIT, AB. Kinetic Modelling of Colour Degradation in Tomato Puree (*Lycopersicon esculentum* L.). **Food and Bioprocess Technology**. v. 4, n. 5, p. 781-787. 2011.

NISHANTHI, M; VASILJEVIC, T; CHANDRAPALA, J. Properties of whey proteins obtained from different whey streams. **International Dairy Journal**. v. 66, p. 76-83. 2017.

OBEROI, DPS; SOGI, DS. Drying kinetics, moisture diffusivity and lycopene retention of watermelon pomace in different dryers. **Journal of Food Science and Technology**. v. 52, n. 11, p. 7377-7384. 2015.

OBOH, G; ADEMOSUN, AO; AKINLEYE, M; OMOJOKUN, OS; BOLIGON, AA; ATHAYDE, ML. Starch composition, glycemic indices, phenolic constituents, and antioxidative and antidiabetic properties of some common tropical fruits. **Journal of Ethnic Foods**. v. 2, n. 2, p. 64-73. 2015.

ODRIOZOLA-SERRANO, I; SOLIVA-FORTUNY, R; GIMENO-AÑÓ, V; MARTÍN-BELLOSO, O. Kinetic Study of Anthocyanins, Vitamin C, and Antioxidant Capacity in Strawberry Juices Treated by High-Intensity Pulsed Electric Fields. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 56, n. 18, p. 8387-8393. 2008.

OLIVEIRA, DFD; BRAVO, CEC; TONIAL, IB. SORO DE LEITE: UM SUBPRODUTO VALIOSO. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 67, n. 385, p. 8. 2013.

PABOUEF, V; MOREIRA, RDO; SILVA, EDC; CORREIA, LFM; CARVALHO, AFDC. Processo de fabricação de ricota por ultrafiltração. **Revista Indústria de Laticínios**. v. 16, n. 92, p. 144 -146. 2011.

PARODI, PW. A role for milk proteins in cancer prevention. **Australian journal of dairy technology**. v. 53, n. 1, p. 37. 1998.

PATHARE, PB; OPARA, UL; AL-SAID, FA-J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology**. v. 6, n. 1, p. 36-60. 2013.

PEDERSEN, BK; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation. **Physiological Reviews**. v. 80, n. 3, p. 1055-1081. 2000.

PELEGRINE, DHG; CARRASQUEIRA, RL. Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas. **Braz. J. Food Technol.**, p. 145 - 151. 2008.

PEREIRA, FDA. **ABC da Agricultura Familiar: Como produzir melancias**. Brasília, DF: EMBRAPA. 2006.

PEREIRA, GDG; DE RESENDE, JV; DE ABREU, LR; DE OLIVEIRA GIAROLA, TM; PERRONE, IT. Influence of the partial substitution of skim milk powder for soy extract on ice cream structure and quality. **European Food Research and Technology**. v. 232, n. 6, p. 1093-1102. 2011.

PERKINS-VEAZIE, P; COLLINS, JK; PAIR, SD; ROBERTS, W. Lycopene content differs among red-fleshed watermelon cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 81, n. 10, p. 983-987. 2001.

PIHLANTO, A. Whey proteins and peptides. **Nutrafoods**. v. 10, n. 2, p. 29-42. 2011.

PINO, JA; MARBOT, R; AGUERO, J. Volatile Components of Watermelon (*Citrullus lanatus* [Thunb.] Matsum. et Nakai) Fruit. **Journal of Essential Oil Research**. v. 15, n. 6, p. 379-380. 2003.

PINTO, MP; DOS SANTOS, CN; HENRIQUESA, C; LIMA, G; QUEDAS, F. Lycopene content and antioxidant capacity of Portuguese watermelon fruits. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**. v. 10, n. 4, p. 2090-2097. 2011.

POPOVIC, PJ; ZEH, HJ, 3RD; OCHOA, JB. Arginine and immunity. **J Nutr**. v. 137, n. 6 Suppl 2, p. 1681s-1686s. 2007.

PRAZERES, AR; CARVALHO, F; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**. v. 110, p. 48-68. 2012.

PURKAYASTHA, M; NATH, A; DEKA, BC; MAHANTA, CL. Thin layer drying of tomato slices. **Journal of Food Science and Technology**. v. 50, n. 4, p. 642-653. 2013.

