



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**LETICIA CALVI PIZETTA**

**ELABORAÇÃO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON**

ALEGRE - ES  
JUNHO - 2013

LETICIA CALVI PIZETTA

**ELABORAÇÃO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Área de Concentração Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Mirela Guedes Bosi  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Neuza Maria Brunoro Costa

ALEGRE - ES  
JUNHO – 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

P689e Pizetta, Leticia Calvi, 1988-  
Elaboração de iogurte com adição de farinha de yacon / Leticia Calvi  
Pizetta. – 2013.  
70 f. : il.

Orientadora: Mirela Guedes Bosi.

Coorientadora: Neuza Maria Brunoro Costa.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Iogurte. 2. Prebiótico. 3. Análise sensorial. I. Bosi, Mirela Guedes. II.  
Costa, Neuza Maria Brunoro III. Universidade Federal do Espírito Santo.  
Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 664

---

## ELABORAÇÃO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON

**Leticia Calvi Pizetta**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Área de Concentração Tecnologia de Produtos de Origem Animal.

Aprovada em 14 de Junho de 2013.

*Denise Sobral*

Prof<sup>ª</sup>. DSc. Denise Sobral  
Instituto de Laticínios Cândido Tostes  
(Membro Externo)

*Suzana M Della Lucia*

Prof<sup>ª</sup>. DSc. Suzana Maria Della Lucia  
Universidade Federal do Espírito Santo  
(Membro Interno)

*Mirela G. Bosi*

Prof<sup>ª</sup>. DSc. Mirela Guedes Bosi  
Universidade Federal do Espírito Santo  
(Orientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

- A Deus por me guiar e proteger sempre, à minha família pelo incentivo e especialmente ao meu namorado Gilson pelo amor e compreensão nos momentos de dificuldade. Amo muito vocês.
- À Flávia, Michelle, Rayana, Nayara e Laís pela colaboração durante os trabalhos.
- Aos Técnicos de Laboratório Amanda e Eduardo pelo auxílio durante as análises.
- Às minhas colegas de trabalho Mariana e Neuracy pela força e compreensão nos meus dias de ausência.
- À Professora Mirela Guedes Bosi pela orientação.
- Aos membros da banca pelas sugestões e colaboração.
- Ao programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Espírito Santo pela possibilidade de execução desta pesquisa.
- À Direção do Restaurante Universitário Central da Universidade Federal do Espírito Santo pelo incentivo e liberação.
- Aos julgadores que participaram da análise sensorial.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1. YACON.....	04
2.1.1. Origem e Formas de Consumo.....	04
2.1.2. Características e Composição Química.....	05
2.1.3. Propriedades Funcionais e Características dos Fruto- oligossacarídeos.....	07
2.1.4. Farinha de Yacon.....	09
2.2. IOGURTE.....	10
2.2.1. Propriedades Físico-Químicas.....	11
2.2.2. Processo de Fabricação.....	13
2.2.2.1. Padronização.....	14
2.2.2.2. Homogeneização.....	14
2.2.2.3. Tratamento térmico.....	15
2.2.2.4. Inoculação.....	15
2.2.2.5. Incubação/ fermentação.....	16
2.2.2.6. Resfriamento.....	17
2.2.2.7. Envase e armazenamento.....	18
2.2.3. Benefícios para a Saúde e Mercado Consumidor.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. MATÉRIAS-PRIMAS.....	21
3.1.1. Yacon.....	21
3.1.2. Leite.....	21
3.1.3. Leite em Pó.....	21
3.1.4. Fermento Lático.....	21
3.1.5. Sacarose.....	22
3.1.6. Preparado de Frutas.....	22
3.2. OBTENÇÃO DA FARINHA DE YACON.....	22
3.3. A CONCENTRAÇÃO DE FARINHA DE YACON.....	23
3.4. FABRICAÇÃO DO IOGURTE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON E DO IOGURTE CONTROLE.....	23
3.5. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS.....	25
3.5.1. Métodos das Análises Físico-Químicas.....	26
3.5.1.1. Fruto-oligossacarídeos (FOS).....	26
3.5.1.2. Extrato seco total (EST).....	26
3.5.1.3. Proteína total.....	27
3.5.1.4. Gordura.....	27
3.5.1.5. Cinzas.....	27
3.5.1.6. Carboidrato.....	27
3.5.1.7. Densidade.....	27
3.5.1.8. Acidez titulável.....	28
3.5.1.9. pH.....	28

3.5.1.10. Sinérese.....	28
<b>3.5.2. Avaliação Sensorial.....</b>	<b>28</b>
3.6. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
3.7. CUIDADOS ÉTICOS.....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
4.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	31
4.2. ANÁLISE DA ESTABILIDADE DOS IOGURTES.....	35
4.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	40
<b>4.3.1. Caracterização do Grupo de Consumidores</b>	<b>40</b>
<b>Recrutado para Análise Sensorial.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3.2. Análise de Aceitação e Intenção de Compra.....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos: 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C).....	07
Figura 2 - Fluxograma de fabricação dos iogurtes.....	24
Figura 3 - Evolução do pH em função do tempo de armazenamento (28 dias) e modelo de equação de regressão do iogurte adicionado de farinha de yacon (n=6).....	36
Figura 4 - Evolução do pH em função do tempo de armazenamento (28 dias) e modelo de equação de regressão do iogurte controle (n=6).....	36
Figura 5 - Evolução da sinérese e modelo de equação de regressão para a porcentagem de sinérese em função do tempo de armazenamento (28 dias) do iogurte adicionado de farinha de yacon (n=6).....	38
Figura 6 - Evolução da sinérese e modelo de equação de regressão para a porcentagem de sinérese em função do tempo de armazenamento (28 dias) do iogurte controle (n=6).....	38
Figura 7 - Renda familiar mensal dos indivíduos que participaram da análise de aceitação (n= 55).....	40
Figura 8 - Frequência de consumo de iogurte.....	41
Figura 9 -Conhecimento sobre o que é alimento prebiótico e sua definição (a) e consumo de alimentos que reduzem o risco de doenças (b).....	41
Figura 10 - Conhecimento sobre o que é yacon (a) e participantes que consumiriam produtos adicionados de yacon (b).....	42
Figura 11 - Histograma de frequência para o atributo aroma da análise sensorial (n=55).....	44
Figura 12 - Histograma de frequência para o atributo sabor da análise sensorial (n=55).....	44
Figura 13 - Histograma de frequência para o atributo aparência da análise sensorial (n=55).....	45
Figura 14 - Histograma de frequência para o atributo textura da análise sensorial (n=55).....	45
Figura 15 - Histograma de frequência para a impressão global na análise sensorial (n=55).....	45
Figura 16 - Histograma de frequência para a intenção de compra (n=55).....	46



## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição média do yacon em base úmida.....	06
Tabela 2 - Valores médios de densidade, pH e acidez titulável do leite integral.....	31
Tabela 3 - Valores médios de fruto-oligossacarídeo (FOS), extrato seco total (EST) e pH da farinha de yacon.....	31
Tabela 4 - Características físico-químicas dos iogurtes com farinha de yacon e controle fabricados nos processamentos 1, 2 e 3 (n=9).....	32
Tabela 5 - Valores de pH do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle durante o período de armazenamento (28 dias) dos processamentos 4 e 5 (n=6).....	37
Tabela 6 - Porcentagem de sinérese do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle durante o período de armazenamento (28 dias) dos processamentos 4 e 5 (n=6)	39
Tabela 7 - Resultados médios da avaliação sensorial e de intenção de compra do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle (n= 55).....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características físico-químicas de leites fermentados.....	Página 12
---	--------------

## RESUMO

PIZETTA, Leticia Calvi. **Elaboração de iogurte com adição de farinha de yacon**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Mirela Guedes Bosi. Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. DSc. Neuza Maria Brunoro Costa.

