



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**ANGÉLICA PATRÍCIA BERTOLO**

**SORVETE À BASE DE SOJA COM ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL PELA  
ADIÇÃO DA BATATA YACON**

**LARANJEIRAS DO SUL**

**2014**

**ANGÉLICA PATRÍCIA BERTOLO**

**SORVETE À BASE DE SOJA COM ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL PELA  
ADIÇÃO DA BATATA YACON**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito parcial para obtenção  
de grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos  
da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Quast

LARANJEIRAS DO SUL

2014

**DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação**

Bertolo, Angélica Patrícia  
SORVETE À BASE DE SOJA COM ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL  
PELA ADIÇÃO DA BATATA YACON/ Angélica Patrícia Bertolo.  
-- 2014.  
84 f.:il.

Orientador: Ernesto Quast.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
engenharia de Alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2014.

1. Sorvete. 2. Soja. 3. Batata yacon. 4. Desidratação  
osmótica. I. Quast, Ernesto, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ANGÉLICA PATRÍCIA BERTOLO

**SORVETE À BASE DE SOJA COM ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL  
PELA ADIÇÃO DA BATATA YACON**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

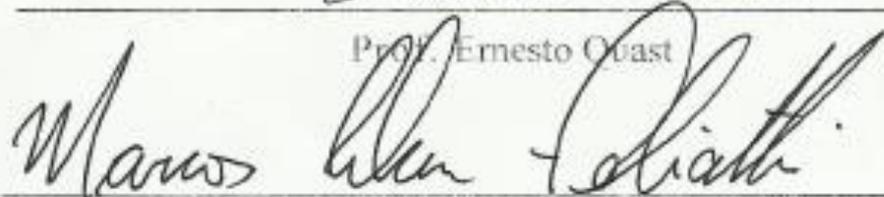
Orientador: Professor Dr. Ernesto Quast

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03 / 12 / 2014

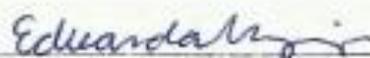
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ernesto Quast



Prof. Marcos Alceu Felicetti



Prof. Eduarda Molardi Bainy

Aos meus pais por todo amor, dedicação, paciência e compreensão. Por depositarem em mim toda confiança e por me direcionarem sempre para o melhor caminho. Pelos braços sempre abertos para me amparar em qualquer momento. Devo tudo, absolutamente tudo, a vocês, meus pais, meus eternos amores. Amo-os incondicionalmente.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus pela vida, por todas as bênçãos, por toda proteção.

Aos meus pais Deorildes e Ermínio Bertolo por terem feito de mim a mulher que sou hoje; pelo esforço diário para que eu pudesse concluir a graduação; por terem sido até hoje meus maiores exemplos de vida e minha base; pelo apoio e incentivo; por todo amor, carinho, compreensão, confiança e zelo.

Às minhas irmãs Cleusa, Elizete, Marizete, Clair e Silvane por todo amor, carinho, confiança e amizade; por todos os conselhos e momentos alegres que juntas compartilhamos.

Aos meus cunhados, sobrinhos e afilhados por todo apoio e alegrias que me proporcionam.

Às minhas melhores amigas Taiane, Tamara e Solange pela amizade, fidelidade, carinho e apoio.

Às minhas amigas da Universidade por estarem sempre por perto, por terem compartilhado comigo de muitos momentos de felicidade; pelas lágrimas e noites de estudo que jamais serão esquecidas. Em especial, agradeço as amigas Daiane, Meline, Valéria, Betina e Taize pela ajuda nas análises sensoriais.

A todos os demais amigos e colegas, um sincero muito obrigada.

Ao meu professor orientador Ernesto Quast, que nunca mediu esforços para me auxiliar, prestando grande ajuda, incentivo e apoio, além de sugestões e orientações no decorrer deste trabalho; por todo conhecimento transmitido, paciência e compreensão.

Aos meus professores que me orientaram em algum momento da graduação, Claudia Choma Bettega Almeida, Cátia Tavares dos Passos, Carlos José Raupp Ramos e Fábio Henrique Poliseli Scopel, muito obrigada pela oportunidade, carinho, confiança e apoio.

A todos os demais professores, obrigada por todo conhecimento transmitido, pelo pulso firme, pela dedicação e carinho. Se somos o que somos hoje, devemos muito a todos vocês, nossos eternos mestres. A admiração que sentimos por vocês professores é demasiadamente grande. Agradeço em especial, às professoras Eduarda Molardi Bainy e Larissa Bertan pelos conselhos e mãos sempre estendidas

para ajudar. Aos professores Marcos Felicetti e Eduarda Bainy pela participação na banca avaliadora.

Às técnicas dos laboratórios Fernanda Souza, Silvia Tormen e Vanessa Gomes da Silva por toda ajuda e disposição.

À Diêlo Alimentos Ltda, em especial à Dona Lucia, pela oportunidade de estágio e doação dos ingredientes utilizados na formulação do sorvete. Ao professor Luciano Tormen pela doação da batata yacon.

À todos vocês, meu respeito e gratidão.

À Universidade Federal da Fronteira Sul – Edital 134/UFFS/2014 - PRO-ICT/UFFS, pela concessão da bolsa de iniciação científica 2014/2015.

**Muito obrigada!**

## RESUMO

O presente trabalho objetivou o desenvolvimento de um produto inovador contendo componentes naturais com propriedades benéficas à saúde humana, bem como a substituição do leite de vaca pelo extrato de soja no processamento de sorvetes, propiciando alternativa para indivíduos intolerantes à lactose. A soja é considerada um dos alimentos mais ricos em nutrientes, sendo uma importante fonte de gorduras poli-insaturadas (ômega 3 e 6), aminoácidos essenciais e fibra alimentar. O presente trabalho também valoriza a batata yacon. Este tubérculo é considerado um alimento funcional, com importantes propriedades medicinais. Para utilização da batata yacon foi necessário adequar suas características ao processo tecnológico do sorvete, avaliando o método de inativação enzimática com diferentes concentrações de ácido ascórbico (0,5 e 1,0%). Avaliaram-se também diferentes parâmetros de desidratação osmótica, tais como: espessura das fatias (3 e 6 mm), tempo de tratamento (1, 2 e 4 h), concentração da solução osmótica de sacarose (40 e 60 °Brix) e proporção amostra/solução (1:2 e 1:4 p/p). Para cada ensaio foram definidos os percentuais de perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais. Para o desenvolvimento do sorvete foram utilizadas composições fixas de extrato desengordurado de soja, açúcar, gordura, estabilizante, emulsificante, saborizante e concentrações variáveis apenas da batata yacon. Tanto a batata yacon quanto o sorvete foram caracterizados quanto à composição centesimal: proteína bruta, lipídios, fibra bruta, carboidratos totais, cinzas e umidade. O sorvete formulado com 6% de batata yacon apresentou composição bastante distinta dos produtos tradicionais, podendo ser considerado fonte de proteína (12,71g/100g) e de fibras (3,73g/100g). Com a finalidade de avaliar a aceitabilidade dos avaliadores frente ao novo produto foram realizados testes de aceitação utilizando escala hedônica constituída por 9 pontos, em que foram avaliados os atributos: aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor, textura e consistência. Para todos os atributos a média mínima das notas atribuídas pelos provadores foi superior a 6,0 (gostei ligeiramente). A formulação em que foi adicionado *cappuccino* como saborizante obteve as melhores médias, todas superiores a 7,0 (gostei moderadamente), mostrando uma tendência de aceitação superior àquela formulação sem adição de saborizante. O sorvete à base de extrato de soja com adição de batata yacon é uma nova alternativa para os consumidores intolerantes à lactose e para aqueles que procuram uma alimentação mais saudável, apresentando-se como uma alternativa viável tanto do ponto de vista nutricional quanto de aceitação.

**Palavras-chave:** Sorvete. Soja. Batata yacon. Desidratação osmótica.

## ABSTRACT

This work aimed to develop an innovative product containing natural components with properties to human health, as well as the replacement of cow's milk by soy extract in ice cream processing, providing alternative for lactose intolerant individuals. The soy is considered a food rich nutrients, as an important source of polyunsaturated fats (omega 3 and 6), essential amino acids and dietary fiber. This work also enriches the yacon potato due to its health benefits. To use yacon potato was necessary to adapt its characteristics to the technological process of ice cream, evaluating the enzymatic inactivation method with different concentrations of ascorbic acid (0,5 and 1,0%). Also different parameters were evaluated osmotic dehydration, such as: thickness of the slices (3 and 6 mm), treatment time (1, 2 and 4 h), osmotic solution concentration of sucrose (40 to 60 °Brix) and proportion sample/solution (1:2 and 1:4 p/p). For each test the percentage of water loss, solid gain and final content of total solids was evaluated. For the development of ice cream were used fixed compositions of soy extract, sugar, fat, stabilizer, emulsifier and varying concentrations only yacon potato. The yacon potato *in natura* and ice cream were characterized for chemical composition: crude protein, fat, crude fiber, total carbohydrates, ash and moisture. The ice cream formulated with 6% of yacon potato presented very different composition of traditional products, can be considered an excellent source of protein (12,71g/100g) and good source of fiber (3,73g/100g). In order to know the acceptability of the new product acceptance testing were performed using hedonic scale consists of 9 points, which evaluated the attributes: global acceptance, appearance, color, aroma, taste, texture and consistency. For all attributes the minimum mean grade was greater than 6.0 (like slightly). The formulation that was added cappuccino got the best means, all above 7.0 (liked moderately), showing a trend of higher acceptance to that formulation not containing added flavoring. The ice cream of soymilk base with addition of yacon potato is a new alternative for consumers who want healthy eating and lactose intolerant, presenting itself as a viable alternative from a nutritional point of view and acceptance.

Keywords: Ice cream. Soy. Yacon potato. Osmotic dehydration.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do processo de fabricação do sorvete.....	24
Figura 2 – Parte aérea e parte subterrânea da planta de yacon .....	33
Figura 3 – Batata yacon <i>in natura</i> .....	33
Figura 4 – Produtos processados de Yacon; amostras do Brasil, Peru e Japão.....	36
Figura 5 – Fluxograma do processamento da batata yacon .....	41
Figura 6 – Sanitização (1) .....	42
Figura 7 – Fatiamento da batata yacon (2) .....	43
Figura 8 – Inativação enzimática (3) .....	43
Figura 9 – Desidratação osmótica (4) .....	44
Figura 10 – Drenagem da solução osmótica - Enxágue (5) .....	44
Figura 11 – Absorção do excesso de água (6).....	45
Figura 12 – Processo de desidratação osmótica.....	46
Figura 13 – Desidratação das fatias de yacon (6).....	47
Figura 14 – Fluxograma do processo de fabricação do sorvete.....	48
Figura 15 – Pesagem dos ingredientes (1) .....	49
Figura 16 – Mistura dos ingredientes (2).....	49
Figura 17 – Batimento na sorveteira (3).....	50
Figura 18 – Acondicionamento do sorvete (4).....	50
Figura 19 – Congelamento/estocagem do sorvete (5) .....	50
Figura 20 – Análise sensorial .....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química (% da massa seca), acidez e pH de raízes de Yacon .....	35
Tabela 2 – Formulações do sorvete à base de soja .....	48
Tabela 3 – Perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais em função da espessura, tempo de desidratação e proporção xarope/amostra, com solução de 40 °Brix, em temperatura constante (23 °C±1).....	57
Tabela 4 – Perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais em função da espessura, tempo de desidratação e proporção xarope/amostra, com solução de 60 °Brix, em temperatura constante (23 °C±1).....	59
Tabela 5 – Médias da análise sensorial das diferentes formulações de sorvetes para todos os atributos avaliados .....	61
Tabela 6 - Continuação da Tabela 5 .....	61
Tabela 7 – Resultado de pH e acidez titulável durante o tempo de armazenamento	66
Tabela 8 – Composição centesimal do Yacon <i>in natura</i> (em base úmida).....	67
Tabela 9 – Comparação da composição centesimal do yacon <i>in natura</i> (BS) .....	67
Tabela 10 – Caracterização físico-química do sorvete com adição de batata yacon (BS) .....	69
Tabela 11 – Médias da análise sensorial dos sorvetes para todos os atributos avaliados. ....	70
Tabela 12 – Continuação da Tabela 11 .....	70

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo de sorvetes no Brasil .....	20
Gráfico 2 – Área das principais culturas no Brasil .....	28
Gráfico 3 – Produtores mundiais de soja .....	29
Gráfico 4 – Perda de água (%) e incorporação de sólidos (%) das fatias de yacon submetidos à desidratação com solução de 40 °Brix, em função do tempo. ....	58
Gráfico 5 – Histograma das notas obtidas para o atributo aceitação global em função do percentual de yacon adicionado.....	62
Gráfico 6 – Histograma das notas obtidas para o atributo aparência em função do percentual de yacon adicionado.....	63
Gráfico 7 – Histograma das notas obtidas para o atributo cor em função do percentual de yacon adicionado.....	63
Gráfico 8 – Histograma das notas obtidas para o atributo aroma em função do percentual de yacon adicionado.....	64
Gráfico 9 – Histograma das notas obtidas para o atributo sabor em função do percentual de yacon adicionado.....	64
Gráfico 10 – Histograma das notas obtidas para o atributo textura em função do percentual de yacon adicionado.....	65
Gráfico 11 – Histograma das notas obtidas para o atributo consistência em função do percentual de yacon adicionado.....	65

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVAS</b> .....	16
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
3.1	OBJETIVO GERAL.....	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
4.1	SORVETE.....	19
4.1.1	Composição do sorvete .....	20
4.1.2	Processamento tecnológico do sorvete .....	23
4.2	SOJA.....	27
4.2.1	Produção.....	28
4.2.2	Composição química da soja .....	29
4.2.3	Extrato de soja .....	30
4.2.4	Lecitina de soja .....	31
4.3	BATATA YACON.....	32
4.3.1	Composição química da batata yacon .....	34
4.3.3	Produtos à base de batata yacon .....	35
4.3.4	Inativação enzimática.....	36
4.4	DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	38
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	40
5.2	MATERIAL.....	40
5.2	MÉTODOS.....	40
5.2.1	Processamento da batata yacon .....	41
5.2.2	Avaliação da desidratação osmótica da batata yacon .....	45
5.2.3	Estudo para obtenção do sorvete à base de soja.....	47
5.2.4	Análise de aceitação ao consumo do sorvete à base de soja com adição da batata yacon.....	51
5.2.5	Análises microbiológicas.....	52
5.2.6	Análise de vida de prateleira.....	52
5.2.4	Caracterização da batata yacon e do sorvete .....	53
5.2.7	Estudo para uso de saborizante na formulação do sorvete .....	55

5.2.8 Tratamento dos dados – Análise estatística .....	55
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>56</b>
6.1 PROCESSAMENTO DA BATATA YACON .....	56
<b>6.1.1 Inativação enzimática</b> .....	<b>56</b>
<b>6.1.2 Avaliação da desidratação osmótica da batata yacon</b> .....	<b>57</b>
6.2 ANÁLISE DE ACEITAÇÃO AO CONSUMO DO SORVETE À BASE DE SOJA COM ADIÇÃO DA BATATA YACON.....	61
6.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	66
6.4 ANÁLISE DE VIDA DE PRATELEIRA .....	66
6.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BATATA YACON E DO SORVETE .....	67
6.6 ANÁLISE DE ACEITAÇÃO AO CONSUMO DO SORVETE À BASE DE SOJA COM ADIÇÃO DE BATATA YACON E SABORIZANTE .....	70
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>
<b>APÊNDICE A</b> – Termo de consentimento livre e esclarecido .....	<b>80</b>
<b>APÊNDICE B</b> – Ficha de análise sensorial .....	<b>81</b>
<b>ANEXO A</b> – Resultados das análises microbiológicas.....	<b>82</b>
<b>ANEXO B</b> – Resultados das análises físico-químicas do sorvete.....	<b>81</b>
<b>ANEXO C</b> – Resultados das análises físico-químicas da batata yacon .....	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É notável o crescente interesse da população brasileira em consumir alimentos mais saudáveis, relacionando dieta, saúde e bem-estar. Por esse motivo, a indústria alimentícia volta-se ao desenvolvimento de novos produtos que alegam vantagem no consumo. Esses alimentos são ditos funcionais, que desempenham importantes propriedades benéficas à saúde do consumidor, reduzindo o risco de doenças crônico-degenerativas, além de fornecer os nutrientes básicos e proporcionar a satisfação do paladar do consumidor brasileiro. Dentre esses alimentos funcionais, os produtos derivados da soja ganham destaque em função de suas alegações de saúde.

O sorvete é uma das sobremesas mais apreciadas em todo o mundo, podendo ser definido basicamente, como um preparado sólido, semi-sólido ou pastoso, obtido através do congelamento simultâneo ou posterior à mistura das matérias primas. Seus principais constituintes são: leite, açúcar, gordura e estabilizantes (ORDÓÑEZ, 2005).

No Brasil, as indústrias sorveteiras aplicam o leite de vaca como o principal constituinte do sorvete, e levando em consideração o crescente número de pessoas com intolerância ao leite, causada por seu açúcar, a lactose, e partindo dos já conhecidos benefícios advindos pelo consumo da soja, o presente trabalho apresenta uma alternativa ao uso de derivados da soja, aplicado nas indústrias sorveteiras, como substituto do leite de vaca.

Atualmente a aplicação de soja em produtos alimentícios vem crescendo progressivamente e é considerado por muitos pesquisadores um produto bastante promissor. O extrato de soja é um produto elaborado a partir dos grãos da soja, desidratada e moída, representando uma excelente fonte de proteínas, baixa quantidade de gordura quando comparado ao leite de vaca e, além disso, não contém colesterol em sua composição e é de fácil digestão.

É de conhecimento ainda, a importância econômica da soja no Brasil. Nesse aspecto, a possibilidade do consumo de sorvete à base de soja, beneficiará em suma, duas principais vertentes: a saúde do consumidor, pelos benefícios hoje já descritos pelo consumo de produtos à base de soja e o fortalecimento da economia do país.

Como citado inicialmente, a demanda do mercado atual está direcionada a produtos com elevado valor nutricional e que desempenham efeito benéfico à saúde do consumidor. Dessa forma, o presente trabalho também traz apelo científico quanto à utilização da batata yacon para enriquecimento nutricional/funcional do sorvete. Dentre as propriedades benéficas ao consumo do yacon pode-se citar a presença de antioxidantes, compostos fenólicos e fruto-oligossacarídeos (KOTOVICZ, 2011).

Para tanto, foi necessário analisar as propriedades da batata yacon, para qualidade no processo, e emprega-la de acordo com seus benefícios. Além disso, para a utilização do yacon como um ingrediente do sorvete, foi necessário processá-lo. Dessa forma, foram utilizados os métodos já descritos na literatura para inativação enzimática e desidratação osmótica.

A análise estatística foi realizada nas últimas etapas da pesquisa através de avaliação por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e testes de médias de Tukey, onde o objetivo maior é a interpretação em nível de aceitação, sobre as características do sorvete, referente às respostas dos avaliadores, e possibilidade de comparação com a adição de saborizantes.

Pelo acima exposto, nota-se que o desenvolvimento de um produto com elevado grau de benefícios em função do seu consumo traz um forte apelo mercadológico. O sorvete por ser uma sobremesa bastante consumida e tendo a soja como seu componente principal, essa com seu “*marketing*” próprio e ainda, com a adição da batata yacon visando melhorar as propriedades nutricionais desse sorvete, reforçará de forma positiva a visão do consumidor quanto ao consumo desse novo alimento, tendo em vista a tendência do mercado atual.

O sorvete à base de extrato de soja com adição de batata yacon é uma nova alternativa para os consumidores intolerantes à lactose e para àqueles que procuram uma alimentação mais saudável.