QUEK, SY; CHOK, NK; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**. v. 46, n. 5, p. 386-392. 2007.

RAMOS, AR; DIAS, RDCS; ARAGÃO, CA. Densidades de plantio na produtividade e qualidade de frutos de melancia. **Horticultura Brasileira**. v. 27, p. 560-564. 2009.

RAO, AV; RAO, LG. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**. v. 55, n. 3, p. 207-216. 2007.

RAWSON, A; TIWARI, BK; PATRAS, A; BRUNTON, N; BRENNAN, C; CULLEN, PJ; O'DONNELL, C. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. **Food Research International**. v. 44, n. 5, p. 1168-1173. 2011.

REDDY, CVK; SREERAMULU, D; RAGHUNATH, M. Antioxidant activity of fresh and dry fruits commonly consumed in India. **Food Research International**. v. 43, n. 1, p. 285-288. 2010.

REGAND, A; GOFF, HD. Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. **Food Hydrocolloids**. v. 17, n. 1, p. 95-102. 2003.

RENHE, IRT; WEISBERG, E; PEREIRA, DBC. Indústria de gelados comestíveis no Brasil. **Informe Agropecuário**. v. 36, n. 284, p. 81 - 86. 2015.

RIMANDO, AM; PERKINS-VEAZIE, PM. Determination of citrulline in watermelon rind. **Journal of Chromatography A**. v. 1078, n. 1-2, p. 196-200. 2005.

RIZZOLO, A; POLESELLO, A; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruit. **Journal of High Resolution Chromatography**. v. 15, n. 7, p. 472-477. 1992.

RODRIGUES, AP; FONTANA, CV; PADILHA, E; SILVESTREIN, M; AUGUSTO, MMM. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**. v. 16, p. 55-62. 2006.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. **Rotas bioquímicas e químicas para a formação de compostos voláteis em alimentos**. São Paulo: Livraria Varela. 177-194. 2003.

- RODRIGUEZ-AMAYA, DB. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Campinas, SP, Brasil: OMNI Reseach & ILSI Press. 64. 2001.
- \_\_\_\_\_. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**. v. 7, p. 20-26. 2016.
- RODRÍGUEZ-BERNALDO DE QUIRÓS, A; COSTA, HS. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: A review. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 19, n. 2-3, p. 97-111. 2006.
- ROININEN, K; ARVOLA, A; LÄHTEENMÄKI, L. Exploring consumers' perceptions of local food with two different qualitative techniques: Laddering and word association. **Food Quality and Preference**. v. 17, n. 1-2, p. 20-30. 2006.
- ROMERO, MJ; PLATT, DH; CALDWELL, RB; CALDWELL, RW. Therapeutic use of citrulline in cardiovascular disease. **Cardiovascular Drug Reviews**. v. 24, n. 3-4, p. 275-290. 2006.
- RONDANELLI, M; KLERSY, C; TERRACOL, G; TALLURI, J; MAUGERI, R; GUIDO, D; FALIVA, MA; SOLERTE, BS; FIORAVANTI, M; LUKASKI, H; PERNA, S. Whey protein, amino acids, and Vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 103, n. 3, p. 830-840. 2016.
- ROSOLEN, M. **Influência da alimentação nos níveis de uréia em leite bovino**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado). Univates, Lajeado, RS. 2013.
- RUFINO, MDSM; ALVES, RE; DE BRITO, ES; PÉREZ-JIMÉNEZ, J; SAURA-CALIXTO, F; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v. 121, n. 4, p. 996-1002. 2010.
- RUIZ-SOLA, MÁ; RODRÍGUEZ-CONCEPCIÓN, M. Carotenoid Biosynthesis in Arabidopsis: A Colorful Pathway. **Arabidopsis Book**. v. 10, n. e0158, p. 1 - 28. 2012.
- SACHDEVA, A; RAWAT, S; NAGPAL, J. Efficacy of fermented milk and whey proteins in Helicobacter pylori eradication: a review. **World journal of gastroenterology**. v. 20, n. 3, p. 724-737. 2014.
- SADLER, G; DAVIS, J; DEZMAN, D. Rapid Extraction of Lycopene and  $\beta$ -Carotene from Reconstituted Tomato Paste and Pink Grapefruit Homogenates. **Journal of Food Science**. v. 55, n. 5, p. 1460-1461. 1990.
- SAFTNER, R; LUO, Y; MCEVOY, J; ABBOTT, JA; VINYARD, B. Quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene- and/or ethylene-treated whole fruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 44, n. 1, p. 71-79. 2007.
- SAHIN, S; SUMNU, SG. **Physical properties of foods**. Springer Science & Business Media. 2006.
- SAINI, RK; NILE, SH; PARK, SW. Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**. v. 75, Part 3, p. 735-750. 2015.
- SAMEL, S; KEESE, M; LANIG, S; KLECZKA, M; GRETZ, N; HAFNER, M; STURM, J; POST, S. Supplementation and inhibition of nitric oxide synthesis influences bacterial transit time during bacterial translocation in rats. **Shock (Augusta, Ga.)**. v. 19, n. 4, p. 378-382. 2003.
- SANNINO, A; DEMITRI, C; MADAGHIELE, M. Biodegradable Cellulose-based Hydrogels: Design and Applications. **Materials**. v. 2, n. 2, p. 353. 2009.
- SANTOS, BA; BASTIANELLO CAMPAGNOL, PC; DA CRUZ, AG; GALVÃO, MTEL; MONTEIRO, RA; WAGNER, R; POLLONIO, MAR. Check all that apply and free listing to describe the sensory characteristics of low sodium dry fermented sausages: Comparison with trained panel. **Food Research International**. v. 76, Part 3, p. 725-734. 2015.