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma espécie originária dos Andes e atualmente tem sido produzido em países como o Brasil. As raízes do yacon possuem entre 10% e 14% de matéria seca, sendo que desse teor 90% corresponde a carboidratos como os fruto-oligossacarídeos (FOS) (40% a 70%). O yacon pode ser considerado um alimento funcional, principalmente pela presença dos FOS que possuem características prebióticas. Os FOS resistem a temperaturas de cerca de 140°C e são resistentes a pH acima de 3. Por essas características, o yacon pode ser utilizado como fonte de FOS e sofrer diferentes tratamentos, como por exemplo, a produção de farinha, que pode ser adicionada a outros produtos como ao iogurte. Iogurte é o produto da fermentação do leite pasteurizado por *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de farinha de yacon nas características físico-químicas e sensoriais do iogurte. Foram elaborados o iogurte com 3,54% farinha de yacon e o iogurte controle (sem farinha de yacon). Em relação à farinha foram quantificados os teores de FOS e extrato seco total (EST) e determinado o valor de pH. Já em relação aos iogurtes, foram avaliados os aspectos físico-químicos de EST, cinzas, carboidrato, proteína, gordura, acidez titulável, pH e sinérese. O pH e a sinérese foram avaliados a cada 7 dias por um período de 28 dias. Também foi avaliada a aceitação sensorial quanto aos atributos aroma, textura, sabor e impressão global, além da intenção de compra. Foi aplicado um questionário com questões referentes à faixa etária, sexo, faixa de renda, conhecimento sobre alimentos prebióticos e sobre yacon e consumo de iogurte. Na caracterização físico-química houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os iogurtes para as variáveis EST, cinzas, carboidrato, pH e acidez titulável. O iogurte adicionado de farinha de yacon apresentou 20,55% de EST, 0,94% de cinzas, 12,95% de carboidrato, pH 4,79 e 81,72°D de acidez titulável, já o iogurte controle apresentou 18,84% de EST, 0,85% de cinzas, 11,29% de carboidrato, pH 4,88 e 75,55°D de acidez titulável. Os resultados da aceitação sensorial demonstraram que a adição de farinha de yacon interferiu negativamente na aparência, textura e impressão global dos iogurtes. O iogurte adicionado de farinha de yacon obteve médias para esses três atributos entre os termos hedônicos “não gostei nem desgostei” e “gostei pouco” na escala utilizada, e o iogurte controle obteve médias entre os termos hedônicos “gostei pouco” e “gostei muito”. Pode-se concluir que a adição da farinha de yacon ao iogurte é uma alternativa tecnologicamente viável para a indústria, visto que o iogurte elaborado apresentou características físico-químicas e sensoriais aceitáveis.

## ABSTRACT

PIZETTA, Leticia Calvi. **Yogurt manufacturing with addition of yacon flour**. 2013. Dissertation (MSc in Food Science and Technology) - Federal University of Espírito Santo, Alegre-ES. Advisor: Prof. DSc. Mirela Guedes Bosi. Co-advisor: Prof. DSc. Neuza Maria Brunoro Costa.

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) is originally from Andes but it has currently been produced in other countries, as Brazil. The root of yacon contains from 10% to 14% of dry matter and that content corresponds to 90% of carbohydrates, most of which (40%-70%) is fructo-oligosaccharides (FOS). FOS withstand temperatures around 140 °C, and pH above 3. For that reasons yacon can be used as source of FOS and can stand different treatments, such as the production of flour, which can be added to other products such as yogurt. Yogurt is the product of pasteurized milk fermentation by *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. The objective of this research was to evaluate the effect of yacon flour addition on physico-chemical and sensory characteristics of yogurt. It were prepared yogurt with addition of 3,54% of yacon flour and yogurt without addition of yacon flour, used as control. Concerning yacon flour, it were quantified the levels of FOS and total dry matter (TDM) and its pH were determined. As to the yogurt, it were evaluated the physico-chemical aspects of TDM, ash, carbohydrate, protein, fat, titratable acidity, pH and syneresis. The values of pH and syneresis were determined every 7 days for a period of 28 days. Sensory acceptance was also evaluated through the attributes aroma, texture, flavor, overall impression and purchase intent. A questionnaire was administered in order to gather information on age, gender, income level, knowledge of prebiotic foods, yacon and yogurt consumption. The results showed significant difference ( $p < 0,05$ ) between yogurt types for total dry matter, ash, carbohydrate, pH and titratable acidity. The yogurt with addition of yacon flour had 20.55% TDM, 0.94% ash, 12.95% carbohydrate, pH 4.79 and 81.72°D titratable acidity, while the control product showed 18.84% TDM, 0.85% ash, 11.29% carbohydrate, pH 4.88 and 75.55°D titratable acidity. The sensory acceptance results showed that the addition of yacon flour affected yogurt appearance, texture and overall impression. The yogurt with addition of yacon flour achieved acceptance means between the hedonic terms “indifferent” and “slightly liked” on the scale. The control product achieved means between the hedonic terms “slightly liked” and “liked a lot”. The addition of yacon flour to yogurt is technologically feasible, as the yogurt showed acceptable physico-chemical and sensory characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

O yacon pertence à família *Asteraceae* (ou *Compositae*) e é denominado cientificamente como *Smallanthus sonchifolius* (GRAU; REA, 1997). É uma espécie originária dos Andes, encontrada desde a Colômbia até o noroeste da Argentina (HERMANN; FREIRE; PAZOS, 1998). Atualmente, tem sido produzido em países como Nova Zelândia, Japão, Coreia e Brasil (OJANSIVU; FERREIRA; SALMINEN, 2011).

O yacon faz parte da alimentação humana desde a antiguidade e tem um histórico de uso seguro como parte da dieta habitual nas suas diferentes formas de consumo, que variam entre cru ou cozido (OJANSIVU; FERREIRA; SALMINEN, 2011). Suas raízes tuberosas podem ser encontradas nas cores branca, alaranjada ou roxa e possuem sabor semelhante ao da pêra (QUINTEROS, 2000).

As raízes do yacon possuem entre 10% e 14% de matéria seca, sendo que desse teor 90% corresponde a carboidratos. Os principais carboidratos encontrados são os fruto-oligossacarídeos (FOS) (40% a 70%) (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN, 2005).