## 2 JUSTIFICATIVAS

De acordo com a Empresa Brasileira Agropecuária – Embrapa (2009/2010), o Brasil é o segundo maior produtor de soja mundialmente, perdendo somente para os EUA. O Brasil tem uma produtividade média de 2941 kg por hectare. Muitos produtos baseados na soja já foram lançados no mercado, entre eles, o leite de soja, o tofu, a proteína texturizada de soja, o extrato de soja e a farinha de soja. Esses alimentos citados são os mais conhecidos sobre o ponto de vista de composição e também de processamento.

Tendo em vista suas propriedades funcionais e sua importância econômica para o país, torna-se necessário que a soja seja vista com maior atenção por parte dos pesquisadores. As pesquisas devem proporcionar um maior emprego dessa leguminosa na fabricação de outros produtos, procurando alcançar a mesa da grande maioria da população. A ideia quanto ao sorvete à base de extrato de soja, surgiu, primeiramente, devido aos seus benefícios já bastante conhecidos (fonte de gorduras poli-insaturadas e aminoácidos essenciais). É necessário que se crie métodos alternativos para que o consumo de soja aumente significativamente e, principalmente, para que as pessoas passem a criar o hábito do consumo de alimentos provenientes da soja.

Além disso, é conhecido o problema de intolerância humana causada pela ingestão do açúcar do leite – a lactose. A origem dessa intolerância se dá pela deficiência de  $\beta$  – *galactosidase* que é produzida pelas células da mucosa intestinal. Nos casos de pessoas intolerantes, a lactose se comporta como um açúcar de absorção lenta e/ou nula. Os coliformes presentes no intestino fermentam-a, produzindo gás, resultando em flatulência, inflamação e possíveis diarreias (ORDÓÑEZ, 2005). Em vista disso, a aplicação de um derivado da soja no processamento de sorvetes parece ser uma alternativa bastante atrativa.

Além do já citado, é válido destacar ainda, que o emprego da batata yacon ao sorvete à base de soja pode ser bastante benéfico, não apenas em relação aos nutrientes que proporcionará ao sorvete, mas também como fator de promoção regional, já que a partir do seu uso, a batata yacon poderá ser produzida pelos

pequenos agricultores da região, tendo em vista que seu plantio não apresenta dificuldades técnicas nem econômicas (QUINTEROS, 2000).

### 3 OBJETIVOS

Desenvolver um novo produto, com propriedades benéficas à saúde e valorizando matérias primas regionais.

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um sorvete à base de soja, com utilização da batata yacon para enriquecimento nutricional, proporcionando valorização da matéria prima e fornecer alternativa ao consumidor intolerante à lactose.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar física e quimicamente a batata yacon;
- Avaliar o processamento da batata yacon (inativação enzimática);
- Avaliar parâmetros da desidratação osmótica (espessura, concentração da solução, proporção amostra:solução);
- Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas do sorvete;
- Avaliar a aceitação sensorial da adição de batata yacon no processamento de sorvetes;
- Avaliar o perfil sensorial e a aceitação dos consumidores de sorvete quanto a utilização do extrato de soja e adição de batata yacon;
- Avaliar a adição de saborizante (cappuccino) e a aceitação deste;
- Avaliar a vida de prateleira do sorvete.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será realizada uma revisão bibliográfica sobre sorvetes (produção/consumo, composição, processo tecnológico), soja (produção, composição, produtos derivados), batata yacon (aspectos principais, propriedades funcionais, inativação enzimática) e desidratação osmótica aplicada a alimentos.

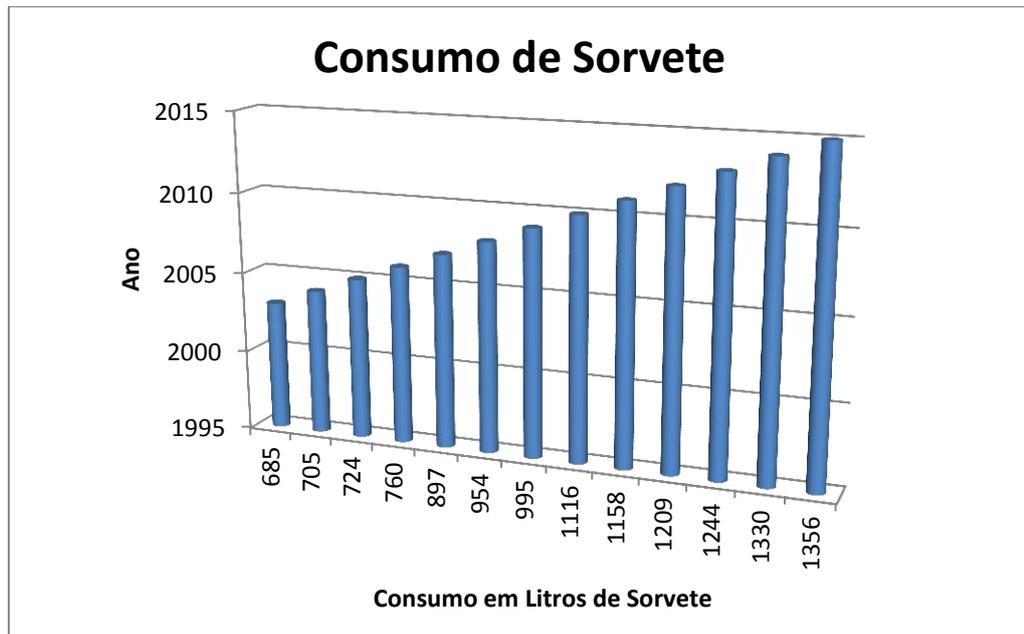
### 4.1 SORVETE

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, resolução RDC n. 266 de 22 de setembro de 2005, sorvete ou gelado comestível é um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a comercialização (ANVISA, 2005).

O sorvete é uma das sobremesas mais apreciadas em todo o mundo, podendo ser definido basicamente, como um preparado sólido, semi-sólido ou pastoso, obtido através do congelamento simultâneo ou posterior à mistura das matérias-primas. O sorvete é uma mistura heterogênea, muito sujeita a alterações devido às variações de temperatura durante o processamento tecnológico (ORDÓÑEZ, 2005).

Conforme a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (ABIS, 2014) o consumo de sorvetes no Brasil cresceu de maneira expressiva na última década, apresentando um crescimento superior a 81%. Em 2013 o consumo chegou a 1244 milhões de litros de sorvete, colocando o Brasil como o quarto produtor mundial (5,2 litros per capita por ano), ficando atrás apenas da Europa, Noruega e Suécia. O Gráfico 1 apresenta o consumo de sorvetes no Brasil.

Gráfico 1 – Consumo de sorvetes no Brasil



Fonte: ABIS, 2014. \*Consumo em milhões de litros (em azul) – Brasil

Como pode ser observado pelo gráfico acima, o consumo de sorvetes no Brasil cresce de maneira linear. O consumo dos anos 2014 e 2015 foram projetados pelo modelo de projeção aritmética em função dos resultados anteriores de consumo anual.

Além do valor nutricional, o sorvete tem a característica de alta digestibilidade, quando bem homogeneizado. Esses fatores associados a outras características como sabor doce e textura macia, fazem do sorvete um alimento ideal para todas as idades e estações do ano (CASTILHO, 1992 apud RECHSTEINER, 2009).

Conforme Castilho (1992 apud RECHSTEINER, 2009) “o sorvete exerce função terapêutica, onde, pelo resfriamento, ocorre o descongestionamento da mucosa gástrica inflamada e estimula a secreção das enzimas digestivas”. Uma pesquisa da ABIS com a área médica aponta que o consumo de sorvete é indicado para aliviar dor de garganta além de evitar hemorragia e diminuir a inflamação (FINAMAC, 2013). Como se pode notar, o consumo de sorvete é capaz de unir a nutrição com o prazer.

#### 4.1.1 Composição do sorvete

A composição do sorvete é bastante variada de acordo com o fabricante e também com a região/local de produção/comercialização. Sabe-se que o principal constituinte do sorvete é o leite, representando 60% da mistura, e por isso, sua qualidade deve ser monitorada em todas as etapas de processo, desde a obtenção do leite como matéria prima, até a utilização deste, como ingrediente na fabricação do sorvete (ORDÓÑEZ, 2005).

A composição do sorvete interfere nas suas características físicas visto que está relacionada com o processo, qual influenciará diretamente o estado de agregação dos glóbulos de gordura, a quantidade de ar incorporada, o tamanho das bolhas de ar, a viscosidade da fase aquosa e o tamanho e estado de agregação dos cristais de gelo (DICKINSON & STAINSBY, 1982 apud RECHSTEINER, 2009).

Além do leite, principal componente, o sorvete possui outros ingredientes de grande importância, como as gorduras, as proteínas, os açúcares e os estabilizantes (CADENA, 2008). A variação na composição do sorvete é de 8 a 20% de gordura, 8 a 15% de sólidos não gordurosos do leite, 13 a 20% de açúcar e 0 a 0,7% de emulsificante-estabilizante (ARBUCKLE, 1977 apud RECHSTEINER, 2009).

O açúcar é o segundo ingrediente de maior importância na fabricação do sorvete, pois além de proporcionar o sabor e o dulçor, também confere corpo ao sorvete, com aumento de viscosidade e diminuição do ponto de congelamento. Quando se deseja obter um sorvete mais cremoso, é essencial baixar o seu ponto de congelamento. Os açúcares de maior utilização pela indústria sorveteira são a sacarose, glucose xarope ou pó, dextrose e a lactose (ORDÓÑEZ, 2005).

A gordura é responsável por dar corpo, cremosidade e maior incorporação de ar durante o processo de fabricação do sorvete. Ela confere ainda, a textura do sorvete, estando diretamente relacionada com a viscosidade da mistura (ORDÓÑEZ, 2005). A composição dos ácidos graxos presentes na gordura varia de acordo com sua origem e relaciona-se ao estado físico da gordura e, dessa forma, com a textura final do sorvete. Quanto maior for o ponto de fusão da gordura, maior será o grau de dureza do sorvete e também maior é a sua resistência ao derretimento. Por outro lado, as gorduras com ponto de fusão menor, conferem texturas mais macias e cremosas, quesito muito apreciado pelo consumidor. No processamento do sorvete,

as fontes de gordura com maior utilização são as de origem láctea (manteiga e creme de leite) e de origem vegetal (soja, coco, palma, algodão) (MIKILITA, 2002).

As proteínas são bastante importantes no processamento do sorvete, visto que possuem propriedades capazes de baixar o ponto de congelamento, aumentar a viscosidade e estabilizar a espuma, devido a sua capacidade de cobrir a superfície dos glóbulos de gordura e das bolhas de ar. Também são importantes a nível sensorial, já que a intensidade e o tempo de permanência do sabor na boca relacionam-se ao conteúdo de sólidos da mistura (ORDÓÑEZ, 2005).

Os estabilizantes quando utilizados em quantidades corretas, proporcionam uma melhor qualidade no produto final. A função dos estabilizantes é inibir a formação de cristais de gelo, oferecer suavidade ao sorvete e proporcionar uniformidade ao produto por formar um elo de ligação de todos os constituintes, além de oferecer resistência ao derretimento (RECHSTEINER, 2009). Pode-se obter a propriedade estabilizante, com a integração de agentes emulsificante e espessante (ORDÓÑEZ, 2005).

A composição a ser utilizada durante o processamento do sorvete interferirá de maneira significativa nas características do produto final. Atualmente as indústrias sorveteiras utilizam uma ampla gama de ingredientes, considerando características como custo, processo, propriedades tecnológicas (viscosidade, ponto de congelamento e aeração), aroma, corpo, textura, valor nutricional, cor e palatabilidade do produto final (XAVIER, 2009).

Para atender aos consumidores que procuram alimentos *light*, vários fabricantes vêm inovando com a substituição dos ingredientes calóricos por substitutos de gordura e do açúcar. O sorvete é um produto capaz de atender a demanda atual, podendo ser elaborado com ingredientes diversificados, substituindo matérias primas e ingredientes tradicionais por outros que têm finalidade similar, tornando-se também uma alternativa para o aproveitamento de subprodutos da indústria láctea como o soro de leite e seus derivados, por serem nutritivos e de baixo custo (MALANDRIN et. al., 2001).

A aplicação da soja no processamento do sorvete se mostra como uma importante iniciativa, visto que, a demanda atual exige maior investimento na produção de produtos com menor valor calórico justificado pelo crescente número de indivíduos com sobrepeso e obesidade na população mundial e na população

brasileira, como mostrou a Pesquisa de Orçamento Familiar realizada pelo IBGE (CADENA, 2008). Além disso, um levantamento feito pela Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) aponta um crescimento de 20% ao ano no consumo de alimentos funcionais no Brasil nos últimos cinco anos (SORVETES & CASQUINHAS, 2010).

Também é importante destacar que a aplicação da soja ao sorvete apresentará uma alternativa de consumo para pessoas intolerantes à lactose, que são obrigadas a eliminar o leite e seus derivados, como o sorvete, por exemplo, de sua dieta a fim de evitar desconfortos e até mesmo complicações gastrointestinais mais graves.

A lactose está presente em diversos tipos de leite, e todos os mamíferos, inclusive o ser humano, quando nascem em condições normais, estão aptos a digerir este açúcar. No entanto, 75% da população mundial sofre de intolerância à lactose (UGGIONI & FAGUNDES, 2006), que é uma inabilidade para digerir completamente esse dissacarídeo predominante no leite (TÉO, 2002).

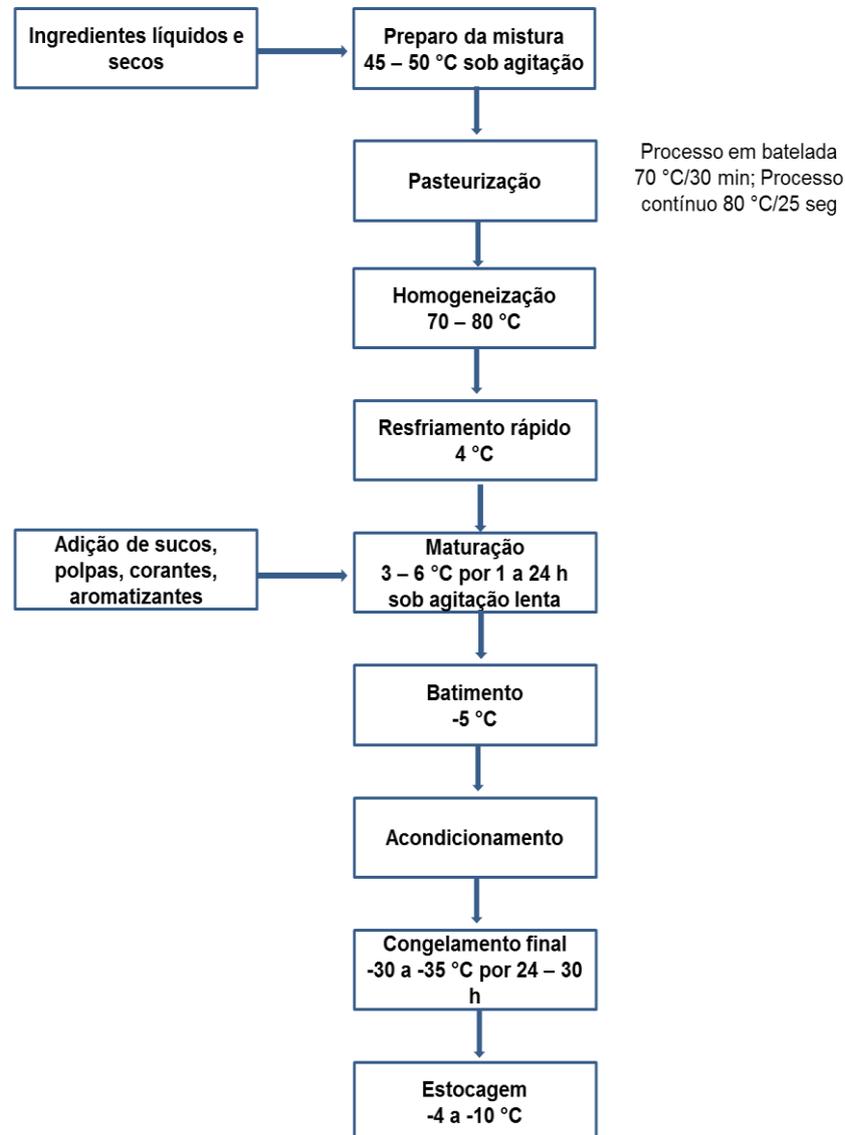
Para que possa ser assimilada pelo organismo é necessário que a lactose seja hidrolisada em galactose e glicose no intestino delgado, pela ação da enzima lactase, também chamada de beta galactosidase (TÉO, 2002). A ausência dessa enzima na mucosa intestinal implica na não absorção e utilização do açúcar (UGGIONI & FAGUNDES, 2006).

#### **4.1.2 Processamento tecnológico do sorvete**

A elaboração de sorvete consiste, primeiramente, no preparo de uma mistura "base" e sua posterior divisão em porções, para o fabrico de produtos com os mais diferentes sabores. A estas "bases" neutras, acrescenta-se o sabor (frutas, polpas ou sucos), conseguindo-se o produto final (RECHSTEINER, 2009).

As etapas que envolvem o processo de fabricação do sorvete são apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de fabricação do sorvete



Fonte: Adaptado de MIKILITA, 2002.

Destas etapas apresentadas na Figura 1, algumas possuem maior importância ao processo e por isso, encontram-se abaixo fundamentadas:

- **Pasteurização:** Trata-se de um tratamento térmico aplicado à mistura para conferir estabilidade microbiológica e enzimática ao produto. Esta etapa caracteriza-se como uma etapa de risco, já que tem a finalidade de eliminar possíveis micro-organismos patogênicos, bem como reduzir o número de micro-organismos psicrófilos patogênicos que possam estar presentes. A pasteurização tem ainda a função de estabilizar e auxiliar na estrutura e consistência do produto final, facilitando a hidratação das proteínas e estabilizando, e melhorando assim o teor da mistura das

matérias primas. A legislação brasileira estabelece como condições de tratamento térmico para gelados comestíveis o processo em batelada, descontínuo, no qual a mistura é aquecida a 70 °C por 30 min e processo contínuo, em que a temperatura atinge 80 °C durante 25 s. O binômio tempo x temperatura podem ser variados, desde que se consiga a mesma destruição de micro-organismos patogênicos (ANVISA, 1999).

- Homogeneização: Têm por finalidade reduzir o diâmetro dos glóbulos de gordura, com possibilidade de obtenção de uma emulsão mais estável, uma melhor solubilização e hidratação dos sólidos, além de diminuir o tempo de maturação das misturas (SANDROU; ARVANITTOYANNIS, 2000 apud MIKILITA, 2002). A mistura é admitida em um cilindro, onde um pistão força a sua passagem por meio de um orifício bem pequeno, sob condições controladas de pressão e temperatura (SIBÈR, 1999 apud MIKILITA, 2002). A homogeneização ocorre somente quando a gordura está líquida, em temperaturas superiores a 50 °C. A temperatura recomendada para essa etapa está na faixa entre 68 a 77 °C, uma vez que temperaturas inferiores tendem a elevar a viscosidade da mistura em razão da aglutinação dos glóbulos de gordura (MOSQUIM, 1999 apud MIKILITA, 2002). Além da temperatura de homogeneização, outro fator a considerar durante esta etapa é a pressão que pode ser variada dependendo da composição da mistura, em especial, com o teor de gordura.
- Resfriamento rápido: O resfriamento se dá em temperatura de 4 °C, por um período curto de tempo, onde o objetivo principal é evitar a multiplicação microbiana de micro-organismos que possam ter sobrevivido à pasteurização. Além disso, realiza-se essa etapa para prevenir a viscosidade excessiva, o que impediria o derretimento suave do produto final (SOLER; VEIGA, 2001).
- Maturação: A maturação do sorvete é realizada em um tanque ou tina de maturação durante 1 a 24 h, na temperatura de até 6 °C, onde se faz o uso de agitação lenta e constante. O objetivo dessa etapa é promover a completa hidratação do estabilizante, o aumento dos glóbulos de gordura pela proteína e a cristalização da gordura. O tempo de repouso combinado com a baixa temperatura da mistura é o que se denomina de envelhecimento ou maturação (COSTA; LUSTOZA, 2000 apud MIKILITA, 2002).