SCARCELLI, F. A evolução do mercado de queijo em 2014 e suas perspectivas. **Revista Leite e Derivados**, n. 152, p. 20-22. 2015.

SCHWAB, W; DAVIDOVICH-RIKANATI, R; LEWINSOHN, E. Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. **The Plant Journal**. v. 54, n. 4, p. 712-732. 2008.

SGARBIERI, VC. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**. v. 17, p. 397-409. 2004.

SHAHZAD, T; AHMAD, I; CHOUDHRY, S; SAEED, MK; KHAN, MN. Dpph free radical scavenging activity of tomato, cherry tomato and watermelon: Lycopene extraction, purification and quantification. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**. v. 6, n. SUPPL. 2, p. 223-228. 2014.

SHI, J; LE MAGUER, M. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 40, n. 1, p. 1-42. 2000.

SINGLETON, VL; ROSSI, JA. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. v. 16, n. 3, p. 144-158. 1965.

SINHA, N; DUA, D. Lycopene: Most potent antioxidant with endless benefits. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**. v. 6, n. 3, p. B838-B846. 2015.

SISO, MIG. The biotechnological utilization of cheese whey: A review. **Bioresource Technology**. v. 57, n. 1, p. 1-11. 1996.

SMITH, ST; METZGER, L; DRAKE, MA. Evaluation of whey, milk, and delactosed permeates as salt substitutes. **Journal of Dairy Science**. v. 99, n. 11, p. 8687-8698. 2016.

SMITHERS, GW. Whey and whey proteins—From ‘gutter-to-gold’. **International Dairy Journal**. v. 18, n. 7, p. 695-704. 2008.

SOFJAN, RP; HARTEL, RW. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**. v. 14, n. 3, p. 255-262. 2004.

SOTERIOU, GA; KYRIACOU, MC; SIOMOS, AS; GERASOPOULOS, D. Evolution of watermelon fruit physicochemical and phytochemical composition during ripening as affected by grafting. **Food Chemistry**. v. 165, p. 282-289. 2014.

SOUKOULIS, C; FISK, ID; BOHN, T. Ice Cream as a Vehicle for Incorporating Health-Promoting Ingredients: Conceptualization and Overview of Quality and Storage Stability. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 13, n. 4, p. 627-655. 2014.

SOUZA, JCB; COSTA, MDR; DE RENSIS, CMVB; SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico Ice cream: composition, processing and addition of probiotic. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. v. 21, n. 1, p. 155-165. 2010.

SUHAJ, M. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 19, n. 6-7, p. 531-537. 2006.

SUN-WATERHOUSE, D; EDMONDS, L; WADHWA, SS; WIBISONO, R. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. **Food Research International**. v. 50, n. 2, p. 647-656. 2013.

SUN, J; CHU, Y-F; WU, X; LIU, RH. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**. v. 50, n. 25, p. 7449-7454. 2002.