De acordo com sua composição, o yacon pode ser considerado um alimento funcional, principalmente pela presença dos FOS (RIBEIRO, 2008), que são oligossacarídeos constituídos por cadeias curtas de frutose unidas por ligações  $\beta(2-1)$ , terminando com uma unidade de glicose (YUN, 1996). Os FOS resistem a temperaturas de cerca de 140 °C sendo, portanto, resistentes a processos térmicos como a pasteurização. Além disso, são resistentes a pH acima de três e não cristalizam e nem deixam sabor residual (MOURA, 2004). Por essas características o yacon pode ser utilizado como fonte de FOS e sofrer diferentes tratamentos, como por exemplo, a produção de farinha.

O termo prebiótico é definido como um ingrediente alimentar não digerível pela maioria dos micro-organismos do intestino e que afeta benéficamente o hospedeiro, pelo estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade de apenas um ou de um número limitado de bactérias no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995). Os FOS têm sido considerados prebióticos por apresentarem características de fibras solúveis, principais compostos com características prebióticas. Os FOS, assim como essas fibras, não são

digeridos pelas enzimas do trato gastrointestinal (ROLIM, 2011) e sua fermentação resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta (PETERS *et al.*, 2009). Esses ácidos graxos causam a melhora da microbiota intestinal e o controle da constipação, estimulação da absorção do cálcio, prevenção do câncer de cólon, controle glicêmico e aumento da resposta imunológica (RAO, 2001). Além de causarem esses efeitos, os FOS possuem baixo valor calórico (aproximadamente 2 kcal/g), podendo ser utilizados por indivíduos diabéticos e obesos (MOLIS *et al.*, 1996).

Reações químicas durante a colheita do yacon causam a despolimerização desses FOS pela enzima frutano hidrolase sendo que, após uma semana de armazenamento à temperatura ambiente, aproximadamente 30% a 40% dos FOS são degradados a monossacarídeos. Para que se tenha o benefício máximo dos FOS, recomenda-se então o consumo da raiz ou a produção de derivados logo após sua colheita (SEMINÁRIO; VALDERRAMA; MANRIQUE, 2003).

Além da degradação dos FOS pode ocorrer o escurecimento enzimático causado pela presença das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, gerando uma perda de qualidade do yacon (KOTOVICZ, 2011). Para a produção de farinha é utilizada alta temperatura no processo de secagem, que é uma forma de inativação dessas enzimas, sendo uma alternativa para reduzir o escurecimento e a degradação de FOS. O uso da farinha, além de preservar o conteúdo de FOS, é uma forma mais prática para o armazenamento e proporciona uma maior vida-de-prateleira em relação ao yacon *in natura*. A farinha possui características sensoriais desejáveis quando adicionada a outros produtos na forma de ingrediente, como por exemplo, na panificação (MARANGONI, 2007) e em produtos lácteos como o iogurte (VASCONCELOS, 2010).

Iogurte é o produto da fermentação do leite pasteurizado por *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (BRASIL, 2007b), que fornece nutrientes importantes, como proteínas, cálcio, fósforo e vitaminas. O iogurte proporciona benefícios ao organismo humano, como facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas, aumentar a absorção de cálcio e fósforo (MUNDIM, 2008) e apresentar maior

digestibilidade em relação ao leite podendo ser consumido por indivíduos que possuem grau moderado de intolerância à lactose (NICKLAS *et al.*, 2011).

Além dos benefícios à saúde humana, o iogurte pode apresentar variedades tecnológicas mantendo boas características sensoriais quando adicionado de outros ingredientes como as frutas, além de poder ser enriquecido com compostos prebióticos, adquirindo propriedades funcionais (GONZALEZ; ADHIKARI; SANCHO-MADRIZ, 2011).

Considerando o interesse crescente do consumidor por alimentos benéficos à saúde, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o efeito da adição de farinha de yacon nas características físico-químicas e sensoriais do iogurte.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. YACON

#### 2.1.1. Origem e Formas de Consumo

O yacon pertence à família *Asteraceae* (ou *Compositae*) e é denominado cientificamente como *Smallanthus sonchifolius*, mas também é citado na literatura como *Polymnia sonchifolia* (GRAU; REA, 1997). É uma espécie originária dos Andes, região de clima temperado, encontrada desde a Colômbia até o noroeste da Argentina, em altitudes de 2000 m a 3000 m (HERMANN; FREIRE; PAZOS, 1998). O yacon também é conhecido por outros nomes como *arcobolo*, *aricoma*, *llacum*, *yacumpi* e *chicama*, em países latinos, *poire da terre* na França e *yacon strawberry* nos Estados Unidos (GRAU; REA, 1997).

O yacon é cultivado em muitas localidades isoladas dos Andes, principalmente para o consumo familiar, sendo raramente produzido como principal cultivo (UNIVERSIDADE NACIONAL AGRÁRIA LA MOLINA, 2003). Atualmente, tem sido produzido em países como Nova Zelândia, Japão, Coreia e Brasil, onde o cultivo comercial foi iniciado em 1991 em Capão Bonito, São Paulo (OLIVEIRA; NISHIMOTO, 2004) e posteriormente difundido para a região de Itajaí, Santa Catarina (QUINTEROS, 2000).

Na literatura há relatos de consumo do yacon cru e descascado, mas também cozido sob vapor, em água ou em fritura (SANTANA; CARDOSO, 2008). As pesquisas atuais estão tentando desenvolver produtos novos como yacon desidratado (MOURA, 2004), geleia (PATRI *et al.*, 2009), suco (LAGO, 2010), xarope (GENTA *et al.*, 2009), farinha (KOTOVICZ, 2011) e yacon minimamente processado (MICHELS, 2004). O yacon é considerado parte da alimentação humana desde a antiguidade e tem um histórico de uso seguro como parte da dieta habitual nas suas diferentes formas de consumo (OJANSIVU; FERREIRA; SALMINEM, 2011).



### 2.1.2. Características e Composição Química

A planta do yacon é perene e herbácea, podendo atingir de 1 m a 3 m de altura. Suas raízes tuberosas podem ser encontradas na cor branca, alaranjada ou roxa dependendo da região de cultivo e do teor de compostos carotenóides. Seu sabor, de acordo com alguns autores, é semelhante ao da pêra. As raízes podem pesar de 200 g a 2000 g cada, sendo que cada planta pode originar de 5 a 20 raízes, possuindo média de produção de 5 kg por planta (QUINTEROS, 2000). Alguns estudos mostram uma produtividade de 10 a 100 toneladas/hectare (UNIVERSIDADE NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, 2003).

Apesar de possuir origem Andina, o yacon se adapta com facilidade a outros tipos de clima, altitude e solo, sendo que a resistência que a planta apresenta se dá pela presença de grande quantidade de carboidratos presentes nas raízes (VILHENA *et al.*, 2000). A colheita das raízes tuberosas para consumo ocorre por volta de dez meses após o plantio, dependendo da região e do clima, quando a parte aérea está totalmente seca. No Brasil, a safra ocorre entre os meses de março e setembro, e possui um alto potencial produtivo, quando comparado à produção de mandioca e batata (QUINTEROS, 2000).