- Batimento e congelamento parcial: Nesta etapa a mistura é rapidamente congelada em temperaturas de -5 a -7 °C e agitada em batedeiras ou produtoras para promover a incorporação de ar e limitar o tamanho dos cristais de gelo que serão formados onde consegue-se uma mudança drástica de viscosidade e aparência física devido a formação de cristais de gelo (GOFF, 2002 apud MIKILITA, 2002). Como consequência a fase líquida existente torna-se mais concentrada, mudando sucessivamente o ponto de congelamento da mistura e promovendo a concentração das substâncias solúveis, até que não haja mais a formação de cristais de gelo. O sorvete é retirado da máquina produtora com uma consistência semi-sólida, com aproximadamente metade da água congelada (SOLER; VEIGA, 2001).
- Endurecimento e Congelamento Final: Esta etapa é realizada em câmaras ou túneis de congelamento com temperaturas em torno de -30 a -35 °C, onde se completa o congelamento de aproximadamente 80% da água presente no produto. O tempo de endurecimento varia de 24 a 30 h de acordo com o tamanho e formato da embalagem, da velocidade e temperatura do ar de resfriamento, da temperatura de extrusão, da composição da mistura e do *overrun* (incorporação de ar) do produto (MOSQUIM, 1999 apud MIKILITA, 2002).

De acordo Ordóñez (2005), o congelamento é o principal responsável pela coesão dos constituintes que conferem a emulsão, suspensão, gel e espuma do sorvete. Devido às várias etapas das quais o sorvete passa até ser consumido, o controle da temperatura é fundamental, visto que esta encontra-se diretamente relacionada com a qualidade do produto final. Os choques térmicos que ocorrem, principalmente, durante o transporte desenvolvem alterações indesejáveis ao sorvete. A alteração mais significativa é dada pelo crescimento de cristais de gelo que promovem desagradáveis sensações durante o consumo, tornando o sorvete áspero (CAMPOS, 2003).

A partir da fabricação até o momento do consumo, os sorvetes ficam sujeitos a variações de temperaturas. Estes choques térmicos permitem o crescimento de cristais de gelo, tornando a textura áspera. A função dos estabilizantes é inibir a formação desses cristais de gelo, produzindo suavidade no corpo e textura, além de uniformidade ao produto e resistência ao derretimento (CAMPOS, 2003).

## 4.2 SOJA

A soja é considerada um dos alimentos mais ricos em nutrientes, sendo uma importante fonte de proteína, vitaminas, sais minerais e fibra alimentar. As características químicas e nutricionais da soja agregam a ela um grande valor, qualificando-a como um alimento funcional (BERGEROT, 2003).

Em sua composição encontramos de 35 a 40% de proteínas de alto valor biológico (contendo os 10 aminoácidos essenciais em teor adequado, exceto a metionina). A soja contém de 18 a 22% de lipídios, vitamina A, complexo B, vitaminas C e E, magnésio, enxofre, cloro e potássio (ORNELLAS, 2001 apud LIVRARI & MAURÍCIO, 2008). Possui também isoflavonas e ácidos graxos instaurados (FRIAS, 2003).

No entanto, este alimento altamente nutritivo é ainda pouco visto na dieta brasileira. O principal fator que limita o consumo de soja é seu sabor, considerado amargo, adstringente e rançoso, resultante da ação da lipoxigenase. Todavia, a ação desta enzima pode ser evitada com um tratamento térmico próximo de 100 °C por 5 a 10 min (BEDANI et al., 2007).

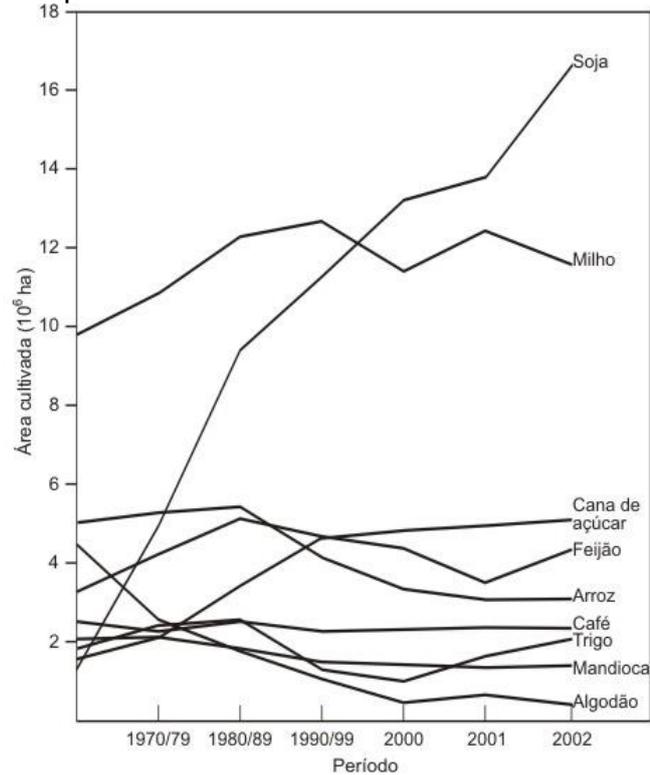
É de conhecimento que a demanda do mercado atual está relacionada à busca por alimentos mais nutritivos e saudáveis, principalmente, com baixa caloria e sem colesterol. Desta forma, a procura por alimentos provenientes da soja vêm crescendo de maneira expressiva. Com relação ao conceito de alimento funcional, a soja abre perspectivas às indústrias alimentícias para o desenvolvimento de diversas formulações alimentares.

Diante dos fatos, a indústria brasileira passou a utilizar a soja e derivados em combinação com outras matérias primas, especialmente cereais, reduzindo o custo e gerando produtos com maior conteúdo protéico. Apesar disso, o Brasil ainda utiliza somente 3% do total da produção para alimentação humana. Vale ressaltar ainda que 70% da produção nacional é exportada na forma de grão *in natura* (RODRIGUES & MORETTI, 2008).

### 4.2.1 Produção

A soja é um dos produtos agrícolas mais importantes do Brasil, liderando o primeiro lugar na produção nacional desde o ano de 2000, como mostra o Gráfico 2.

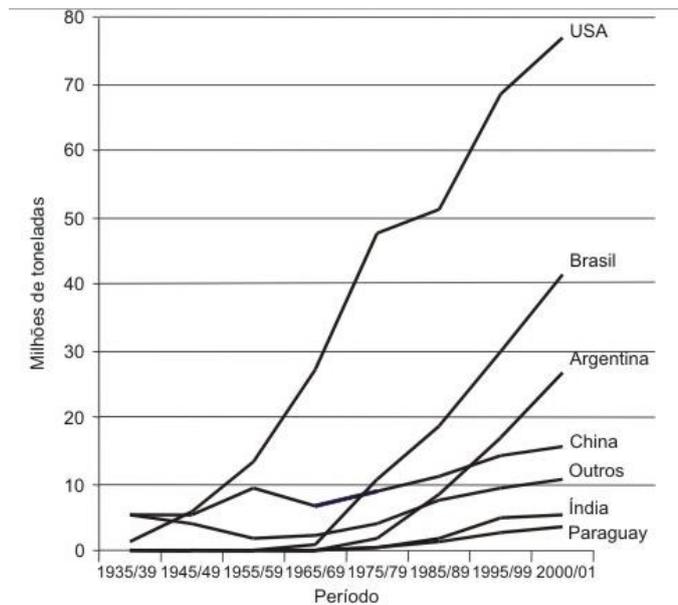
Gráfico 2 – Área das principais culturas no Brasil



Fonte: EMBRAPA, 2014

De acordo com a Empresa Brasileira Agropecuária – Embrapa (2009/2010), o Brasil é o segundo maior produtor de soja em nível mundial, perdendo somente para os EUA. O Brasil tem uma produtividade média de 2941 kg por hectares. O Gráfico 3 apresenta o crescimento da produção de soja no Brasil comparado com outros países produtores entre os anos de 1935/2001.

Gráfico 3 – Produtores mundiais de soja



Fonte: USDA apud EMBRAPA, 2014

Conforme dados do IBGE (2008) em 2007 a produção nacional de soja chegou a 58 milhões de toneladas. O Estado de Mato Grosso é líder na produção nacional, seguido pelos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2014).

#### 4.2.2 Composição química da soja

A soja possui um alto teor de gorduras poli-insaturadas (ômega 3 e ômega 6) que são fundamentais para nosso organismo. Além disso, a soja não contém colesterol em sua composição. Estudos mostram que a soja pode ser utilizada como forma de prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e sintomas da menopausa (BEHRENS & SILVA, 2004).

Outra importante propriedade da soja é seu teor proteico, principalmente em relação aos aminoácidos essenciais, particularmente lisina, aminoácidos aromáticos e leucina (BOOKWALTER, 19--?, apud WANG, 1986). Quando falamos dos benefícios trazidos pelo consumo da soja é importante que se ressalte a presença de isoflavonas (fitoestrógenos) em sua composição. As isoflavonas, são compostos fenólicos que estão envolvidas em atividade anti-carcinogênica, redução da perda de massa óssea e diminuição do colesterol. Estas funcionam como antioxidantes naturais capazes de neutralizar os radicais livres, que são prejudiciais a saúde já que

estão relacionados às doenças cardiovasculares, câncer e envelhecimento. As isoflavonas compreendem as agliconas daidzeína, genisteína e gliciteína, os respectivos  $\beta$ -glicosídeos e os conjugados malonil-glicosídeos e acetil-glicosídeos (GÓES-FAVONI et al., 2004).

Os derivados protéicos da soja, como farinhas desengorduradas, isolados, concentrados e texturizados protéicos são amplamente utilizados na indústria alimentícia em decorrência da presença de quantidades apreciáveis de isoflavonas (BARBOSA et al., 2006).

Determinados estudos sobre a soja apontam a presença de alguns fatores antinutricionais que podem provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes. De acordo com Silva & Silva (2000) a maior questão sobre os riscos à saúde provocados por antinutrientes é o desconhecimento dos níveis de tolerância, do grau de variação do risco individual e da influência de fatores ambientais sobre a capacidade de detoxificação do organismo humano. Dentre esses fatores antinutricionais destacam-se os inibidores de proteases e as lectinas, entretanto, estes são considerados instáveis ao tratamento térmico e, portanto, facilmente inibidos.

#### **4.2.3 Extrato de soja**

O extrato de soja, também conhecido como “leite de soja” é aplicado como base para obtenção de produtos derivados como, por exemplo, bebidas, sorvetes e iogurtes. Este extrato vem ganhando espaço no mercado pela versatilidade na sua utilização direta ou em formulações de produtos alternativos.

Conforme Casé et al. (2002) apud Rodrigues & Moretti (2008) embora inúmeras tecnologias tenham logrado êxito na obtenção de extratos com melhores características sensoriais, sua aceitação aumenta bastante quando associada com aditivos e/ou ingredientes como os sucos de frutas que conferem características de sabor e aroma diferentes do extrato de soja na forma pura.

Embora o consumo de produtos derivados da soja seja interessante sob o ponto de vista de introdução da soja na alimentação cotidiana, o baixo percentual de extrato de soja utilizado nas formulações de bebidas e outros derivados, pode restringir a ação desses produtos como alimento funcional.

O extrato desengordurado de soja contém em sua composição proteínas, carboidratos, gorduras, fibras, cálcio, ferro e sódio. É um produto protéico obtido pela extração aquosa dos componentes solúveis da farinha de soja desengordurada (não modificada geneticamente), submetida a tratamento térmico adequado para inativação dos fatores antinutricionais e microbiológicos pelo processo de *spray-drying* (processo a seco), resultando em um produto de grande poder emulsificante de gordura. Naturalmente isento de lactose, sacarose, caseína e glúten (OLVEBRA, 2014).

Dentre suas principais aplicações destacam-se: sorvetes de soja, gelados comestíveis, como substituto do leite em pó para sorvetes. Seus benefícios também se mostram atrativos do ponto de vista funcional quanto tecnológico. O extrato de soja desengordurado em pó é um produto 100% vegetal, com teor de gordura significativamente reduzido e um alto teor de isoflavonas. Do ponto de vista tecnológico, o extrato de soja desengordurado pode ser utilizado na substituição do leite animal, tem alta solubilidade em água à temperatura ambiente (20°C - 40°C) e ótima estabilidade a tratamento térmico (pasteurização e resfriamento) (OLVEBRA, 2014).

#### **4.2.4 Lecitina de soja**

Os emulsificantes são substâncias que tornam possível a formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento. Este aditivo alimentar tem, portanto, a capacidade de criar um elo entre os constituintes dos alimentos formando uma emulsão. Assim, caracterizam-se os emulsificantes como ingredientes funcionais com propriedades lipofílicas e hidrofílicas, que são absorvidos na interface, formando um filme entre os dois produtos: a parte polar do emulsificante tem uma afinidade com a água e a região apolar (cadeia lipídica) com a fase gordurosa (GAVA, 2008).

No sorvete existem dois tipos de emulsão: emulsão gordura em água e emulsão ar em calda, parcialmente congelada. No sorvete, os emulsificantes são usados para promover a uniformidade durante o batimento, reduzir o tempo de batimento da calda, controlar a aglomeração e o reagrupamento da gordura durante a etapa de congelamento (estabiliza a emulsão de gordura) e facilitar a distribuição

das bolhas de ar, produzindo um sorvete com corpo e textura cremosa típica. Os emulsificantes também reduzem os efeitos negativos que podem desenvolver alterações físicas ao sorvete e que são causados pela flutuação da temperatura e aumentam a resistência ao derretimento (SOUZA et al., 2010).

De acordo com Vissotto et al (2006) a lecitina de soja é aplicada como um emulsificante devido a presença do radical ácido graxo da lecitina que é solúvel em óleo e o radical fosfato-colina que é solúvel em água. Assim, justifica-se a característica intrínseca da molécula de lipofilicidade e hidrofiliicidade, os quais possuem a capacidade de modificar as propriedades físicas das misturas e contribuir para que a reconstituição dos pós em meio líquido seja otimizada. A função básica da lecitina de soja é a de revestimento físico das partículas, principalmente daquelas que contêm gordura em sua composição, de tal forma que, quando em meio aquoso, ocorrerá uma redução da tensão superficial entre as fases sólida e líquida.

Souza et al., (2010) concluíram em sua pesquisa que o uso excessivo de emulsificantes no fabrico de sorvetes pode resultar em derretimento muito lento e alterações nas características desejáveis de corpo e textura, *overrun* muito alto ou ainda processamentos severos e interações entre os componentes que promovem formação de gel altamente estável.

### 4.3 BATATA YACON

A batata yacon (*Polymnia sonchifolia*) é um tubérculo com textura macia e com sabor levemente adocicado, considerada como um alimento funcional, capaz de ajudar no controle de diabete, regulação intestinal, redução do colesterol, aumento da imunidade e aumento da absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro. Sua propriedade funcional dá-se pelo alto teor de fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina, bem como elevado teor de potássio em sua composição (QUINTEROS, 2000).

A Figura 2 apresenta a parte aérea e parte subterrânea da planta de yacon. A Figura 3 apresenta o yacon *in natura*.

Figura 2 – Parte aérea e parte subterrânea da planta de yacon



Fonte: YACON SYRUP (2010) apud KOTOVICZ (2011)

Figura 3 – Batata yacon *in natura*



Fonte: O autor, 2014.

A batata yacon foi introduzida no Brasil no início dos anos 90, quando um agricultor brasileiro de origem japonesa cultivou a espécie do tubérculo na cidade de São Paulo (VILHENA et al., 2000). Atualmente é conhecida a produção não só das raízes frescas, como também desidratadas (*chips*) e folhas secas para o preparo de chá, bem como fonte de matéria prima para xarope de frutose. O município de Piedade – SP é considerado um dos maiores produtores nacional deste tubérculo,

sendo que nos últimos três anos o produto ganhou destaque no mercado devido aos benefícios atribuídos ao seu consumo.

#### **4.3.1 Composição química da batata yacon**

Os alimentos funcionais ou nutracêuticos como, por exemplo, o yacon (*Polymnia sonchifolia*), a linhaça (*Linum usitatissimum*) e a aveia (*Avena sativa*), além de suas funções nutricionais normais também são capazes de melhorar as condições de saúde do consumidor, podendo prevenir o surgimento precoce de doenças degenerativas (MARANGONI, 2007).

Dentre as propriedades benéficas ao consumo do yacon pode-se citar a presença de antioxidantes, compostos fenólicos e fruto-oligossacarídeos. A inulina é um nutriente funcional, naturalmente presente em muitos vegetais, inclusive na batata yacon. A inulina pertence ao grupo dos frutooligossacarídeos (FOS), é composta por frutose e é considerada uma fibra alimentar solúvel. A inulina é conhecida por ser um alimento prebiótico graças a função exercida no organismo humano, onde serve de substrato para as bactérias intestinais. A inulina consegue chegar ao intestino sem ser digerida, devido sua resistência às enzimas gástricas, daí sua capacidade de regulação intestinal (KOTOVICZ, 2011).

Assim como outras fibras alimentares, a inulina é capaz de auxiliar no controle de diabetes, mesmo sendo um nutriente do tipo açúcar. Ela ajuda no controle da glicemia e insulinemia, devido sua ação no retardamento da absorção de diversos carboidratos (KOTOVICZ, 2011).

Com respeito ao seu destaque como um prebiótico, Graefe (2004) apud Kotovicz (2011), concluiu em sua pesquisa que a concentração dos prebióticos no yacon diminui com o decorrer do tempo de armazenamento pós-colheita devido a sua despolimerização. Dessa forma, para que se consiga aproveitar a total funcionalidade deste tubérculo, seu consumo deveria ser imediato após a sua colheita ou seu beneficiamento.

O principal constituinte do yacon é a água que representa aproximadamente 90% da sua composição, o que a torna suscetível a uma rápida degradação e a uma vida útil, em condições ambientes, de aproximadamente 7 (sete) dias (MOURA, 2004).

A batata yacon também possui polifenóis em sua composição, que podem causar sabor adstringente e também favorecer o escurecimento enzimático, por isso, técnicas que amenizem esses fatores adversos devem ser realizadas (QUINTEROS, 2000).

Uma alternativa para driblar essas características do yacon e mantê-lo próprio para consumo por maior período, conservando suas propriedades, é realizar a desidratação e/ou secagem desta matéria-prima. O método de secagem mais utilizado é a desidratação osmótica, devido a sua característica de preservação dos atributos sensoriais dos alimentos, como cor, sabor e textura. As vantagens mais relevantes desta técnica se dão pela retirada de água do produto sem que ocorra sua mudança de fase, economia em energia, e alcance de menores teores de umidade em menor tempo (KOTOVICZ, 2011).

O estudo realizado por Vilhena et al., (2000) relacionaram o valor energético do yacon ao alto conteúdo de açúcares totais, além de determinarem a composição química, como mostra a Tabela 1. Valores bastante semelhantes foram encontrados em outras literaturas consultadas.