TACKET, CO; BINION, SB; BOSTWICK, E; LOSONSKY, G; ROY, MJ; EDELMAN, R. Efficacy of bovine milk immunoglobulin concentrate in preventing illness after *Shigella flexneri* challenge. **The American journal of tropical medicine and hygiene**. v. 47, n. 3, p. 276-283. 1992.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4 ed. rev. e ampl. Campinas, SP, Brasil: UNICAMP. 1 - 164. 2011.

TANG, X; HE, H; LIU, Y; ZHAO, X. Identification of aroma compounds in watermelon juice by SPMEGCMS. **Acta Horticulturae**. v. 944, p. 183-192. 2012.

TARAZONA-DÍAZ, MP; ALACID, F; CARRASCO, M; MARTÍNEZ, I; AGUAYO, E. Watermelon juice: Potential functional drink for sore muscle relief in Athletes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 61, n. 31, p. 7522-7528. 2013.

TARAZONA-DÍAZ, MP; VIEGAS, J; MOLDAO-MARTINS, M; AGUAYO, E. Bioactive compounds from flesh and by-product of fresh-cut watermelon cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 91, n. 5, p. 805-812. 2011.

THAIPONG, K; BOONPRAKOB, U; CROSBY, K; CISNEROS-ZEVALLOS, L; HAWKINS BYRNE, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 19, n. 6–7, p. 669-675. 2006.

THAMER, KG; PENNA, ALB. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 26, n. 3, p. 589-595. 2006.

THARP, BW. **Comportamento do sorvete no derretimento**. Brasil: Casquinha & Sorvete. 2008.

THOMAZINI, M; FRANCO, M. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Bol. SBCTA**. v. 34, n. 1, p. 52-59. 2000.

TILLMANS, J. Über die Bestimmung der elektrischen Reduktions-Oxydations-Potentiale und ihre Anwendung in der Lebensmittelchemie. **Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel**. v. 54, n. 1, p. 33-43. 1927.

TLILI, I; HDIDER, C; LENUCCI, MS; RIADH, I; JEBARI, H; DALESSANDRO, G. Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 24, n. 7, p. 923-928. 2011a.

\_\_\_\_\_. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 24, n. 3, p. 307-314. 2011b.

TOKUŞOĞLU, Ö; SWANSON, BG. **Improving food quality with novel food processing technologies**. CRC Press. 2014.

TÖRÖK, J. Participation of nitric oxide in different models of experimental hypertension. **Physiological research / Academia Scientiarum Bohemoslovaca**. v. 57, n. 6, p. 813-825. 2008.

UBER, WM. Citrullin, eine neue Aminosäure im presssaft der Wassermelone, *Citrullus vulgaris* schrad. **Biochem. Zeit**. v. 224, p. 420 – 429. 1930.

VAN DEN DOOL, H; DEC. KRATZ, P. A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography. **Journal of Chromatography A**. v. 11, p. 463-471. 1963.

VARGAS, M; CHÁFER, M; ALBORS, A; CHIRALT, A; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. Physicochemical and sensory characteristics of yoghurt produced from mixtures of cows' and goats' milk. **International Dairy Journal**. v. 18, n. 12, p. 1146-1152. 2008.

VICTORIA-CAMPOS, CI; ORNELAS-PAZ, JDJ; YAHIA, EM; FAILLA, ML. Effect of the Interaction of Heat-Processing Style and Fat Type on the Micellarization of Lipid-Soluble Pigments from Green and Red Pungent Peppers (*Capsicum annum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 61, n. 15, p. 3642-3653. 2013.

VIEGAS, MC; BASSOLI, DG. Utilização do índice de retenção linear para caracterização de compostos voláteis em café solúvel utilizando GC-MS e coluna HP-Innowax. **Química nova**. v. 30, p. 2031-2034. 2007.

VILLATORO, C; ALTISENT, R; ECHEVERRÍA, G; GRAELL, J; LÓPEZ, M; LARA, I. Changes in biosynthesis of aroma volatile compounds during on-tree maturation of 'Pink Lady®' apples. **Postharvest Biology and Technology**. v. 47, n. 3, p. 286-295. 2008.

WATANABE, A; OKADA, K; SHIMIZU, Y; WAKABAYASHI, H; HIGUCHI, K; NIIYA, K; KUWABARA, Y; YASUYAMA, T; ITO, H; TSUKISHIRO, T; KONDOH, Y; EMI, N; KOHRI, H. Nutritional therapy of chronic hepatitis by whey protein (non-heated). **Journal of Medicine**. v. 31, n. 5-6, p. 283-302. 2000.