As raízes recém colhidas são consideradas insípidas, necessitando de três a cinco dias de exposição ao sol para se tornarem suculentas e doces. Essa técnica é conhecida como soleado. A hidrólise dos frutanos ocorre devido à enzima frutano hidrolase. Esta enzima pode ser inativada pelo calor durante o processamento de subprodutos. A produção de farinha, por exemplo, pode ser uma alternativa quando se deseja manter o conteúdo de frutanos do yacon (GOTO *et al.*, 1995).

As raízes possuem compostos fenólicos como o ácido clorogênico e o L-triptofano que as tornam susceptíveis ao escurecimento enzimático causado pela ação oxidativa da enzima polifenoloxidase (PPO). Nesse processo de oxidação ocorre a formação de melanina, pigmento escuro que torna a aparência do produto indesejável (PADILHA *et al.*, 2009). Essas reações ocorrem pela presença abundante de oxigênio livre e de substrato, sendo que o

controle dessas reações pode ser feito pela ação do calor que inativa a enzima PPO (CABELLO, 2005).

Além da enzima PPO, a peroxidase (POD) também induz alterações negativas de sabor durante a estocagem das raízes de yacon. A POD é capaz de catalisar reações oxidativas utilizando peróxido de hidrogênio e oxigênio como aceptor de hidrogênio. Esta enzima é considerada a mais estável ao calor e sua inativação tem sido usada como indicador de adequação de branqueamento (FREITAS *et al.*, 2008).

O yacon possui em sua composição principalmente água e carboidrato. As raízes apresentam entre 10% e 14% de matéria seca, sendo que desse teor 90% corresponde a carboidratos como monossacarídeos, frutose (5% a 15%) e glicose (menos de 5%), e oligossacarídeos, sacarose (5% a 15%) e fruto-oligossacarídeos (FOS) (40% a 70%), além de resíduos de amido e inulina (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN, 2005). A composição média do yacon encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição média do yacon em base úmida

<b>Componentes</b>	<b>Composição (g/ 100g)</b>
Água	81,3
Carboidratos	13,8
Fibras	0,9
Proteínas	1,0
Lipídeos	0,1
Cinzas	1,1
Potássio	0,334
Fósforo	0,034
Cálcio	0,012
Magnésio	0,0084
Sódio	0,0004
Ferro	0,0002
Vitamina B1	0,00007
Vitamina B2	0,00031
Vitamina C	0,005
β- caroteno	0,00013
Polifenóis	0,203

Fonte: LACHMAN; FERNANDEZ; ORSAK, 2003.

Outros compostos são encontrados como os antioxidantes quercetina e alguns flavonoides, que possuem efeitos quelantes e modulam sistemas

enzimáticos que auxiliam o organismo contra agentes estressantes (VALENTOVÁ; ULRICHOVÁ, 2003).

### 2.1.3. Propriedades Funcionais e Características dos Fruto-oligossacarídeos

Alimento funcional é o alimento ou ingrediente que pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos e efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

De acordo com sua composição o yacon pode ser considerado um alimento funcional por possuir componentes como os fruto-oligossacarídeos (FOS), que possuem propriedades antioxidantes e benéficas (RIBEIRO, 2008). Os FOS são oligossacarídeos constituídos por cadeias curtas de frutose unidas por ligações  $\beta(2-1)$  terminando com uma unidade de glicose (YUN, 1996). As estruturas dos principais FOS estão presentes na Figura 1.

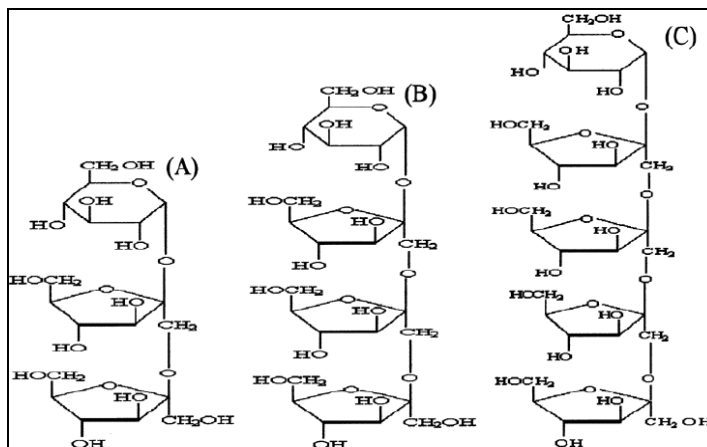


Figura 1 - Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos: 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C). (FONTE: YUN, 1996)

Industrialmente os FOS podem ser obtidos pela hidrólise do polissacarídeo inulina pela ação da enzima inulase que está presente naturalmente em alguns alimentos como cebola, alho e na raiz do yacon. A hidrólise parcial da inulina resulta em oligossacarídeos denominados de acordo com o número de unidades de frutose. Os principais são os inulo-oligossacarídeos (IOS), fruto-oligossacarídeos (FOS) e oligofrutanas ou

oligofrutoses. Os FOS se diferenciam da inulina, portanto, pelo número de moléculas de frutose, sendo que a inulina possui até 60 e os FOS de 2 a 10 (SPIEGEL *et al.*, 1994).

Os FOS resistem a pH acima de três e temperatura superior a 140 °C, apresentam solubilidade de 80% em água a 25 °C, sendo solúvel em etanol a 80%, características diferentes de outros polissacarídeos. Eles são resistentes a processos térmicos, como a pasteurização, não cristalizam e nem deixam sabor residual (MOURA, 2004). Por essas características o yacon pode ser utilizado como fonte de FOS e sofrer diferentes tratamentos, como por exemplo, a produção de farinha.

Os FOS têm sido considerados prebióticos por apresentarem características de fibra solúvel. Eles não são digeridos pelas enzimas do trato gastrointestinal e favorecem o crescimento da microbiota intestinal benéfica (ROLIM, 2011). Como as fibras solúveis, os FOS são fermentados no intestino produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que são absorvidos pelo epitélio do cólon e metabolizados em diversas partes do corpo (PETERS, 2009).

Os efeitos benéficos mais encontrados atribuídos aos AGCC são a melhora da flora bacteriana intestinal e o controle da constipação, estimulação da absorção do cálcio, modulação do metabolismo de lipídeos, prevenção do câncer de cólon, controle glicêmico e aumento da resposta imunológica (RAO, 2001). Segundo Giacco *et al.* (2004), experiências realizadas com animais mostraram uma redução significativa dos triglicerídeos plasmáticos e das concentrações de colesterol total, LDL e VLDL após o uso de FOS na dieta. Além disso, os FOS também induzem ao aumento de compostos que previnem o câncer, como as lipoproteínas apoA1.

Além desses efeitos, os FOS possuem baixo valor calórico (aproximadamente 2 kcal/g) podendo ser utilizados por indivíduos diabéticos e obesos (MOLIS, 1996).