Tabela 1 – Composição química (% da massa seca), acidez e pH de raízes de Yacon

Propriedade	Quantidade
Carboidratos (%)	60-70
Proteína (%)	4,34
Cinzas (%)	3,56
Fibras (%)	3,26
Gordura (%)	1,66
Acidez*	1,28
pH	5,53

% de água nas raízes = 85,93%; \*Acidez normal em mL/100 g de amostra.

Fonte: Adaptado de VILHENA et al., 2000.

#### 4.3.3 Produtos à base de batata yacon

Em virtude de suas propriedades nutricionais e sensoriais, a batata yacon vem sendo alvo de estudo por muitos pesquisadores. Sua aplicação em diferentes produtos parece bastante promissora. Dentre os estudos pode-se citar farinha de yacon, bebidas e purês, adoçantes e inulina. Os estudos mais recentes incluem a batata yacon minimamente processada (MICHELS, 2005), desidratada (KOTOVICZ,

2011), na forma de bebidas (SILVA, 2004) e farinha (MARANGONI, 2007). Na Figura 4 estão apresentados alguns dos produtos à base de batata yacon.

Figura 4 – Produtos processados de yacon; amostras do Brasil, Peru e Japão



Fonte: MANRIQUE (2004) apud KOTOVICZ (2011).

O yacon é consumido tradicionalmente na forma *in natura*, mas também é encontrado na forma de desidratado, com alto valor agregado no comércio internacional, como no Chile e na Alemanha e também é utilizado com ingrediente em formulações de produtos para diabéticos, como por exemplo, geleia e xarope de yacon (MOURA, 2004).

#### 4.3.4 Inativação enzimática

Diversos estudos apontam a batata yacon como uma boa fonte da enzima fenol oxidase, a qual é responsável por catalisar alterações de oxidação de compostos fenólicos a quinonas que, após polimerização, apresentam os típicos pigmentos marrons ou pretos em frutas e vegetais. Durante o descascamento e o processamento do yacon, quando as membranas das células são rompidas, os polifenóis e os taninos estão disponíveis para se misturar aos outros componentes, o que pode ocasionar um processo conhecido como oxidação enzimática e, a epiderme fica rapidamente escura quando exposta ao ar (VALENTOVÁ; ULRICHOVÁ, 2003 apud KOTOVICZ 2011).

A presença de compostos fenólicos, como o ácido clorogênico, e do aminoácido L-triptofano, torna as raízes tuberculosas do yacon mais suscetíveis à reação de escurecimento causada pelas enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO). Essa reação desencadeia a formação de melanina (pigmento escuro), que deprecia a qualidade do produto (PADILHA, 2009).

Para fins práticos, o controle do escurecimento enzimático é geralmente limitado à inibição dessas enzimas - polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), responsáveis pela reação de escurecimento. Entre os métodos propostos para o controle da oxidação, estão: a desidratação, o armazenamento a baixas temperaturas, o tratamento térmico, a utilização de antioxidantes, a eliminação do oxigênio do meio, entre outros (MOURA, 2004).

De acordo com Moura (2004) além das alterações na pigmentação, a peroxidase também induz alterações negativas de sabor durante a estocagem, e é capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas usando peróxido de hidrogênio como substrato ou, em alguns casos, oxigênio como acceptor de hidrogênio. É considerada a enzima vegetal mais estável ao calor e, devido a esta propriedade, sua inativação tem sido usada como indicador de adequação/controle do branqueamento.

De maneira geral, o controle do escurecimento enzimático pode ser feito através de métodos físicos e/ou químicos. Os métodos físicos incluem redução de temperatura ou inativação térmica da enzima, proteção do produto contra oxigênio, desidratação, uso de atmosfera modificada, embalagens ativas e outros. Os métodos químicos envolvem o uso de compostos antioxidantes (ácido ascórbico, cítrico) que inibem a ação da enzima (OLIVEIRA et al, 2008).

O carbonato de sódio (0,125%p/p) ou óxido de cálcio são frequentemente adicionados à água de branqueamento para proteger a clorofila e manter a cor de vegetais verdes. O carbonato de cálcio é aplicado na inativação enzimática para manutenção da textura dos vegetais (PESSOA, 2009).

No estudo para comparação de diferentes métodos de inativação enzimática, Souza & Leão (2012) avaliaram diferentes métodos: redução do pH, remoção de oxigênio e calor. Dentre estas metodologias, a que se mostrou mais eficiente foi o método químico – uso de agentes acidificantes (redução do pH). Avaliaram-se soluções de ascórbico 1,0%, cítrico 1,0%, acético 0,1% e 1,0%. Entre os diferentes

agentes, o ácido ascórbico 1,0% foi o que obteve maior eficiência na inativação enzimática de maçã, banana, batata e cenoura.

#### 4.4 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

A desidratação osmótica é um processo amplamente estudado nos últimos anos e vem se apresentando como uma excelente prática tecnológica, sendo aplicada, principalmente, como pré-tratamento para amostras que serão submetidas ao congelamento ou à desidratação térmica, as quais possuem valor agregado (MALDONADO et al., 2008).

De acordo com Kotovicz (2011) a desidratação osmótica é uma técnica que visa a conservação de frutas e vegetais inteiros ou em pedaços, através de sua concentração em uma solução aquosa de açúcar e/ou sal, a alta pressão osmótica. Trata-se, portanto, de um método que reduz a atividade de água, através da remoção de água do material por meio de sua imersão em uma solução hiperconcentrada de um soluto. Durante essa técnica, ocorrem dois principais fluxos simultâneos, em contra-corrente: a água que flui do alimento para a solução e a solução para o alimento. Além destes dois fluxos principais, ocorre também um terceiro fluxo que está ligado à perda de alguns sólidos naturais, como açúcares, minerais, entre outros nutrientes que podem ser importantes para as qualidades sensoriais (aroma, cor, textura) e nutricionais (mineral e vitamina) do produto (ANTONIO et al., 2006).

Portanto, para que se consiga a obtenção de um alimento de qualidade, torna-se necessário avaliar e monitorar os três fluxos durante o processamento de desidratação visando minimizar ao máximo as perdas sensoriais e nutritivas.

Devido a redução no teor de água disponível, a desidratação osmótica refletirá ao alimento significativa minimização de reações bioquímicas indesejáveis e no desenvolvimento de micro-organismos que causam deterioração e baixa vida de prateleira ao produto. O peso dos alimentos submetidos à técnica de desidratação osmótica diminuirá em cerca de 50%, sendo que esta remoção ocorre devido a diferença de potencial químico entre a amostra e a solução osmótica (PARK, 2001).

Vale destacar que esta técnica é geralmente usada como uma etapa anterior (pré-tratamento) ao processo de liofilização, micro-ondas, secagem a vácuo e

secagem por ar quente (MASTRANGELO et al., 2000; SERENO et al., 2001, apud KOTOVICZ, 2011). Quando da utilização de métodos combinados, como, por exemplo, desidratação osmótica e secagem convencional, consegue-se uma maior retenção da cor natural do produto, preservação de componentes voláteis e minimização do encolhimento e a redução no consumo de energia durante a etapa de secagem (EL-AQUAR, 2001 apud CÓRDOVA, 2006).

A taxa e o grau de desidratação de um material e as mudanças em sua composição química, dependerão do tipo e da concentração do soluto, da dimensão da amostra e do soluto, da proporção de amostra:solução osmótica, temperatura e tempo aplicados, bem como o equipamento utilizado para o processo (MALDONADO et al., 2008).

Embora as vantagens do processo de desidratação osmótica pareçam evidentes, as indústrias não tem implementado esta metodologia, assim a desidratação osmótica ainda parece ser um processo bastante promissor. De acordo com Cornillon (2000) apud Kotovicz (2011) a principal razão para esse desinteresse se deve à má compreensão dos fenômenos de transferência de massa associados a ela, pois a transferência contra-corrente de dois diferentes compostos químicos não foi inteiramente descrita na literatura. Também se faz necessário uma caracterização completa das mudanças internas no produto tratado osmoticamente, pois modificações celulares podem ocorrer durante o tratamento.

Outra razão reside na dificuldade do controle da concentração do xarope envolvido durante o processo e o resíduo gerado. Entretanto, algumas alternativas para o aproveitamento do xarope residual da desidratação osmótica têm sido estudadas, como seu emprego em processos fermentativos para produção de vinagres e bebidas alcoólicas, o que aumenta também o valor agregado final do alimento (GOMES et al., 2007).

## 5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo estão descritas as metodologias desenvolvidas para o processamento da batata yacon, avaliação da desidratação osmótica, estudo das variáveis para obtenção do sorvete, caracterização físico-química da batata yacon e do sorvete, análise microbiológica e sensorial.

### 5.2 MATERIAL

Para o desenvolvimento do projeto foram utilizadas vidrarias diversas, bem como soluções e instrumentos de análise tanto para preparo da matéria prima, processamento como para as análises. Para o processamento do sorvete, utilizou-se uma Sorveteira compacta – Picoleteira (GELOPAR, GGSA-1800).

Além disso, foram utilizados os seguintes ingredientes:

- (i) Extrato desengordurado de soja (Olivebra – Provesol ES 60);
- (ii) Açúcar cristal (Estrela);
- (iii) Gordura vegetal (Coamo);
- (iv) Lecitina de soja líquida – Emulsificante (Tradal Brazil);
- (v) Cremodan 709 – Estabilizante (Danisco);
- (vi) Batata yacon;
- (vii) Ácido ascórbico – agente acidulante e antioxidante (Alphatec);
- (viii) Carbonato de cálcio – melhoria da textura (Alphatec);
- (ix) Ácido cítrico (Dinâmica).

### 5.2 MÉTODOS

Neste subitem estão descritas as metodologias desenvolvidas no decorrer deste trabalho, incluindo o processamento da batata yacon, elaboração das diferentes formulações de sorvete, caracterização físico-química da batata yacon e do sorvete, análises microbiológicas e sensoriais.

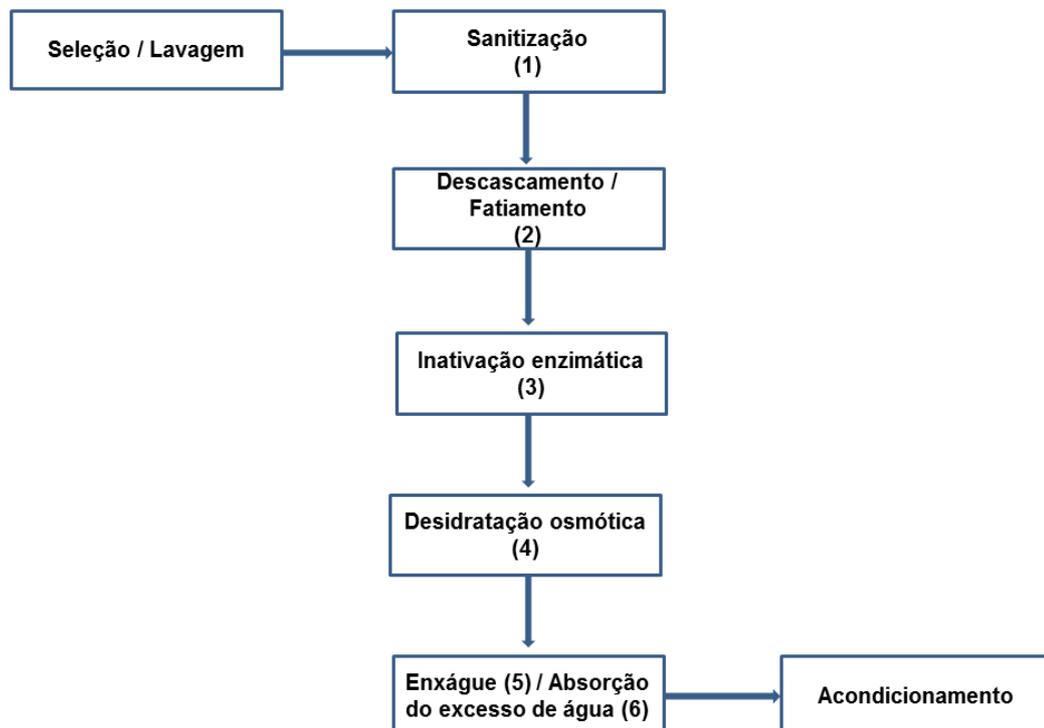
## 5.2.1 Processamento da batata yacon

O processamento da batata yacon compreendeu as etapas de seleção, lavagem, imersão em água clorada, descascamento, fatiamento, inativação enzimática e desidratação osmótica. As metodologias empregadas nas diferentes etapas estão descritas a seguir.

### 5.2.1.1 Recepção da matéria prima

A batata yacon foi obtida de dois diferentes fornecedores: Luciano Tormen e feira municipal do município de Laranjeiras do Sul – Paraná. Sua caracterização física foi realizada imediatamente após sua recepção: cores interna e externa, dimensões e defeitos. A Figura 5 apresenta as etapas de processamento da batata yacon.

Figura 5 – Fluxograma do processamento da batata yacon



Fonte: Adaptado de KOTOVICZ, 2011.

### 5.2.1.2 Preparo da matéria prima e inativação enzimática

Após a recepção da matéria prima, foi feita a lavagem em água corrente, seguida da etapa de sanitização com imersão em água clorada a 50ppm (1), enxágue e descascamento.

Em seguida, foi feito o fatiamento (2) em processador de alimentos (SKYMSEN, PA-7SE-N) com lâmina de espessura de 3mm.

A inativação enzimática (3) foi realizada por técnica de branqueamento térmico. Foram testadas duas soluções onde variou-se apenas a concentração do ácido. As fatias de yacon foram imersas em solução de ácido ascórbico 0,5 e 1,0% durante 5 min em água à 80 °C. Com a finalidade de manter a textura/firmeza do vegetal, foi adicionado carbonato de cálcio 0,125%.

Na sequência, as fatias de yacon foram armazenadas em embalagens plásticas flexíveis e congeladas a temperaturas inferiores a -10 °C. O descongelamento foi realizado em solução contendo 1% de ácido cítrico e 0,25% de ácido ascórbico, em temperatura ambiente.

As Figuras 6, 7 e 8 ilustram algumas etapas do processamento da batata yacon, respectivamente sanitização, fatiamento, inativação enzimática.

Figura 6 – Sanitização (1)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 7 – Fatiamento da batata yacon (2)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 8 – Inativação enzimática (3)



Fonte: O autor, 2014.

#### 5.2.1.3 Desidratação osmótica

Posteriormente, o yacon foi transferido ao recipiente contendo a solução osmótica de sacarose (60 °Brix) acrescida de 1% de ácido cítrico e 0,25% de ácido ascórbico, na proporção amostra/solução osmótica de 1:2 (p/p) – vegetal:xarope. Seguiu-se a desidratação em solução (4) em repouso por 18h. A medida de °Brix foi realizada em refratômetro de bancada (BIOBRIX, 2WAJ).

A drenagem da solução osmótica foi feita com o auxílio de uma peneira, seguida por enxágue para remoção do excesso de açúcar (xarope) formado na

superfície do produto (5), e absorção do excesso de água em papel absorvente por aproximadamente 15 min (6).

O produto foi selado em embalagem plástica flexível de polietileno (PE), qual foi em seguida acondicionada em potes de polipropileno (PP) e armazenada em congelador (-10 °C).

As Figuras 9, 10 e 11 ilustram as etapas do processo de desidratação osmótica, respectivamente, desidratação osmótica, drenagem da solução osmótica-enxágue e absorção do excesso de água.

Figura 9 – Desidratação osmótica (4)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 10 – Drenagem da solução osmótica - Enxágue (5)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 11 – Absorção do excesso de água (6)



Fonte: O autor, 2014.

### 5.2.2 Avaliação da desidratação osmótica da batata yacon

Durante o processo de desidratação osmótica foram realizadas as análises para determinação da massa da amostra, com o auxílio de uma balança semi-analítica (MARTE, UX420H); perda de umidade, teor final de sólidos totais e incorporação de sólidos em estufa com circulação de ar aquecido (SOLAB, SL-102/150). O teor inicial de umidade e o teor inicial de sólidos totais também foram obtidos a partir da secagem em estufa até peso constante.

Para cada ensaio foram definidas as seguintes respostas de interesse:

(1) Perda percentual de umidade, definida por:

$$PU(\%) = \frac{(U_i * m_i) - (U_f * m_f)}{m_i}, \quad (1)$$

(2) Incorporação percentual de sólidos, definida por:

$$IS(\%) = \frac{(ST_i * m_i) - (ST_f * m_f)}{m_i}, \quad (2)$$

(3) Teor final de sólidos totais, definido por:

$$ST_f (\%) = \frac{(100 * m_f)}{m_i}, \quad (3)$$

em que:  $PU$  é a perda de umidade;  $m_i$  é a massa inicial;  $m_f$  é a massa final;  $U_i$  é o teor inicial de umidade (%);  $U_f$  é o teor final de umidade (%);  $IS$  é a incorporação de sólidos;  $ST_i$  é o teor inicial de sólidos totais (%);  $ST_f$  é o teor final de sólidos totais (%) (AZEREDO, 2000).

#### 5.2.2.1 Influência da espessura na perda de água e incorporação de sólidos para imersão em solução 40 °Brix

Primeiramente, as amostras de 3 e 6 mm de batata yacon foram pesadas em balança semi-analítica, em erlenmeyer previamente tarado.

Após, foi adicionado solução de sacarose com 40 °Brix (40% sacarose), nas proporções amostra/solução osmótica de 1:2 e 1:4 (p/p).

Cada proporção amostra/solução foi agitada continuamente em *shaker* (FORTINOX, Star FT38) a 110 rpm, sendo retiradas após 1, 2 e 4 h. A Figura 12, representa o tratamento de desidratação.

Figura 12 – Processo de desidratação osmótica



Fonte: O autor, 2014.

As amostras foram retiradas do erlenmeyer com o auxílio de uma espátula, seguidas por enxágue em água corrente por 20 s para remoção do excesso de açúcar (xarope) formado na superfície do produto e o excesso de água foi absorvido em papel por aproximadamente 15 min. Em seguida, as amostras foram novamente pesadas para quantificação da massa.

Posteriormente, as amostras foram deixadas em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C até peso constante.

#### 5.2.2.2 Influência da espessura na perda de água e incorporação de sólidos para imersão em solução 60 °Brix

A metodologia para avaliação da influência da espessura na perda de água e incorporação de sólidos para imersão em solução 60 °Brix foi realizada de maneira análoga a anterior, utilizando solução 60 °Brix de sacarose.

#### 5.2.2.3 Avaliação da transferência de massa nas batatas utilizadas para a formulação do sorvete

Para avaliação da perda de água e incorporação de solutos (sacarose) no lote destinado ao processamento de sorvete, parte das batatas fatiadas foi separada para quantificar a massa após a desidratação osmótica e a massa seca.

O procedimento foi similar aos anteriores, com espessura uniforme (lâmina fatiador 3 mm) e tempo de imersão de 18 h, em repouso, solução 60 °Brix.

Figura 13 – Desidratação das fatias de yacon (6)



Fonte: O autor, 2014.