WELLS, BJ; MAINOUS III, AG; EVERETT, CJ. Association between dietary arginine and C-reactive protein. **Nutrition**. v. 21, n. 2, p. 125-130. 2005.

WENGE, L; SHENGJIE, Z; ZHIQIANG, C; XUESHAN, W; ZHIHONG, Y; KING, SR. Lycopene and Citrulline Contents in Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit With Different Ploidy and Changes During Fruit Development. **In**: 2010.

WHITSON, ME; MIRACLE, RE; DRAKE, MA. Sensory characterization of chemical components responsible for cardboard flavor in whey protein. **Journal of Sensory Studies**. v. 25, n. 4, p. 616-636. 2010.

WOLFE, RR. Protein supplements and exercise. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 72, n. 2, p. 551s-557s. 2000.

WOODSIDE, JV; MCGRATH, AJ; LYNER, N; MCKINLEY, MC. Carotenoids and health in older people. **Maturitas**. v. 80, n. 1, p. 63-68. 2015.

WU, G; BAZER, FW; DAVIS, TA; KIM, SW; LI, P; MARC RHOADS, J; CAREY SATTERFIELD, M; SMITH, SB; SPENCER, TE; YIN, Y. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. **Amino Acids**. v. 37, n. 1, p. 153-168. 2009.

XISTO, ALRP. **Qualidade de melancia minimamente processada**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2007.

YADA, RY. **Proteins in Food Processing**. Woodhead Publishing. 689. 2004.

YAJIMA, I; SAKAKIBARA, H; IDE, J; YANAI, T; KAZUO, H. Volatile Flavor Components of Watermelon (*Citrullus vulgaris*). **Agricultural and Biological Chemistry**. v. 49, n. 11, p. 3145-3150. 1985.

YOO, KS; BANG, H; LEE, EJ; CROSBY, K; PATIL, BS. Variation of carotenoid, sugar, and ascorbic acid concentrations in watermelon genotypes and genetic analysis. **Horticulture Environment and Biotechnology**. v. 53, n. 6, p. 552-560. 2012.

ZECHMEISTER, L; POLGÁR, A. cis-trans Isomerization and Spectral Characteristics of Carotenoids and Some Related Compounds. **Journal of the American Chemical Society**. v. 65, n. 8, p. 1522-1528. 1943.

ZHANG, X; YANG, Y; WANG, Q. Lycopene can reduce prostate-specific antigen velocity in a phase ii clinical study in Chinese population. **Chinese Medical Journal**. v. 127, n. 11, p. 2143-2146. 2014.

## 9 ANEXOS

### Anexo A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

#### **1ª) Termo de esclarecimento:**

Prezado senhor (a), você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Características físicas e aceitação sensorial de picolé de melancia e sor

o de leite”, aprovada pelo sistema Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), órgão que tem como objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa no Brasil, além de contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Os objetivos deste estudo incluem produzir picolés à base de suco de melancia e avaliar as formulações obtidas por meio desse teste que você está sendo convidado (a) a participar.

Após concordar, e assinar a última folha, você responderá a um questionário socioeconômico, que solicitará seu endereço eletrônico, sexo, idade, escolaridade e renda familiar. Além disso, questionará se você gosta de picolé, se gosta de melancia e com qual frequência consome estes produtos.

Após o preenchimento do questionário, será aplicado um teste sensorial, de aceitação, a fim de obter o seu comportamento em relação a quatro amostras do picolé de melancia. A ficha de avaliação constará de escala de nove pontos, variando de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente” para os seguintes critérios: sabor, aroma, aparência, cor, textura, maciez e impressão global. Em seguida, você avaliará os critérios escrevendo todos os atributos sensoriais que melhor descrevem as amostras em sua opinião. Finalmente, você informará sua ordem de preferência em relação a cada uma das amostras apresentadas, sinalizando de forma crescente a codificação do menos preferido ao mais preferido. É pertinente informar que você tem o direito de recusar-se a responder às perguntas que ocasionem constrangimentos de qualquer natureza.

Para a realização do teste, você receberá uma porção de cada uma das quatro formulações. Os picolés serão apresentados todos de uma única vez, congelados em palitos, dentro de copo branco descartável e codificados aleatoriamente com números de três algarismos, além de água mineral para lavagem do palato entre uma amostra e outra.