Para que um produto adicionado de FOS possa ser comercializado como prebiótico, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece que os alimentos líquidos possuam 1,5 g de FOS e os alimentos sólidos 3 g de FOS por porção de consumo (BRASIL, 2008a).

#### 2.1.4. Farinha de Yacon

O escurecimento enzimático causado pela presença das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) gera uma perda de qualidade do yacon com o passar dos dias após a colheita. Uma forma de prevenir esse escurecimento é a inativação dessas enzimas, que pode ser feita pela desidratação, armazenamento a baixas temperaturas, tratamento térmico, uso de antioxidantes, eliminação do oxigênio, dentre outras formas (MOURA, 2004).

A produção da farinha do yacon utiliza o tratamento térmico que promove a desidratação pela ação do calor, que é uma forma de inativação das enzimas POD e PPO. Esta é uma alternativa para a conservação do yacon, além de não degradar os fruto-oligossacarídeos (FOS) que são resistentes a altas temperaturas. A secagem é um processo utilizado em vários países, que visa preservar e/ou inibir a atividade enzimática. Esse processo reduz mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento, pois a remoção de água e de substâncias voláteis diminui a atividade de água (CORRÊA *et al.*, 2007).

Durante a colheita do yacon iniciam-se reações químicas que fazem com que os FOS sejam degradados para a produção de energia para a planta. A despolimerização das cadeias de FOS pela enzima frutano hidrolase resulta em açúcares simples como a frutose e a glicose. Essa despolimerização ocorre de forma rápida nos primeiros dias de pós colheita, sendo que após uma semana de armazenamento a temperatura ambiente aproximadamente 30% a 40% dos FOS são convertidos a monossacarídeos. Essa característica influencia na comercialização do yacon, visto que diminui o teor de FOS, e conseqüentemente seus efeitos benéficos. Para que se tenha o benefício máximo dos FOS, recomenda-se então o consumo da raiz ou a produção de derivados logo após sua colheita (SEMINÁRIO; VALDERRAMA; MANRIQUE, 2003).

A enzima frutano hidrolase é sensível ao calor sendo inativada durante o processo de fabricação da farinha de yacon (GOTO *et al.*, 1995). Portanto, este processo é um método de conservação do teor de FOS, já que estes não serão degradados por essa enzima durante o período de armazenamento.

Pesquisas têm mostrado o uso satisfatório da farinha de yacon para o enriquecimento de produtos, como no estudo de Rosa *et al.* (2009) e Moscatto, Prudêncio-Ferreira e Haully (2004), que utilizaram a farinha de yacon para a produção de bolos e não verificaram o escurecimento enzimático. Neste estudo as formulações contendo inulina e farinha de yacon demonstraram propriedades químicas, físicas, preferência e estabilidade de armazenamento semelhante à formulação controle. A adição da farinha de yacon promoveu maior maciez e teor de fibra alimentar, e valor calórico igual ou menor que o bolo controle.

No estudo de Vasconcelos (2010) foi produzido iogurte *light*, utilizando leite desnatado, aspartame e diferentes concentrações de farinha de yacon. Foi obtido um produto com reduzido teor de gordura, baixo conteúdo de carboidratos e teor considerável de fibras, principalmente fibra solúvel, além de reduzido valor calórico. O iogurte controle desse estudo não foi adicionado de farinha de yacon.

Diferentes métodos têm sido utilizados na produção da farinha de yacon. No entanto, ainda não há uma padronização do processo para a produção em larga escala. Este fato é importante para inserção deste produto no mercado, visto que o yacon apresenta um maior valor agregado quando comparado a outros produtos como milho e mandioca devido às suas propriedades funcionais (RODRIGUES *et al.* 2011).

O uso da farinha, além de preservar o teor de FOS do yacon, é uma forma mais prática para o armazenamento e proporciona uma maior vida-de-prateleira (MARANGONI, 2007). Além disso, a farinha apresenta como vantagem a praticidade e facilidade para consumo quando adicionada a outros produtos como ingrediente funcional, como em bolos, biscoitos, doces, pães, iogurte e outros. Outra vantagem da utilização desse produto é que o yacon pode ser encontrado em qualquer época do ano, independente do período de safra (RODRIGUES *et al.* 2011).

## 2.2. IOGURTE

O iogurte é um leite fermentado originário dos Balcãs e da Ásia Mediterrânea, sendo que o termo iogurte é derivado da palavra turca “jugurt”.

Os leites fermentados são resultantes da fermentação láctica, adicionados ou não de frutas, açúcar e outros ingredientes que melhoram sua apresentação e sabor (BRANDÃO, 1987). O leite fermentado mais importante economicamente é o iogurte (MAZOCHI *et al.*, 2010).

O iogurte é definido como o produto da fermentação do leite pasteurizado, por fermentos lácticos próprios, sendo que estes devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante sua vida-de-prateleira. A fermentação se realiza com cultivos de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, podendo haver outras bactérias lácticas que contribuem para as características do produto final (BRASIL, 2007b).

Existem atualmente no mercado vários tipos de iogurte classificados de acordo com o processo de fabricação, adição de ingredientes, composição, consistência e textura. São eles (ORDÓNEZ, 2005):

- iogurte natural (iogurte de copo): o processo de fermentação ocorre dentro da própria embalagem, não sofre batimento e quebra do coágulo, e o resultado é um produto firme, mais ou menos consistente;
- iogurte batido: o processo de fermentação ocorre em tanque de fermentação com posterior quebra do coágulo;
- iogurte líquido: o processo de fermentação é realizado em tanques e o produto é comercializado em embalagens plásticas tipo garrafa ou do tipo cartonadas. O processo de quebra do coágulo ao qual é submetido é mais intenso.

A indústria de iogurte está mais concentrada no iogurte batido, pela melhor aceitação dos consumidores e pela possibilidade de adição de estabilizantes que previnem a sinérese (separação do soro) durante a vida-de-prateleira (JÚNIOR *et al.*, 2006).

### **2.2.1. Propriedades Físico-Químicas**

De acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (PIQs) (BRASIL, 2007b) os iogurtes devem apresentar as características físico-químicas apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características físico-químicas de leites fermentados

<b>Matéria gorda láctea (g/ 100 g)</b> <b>Norma FIL 116 A: 1997</b>				<b>Acidez (g de ácido láctico/ 100 g)</b> <b>Norma FIL 150:1991</b>	<b>Proteínas lácteas (g/ 100 g)</b>
Com creme	Integral	Parcialmente desnatado	Desnatado		
Mín. 6,0	3,0 a 5,9	0,6 a 2,9	Máx. 0,5	0,6 a 2,0	Mín. 2,9

Este regulamento estabelece apenas os teores de gordura, proteínas lácteas e acidez para os iogurtes, não determinando os teores de outros constituintes, como carboidratos e cinzas e valor de pH. Em relação a outros componentes, essa legislação estabelece que quando são adicionados ingredientes opcionais não lácteos, estes devem ser adicionados até um máximo de 30% (m/m), classificando esses produtos como leites fermentados com adições.