#### 5.2.3 Estudo para obtenção do sorvete à base de soja

O sorvete foi elaborado seguindo as normas de boas práticas de fabricação. Nas formulações foram utilizados os ingredientes: extrato desengordurado de soja,

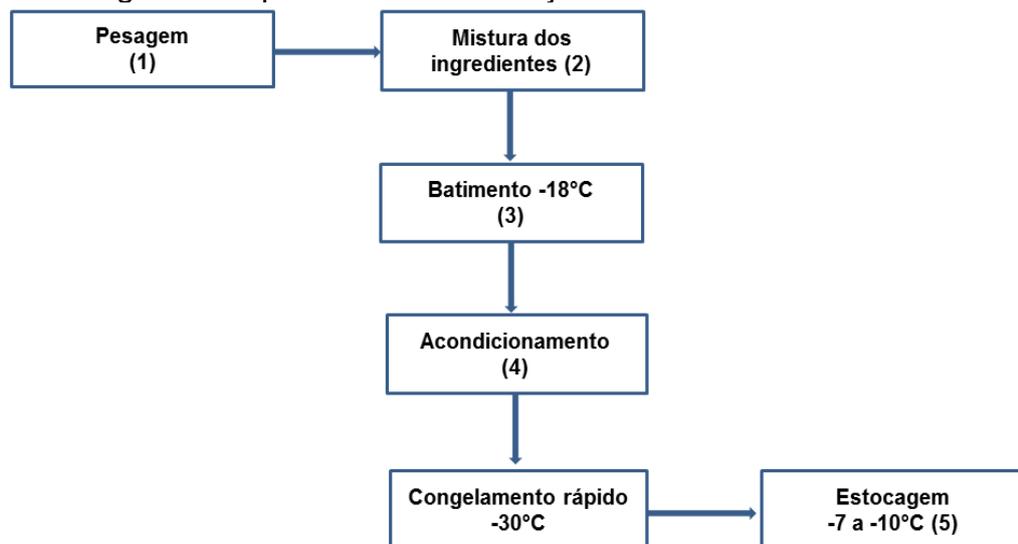
açúcar, gordura, estabilizante, emulsificante e batata yacon. As concentrações de extrato desengordurado de soja, gordura, açúcar, emulsificante e estabilizante foram fixadas em 8%, 12%, 18%, 1% e 1%, respectivamente. As concentrações da batata yacon foram de 2,0, 4,0 e 6,0%. A Tabela 2 mostra as formulações realizadas.

Tabela 2 – Formulações do sorvete à base de soja

Ensaio	% Batata Yacon
A	2,0
B	4,0
C	6,0

A Figura 14 apresenta as etapas para a elaboração do sorvete à base de soja.

Figura 14 – Fluxograma do processo de fabricação do sorvete



Fonte: O autor, 2014.

Os ingredientes foram doados pela indústria de sorvetes e picolés Diêlo Alimentos Ltda, onde foram feitas as formulações descritas anteriormente, iniciando, primeiramente com a pesagem de todos os ingredientes (1) e mistura dos mesmos em processador (CUISINART, Duet BFP 703) (temperatura ambiente), visando à completa distribuição desses ingredientes (2).

Procedeu-se ao batimento na sorveteira com temperatura de -18 °C (3). Seguiu-se ao acondicionamento em potes de polipropileno (4) e congelamento final para endurecimento do sorvete no compartimento de congelamento rápido do

congelador (ELECTROLUX, FFE 24) por pelo menos 3h. A estocagem foi realizada no mesmo congelador no compartimento normal (5).

Figura 15 – Pesagem dos ingredientes (1)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 16 – Mistura dos ingredientes (2)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 17 – Batimento na sorveteira (3)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 18 – Acondicionamento do sorvete (4)



Fonte: O autor, 2014.

Figura 19 – Congelamento/estocagem do sorvete (5)



Fonte: O autor, 2014.

#### **5.2.4 Análise de aceitação ao consumo do sorvete à base de soja com adição da batata yacon**

Para a fundamentação da pesquisa, foi necessário verificar a aceitação dos consumidores a partir de análise sensorial quanto ao novo produto: aparência, cor, aroma, sabor, textura e consistência. Para isso foi necessário o auxílio de 54 julgadores, não treinados, maiores de 18 anos, consumidores de sorvete, que não apresentam nenhuma intolerância ou alergias a qualquer um dos constituintes das formulações.

Para o recrutamento, inicialmente foram distribuídos cartazes nas dependências da UFFS *Campus* Laranjeiras do Sul (bloco A e Unidade Acadêmica), bem como encaminhamento de e-mails informando local e horário dos testes sensoriais. Os julgadores foram informados a respeito dos testes e para àqueles que apresentaram disposição para contribuir com a pesquisa de forma voluntária foi entregue o TCLE (APÊNDICE 1) e após o esclarecimento das dúvidas realizou-se as avaliações com a entrega da ficha de análise sensorial (APÊNDICE 2) e as amostras do sorvete.

As análises sensoriais foram conduzidas no laboratório de alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Laranjeiras do Sul, em cabines não individuais, porém em mesas separadas, no quinto dia após o processamento do sorvete, conforme mostra a Figura 20. As amostras de 15 g de sorvete foram servidas aos provadores em copos descartáveis codificados com números aleatórios, na temperatura entre -5 °C e -10 °C, com a disposição de uma colher de plástico e água.

As avaliações sensoriais foram realizadas em duas etapas. Na primeira etapa foi avaliado o percentual de batata yacon de maior aceitabilidade utilizando amostras com 5 dias de fabricação. A segunda análise sensorial foi realizada para avaliar as modificações do sorvete após 50 dias de fabricação e a adição de *cappuccino* como saborizante. As análises ocorreram no mês de agosto e outubro de 2014, respectivamente, após a aprovação do projeto junto ao CEP/UFFS (CAAE 25816213.0.0000.5564, parecer consubstanciado 637.258, de 27/05/2014).

Figura 20 – Análise sensorial



Fonte: O autor, 2014.

### 5.2.5 Análises microbiológicas

De acordo com a legislação vigente no Brasil (BRASIL, 2001) que dispõe sobre os padrões microbiológicos sanitários para gelados comestíveis de base não láctea devem-se respeitar os seguintes limites máximos: 10 coliformes a 45 °C/g e ausência de *salmonella* spp em 25 g. No dia da fabricação do sorvete foi retirada uma amostra de aproximadamente 250 g, qual foi encaminhada ao laboratório de análises de alimentos - Lanali (Cascavel/PR), onde foram realizadas as análises microbiológicas, garantindo a qualidade do produto.

A análise de coliformes termotolerantes foi realizada de acordo com a IN Nº 62 (2003). A análise de *salmonella* spp foi realizada de acordo com a ISO - 6579 (2002).

### 5.2.6 Análise de vida de prateleira

Para análise da vida de prateleira foi preparado 2L de sorvete, acondicionado em potes de polipropileno, tampados e armazenados em temperatura inferior a -10 °C. Foram avaliados pH e acidez titulável, nos tempos 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias. Para avaliar a vida útil do produto, foram utilizados pelo menos 50 provadores não treinados para avaliar o nível de modificação dos atributos sensoriais.

#### 5.2.4 Caracterização da batata yacon e do sorvete

O yacon *in natura* e o sorvete foram caracterizados de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e Instruções Normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento quanto à composição química. As análises que compuseram essa etapa foram: umidade, proteína bruta, lipídios, fibra bruta, cinzas e carboidratos. A determinação do teor de proteína bruta, fibra bruta, carboidratos totais e lipídios foram realizadas pelo laboratório Lanali (Cascavel/PR). A determinação destes mesmos constituintes no sorvete também foi realizada por esse laboratório, além da determinação de lipídios. Os resultados encontram-se nos anexos B e C.

##### 5.2.4.1 Umidade

Os teores de umidade do yacon *in natura* e do sorvete foram determinados pelo método gravimétrico em estufa com circulação de ar forçado (SOLAB, SL-102/150) a 105 °C, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

##### 5.2.4.2 Proteína bruta

A determinação do conteúdo de proteína bruta da batata yacon foi realizada de acordo com a Instrução Normativa N° 20 (1999). O conteúdo de proteína bruta do sorvete foi determinado de acordo com a IN N° 68 (2006).

##### 5.2.4.3 Lipídios

O teor de lipídios totais do yacon foi analisado pelo método Soxhlet que consiste em retirar o extrato etéreo utilizando-se solvente orgânico (éter de petróleo), submetendo a amostra ao refluxo contínuo do solvente. Utilizou-se o sistema Soxhlet completo - extrator e condensador (MARCONI, MA 487/8). O conteúdo de gordura do sorvete foi realizado de acordo com a Instrução Normativa N° 68 (2006), metodologia Gerber.

#### 5.2.4.4 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por processo gravimétrico em mufla (ZEZIMAQ, FHMP) a 550 °C, até peso constante.

#### 5.2.4.5 Carboidratos totais

O teor de carboidratos da batata yacon foi determinado de acordo com a Instrução Normativa N° 20 (1999). O conteúdo de carboidratos totais do sorvete foi realizada de acordo com a IN N° 68 (2006).

#### 5.2.4.6 Fibra bruta

Os teores de fibra bruta da batata yacon e do sorvete foram determinados de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 5.2.6.7 pH

O yacon *in natura* foi triturado em multi-processador e, posteriormente, depositado em um béquer de 100mL para a leitura direta do pH através do pHmetro (HANNA, HI 2221). O pH do sorvete foi determinado de forma análoga, após sua diluição em água.

#### 5.2.6.8 Acidez

O yacon *in natura* foi triturado em multi-processador e, posteriormente, titulado com solução de hidróxido de sódio, utilizando-se como indicador solução de fenolftaleína. A acidez do sorvete foi determinado de forma análoga, após sua diluição em água.

### **5.2.7 Estudo para uso de saborizante na formulação do sorvete**

Após a conclusão do estudo entre a variável – yacon, utilizou-se a formulação de maior aceitação (6%) para subseqüentes testes utilizando *cappuccino* como saborizante, com concentração de 2,3% retomando a análise sensorial (APÊNDICE 2) descrita no item 5.2.4.

### **5.2.8 Tratamento dos dados – Análise estatística**

O resultado das análises sensoriais foi obtido através de avaliação por análise estatística univariada (análise de variância - ANOVA) e testes de médias de Tukey, utilizando o software STATISTICA® (Statsoft) verificando se há diferença entre as amostras com nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ). Foram realizados gráficos da distribuição das notas dadas em relação à escala hedônica.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das metodologias descritas no item 5 estão apresentados nos subitens: processamento da batata yacon, caracterização físico-química da batata yacon e do sorvete, análises sensoriais e análises microbiológicas.

### 6.1 PROCESSAMENTO DA BATATA YACON

Os resultados obtidos nas etapas de inativação enzimática e desidratação osmótica são apresentados a seguir.

#### 6.1.1 Inativação enzimática

A inativação enzimática foi analisada empregando duas diferentes concentrações de ácido ascórbico. O vegetal que foi imerso em solução contendo ácido ascórbico 0,5% e carbonato de cálcio 0,125% durante 5 min em água à 80 °C sofreu oxidação (fenóis a quinonas) e, conseqüentemente, escurecimento durante o armazenamento (refrigerador -10 °C). As fatias de yacon que foram branqueadas em solução contendo 1,0% de ácido ascórbico e 0,125% de carbonato de cálcio não sofreram alteração da cor durante o armazenamento, indicando que essa concentração de ácido é mais efetiva para a inativação enzimática neste tipo de produto.

Entretanto, vale destacar que a concentração com 0,5% de ácido ascórbico e 0,125% de carbonato de cálcio pode ser eficiente à medida que o ácido seja repostado, visto que, a solução sofre tamponamento de acordo com a adição da batata.

O ácido ascórbico (vitamina C) e seus sais neutros são reconhecidos por sua ação redutora, sendo considerados como os principais antioxidantes para o uso em frutas, hortaliças e seus sucos. O ácido ascórbico atua sequestrando o cobre, grupo prostético da PPO, e reduzindo as quinonas de volta a fenóis, antes de formarem pigmentos escuros (COSTA, 2010).

### 6.1.2 Avaliação da desidratação osmótica da batata yacon

Para avaliar a evolução do tratamento osmótico do yacon foi feita a comparação dos resultados dos parâmetros nos tempos 1, 2 e 4h, avaliando-se a influência da espessura do vegetal, a proporção amostra/xarope e a concentração da solução (°Brix).

#### 6.1.2.1 Influência da espessura na perda de água e incorporação de sólidos para imersão em solução 40 °Brix

Os percentuais obtidos quanto à perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais no tratamento de desidratação osmótica com solução a 40 °Brix estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais em função da espessura, tempo de desidratação e proporção xarope/amostra, com solução de 40 °Brix, em temperatura constante (23 °C±1)

Proporção (vegetal/ xarope)	Tempo (h)	Perda de água (%)		Incorporação de sólidos (%)		Teor final de sólidos totais (%)	
		Espessura (mm)		Espessura (mm)		Espessura (mm)	
		3	6	3	6	3	6
1:2	1	69,88	70,46	8,39	8,81	21,73	20,73
1:2	2	68,10	69,36	6,82	7,97	25,08	22,67
1:2	4	68,53	68,42	7,24	7,13	24,23	24,45
1:4	1	67,13	68,82	5,76	7,51	27,11	23,67
1:4	2	68,61	72,53	7,31	8,65	24,09	25,69
1:4	4	69,20	69,46	7,84	8,05	22,97	22,49

Fonte: O autor, 2014.

A partir da Tabela 3 é possível observar que a perda de água foi significativa já na primeira hora de tratamento, qual se manteve estável nos demais tempos analisados (2 e 4 h), apresentando uma tendência ao equilíbrio para ambas as proporções vegetal/xarope e espessura das fatias.

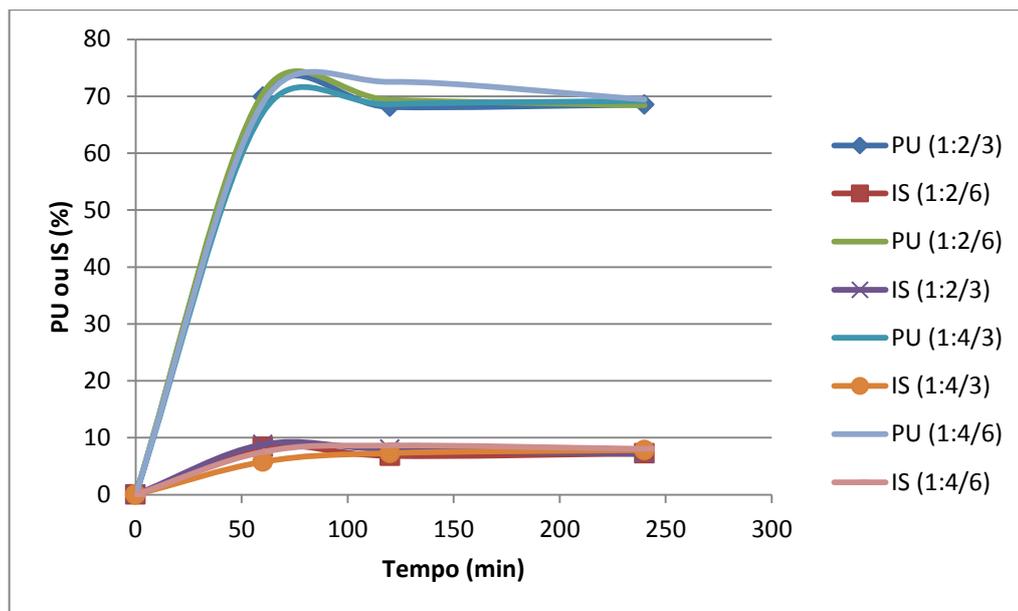
Para a desidratação com solução de sacarose a 40 °Brix na proporção amostra/solução osmótica de 1:2 (p/p) observa-se que para a espessura de 3mm o resultado de perda de água média foi equivalente a 68,84% e a incorporação de sólidos representou 7,48%. Para a espessura de 6 mm obteve-se como resultado a

perda de água média equivalente a 69,41% e a incorporação de sólidos representou 7,97%.

Para a desidratação com solução de sacarose a 40 °Brix na proporção amostra/solução osmótica de 1:4 (p/p) observa-se que para a espessura de 3 mm obteve-se como resultados a perda de água média equivalente a 68,31% e a incorporação de sólidos representou 6,97%. Para a espessura de 6 mm obteve-se como resultados a perda de água média equivalente a 70,27% e a incorporação de sólidos representou 8,07%.

A evolução dos parâmetros perda percentual de água (PU%) e incorporação percentual de sólidos (IS%) pode ser acompanhada pelo Gráfico 4.

Gráfico 4 – Perda de água (%) e incorporação de sólidos (%) das fatias de yacon submetidos à desidratação com solução de 40 °Brix, em função do tempo.



Dados: PU: Perda de água (%); IS: Incorporação de sólidos (%); proporção amostra:solução osmótica/espessura(mm))

A partir dos resultados obtidos é possível observar que as variáveis tempo, espessura e proporção amostra/solução não apresentaram influência sobre a perda de água e incorporação de sólidos.

Para a proporção amostra/solução de 1:2 (fatias com espessura de 3 mm) a concentração média final da solução foi equivalente a 32,20 °Brix. Para a espessura de 6 mm a concentração média final da solução foi de 31,87 °Brix. Para a proporção amostra/solução de 1:4 (fatias com espessura de 3mm) a concentração média final

da solução foi equivalente a 36,07 °Brix. Para a espessura de 6 mm a concentração média final da solução foi de 35,27 °Brix. Esse resultado era esperado, visto que um volume menor de solução tende a ser facilmente diluído, com conseqüente diminuição da concentração (°Brix).

Kotovicz (2011) obteve o percentual médio de perda de umidade equivalente a 31,55% e a incorporação de sólidos equivalente a 7,46% para desidratação osmótica de fatias de yacon (2-3 mm) com solução de 40 °Brix de frutose, na proporção amostra/solução de 1/3 (p/p) a 30 °C. A incorporação de sólidos se mostrou bastante próxima à encontrada neste estudo.

Segundo Moura (2004) a tendência de um processo de desidratação osmótica é um aumento na incorporação de sólidos com o aumento do tempo de tratamento até atingir o equilíbrio, por isso que quanto menor o tempo deste tratamento menos alterações estruturais ocorrerão no produto. Neste estudo, não foi observado um aumento significativo na incorporação de sólidos mesmo no tempo maior de tratamento (4 h), isto porque após 1 h de desidratação o tratamento se mostrou estável.

#### 6.1.2.2 Influência da espessura na perda de água e incorporação de sólidos para imersão em solução 60 °Brix

Os percentuais obtidos quanto à perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais no tratamento de desidratação osmótica com solução a 60 °Brix estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Perda de água, incorporação de sólidos e teor final de sólidos totais em função da espessura, tempo de desidratação e proporção xarope/amostra, com solução de 60 °Brix, em temperatura constante (23 °C±1)

Proporção (vegetal/ xarope)	Tempo (h)	Perda de água (%)		Incorporação de sólidos (%)		Teor final de sólidos totais (%)	
		Espessura (mm)		Espessura (mm)		Espessura (mm)	
		3	6	3	6	3	6
1:2	1	65,51	65,30	3,52	3,17	30,97	31,52
1:2	2	64,99	63,15	2,61	-1,92	32,41	38,77
1:2	4	64,15	62,55	0,88	-4,42	34,97	41,87
1:4	1	65,02	62,49	2,66	-4,72	32,32	42,23
1:4	2	63,48	63,00	-0,88	-2,45	37,40	39,45
1:4	4	65,00	62,23	2,64	-6,43	32,36	44,21

Fonte: O autor, 2014.

A partir da Tabela 4 observa-se que a perda de água foi significativa já na primeira hora de tratamento, qual se manteve estável nos demais tempos analisados (2 e 4 h), para ambas as proporções vegetal/xarope e espessura.

Para a desidratação com solução de sacarose a 60 °Brix na proporção amostra/solução osmótica de 1:2 (p/p) observa-se que para a espessura de 3 mm o resultado de perda de água média foi equivalente a 64,88%. Para a espessura de 6 mm obteve-se como resultado a perda de água média equivalente a 63,67%.

Para a desidratação com solução de sacarose a 60 °Brix na proporção amostra/solução osmótica de 1:4 (p/p) observa-se que para a espessura de 3 mm obteve-se como resultados a perda de água média equivalente a 64,50%. Para a espessura de 6 mm obteve-se como resultados a perda de água média equivalente a 62,57%.