Os produtos desenvolvidos podem ocasionar reação alérgica a algum componente da preparação. Assim, a fim de minimizar qualquer risco, serão apresentados a você os ingredientes das formulações: suco de melancia, soro de leite reconstituído, açúcar refinado e carboximetilcelulose. Os produtos estarão sendo servidos após análise microbiológica, de acordo com a legislação brasileira vigente. Vale ressaltar que as condições de acondicionamento e preservação das amostras serão mantidas de forma segura até o momento da oferta, não se tornando um risco de contaminação alimentar.

#### **2ª) Garantia de acesso:**

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis, Carolina Martins, que também poderá ser encontrada por meio do telefone: 96419-4009, e Adriano Gomes da Cruz, que também poderá ser encontrado por meio do telefone: 2533-7766. Caso tenha alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro/IFRJ – Rua Pereira de Almeida, 88 - Praça da Bandeira - Rio de Janeiro - RJ CEP: 20260-100, pelo telefone 3293-6000, ou através do e-mail: cep@ifrj.edu.br. É garantida a liberdade de querer não participar do projeto de pesquisa ou de retirar o consentimento a qualquer momento, em caso de aceitação, sem qualquer prejuízo.

Os cuidados com as fichas serão de competência dos pesquisadores envolvidos no projeto. As informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação e garantindo proteção contra qualquer tipo de discriminação e/ou condenação. Além disso, os pesquisadores se comprometem em utilizar os dados somente para esta pesquisa. Todos os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pela equipe responsável e não haverá compensação financeira pela sua participação.

#### **3ª) Consentimento**

Eu, \_\_\_\_\_, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com a pesquisadora responsável, acredito ter sido suficientemente informado (a) sobre o estudo. Ficaram claros quais os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, a garantia de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Assim, concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos. Além disso, poderei solicitar e receber a segunda via deste termo.



**4ª) Nome e Assinatura do Participante da Pesquisa, local e data.**

\_\_\_\_\_  
Nome do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante da Pesquisa

Rio de Janeiro, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**5ª) Nome e Assinatura da Pesquisadora Responsável, local e data.**

\_\_\_\_\_  
Nome da Pesquisadora Responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Pesquisadora Responsável

Rio de Janeiro, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Anexo B – Ficha de Análise Sensorial

Controle n°.: \_\_\_\_\_

### 1 – Questionário socioeconômico.

Nome: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Renda Familiar: \_\_\_\_\_

Gosta de picolé? \_\_\_\_\_

Com qual frequência consome este produto? \_\_\_\_\_

Gosta de melancia? \_\_\_\_\_

Com qual frequência consome este produto? \_\_\_\_\_

**2 – Você está recebendo quatro amostras de PICOLÉ DE MELANCIA. Por favor, avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever quanto você gostou ou desgostou em relação aos atributos: SABOR, AROMA, APARÊNCIA, COR, TEXTURA, MACIEZ e IMPRESSÃO GLOBAL. Inicie a avaliação da esquerda para a direita respeitando a ordem de apresentação das amostras.**

- 1- Desgostei muitíssimo
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei regularmente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei regularmente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei muitíssimo

AMOSTRA	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Maciez	Impressão Global
N°							

AMOSTRA	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Maciez	Impressão Global
N°							

AMOSTRA	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Maciez	Impressão Global
N°							

AMOSTRA	Sabor	Aroma	Aparência	Cor	Textura	Maciez	Impressão Global
N°							

**3 – Para cada amostra, individualmente, observe: SABOR, AROMA, APARÊNCIA e TEXTURA. Em seguida, escreva todos os atributos sensoriais que melhor descrevem as amostras em sua opinião. Evite termos afetivos (ex.: “Adorei”, “amei”, etc.), ou seja, tente ser o mais específico possível na sua resposta.**

Nº	Nº	Nº	Nº

**4 – Avalie as amostras, e coloque-as em ordem crescente de intensidade da preferência.**

\_\_\_\_\_                      \_\_\_\_\_                      \_\_\_\_\_                      \_\_\_\_\_  
**Menos preferido**                      <                      <                      **Mais preferido**

**5 – Caso necessário, deixe seu comentário.**

---



---



---



---



---



---



---



---



---