De acordo com Brandão (1995), o pH ideal para leites fermentados deve ser próximo a pH 4,5, pois valores inferiores provocam contração do coágulo devido à redução da hidratação das proteínas, causando a separação do soro. Já valores muito superiores a pH 4,6 também podem provocar o mesmo fenômeno. Segundo Brabandere e Baerdemaeker (1999), a acidificação e a formação do coágulo são fenômenos que ocorrem durante o processo fermentativo. A acidificação resultante desse processo é responsável pela coagulação, que dá origem à aparência e à consistência típicas do iogurte. O monitoramento da acidificação gera o chamado perfil de acidificação, por meio do qual podem ser observados aspectos inerentes ao processo fermentativo.

Em uma pesquisa, Tamine e Robinson (2000) descreveram o comportamento da estrutura do iogurte à medida que o pH diminui. Esses autores verificaram que na faixa de pH entre pH 6,6-5,9 não se observam mudanças nas micelas, que permanecem distribuídas homogeneamente no leite. Na faixa de pH 5,5-5,2 as micelas de caseína se desintegram parcialmente formando uma estrutura porosa, dando início à formação do gel. Entre pH 5,2-4,8, as micelas se agregam reduzindo os poros. Quando é atingido um valor de pH entre pH 4,6-4,5, as micelas são rearranjadas



formando uma matriz protéica a partir de fortes ligações entre as cadeias, dando origem à estrutura do gel que caracteriza o iogurte.

Além da acidificação, o processo de sinérese e as medidas reológicas, como a textura, também são fundamentais para a caracterização dos iogurtes. O comportamento reológico tem relacionamento estreito com as propriedades sensoriais, as quais determinam a aceitabilidade do produto pelos consumidores (BITARAF *et al.*, 2012). A textura do iogurte é uma das propriedades reológicas mais importantes que pode ser influenciada pela concentração de proteínas, gordura, ácido láctico e tratamento térmico (ORDÓNEZ, 2005).

Keogh e O' Kennedy (1998) afirmam que alterações na viscosidade e expulsão excessiva de soro (sinérese) são consideradas defeitos importantes que podem ser decorrentes de variações sazonais na matéria-prima ou de problemas durante a fabricação. De acordo com Dannenberg e Kessler (1988), a sinérese pode ser intensificada por mudanças na temperatura, valor de pH e fatores mecânicos. O processo de sinérese, segundo Ordóñez (2005), está relacionado com a precipitação das caseínas a pH 4,6 que formam uma rede entre si por meio de interações hidrofóbicas. Esse fenômeno ocorre devido a rearranjos na rede proteica produzidos por forças atrativas entre as moléculas de caseína ou micelas agrupadas podendo levar à formação de ligações intermoleculares adicionais e, conseqüentemente, à contração do gel com expulsão de líquido, que pode ser observado espontaneamente na superfície dos iogurtes. Lucey e Singh (1998) e Varghese e Mishra (2008) afirmam que nestes produtos, a sinérese geralmente está relacionada ao baixo nível de sólidos totais, elevada quantidade de micro-organismos inoculados e alta temperatura de incubação. A sinérese é considerada um defeito e afeta negativamente a percepção da aparência do produto pelos consumidores (SAVELLO; DARGAN, 1997).

### **2.2.2. Processo de Fabricação**

Para obtenção de um iogurte com características desejáveis é necessário que o leite utilizado como matéria-prima possua acidez titulável de 14 °Dornic a 18 °Dornic, densidade de 1,028 g/mL a 1,034 g/mL (BRASIL,

2011b) e pH na faixa de pH 6,6 a pH 6,8 (BRASIL, 2007a). Além de atender a esses parâmetros, o leite deve ser isento de antibióticos e conservantes. Também é importante que o leite não seja congelado para evitar defeitos na textura do produto (RODAS *et al.*, 2001).

No processo de fabricação do iogurte ocorrem as etapas de padronização, homogeneização, tratamento térmico, inoculação, incubação/fermentação, resfriamento e envase e armazenamento.

#### 2.2.2.1. Padronização

O leite é submetido ao processo de padronização comumente pela adição de sólidos (leite em pó, proteínas do soro em pó, açúcar, caseinatos e outras proteínas não lácticas) ou pelo ajuste do teor de gordura (TAMINE; ROBINSON, 2000).

O método mais utilizado para a padronização do extrato seco total é a adição de leite em pó desnatado ao leite que está sendo utilizado por envolver menor custo. O objetivo é aumentar o teor de sólidos (14% a 16%) e com isso elevar a capacidade de retenção de água das proteínas do leite. Com isso, previne-se o defeito de sinérese (separação da água do coágulo), além de aumentar a consistência do produto final. Normalmente, o leite em pó desnatado é adicionado antes do tratamento térmico (MACEDO, 2000).

#### 2.2.2.2. Homogeneização

O processo de homogeneização tem o objetivo de reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura. O leite é uma emulsão do tipo óleo em água que tende a separar-se em fases distintas, seja durante a fermentação ou durante o armazenamento do produto fermentado. Uma homogeneização eficiente previne a formação de nata e resulta em um aumento da consistência e estabilidade do iogurte, evitando a sinérese durante o período de estocagem. Além desses efeitos, o menor tamanho dos glóbulos de gordura favorece a digestibilidade do iogurte e favorece uma maior interação entre caseínas e lipídeos (KARDEL; ANTUNES, 1997; ORDÓNEZ, 2005).

### 2.2.2.3. Tratamento térmico

O tratamento térmico consiste em pasteurizar o leite em um binômio tempo/ temperatura de 83 °C por 30 minutos ou de 95 °C por 5 minutos. Segundo Ordóñez (2005), a finalidade deste tratamento térmico mais severo consiste em destruir os micro-organismos patogênicos, reduzir a competição durante a fermentação, desnaturar parcialmente as proteínas do soro favorecendo a maior viscosidade do iogurte, insolubilizar o fosfato de cálcio favorecendo a formação do gel e reduzir a quantidade de oxigênio criando condições favoráveis para o desenvolvimento das culturas lácticas. Antes do tratamento térmico normalmente é adicionada a sacarose, que é o açúcar mais empregado na fabricação de iogurte. Esse açúcar também pode ser adicionado posteriormente junto à polpa de fruta, no caso de iogurte batido. A submissão da sacarose ao tratamento térmico permite destruir micro-organismos, principalmente leveduras presentes no açúcar, as quais podem provocar estufamento da embalagem durante a vida-de-prateleira do produto. A sacarose apresenta uma boa solubilidade a altas temperaturas, não alterando as características do produto (MACEDO, 2000).

A quantidade de açúcar utilizado pode variar de 5% a 12% em relação ao volume de leite. A adição acima de 12% pode provocar a inibição das culturas lácticas do iogurte devido ao efeito osmofílico. A quantidade a ser adicionada também depende da concentração de açúcar presente na polpa ou suco da fruta e da doçura estabelecida para o produto final (MACEDO, 2000).