Como apresentado na Tabela 4 os resultados de incorporação de sólidos foram incoerentes, visto que não eram esperados valores negativos de incorporação, tendo em vista que no tratamento osmótico a incorporação de solutos sempre existirá, mesmo que mínima. Isso pode ter ocorrido pelo tempo que o vegetal foi deixado na estufa após a desidratação osmótica, fazendo com que uma pequena quantidade de água ainda contida nas fatias influenciasse os resultados.

Para a proporção amostra/solução de 1:2 (fatias com espessura de 3 mm) a concentração média final da solução foi equivalente a 44,83 °Brix. Para a espessura de 6 mm a concentração média final da solução foi de 48,47 °Brix. Para a proporção amostra/solução de 1:4 (fatias com espessura de 3mm) a concentração média final da solução foi equivalente a 51,73 °Brix. Para a espessura de 6mm a concentração média final da solução foi de 52,83 °Brix. Esse resultado era esperado, visto que um volume menor de solução tende a ser facilmente diluído, com conseqüente diminuição da concentração (°Brix).

Kotovicz (2011) avaliou em seu estudo a desidratação osmótica da batata yacon tendo como variáveis independentes a temperatura de desidratação (30-50 °C), a concentração da solução de frutose (40-68% p/p) e a utilização de revestimento com cobertura comestível de alginato de sódio. Nesse estudo, a pesquisadora encontrou a condição ótima para o processo de desidratação osmótica com revestimento com alginato de sódio, desidratação por 60 min, em solução de

frutose a 68 °Brix e temperatura de 30 °C. A utilização do revestimento de alginato de sódio no processo prévio à desidratação osmótica do yacon reduziu a incorporação de sólidos em média de 42,5% em relação ao material não revestido.

#### 6.1.2.1 Avaliação da transferência de massa nas batatas utilizadas para a formulação do sorvete

A desidratação das fatias de yacon realizada em solução osmótica de sacarose (60 °Brix) acrescida de ácido cítrico 1% e ácido ascórbico 0,25%, conduzida em repouso por 18 h proporcionou percentuais médios de incorporação de açúcar equivalente a 6,85% ( $\pm 0,46$ ), teor final de sólidos totais equivalente a 25,0% ( $\pm 0,92$ ) e perda de água equivalente a 68,14% ( $\pm 0,47$ ).

### 6.2 ANÁLISE DE ACEITAÇÃO AO CONSUMO DO SORVETE À BASE DE SOJA COM ADIÇÃO DA BATATA YACON

A análise sensorial das três diferentes formulações (2, 4 e 6% de batata yacon) foi conduzida em laboratório, com um painel composto por 54 provadores. As médias de Tukey dos valores de cada um dos atributos avaliados por escala hedônica foram agrupadas e estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Médias da análise sensorial das diferentes formulações de sorvetes para todos os atributos avaliados

Ensaio	Aceitação global	Aparência	Cor	Aroma
<b>A</b>	6,67 <sup>a</sup> $\pm 1,58$	6,43 <sup>a</sup> $\pm 1,66$	6,24 <sup>a</sup> $\pm 1,77$	6,63 <sup>a</sup> $\pm 1,55$
<b>B</b>	6,91 <sup>a</sup> $\pm 1,39$	6,85 <sup>a</sup> $\pm 1,43$	6,89 <sup>a</sup> $\pm 1,53$	6,76 <sup>a</sup> $\pm 1,39$
<b>C</b>	6,85 <sup>a</sup> $\pm 1,34$	6,98 <sup>a</sup> $\pm 1,38$	6,87 <sup>a</sup> $\pm 1,53$	6,87 <sup>a</sup> $\pm 1,39$

Tabela 6 - Continuação da Tabela 5

Ensaio	Sabor	Textura	Consistência	Intenção de compra
<b>A</b>	6,37 <sup>a</sup> $\pm 1,80$	6,96 <sup>a</sup> $\pm 1,35$	7,15 <sup>a</sup> $\pm 1,41$	5,37 <sup>a</sup> $\pm 3,00$
<b>B</b>	6,91 <sup>a</sup> $\pm 1,58$	7,09 <sup>a</sup> $\pm 1,47$	7,33 <sup>a</sup> $\pm 1,37$	6,48 <sup>a</sup> $\pm 2,61$
<b>C</b>	6,56 <sup>a</sup> $\pm 1,53$	7,19 <sup>a</sup> $\pm 1,40$	7,30 <sup>a</sup> $\pm 1,40$	5,59 <sup>a</sup> $\pm 2,38$

Médias na mesma coluna seguidas de letras idênticas não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Ensaio A: Formulação com 2% de yacon; Ensaio B: Formulação com 4% de yacon; Ensaio C: Formulação com 6% de yacon. Fonte: O autor, 2014.

Como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6, as médias de Tukey obtidas em todos os atributos – aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor, textura, consistência e intenção de compra – não diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ).

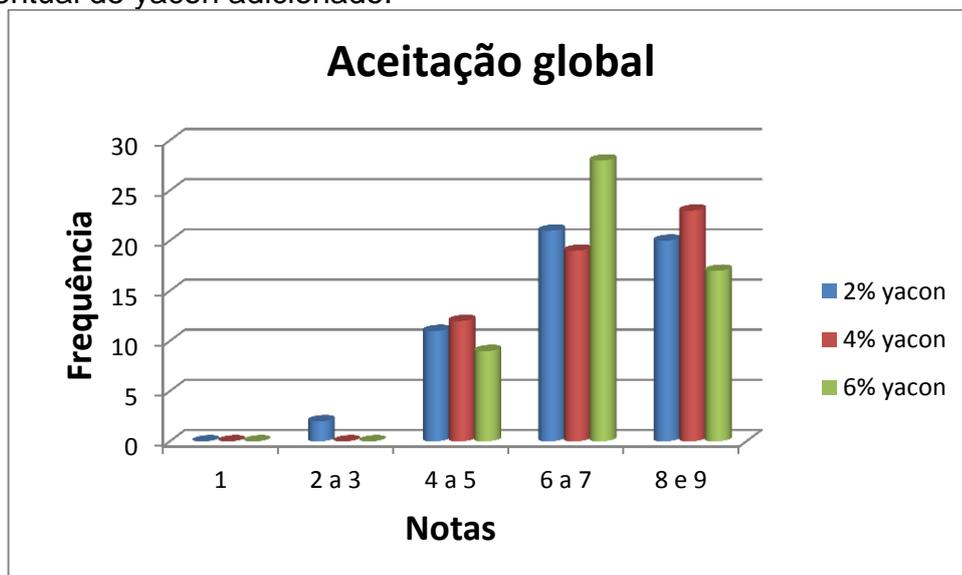
O ensaio A (formulação com 2% de yacon) foi o que obteve a menor média em todos os atributos. A baixa média obtida no atributo sabor pode ser justificada pela baixa concentração de açúcar, visto que durante a desidratação osmótica há a incorporação de aproximadamente 7% de sacarose.

Os ensaios B e C foram os que obtiveram maior proximidade de médias. O ensaio B (formulação com 4% de yacon) obteve maior valor médio nos atributos: aceitação global, cor, sabor, consistência e intenção de compra. O ensaio C (formulação com 6% de yacon) obteve maior média nos atributos: aparência, aroma e textura.

Levando em consideração que as amostras de sorvete não diferiram significativamente entre si optou-se por aprovar o ensaio C como a formulação a ser estudada, devido a maior quantidade de batata yacon adicionada e os benefícios advindos pelo seu consumo.

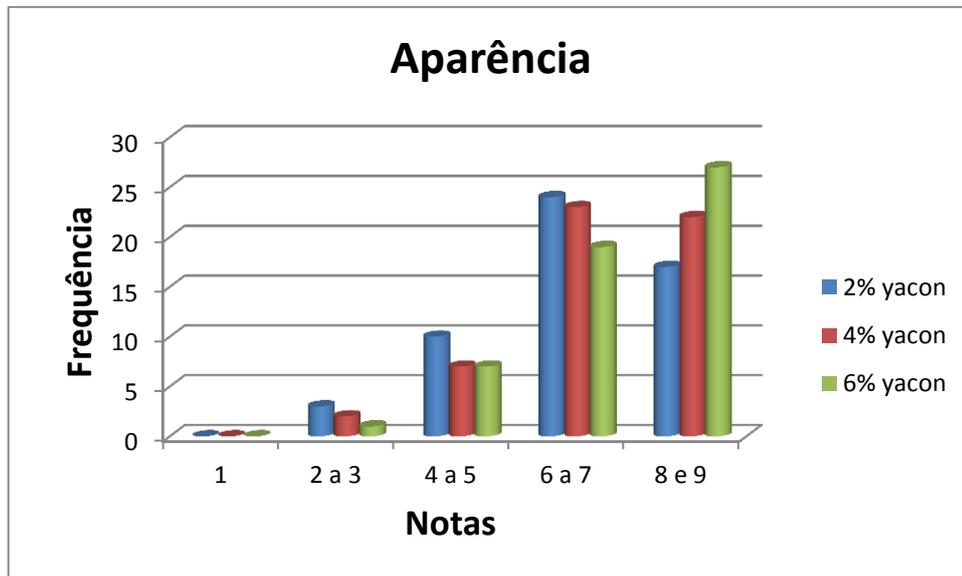
A distribuição das notas obtidas para cada atributo (aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor, textura, consistência) em relação à escala hedônica pode ser verificada nos histogramas apresentados nos Gráficos 5 a 11.

Gráfico 5 – Histograma das notas obtidas para o atributo aceitação global em função do percentual de yacon adicionado.



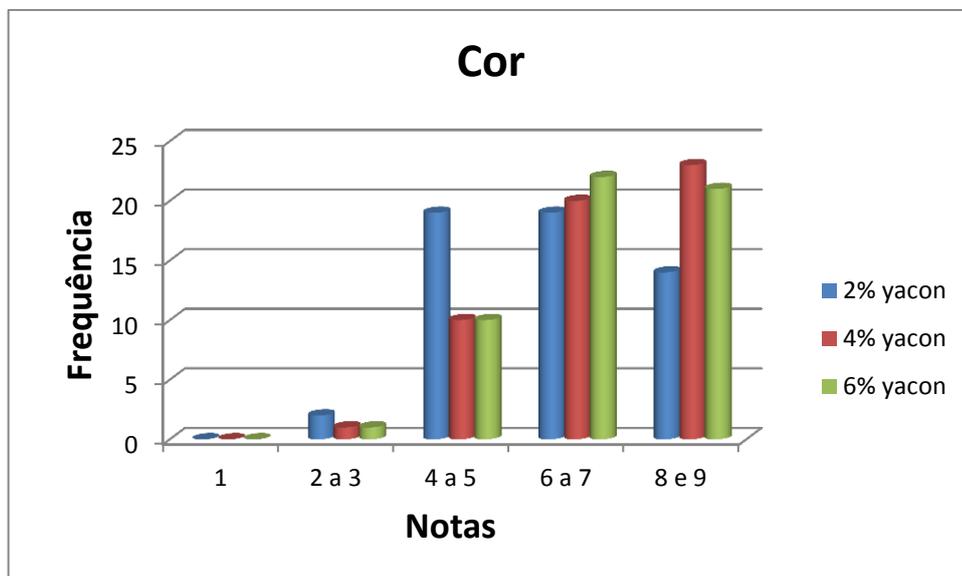
Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 6 – Histograma das notas obtidas para o atributo aparência em função do percentual de yacon adicionado.



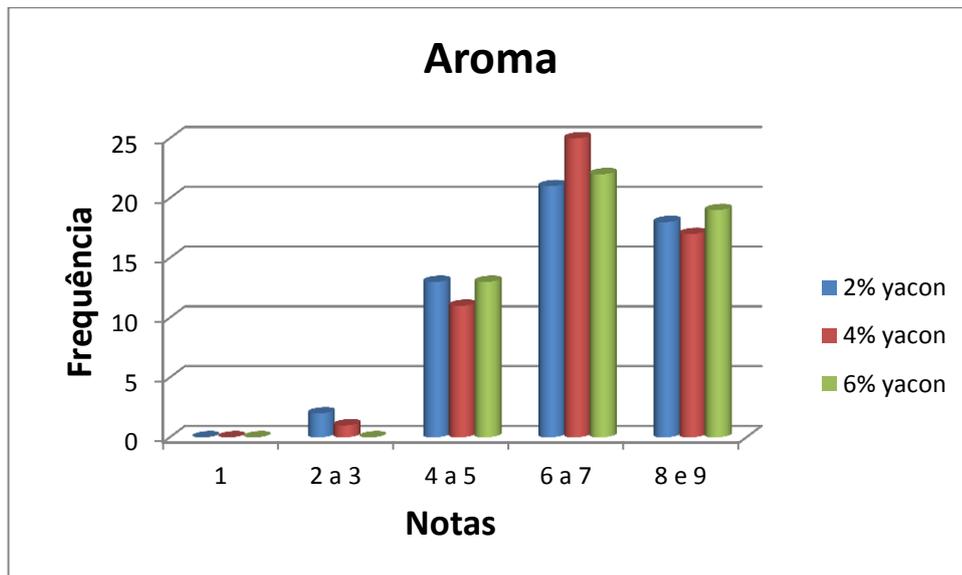
Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 7 – Histograma das notas obtidas para o atributo cor em função do percentual de yacon adicionado.



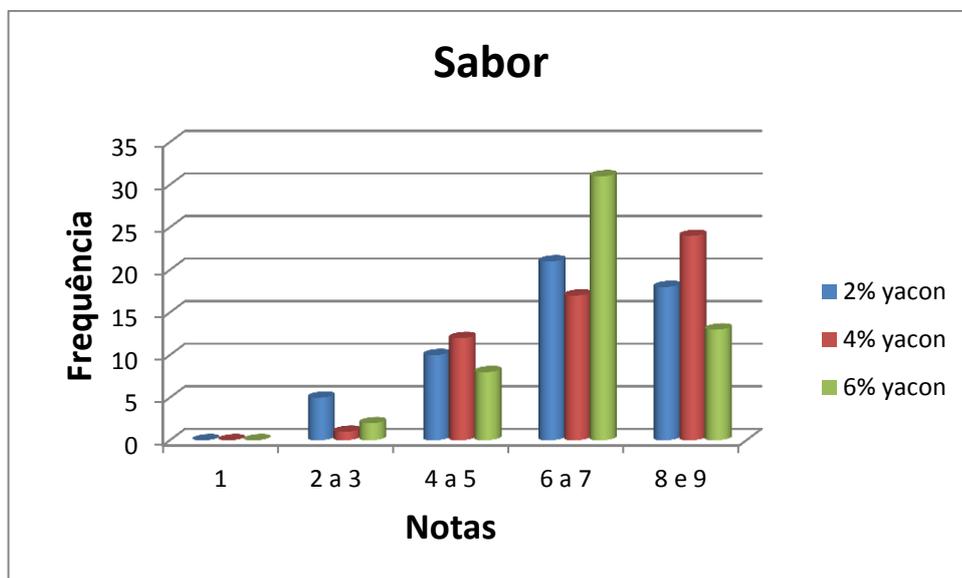
Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 8 – Histograma das notas obtidas para o atributo aroma em função do percentual de yacon adicionado.



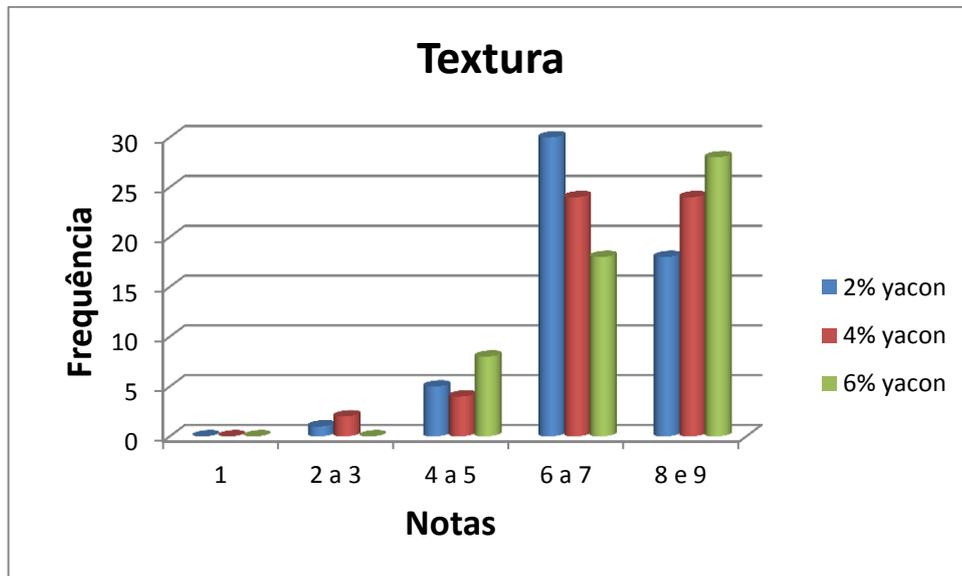
Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 9 – Histograma das notas obtidas para o atributo sabor em função do percentual de yacon adicionado.



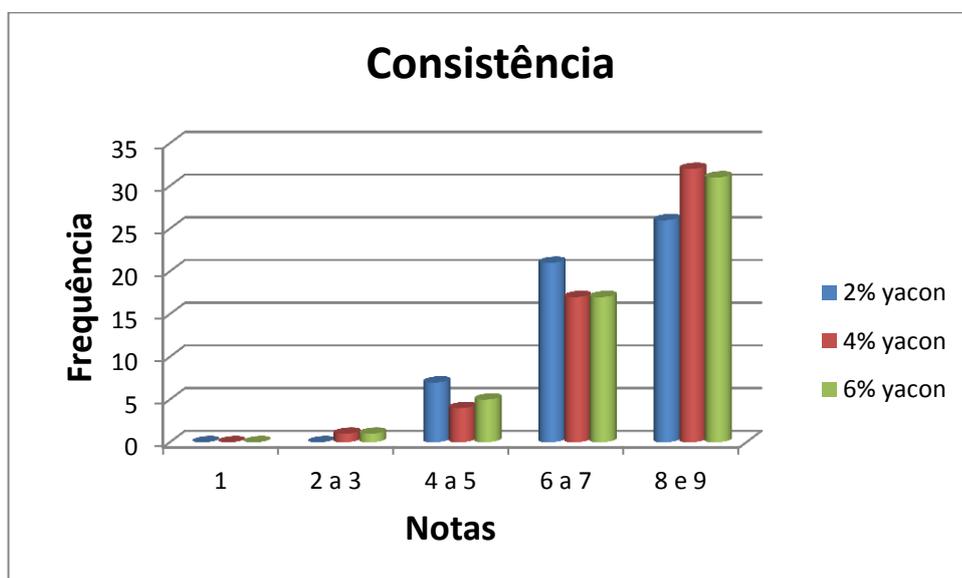
Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 10 – Histograma das notas obtidas para o atributo textura em função do percentual de yacon adicionado.



Fonte: O autor, 2014.

Gráfico 11 – Histograma das notas obtidas para o atributo consistência em função do percentual de yacon adicionado.



Fonte: O autor, 2014.

A avaliação sensorial para verificação da aceitabilidade dos provadores frente ao novo produto é uma das etapas cruciais no desenvolvimento de alimentos com características inovadoras. Através desta análise descritiva, onde avalia-se por escalas o produto de acordo com seus atributos é possível descrever qualitativa e quantitativamente as amostras.

O sorvete ofereceu uma combinação de propriedades sensoriais altamente desejáveis sendo estas classificadas em atributos de aparência (cor, maciez, regularidade), aroma, sabor e textura/preenchimento bucal (dureza, viscosidade, cremosidade).

### 6.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os resultados das análises registrados pelo laboratório Lanali foram: ausência de *salmonella* spp e  $<1,0 \times 10^1$  UFC/g de coliformes a 45 °C/g (ANEXO A). Estes resultados foram obtidos no anteceder da análise sensorial, estando este de acordo com a legislação, podendo assim, ser levado a testes sensoriais com potenciais consumidores.

### 6.4 ANÁLISE DE VIDA DE PRATELEIRA

O pH e a acidez titulável do sorvete não sofreram modificações durante o tempo analisado – 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias. A Tabela 7 apresenta os valores obtidos para o pH e acidez titulável da formulação de sorvete com 6% de yacon.

Tabela 7 – Resultado de pH e acidez titulável durante o tempo de armazenamento

<b>Tempo (dias)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez titulável</b>
<b>5</b>	7,18	1,58
<b>10</b>	7,20	1,71
<b>20</b>	7,25	1,41
<b>30</b>	7,13	1,41
<b>40</b>	7,25	1,41
<b>50</b>	7,18	1,45
<b>60</b>	7,17	1,57

Fonte: O autor, 2014.

O pH variou entre 7,13 e 7,25, não apresentando diferença significativa entre os dias de armazenamento. Esta estabilidade também foi observada para a acidez titulável, qual variou entre 1,41 e 1,71.

Avaliou-se também através de análise sensorial o nível de modificação dos atributos sensoriais com 54 provadores não treinados. Os resultados da análise sensorial estão descritos no item 6.6.

## 6.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BATATA YACON E DO SORVETE

As análises para determinação da composição centesimal da batata yacon *in natura* (sem inativação enzimática) foram realizadas em no máximo 10 dias após a colheita. Os valores obtidos para a composição físico-química são apresentados na Tabela 8, juntamente com os desvios relacionados. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Tabela 8 – Composição centesimal do Yacon *in natura* (em base úmida)

<b>Componentes</b>	<b>g/100g</b>
Umidade	86,89 ± 0,87
Carboidratos totais	17,17 ± 0,70
Fibra bruta	3,28 ± 0,16
Proteína bruta	0,43 ± 0,02
Cinzas	0,35 ± 0,05
Lipídios	0,15 ± 0,05

Nota: Os resultados das análises de carboidratos totais e fibra bruta que foram fornecidos pelo laboratório Lanali não condizem com a bibliografia consultada. Acredita-se que houve equívoco de repasse de resultado e por isso, os valores foram alterados.

Fonte: O autor, 2014.

A Tabela 9 apresenta a composição físico química do yacon *in natura* (em base seca) juntamente com os valores obtidos por outros pesquisadores a nível de comparação.

Tabela 9 – Comparação da composição centesimal do yacon *in natura* (BS)

<b>COMPOSIÇÃO (%)</b>	<b>VALORES Média (± DP)</b>	<b>NIETO, 1991</b>	<b>VILHENA, 2000</b>	<b>MARANGONI, 2007</b>
Sólidos totais	13,11 (±0,87)	n.c	n.d	12,55
Carboidratos totais	130,97 (±5,34)	n.c	n.d	95,44
Fibra bruta	25,02 (±1,19)	3,4	3,26	22,97
Cinzas	3,74 (±0,19)	3,5	3,56	2,84
Proteína bruta	3,31 (±0,12)	3,7	4,34	1,02
Lipídios	1,11 (±0,41)	1,5	1,66	0,52
pH*	6,57 (±0,28)	n.c	5,53	6,38

NOTA: DP = desvio-padrão; n.d = não determinado; n.c = não citado; pH\* em base úmida.

A batata yacon, assim como outros tubérculos, possui elevado teor de umidade, qual se mostrou equivalente a 86,89% ( $\pm 0,87$ ) neste estudo, próximo ao valor encontrado por Marangoni (2007) que foi de 87,45%. Devido seu elevado teor de umidade, o conteúdo em matéria seca torna-se bastante inferior.

Os carboidratos totais apresentaram-se como os componentes majoritários. O resultado era esperado, porém mostra-se superior aos valores encontrados nos demais estudos que caracterizaram a batata yacon. Entretanto, avaliando-se o desvio-padrão da análise e o resultado obtido por Marangoni (2007) os valores se mostram próximos.

O percentual de fibra encontrado neste estudo foi equivalente a 25,02% ( $\pm 1,19$ ), próximo do valor obtido por Marangoni (2007) de 22,97%.

O percentual de resíduo mineral fixo obtido neste estudo foi equivalente a 3,74% ( $\pm 0,19$ ), bastante próximo ao valor encontrado por Nieto (1991) de 3,5% e Vilhena (2000) de 3,56%.

O teor de proteína é o componente que apresentou maior variação entre os autores pesquisados. Neste estudo, o percentual médio de proteína foi de 3,31% ( $\pm 0,12$ ), semelhante ao valor obtido por Nieto (1991) de 3,7%.

O percentual de gordura equivalente a 1,11 ( $\pm 0,41$ ) também se mostrou próximo ao valor obtido por Nieto (1991) de 1,5% e Vilhena (2000) de 1,66%.

A análise de pH resultou em 6,57 ( $\pm 0,28$ ), levemente superior ao valor encontrado por Marangoni (2007) de 6,38.

A partir dos resultados obtidos nas análises e comparando-se com a Tabela 9, é possível verificar que a composição do yacon varia significativamente. Essa variação pode ser justificada pela variação climática, localidade e condições do plantio (solo), bem como pelo período de plantio e tempo de colheita.

O sorvete (Ensaio 3 – 6% yacon) também foi avaliado quanto a sua composição centesimal. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 10 (% em base seca). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Tabela 10 – Caracterização físico-química do sorvete com adição de batata yacon (BS)

<b>Componentes</b>	<b>g/100g Média (<math>\pm</math> DP)</b>
Sólidos totais	40,29 ( $\pm$ 0,14)
Carboidratos totais	34,08 ( $\pm$ 0,95)
Proteína bruta	12,71 ( $\pm$ 0,54)
Lipídios	12,29 ( $\pm$ 0,47)
Fibra bruta	3,74 ( $\pm$ 0,42)
Cinzas	1,65 ( $\pm$ 0,02)

NOTA: DP = desvio-padrão  
Fonte: O autor, 2014.

Como pode ser observado na Tabela 10 o conteúdo de carboidratos no sorvete é bastante elevado quando comparado com os demais componentes. Além da quantidade equivalente a 18% de açúcar adicionado na formulação, ainda há o acréscimo devido à adição da batata yacon, qual foi desidratada osmoticamente em solução de sacarose, onde a incorporação média de sólidos foi de 6,85%. O teor de carboidratos no extrato de soja também é significativo, tendo em vista que o grão *in natura* apresenta valor superior a 30% de carboidratos totais (EMBRAPA, 2014).

O conteúdo de proteínas nesta formulação também é significativo. Isso se deve pelo alto teor proteico que o extrato de soja possui, visto que o grão de soja *in natura* possui aproximadamente 40% de proteína (EMBRAPA, 2014). O percentual de proteína contido nos sorvetes comercializados no Brasil é geralmente inferior a 4,0%, sendo este bastante inferior ao valor obtido na formulação estudada 12,71% ( $\pm$ 0,54).

O conteúdo de gordura obtido a partir da análise físico-química apresentou-se bastante próximo a quantidade de gordura vegetal que foi adicionada na formulação (12%). Essa proximidade resulta da utilização do extrato de soja desengordurado, qual não influenciou no teor de gordura do produto.

## 6.6 ANÁLISE DE ACEITAÇÃO AO CONSUMO DO SORVETE À BASE DE SOJA COM ADIÇÃO DE BATATA YACON E SABORIZANTE

A análise sensorial da amostra com 50 dias de fabricação (6% yacon, sem saborizante) e 5 dias de fabricação com adição de *cappuccino*, foi conduzida em laboratório, com um painel composto por 54 provadores. As médias de Tukey dos

valores de cada um dos atributos avaliados por escala hedônica foram agrupados e estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 – Médias da análise sensorial dos sorvetes para todos os atributos avaliados.

Ensaio	Aceitação global	Aparência	Cor	Aroma
<b>A</b>	6,94 <sup>ab</sup> ±1,07	7,15 <sup>b</sup> ±0,91	7,09 <sup>a</sup> ±1,27	6,93 <sup>a</sup> ±1,24
<b>B</b>	6,57 <sup>b</sup> ±1,49	6,72 <sup>b</sup> ±1,10	7,04 <sup>a</sup> ±1,29	6,70 <sup>a</sup> ±1,26
<b>C</b>	7,39 <sup>a</sup> ±1,39	7,63 <sup>a</sup> ±1,25	7,54 <sup>a</sup> ±1,25	7,17 <sup>a</sup> ±1,37

Tabela 12 – Continuação da Tabela 11

Ensaio	Sabor	Textura	Consistência	Intenção de compra
<b>A</b>	6,85 <sup>a</sup> ±1,45	7,17 <sup>ab</sup> ±1,13	7,24 <sup>ab</sup> ±1,23	6,19 <sup>a</sup> ±2,24
<b>B</b>	6,67 <sup>a</sup> ±1,62	6,70 <sup>b</sup> ±1,73	6,74 <sup>b</sup> ±1,57	6,09 <sup>a</sup> ±2,27
<b>C</b>	7,24 <sup>a</sup> ±1,71	7,54 <sup>a</sup> ±0,97	7,67 <sup>a</sup> ±1,02	6,69 <sup>a</sup> ±2,76

Médias na mesma coluna seguidas de letras idênticas não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ). Dados: Ensaio A: formulação com 50 dias de fabricação; Ensaio B: formulação com 5 dias de fabricação; Ensaio C: formulação com adição de *cappuccino* (5 dias de fabricação).

Fonte: O autor, 2014.

As Tabelas 11 e 12 mostram que o ensaio C (formulação com adição de *cappuccino*) foi o que obteve a maior média em todos os atributos avaliados. Para os atributos aceitação global, textura e consistência, os ensaios A (amostra com 50 dias de fabricação) e C não apresentaram diferença significativa entre si. Para os atributos cor, aroma, sabor e intenção de compra, todos os ensaios (A, B e C) não apresentaram diferença entre si.

Para todos os atributos avaliados os ensaios A (50 dias de fabricação) e B (5 dias de fabricação) não diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ), mostrando que não houve modificação nas características sensoriais do sorvete durante o armazenamento de 50 dias.

O atributo aparência foi o que apresentou maior diferença, sendo que o ensaio C diferiu significativamente dos demais ( $p \leq 0,05$ ), com maior média.

Esperava-se uma diferença mais significativa no atributo sabor e aroma, visto que, os produtos à base de soja geralmente possuem baixa aceitabilidade devido ao amargor e adstringência, e com a utilização de *cappuccino* esperava-se mascarar

essas percepção e obter uma diferença relevante quanto a esses atributos. Para trabalhos futuros, devem ser analisados sensorialmente novos saborizantes e diferentes concentrações destes, visando mascarar ainda mais o sabor da soja em função dos consumidores ainda não possuem o hábito de consumo de alimentos à base deste grão.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em sua composição a batata yacon apresenta elevado conteúdo de umidade (86,89g/100g) e carboidratos totais (17,17g/100g), sendo considerada também uma boa fonte de fibra bruta (3,28g/100g) e uma fonte pobre de proteínas (0,43%), cinzas (0,35%) e lipídeos (0,15%).

O tratamento de inativação enzimática em solução contendo 1,0% de ácido ascórbico e 0,125% de carbonato de cálcio foi eficiente, visto que o vegetal não sofreu alteração na cor durante o armazenamento.

A espessura das fatias de yacon não influenciou de maneira significativa durante o processo de desidratação osmótica. O tempo de 1 h de tratamento é suficiente para a desidratação parcial do vegetal, visto que após esse período a perda de água se mantém estável. A perda de água para as diferentes concentrações de solução (40 e 60 °Brix) foi bastante semelhante, porém, é importante destacar que o estudo com a solução a 60 °Brix deveria ser repetido.

O sorvete formulado apresenta composição bastante distinta dos produtos tradicionais, podendo ser considerado uma excelente fonte de proteína (12,71g/100g) e boa fonte de fibras (3,73g/100g). O teor de gordura (12,29%) se mostra bastante similar ao encontrado nos sorvetes tradicionais.

A análise sensorial realizada com formulações de sorvete com adição de diferentes concentrações de batata yacon desidratada osmoticamente não apresentou diferença para todos os atributos avaliados (aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor, textura, consistência e intenção de compra). O sorvete com 6% de yacon e com *cappuccino* foi o mais aceito sensorialmente para todos os atributos avaliados quando comparado com a formulação sem adição deste saborizante.

O sorvete apresentou-se estável durante o período de armazenamento de 50 dias, sem modificação dos atributos sensoriais avaliados (aparência, cor, aroma, sabor, textura, consistência).

O sorvete à base de extrato de soja com adição de batata yacon é uma nova alternativa para os consumidores intolerantes à lactose e para àqueles que procuram uma alimentação mais saudável.

## REFERÊNCIAS

ABIS, Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete. Disponível em: <<http://www.abis.com.br/>> Acesso em: 04 set. 2014.

ANTONIO, G.C.; KUROZAWA, L.E.; XIDIEH MURR, F. E.; PARK, K.J. **Otimização da Desidratação Osmótica de Batata Doce (*Ipomoea batatas*) Utilizando Metodologia de Superfície de Resposta**. Brazilian Journal of Food Technology, v.9, n.2, p. 135-141, abr./jun. 2006.

AZEREDO, H.M.C.; JARDINE, J.G. **Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n.1, abr. 2000.

BARBOSA, Ana Cristina Lopes; HASSIMOTTO, Neuza Mariko Aymoto; LAJOLO, Franco Maria; GENOVESE, Maria Inés. **Teores de isoflavonas e capacidade antioxidante da soja e produtos derivados**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(4): 921-926, out.-dez. 2006.

BEDANI, Raquel et al. **Consumo de soja e seus produtos derivados na cidade de Araraquara-SP: Um estudo de caso**. Alim. Nutr, Araraquara. v.18, np27-34, jan./mar. 2007.

BEHRENS, Jorge Herman; SILVA, Maria Aparecida Azevedo Pereira da. **Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 24, n. 3, 2004.

BERGEROT, Caroline. **Cozinha Vegetariana: A soja no seu dia-a-dia**. São Paulo: Cultrix, 2003, 383 p.

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria Nº. 379**, de 26 de Abril de 1999.

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº. 12**, de 02 de Janeiro de 2001.

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº. 267**, de 25 de Setembro de 2003.

BRASIL. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC Nº. 266**, de 22 de Setembro de 2005.

CADENA, Rafael Silva. **Sorvete sabor creme tradicional e “light”: Perfil sensorial e instrumental**. Campinas, SP: [s.n], 2008.

CAMPOS, Shirley de. Composição dos gelados comestíveis. **Nutrologia, Alimentos, Nutrição**. 2003. Disponível em: <[www.drashirleydecampos.com.br/noticias/4261](http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/4261)>. Acesso em 12 out. 2014.

CÓRDOVA, K.R.V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. (Dissertação de Mestrado – Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná), 167p, 2006.

COSTA, A.C.; **Estudo da conservação do pêssego (*Prunus persica* L.) minimamente processado**. Tese (Doutorado), Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/#>> Acesso em: 04 set. 2014.

FALCÃO, Deise Pasetto, et al. **Exame microbiológico de sorvetes não pasteurizados**. Rev. Saúde públ., São Paulo, SP, 17:2-8, 1983.

**FINAMAC** Arpifrio – Máquinas para sorvete, picolé e chocolate. Disponível em: <<http://www.finamac.com.br/br/>> Acesso em: 28 ago. 2014.

FRIAS, Andrea Dario. **Eficácia de um alimento à base de soja na sintomatologia da menopausa**. Revista Nutrição em Pauta, ano XI, n. 61, jul./ago. 2003. Disponível em: <[http://www.nutricaoempauta.com.br/lista\\_artigo.php?cod=61](http://www.nutricaoempauta.com.br/lista_artigo.php?cod=61)>. Acesso em: 29 set. 2014.

GAVA, Altanir Jaime. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. Editora: NOBEL. Ano de Edição: 2008.

GÓES-FAVONI, Silvana Pedrosa de; BELÉIA, Adelaide Del Pino; CARRÃO-PANIZZI, Mercedes C.; MANDARINO, José M. Gontijo. **Isoflavonas em produtos comerciais de soja**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 24(4): 582-586, out.-dez. 2004.

GOMES, Anna Thais; CEREDA, Marney Pascoli; VILPOUX, Olivier. **Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v.3, n.3, p.212-226, 2007.

GUTIÉRREZ, Ramón Hinojosa. **Contribuição ao estudo da extração e concentração do leite de soja**. Campinas, SP: [s.n], 1974.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1 Ed digital. Versão eletrônica./coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: IMESP, 2008.

KOTOVICZ, Valesca. **Otimização da desidratação osmótica e secagem do yacon (*polymnia sonchifolia*)**. Curitiba, PR: [s.n], 2011.

LIVRARI, Mariana Batista; MAURÍCIO, Angélica Aparecida. **Desenvolvimento de produtos à base de soja e verificação da aceitabilidade da leguminosa pelos consumidores**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 1, n.3, p. 335-343, set./dez. 2008.

MALANDRIN, R.; PAISANO, M.; COSTA, O. **Sorvetes: um mercado sempre pronto para crescer com inovações**. Food Ingredients, n. 15, p.42-48, nov.-dez. 2001.

MALDONADO, Silvina; SINGH, Judith del Carmen. **Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.2, p.429-434. 2008.

MARANGONI, André Luis. **Potencialidade de aplicação de farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais**. Campinas, SP: [s.n], 2007.

MICHELS, Ineuza. **Aspectos tecnológicos do processamento mínimo de tubérculos de yacon (*Polymnia sonchifolia*) armazenados em embalagens com atmosfera modificada**. (Dissertação de Mestrado – Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná), 115p, 2004.

MIKILITA, Ivana Saldanha. **Avaliação do estágio de adoção das boas práticas de Fabricação pelas indústrias de sorvete da região Metropolitana de Curitiba (pr): proposição de um plano de análise de perigos e pontos críticos de Controle**. Curitiba, PR: [s.n], 2002.

MOURA, Carolina Prandine de. **Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Polymnia sonchifolia*) com pré-tratamento osmótico**. (Dissertação de Mestrado – Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná), 107p, 2004.

NIETO, C.C.; **Estudios agronómicos y bromatológicos en jicama (*Polymnia sonchifolia* Poep et Endl.)**. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, v. 41, n.2, p.213-221, 1991.

OLIVEIRA, Talita Moreira, SOARES, Nilda F. Ferreira, PAULA, Claudia. Denise de, VIANA, Guilliano Amaral. **Uso da embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs**. Ciências Agrárias, Londrina, v.29, n.1, p.117-128, 2008.

OLVEBRA, Olivebra Indústria S/A. Disponível em: <www.olvebra.com.br>. Acesso em: 21 set. 2014.

ORDÓÑEZ, Juan A, et al. **Tecnologia de Alimentos – Origem Animal I**. Porto Alegre, RG: Editora Artmed, 2005.

PADILHA, V.M.; ROLIM, P.M.; SALGADO, S.M.; LIREVA, A.V.S.; OLIVEIRA, M.G. **Tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) sob tratamento químico**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.7, p.2178-2184, 2009.

PARK, Kil J.; BIN, Adriana; BROD, Fernando P. R. **Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a Pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica**. Campinas, SP: Ciênc. Tecnol. Aliment., 21(1): 73-77, jan.-abr. 2001.

PESSOA, Thayse R. Bezerra. **Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Polymnia sonchifolia*) com pré-tratamento osmótico**. 2009. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. Curso de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, João Pessoa, 2009.