### 2.2.2.4. Inoculação

Após o tratamento térmico, o leite com os outros ingredientes deve ser resfriado a uma temperatura de 43 °C a 45 °C, temperatura ótima para a adição das culturas iniciadoras. As culturas lácticas são adicionadas na forma de pó, congeladas ou em suspensão líquida, devendo estar ativas e abundantes. A quantidade pode variar de 2% a 3% do volume total do leite, garantindo que no início do processo se tenha a presença de bactérias na ordem de  $10^7$  UFC/mL, favorecendo maior eficiência na fermentação (ORDÓNEZ, 2005).

#### 2.2.2.5. Incubação/ fermentação

Após a adição da cultura ocorre a incubação por aproximadamente cinco horas, quando ocorre o processo de fermentação do iogurte. Esta etapa tem o objetivo de produzir metabólitos que conferem as características sensoriais do iogurte (MACEDO, 2000).

No processo de fermentação os cultivos de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* atuam de forma simbiótica. Os *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* liberam aminoácidos e peptídeos da proteína do leite, estimulando a multiplicação do *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, que por sua vez liberam ácido fórmico ou CO<sub>2</sub> estimulando a multiplicação do *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (ZOURARI; ACCOLAS; DESMAZEAUD, 1992).

No início da fermentação o pH do leite favorece o desenvolvimento do *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*. Com o acúmulo de ácido láctico no meio, crescem os *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Ao final do processo, começam a prevalecer efeitos de antibiose. O pH torna-se suficientemente ácido para inibir a multiplicação do *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, ao passo que o *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, mais resistente a condições ácidas, prossegue seu desenvolvimento (BEAL *et al.*, 1999).

Durante esse processo, as proteínas são degradadas em peptídeos e aminoácidos, os lipídeos em ácidos graxos livres e a lactose em ácidos orgânicos. Essas alterações promovem modificações na estrutura da caseína e na biodisponibilidade de minerais, influenciando as características do iogurte. A lactose é a principal fonte de energia para as bactérias lácticas, determinando a acidez do produto. Já as proteínas determinam a firmeza do coágulo e sua consistência (ÉSTEVEZ, 1988).

Durante a fermentação, além da degradação de proteínas, lipídeos e carboidratos, ocorre a formação de compostos como ácido láctico, ácidos orgânicos (fórmico, fenilático e capróico), dióxido de carbono, peróxido de hidrogênio, compostos aromáticos (diacetil, acetaldeído e acetoína) e bacteriocinas. Todos esses compostos são importantes para a determinação do sabor e aroma característicos do iogurte (GRANATO, 2007).

Além de serem responsáveis pelas características sensoriais do produto, alguns metabólitos produzidos, como ácido láctico, ácido propiônico e diacetil, exercem efeito inibitório sobre bactérias Gram-negativas responsáveis pela deterioração do produto (RODAS *et al.*, 2001).

#### 2.2.2.6. Resfriamento

Após o período de incubação é feito o resfriamento. A função do resfriamento é inibir rapidamente o crescimento da cultura láctea, visando prevenir a elevada produção de ácido láctico e também a sinérese (MACEDO, 2000). O resfriamento deve ser realizado tão logo sejam atingidas as características desejadas de textura, de pH (próximo de pH 4,6) e de acidez (cerca de 0,9% de ácido láctico) (TAMINE; ROBINSON, 2000).

O resfriamento resulta no aumento da firmeza do gel, promovendo maior contato entre as proteínas. Ocorre a formação de pontes de hidrogênio e de sulfeto entre as proteínas do soro desnaturadas e a caseína (TAMINE, 2006). O resfriamento pode ser feito em uma ou duas etapas. Quando realizado em uma única etapa, pode promover uma contração na matriz protéica e, conseqüentemente, a sinérese. Por este motivo, o processo em duas etapas é usualmente empregado nas indústrias, e consiste, primeiramente, no resfriamento do iogurte a aproximadamente 25 °C, e em seguida a 4 °C (TAMINE; ROBINSON, 2000).

No iogurte natural, ou iogurte de copo, a fermentação e o posterior resfriamento a 4 °C são feitos na própria embalagem, dando origem ao produto final que pode ser comercializado (KARDEL; ANTUNES, 1997). Já no iogurte batido, o resfriamento pode ser feito em câmaras frias, ou no próprio tanque onde foi efetuada a fermentação. Neste iogurte, após o resfriamento, ocorre a adição de preparados à base de polpa de frutas e demais ingredientes. O tratamento mecânico da quebra do coágulo para adição desses preparados representa uma fase importante no processo de fabricação do iogurte. A quebra do coágulo é uma etapa que deve ser bem controlada, pois uma agitação excessiva pode levar à redução da firmeza, com formação de duas fases, pela separação do soro da rede proteica (MACEDO, 2000).

Geralmente para iogurtes naturais, nenhum outro ingrediente é adicionado, porém, para iogurtes batidos, é permitida a adição de ingredientes opcionais, como estabilizantes, espessantes, aromatizantes, polpas de frutas, agentes edulcorantes, conservantes e corantes de acordo com a legislação em vigor do país onde a fabricação será realizada (TAMINE; ROBINSON, 2000).

No Brasil, não se admite o uso de aditivos na elaboração de iogurte, excetuando-se a classe dos “desnatados”, em que se admite o uso dos aditivos espessantes e estabilizantes (amido ou amido modificado) em concentração máxima de 1% (m/m). Os demais tipos de iogurte que contenham até 30% de ingredientes não lácticos adicionados devem ser identificados por “iogurte com”, completando-se a frase com as devidas substâncias adicionadas ao produto (BRASIL, 2007b).

#### 2.2.2.7. Envase e armazenamento

Na fabricação dos iogurtes batidos, após a quebra e batimento do gel, o produto resfriado a 4 °C é envasado e armazenado (MACEDO, 2000).

A refrigeração do iogurte durante o armazenamento diminui a taxa de crescimento das bactérias lácticas, que mantém, no entanto, certa atividade metabólica, principalmente dos lactobacilos ácido-tolerantes. Dessa forma, a acidez do produto tem tendência a aumentar durante o período de estocagem, mesmo sob refrigeração, enquanto sua viscosidade diminui (TAMINE, 2006). Esse fenômeno é denominado pós-acidificação, e ocorre mais intensamente nos primeiros sete dias de armazenamento, devido à alta taxa metabólica ainda presente. Se forem atingidos valores de pH menores que quatro, haverá perda da firmeza do gel, devido à excessiva repulsão das cargas (BEAL *et al.*, 1999).

O iogurte fabricado em boas condições de higiene e mantido sob refrigeração pode permanecer apropriado para o consumo por no mínimo 30 dias (TAMINE, 2006).

#### 2.2.3. Benefícios para a Saúde e Mercado Consumidor

O leite e seus derivados fornecem cerca de 30% das proteínas e lipídeos e 80% do cálcio necessários para o consumo humano (SMIT, 2003).

Assim como o leite, o iogurte é um alimento de elevado valor nutritivo e seu consumo regular apresenta inúmeras vantagens para a saúde humana. Diversas alterações bioquímicas ocorrem durante a fermentação, tornando-o mais nutritivo e com diferentes efeitos benéficos para seus consumidores (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006).