QUINTEROS, Edwin T. Torrez. **Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. Campinas, SP: [s.n], 2000.

RECHSTEINER, Mariana S. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata-doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. Botucatu, SP: [s.n], 2009.

RODRIGUES; Rosane da Silva; MORETTI, Roberto Herminio. **Caracterização físico-química de bebida protéica elaborada com extrato de soja e polpa de pêssegos**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 26, n. 1, p. 101-110, 2008.

SILVA, Karla. **Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais**. Campinas, SP: [s.n], 2004.

SILVA, Mara Reis; SILVA, Maria Aparecida A. da. **Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas**. Rev. Nutr., Campinas, 13(1): 3-9, jan./abr., 2000

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Série Publicações Técnicas do Centro de Informação em Alimentos: sorvetes**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001.

SORVETES E CASQUINHAS. **Sorvete de Soja**. Editora: Insumos, São Paulo. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/sorvetes\\_e\\_casquinhas/edicoes\\_materias.php?id\\_edicao=48](http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/edicoes_materias.php?id_edicao=48)>. Acesso em: 07 set. 2014.

SOUZA, Jean C. B., et al. **Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico**. Fonte: Alim. Nutr., Araraquara v.21, n.1, p. 155-165. Londrina, PR, 2010.

SOUZA, Aline F. de; LEÃO, Marcelo F. **Análise dos métodos mais eficientes na inibição do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 117. 2012.

TÉO, Carla Rosane Paz Arruda. **Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional**. Arq. Ciências saúde UNIPAR, Paraná, v. 6, n. 3, p. 135-140, set./dez. 2002.

UGGIONI, P.L.; FAGUNDES, R.L.M. **Tratamento dietético da intolerância à lactose infantil: teor de lactose em alimentos**. Hig. Aliment, São Paulo, v. 21, n. 140, p. 24-29, abril 2006.

VALIM, Maria F.; ROSSI, Elizeu. A.; SILVA, Rui S. F.; BORSATO, Dionisio. **Sensory acceptance of a functional beverage based on orange juice and soymilk**. Braz. J. Food Technol., v.6, n.2, p.153-156, Jul./Dez. 2003.

- VENTURA, Fernanda Cardoso. **Desenvolvimento de doce de fruta em massa funcional de valor calórico reduzido, pela combinação de goiaba vermelha e yacon desidratados osmoticamente e acerola.** Campinas, SP: [s.n], 2004.
- VILHENA, Stela Maria C.; CÂMARA, Francisco Luiz A.; KAKIHARA, Sergio T. **O cultivo de yacon no Brasil.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, n. 1, p. 5-8, março 2000.
- VISSOTTO, Fernanda Zaratini, et al. **Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó.** Guarapuava, PR, 2005. Disponível em: Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, jul.-set. 2006.
- XAVIER, Lisânia de Paula Santos. **Processamento de sorvetes.** Pelotas, RS: [s.n], 2009.
- WANG, Sin-Huei. **Tratamento do grão de soja com radiação de micro-ondas e seus efeitos no sabor, extração, e algumas propriedades nutricionais do leite de soja.** Campinas, SP: [s.n], 1986.

## SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliação e incentivo ao estudo e plantio de diferentes cultivares de batata yacon;
- Avaliação dos parâmetros de desidratação osmótica, para tempos inferiores a 1 h;
- Avaliação de aceitação do consumo de sorvete à base de soja quanto à adição de diferentes saborizantes (ex.: polpa de jabuticaba).

## APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine no final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e outra é do pesquisador.

Título do projeto: Sorvete à base de soja com melhoramento nutricional pela adição da batata Yacon.  
 Pesquisadora: Angélica Patrícia Bertolo  
 Telefone para contato: (42) 9951-0597  
 Orientador: Ernesto Quast  
 Telefone: (42) 9957-5339

E-mail: [angelica\\_bertolo@hotmail.com](mailto:angelica_bertolo@hotmail.com)  
 E-mail: [ernesto.quast@uffs.edu.br](mailto:ernesto.quast@uffs.edu.br)

Pesquisa aprovada pelo Conselho de Ética em Pesquisa da UFFS - Rua General Osório, 413D • CEP: 89802-210 • Caixa Postal 181- Bairro Jardim Itália • Chapecó • Santa Catarina. Fone: (49) (49) 2049-1478; E-mail: [cep.uffs@uffs.edu.br](mailto:cep.uffs@uffs.edu.br)

Este estudo busca identificar a aceitação do consumo de sorvete à base de soja com a adição da batata yacon para enriquecimento nutricional, avaliando suas propriedades tecnológicas e sensoriais. O objetivo principal desta pesquisa é inserir a batata yacon na alimentação humana, dado os inúmeros benefícios advindos pelo seu consumo e sua pouca aplicação na área alimentícia em âmbito nacional.

A sua participação na pesquisa consiste em avaliar sensorialmente amostras de sorvete com diferentes formulações, que foram elaboradas pelo próprio pesquisador, sem qualquer prejuízo para o pesquisado, seguindo todas as normas de boas práticas de fabricação e manipulação de alimentos. Caso ocorram efeitos indesejáveis o(a) encaminharemos para a unidade de saúde mais próxima, sendo os custos deste de responsabilidade da pesquisadora.

Os dados da pesquisa serão coletados por meio da aplicação de ficha de análise sensorial, com escala hedônica de 9 pontos. Os participantes provarão e atribuirão notas de 1 a 9 para as amostras ofertadas, sendo 1 detestei e 9 adorei, quanto aos atributos: aceitação global, aparência, cor, aroma, sabor, textura e consistência. Será questionado também, sobre sua intenção de compra e o preço que estaria disposto a pagar caso fosse adquirir o produto em questão no comércio. As análises sensoriais serão realizadas em três momentos, entre os meses de agosto a dezembro de 2014.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações obtidas pela pesquisa serão utilizadas somente para os fins da mesma, bem como para a composição do relatório de pesquisa. As informações serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, resguardando sempre sua identidade.

Este termo de consentimento livre e esclarecido é feito em duas vias, sendo que uma delas ficará em poder do pesquisador e outra com o sujeito participante da pesquisa. Você poderá retirar o seu consentimento a qualquer momento não havendo qualquer prejuízo ou represália.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contactar ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal da Fronteira Sul (os contatos constam no início deste termo).

Observação: Os voluntários participantes deverão ter no mínimo 18 anos completados no anteceder à pesquisa.

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, \_\_\_\_\_, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa e, os procedimentos nela envolvidos, bem como os benefícios decorrentes da minha participação. Foi me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento. Também autorizo registros fotográficos.

Local: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Nome e assinatura do sujeito (item opcional):

\_\_\_\_\_

Nome e assinatura do pesquisador:

\_\_\_\_\_

**APÊNDICE B – Ficha de análise sensorial**

**Ficha 1 – Avaliação sensorial de sorvete à base de soja com melhoramento nutricional pela adição da batata Yacon**

PROVADOR Nº \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
 Nome: \_\_\_\_\_  
 Sexo: Fem. ( ) Masc. ( ) Idade: \_\_\_\_\_  
 Grau de instrução: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

Você está recebendo 03 amostras codificadas de um sorvete à base de soja com adição de yacon. Prove com atenção o produto que lhe está sendo apresentado e dê uma nota para o produto, caracterizando a intensidade percebida do atributo solicitado, utilizando a escala abaixo:

- 9 – adorei
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 – desgostei muito
- 1 – detestei

Código da amostra	Aceitação global	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Consistência

Observações:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**- Qual seria sua intenção de compra: (certamente compraria = 9, talvez compraria = 5, jamais compraria = 1)**

Código da amostra: \_\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_  
 Código da amostra: \_\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_  
 Código da amostra: \_\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

**- Quanto você estaria disposto a pagar pelo produto (500g de produto):**

Código da amostra: \_\_\_\_\_ Valor: \_\_\_\_\_  
 Código da amostra: \_\_\_\_\_ Valor: \_\_\_\_\_  
 Código da amostra: \_\_\_\_\_ Valor: \_\_\_\_\_

Observações:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## ANEXO A – Resultados das análises microbiológicas



## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº 00131570

## SOLICITANTE

Nome: **Angélica Patrícia Bertolo**  
 CPF/CNPJ:  
 Cidade: **Laranjeiras do Sul** Estado: **PR**  
 Telefone: **(42)9951-0597**  
 Responsável: **Angélica Patrícia Bertolo**

## AMOSTRA

Produto: **Sorvete de Soja**  
 Data Recebimento: **23/08/2014** Hora Recebimento: **09:00**  
 Marca: **N.I.** Solicitação: **N.I.**  
 Local de Coleta: **N.I.** Coletor: **Solicitante**  
 Data Fabricação: **22/08/2014** Validade: **N.I.** Lote: **N.I.**  
 Nº Registro: **N.I.** Lacre: **N.I.** Documento de Referência: **N.I.**  
 Data Coleta: **N.I.** Hora Coleta: **N.I.** Área Coleta: **N.I.**  
 Temp. Coleta: **N.I.°C** Temp. Recebimento: **1,8°C** Fornecedor: **N.I.**  
 Informações adicionais: **Sorvete de Soja com Adição de Batata Yacon 2%  
 TCC - Angelica**  
 Data Análise: **23/08/2014** Data Conclusão: **27/08/2014**

## ENSAIOS

Ensaio (Código)	Resultado	Unidade		Metodologia
<b>M06</b> Contagem de Coliformes Termotolerantes	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	UFC/g	Est	MAPA - IN 62
<b>M26</b> Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp	Ausente	/25g		ISO - 6579: 2002

N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante. UFC - Unidade Formadora de Colônia. N.D. - Não Detectável. Est. - Estimado.

\* Os resultados se referem somente à amostra analisada e a reprodução do documento só poderá ser integral e dependente da aprovação por escrito do laboratório emissor e do cliente.

## Referência Metodologia:

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de Agosto de 2003. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de set, 2003, Seção 1, Página 14. ISO 6579:2002.

  
 Dr. Martins Guimarães  
 Médica Veterinária  
 CRMV/PR 4696

  
 J. Aparecida Murinelli Baia  
 Biomédica  
 CRBM-1 - 18884

Página: 1 de 1

## ANEXO B – Resultados das análises físico-químicas do sorvete

### RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº 00147403

#### SOLICITANTE

Nome: **Angélica Patricia Bertolo**  
 CPF/CNPJ: **071.927.799-03**  
 Cidade: **Laranjeiras do Sul** Estado: **PR**  
 Telefone: **(42)9951-0597**  
 Responsável: **Angélica Patricia Bertolo**

#### AMOSTRA/ITEM ENSAIADO

Produto: **Sorvete**  
 Data Recebimento: **23/10/2014** Hora Recebimento: **09:00**  
 Marca: **N.I.** Solicitação: **N.I.**  
 Local de Coleta: **N.I.** Coletor: **Solicitante**  
 Data Fabricação: **N.I.** Validade: **N.I.** Lote: **N.I.**  
 Nº Registro: **N.I.** Lacre: **N.I.** Documento de Referência: **N.I.**  
 Data Coleta: **N.I.** Hora Coleta: **N.I.** Área Coleta: **N.I.**  
 Temp. Coleta: **N.I. °C** Temp. Recebimento: **0,9°C** Fornecedor: **N.I.**  
 Informações adicionais: **Angélica**

Data Ensaio: **23/10/2014**

Data Conclusão: **03/11/2014**

#### ENSAIOS

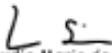
Ensaio (Código)	Resultado	Unidade	Metodologia
FQ093.60 Fibra Bruta	1,68	g/100g	IAL 2008
	1,34	g/100g	IAL 2008
	1,50	g/100g	IAL 2008
FQ075 Proteína Bruta	5,02	g/100g	IN 68 MAPA
	5,37	g/100g	IN 68 MAPA
	4,97	g/100g	IN 68 MAPA
FQ093.12 Carboidratos totais	13,48	g/100g	IN 68 MAPA
	14,17	g/100g	IN 68 MAPA
	13,54	g/100g	IN 68 MAPA

N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante. UFC - Unidade Formadora de Colônia. N.D. - Não Detectável. Est. - Estimado.

\* Os resultados se referem somente à amostra analisada e a reprodução do documento só poderá ser integral e dependente da aprovação por escrito do laboratório emissor e do cliente.  
 \* O laboratório não é responsável pela coleta, os resultados são referentes às amostras coletadas pelo cliente.

#### Referência da Metodologia:

Instituto Adolfo Lutz, Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 5ª ed. Brasília, ANVISA 2008.  
 BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N° 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 14 de dezembro de 2006. Seção 1, p. 98.  
 Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006 - MAPA

  
 Claudia Maria da Silva  
 Tecnóloga em Alimentos  
 CRQ/PR 09202319

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº 00147403

## SOLICITANTE

Nome: **Angélica Patrícia Bertolo**  
 CPF/CNPJ: **071.927.799-03**  
 Cidade: **Laranjeiras do Sul** Estado: **PR**  
 Telefone: **(42)9951-0597**  
 Responsável: **Angélica Patrícia Bertolo**

## AMOSTRA/ITEM ENSAIADO

Produto: **Sorvete**  
 Data Recebimento: **23/10/2014** Hora Recebimento: **09:00**  
 Marca: **N.I.** Solicitação: **N.I.**  
 Local de Coleta: **N.I.** Coletor: **Solicitante**  
 Data Fabricação: **N.I.** Validade: **N.I.** Lote: **N.I.**  
 Nº Registro: **N.I.** Lacre: **N.I.** Documento de Referência: **N.I.**  
 Data Coleta: **N.I.** Hora Coleta: **N.I.** Área Coleta: **N.I.**  
 Temp. Coleta: **N.I. °C** Temp. Recebimento: **0,9°C** Fornecedor: **N.I.**  
 Informações adicionais: **Angélica**

Data Ensaio: **23/10/2014**Data Conclusão: **03/11/2014**

## ENSAIOS

Ensaio (Código)	Resultado	Unidade	Metodologia
FQ058.1 Lipídios (gerber)	12,83	g/100g	IN 68 MAPA
	12	g/100g	IN 68 MAPA
	12,05	g/100g	IN 68 MAPA

OBSERVAÇÃO DESVIO PADRÃO FIBRA BRUTA: 0,17

DESVIO PADRÃO PROTEÍNA: 0,218

DESVIO PADRÃO CARBOIDRATOS TOTAIS: 0,38

DESVIO PADRÃO LIPÍDIOS: 0,465

N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante UFC - Unidade Formadora de Colônia N.D. - Não Detectável Est. - Estimado

\* Os resultados se referem somente à amostra analisada e a reprodução do documento só poderá ser integral e dependente da aprovação por escrito do laboratório emissor e do cliente.

\* O laboratório não é responsável pela coleta, os resultados são referentes às amostras coletadas pelo cliente.

## Referência da Metodologia:

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa N° 68, de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial da União, Brasília- DF, 14 de dezembro de 2006. Seção 1, p. 38.

  
 Claudia Maria da Silva  
 Tecnóloga em Alimentos  
 CRQ/PR 09202319

## ANEXO C – Resultados das análises físico-químicas da batata yacon

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº 00147404

## SOLICITANTE

Nome: **Angélica Patrícia Bertolo**  
 CPF/CNPJ: **071.927.799-03**  
 Cidade: **Laranjeiras do Sul** Estado: **PR**  
 Telefone: **(42)9951-0597**  
 Responsável: **Angélica Patrícia Bertolo**

## AMOSTRA/ITEM ENSAIADO

Produto: **Batata Yacon**  
 Data Recebimento: **23/10/2014** Hora Recebimento: **09:00**  
 Marca: **N.I.** Solicitação: **N.I.**  
 Local de Coleta: **N.I.** Coletor: **Solicitante**  
 Data Fabricação: **N.I.** Validade: **N.I.** Lote: **N.I.**  
 Nº Registro: **N.I.** Lacre: **N.I.** Documento de Referência: **N.I.**  
 Data Coleta: **N.I.** Hora Coleta: **N.I.** Área Coleta: **N.I.**  
 Temp. Coleta: **N.I.** °C Temp. Recebimento: **3,8**°C  
 Fornecedor: **N.I.**  
 Informações adicionais: **Angélica**

Data Ensaio: **23/10/2014**Data Conclusão: **03/11/2014**

## ENSAIOS

Ensaio (Código)	Resultado	Unidade	Metodologia
FQ093.60 Fibra Bruta	16,55	g/100g	IAL 2008
	17,93	g/100g	IAL 2008
	17,03	g/100g	IAL 2008
FQ075 Proteína	0,43	g/100g	IN 20 MAPA
	0,45	g/100g	IN 20 MAPA
	0,42	g/100g	IN 20 MAPA
FQ093.12 Carboidratos Totais	3,36	g/100g	IN 20 MAPA
	3,10	g/100g	IN 20 MAPA
	3,38	g/100g	IN 20 MAPA

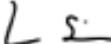
N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante. UFC - Unidade Formadora de Colônia. N.D. - Não Detectável. Est. - Estimado.

\* Os resultados se referem somente à amostra analisada e a reprodução do documento só poderá ser integral e dependente da aprovação por escrito do laboratório emissor e do cliente.

\* O laboratório não é responsável pela coleta, os resultados são referentes às amostras coletadas pelo cliente.

## Referência da Metodologia:

Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 5ª ed. Brasília, ANVISA 2008.  
 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 20, de 21 de julho de 1999. Oficiais de Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Carneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. Diário Oficial da União, Brasília- DF, 27 de Julho de 1999. Seção 1, p. 10.

  
 Claudia Maria da Silva  
 Tecnóloga em Alimentos  
 CRQ/PR 09202319

## RELATÓRIO DE ENSAIOS

Nº 00147404

## SOLICITANTE

Nome: **Angélica Patrícia Bertolo**  
 CPF/CNPJ: **071.927.799-03**  
 Cidade: **Laranjeiras do Sul** Estado: **PR**  
 Telefone: **(42)9951-0597**  
 Responsável: **Angélica Patrícia Bertolo**

## AMOSTRA/ITEM ENSAIADO

Produto: **Batata Yacon**  
 Data Recebimento: **23/10/2014** Hora Recebimento: **09:00**  
 Marca: **N.I.** Solicitação: **N.I.**  
 Local de Coleta: **N.I.** Coletor: **Solicitante**  
 Data Fabricação: **N.I.** Validade: **N.I.** Lote: **N.I.**  
 Nº Registro: **N.I.** Lacre: **N.I.** Documento de Referência: **N.I.**  
 Data Coleta: **N.I.** Hora Coleta: **N.I.** Área Coleta: **N.I.**  
 Temp. Coleta: **N.I.** °C Temp. Recebimento: **3,8**°C Fornecedor: **N.I.**  
 Informações adicionais: **Angélica**

Data Ensaio: **23/10/2014**Data Conclusão: **03/11/2014**

## ENSAIOS

Ensaio (Código)	Resultado	Unidade	Metodologia
-----------------	-----------	---------	-------------

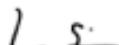
OBSERVAÇÃO **DESVIO PADRÃO FIBRA BRUTA: 0,7****DESVIO PADRÃO PROTEÍNA: 0,015****DESVIO PADRÃO CARBOIDRATOS TOTAIS: 0,16**

N.I.: Dado(s) não informado(s) pelo Solicitante. UFC - Unidade Formadora de Colônia. N.D. - Não Detectável. Est. - Estimado.

\* Os resultados se referem somente à amostra analisada e a reprodução do documento só poderá ser integral e dependente da aprovação por escrito do laboratório emissor e do cliente.

\* O laboratório não é responsável pela coleta, os resultados são referentes às amostras coletadas pelo cliente.

Referência da Metodologia:

  
 Claudia Maria da Silva  
 Tecnóloga em Alimentos  
 CRQ/PR 09202319