O iogurte é fonte de sais minerais, como potássio, zinco, fósforo, e principalmente cálcio. O cálcio é essencial para o desenvolvimento dos ossos e dos dentes, sendo muito importante seu consumo por crianças (beneficiando seu crescimento) e por adultos (reduzindo riscos de osteoporose). Este elemento está presente no iogurte em maiores proporções do que no leite *in natura* devido à complexação do cálcio com o ácido láctico, resultando na formação de lactato de cálcio, que é mais facilmente absorvido no organismo humano (CHANDAN *et al.*, 2006).

O iogurte também é rico em proteínas (caseína,  $\beta$ -lactoglobulina e  $\alpha$ -lactoalbumina) importantes para o desenvolvimento humano. Devido ao baixo valor de pH e ação proteolítica das bactérias lácticas, as proteínas do iogurte são hidrolisadas, aumentando a liberação de peptídeos bioativos no trato gastrointestinal (SMIT, 2003). Esse fato facilita a ação das proteínas e enzimas digestivas e aumenta a absorção de cálcio e fósforo (MUNDIM, 2008).

Além de fornecer nutrientes importantes, o iogurte apresenta maior digestibilidade em relação ao leite podendo ser consumido por indivíduos que possuem grau moderado de intolerância à lactose (NICKLAS *et al.*, 2011). A fermentação promove uma redução no teor de lactose presente no leite, entre 20% e 30%. Dessa forma, o uso de alimentos lácteos fermentados tem sido empregado como uma estratégia para superar a intolerância à lactose. A lactose do iogurte possui maior digestibilidade devido à presença da enzima  $\beta$ -galactosidase, produzida pela cultura iniciadora durante a fermentação (HERTZLER; CLANCY, 2003).

O consumo regular de iogurte traz diversos benefícios para o homem, dentre os quais: maior digestibilidade de proteínas e açúcares; estímulo dos movimentos peristálticos devido à presença do ácido láctico, facilitando a digestão; combate a problemas bucais; promoção da colonização do trato gastrointestinal por micro-organismos benéficos; melhoria do desenvolvimento e manutenção do sistema de sustentação; combate a inflamações e estímulo

do sistema imunológico; estímulo da produção de hormônios e enzimas e melhoria da absorção de sais minerais (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006; TAMINE, 2006; FERREIRA *et al.*, 2001; TAMINE; ROBINSON, 2000).

Além dos benefícios à saúde humana, o iogurte pode apresentar variedades tecnológicas quando adicionado de outros ingredientes como as frutas e compostos prebióticos (GONZALEZ; ADHIKARI; SANCHO-MADRIZ, 2011). A adição de FOS ao iogurte promove o aumento da viscosidade, coesividade e adesividade, melhorando a textura do produto. Os FOS atuam como um estabilizante devido à sua capacidade de reter água, promovendo a formação de uma rede protéica mais coesa e um gel mais estável (HAULY; FUCHS; PRUDÊNCIO-FERREIRA, *et al.*, 2005).

Iogurtes com valor agregado pela adição de prebióticos ou probióticos estão sendo consumidos em larga escala pela população devido ao interesse dos consumidores pelos benefícios desses compostos. Os iogurtes com textura mais firme são os preferidos, e estes podem ser desenvolvidos com a adição de prebióticos ou probióticos (ALLGEYER; MILLER; LEE, 2010).

Segundo Molina, Pelissari e Feihrmann (2010), o consumo de leite e derivados no Brasil tem aumentado. Nesse estudo apenas uma pequena parcela da população (8,73%) declarou não consumir esses produtos, sendo que a maior parte desses consumidores justificam o baixo consumo devido a algum nível de intolerância à lactose. O iogurte e os queijos foram apontados por esses pesquisadores como os derivados com maior percentual de frequência de consumo e aceitação por parte da população.

O mercado de leite e derivados no Brasil vem se transformando nas últimas décadas. Este fato é devido ao surgimento de novas tecnologias capazes de processar e transformar o leite em um produto final que atenda às exigências dos consumidores. Dessa maneira, existem atualmente no mercado diversos tipos de leites e derivados processados disponíveis para o consumo, como por exemplo os iogurtes prebióticos (MOLINA, PELISSARI E FEIHRMANN (2010).



### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. MATÉRIAS –PRIMAS**

##### **3.1.1. Yacon**

As raízes de yacon utilizadas para a fabricação da farinha foram obtidas da Central de Abastecimento do Espírito Santo (CEASA/ES). Foram adquiridos cerca de 40 kg de raiz.

##### **3.1.2. Leite**

Nos processamentos foi utilizado leite cru refrigerado integral, proveniente da área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), localizada no município de Alegre, estado do Espírito Santo. Foram utilizados entre 2 L e 4 L de leite na produção de iogurte para cada processamento.

##### **3.1.3. Leite em Pó**

O leite em pó utilizado para o processo de padronização do leite foi do tipo desnatado Molico®. O mesmo foi adquirido no comércio local da cidade de Alegre, estado do Espírito Santo.

A padronização foi realizada para o leite atingir o valor de 15% de extrato seco total (EST). Em média, o leite possui 13% de EST e o leite em pó desnatado utilizado para a padronização possui 0,98% de EST (ORDÓNEZ, 2005). Portanto, pelo cálculo realizado por balanço de massa, foram adicionados 2,41% de leite em pó desnatado em relação ao volume de leite, para que o valor do EST do leite passasse de 13% para 15%.

##### **3.1.4. Fermento Láctico**

Para a realização do processo de fermentação foi utilizado o fermento láctico liofilizado YoFlex® 50 U Christian Hansen®. O preparo do fermento

(diluição), a concentração utilizada e o tempo de fermentação foram de acordo com as informações do fabricante.

### **3.1.5. Sacarose**

A sacarose utilizada nos processamentos foi o açúcar refinado União®, adquirido no comércio local da cidade de Alegre, estado do Espírito Santo. Foi realizado um teste preliminar para a determinação do teor de sacarose a ser utilizado. A concentração padrão utilizada para as formulações do iogurte adicionado de yacon e do iogurte controle foi de 6% em relação ao volume de leite.

### **3.1.6. Preparado de Frutas**

Nos processamentos foi utilizado o preparado de frutas Gemacom Tech®, sabor mamão, maçã e banana, fornecido pelo próprio fabricante. Esse sabor foi selecionado por ser constituído por frutas que tradicionalmente são misturadas à farinhas, por exemplo, farinha de cereais e farinha láctea. Além disso, a coloração desse preparado de frutas é semelhante à da farinha de yacon. A concentração utilizada foi de 5% em relação ao produto final de acordo com as informações do fabricante.

## **3.2. OBTENÇÃO DA FARINHA DE YACON**

A farinha de yacon foi produzida no Laboratório de Operações Unitárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES).

Inicialmente, as raízes foram lavadas em água corrente e posteriormente imersas em água clorada (200 ppm). Em seguida, foram descascadas e fatiadas manualmente, e imediatamente, imersas em solução de ácido cítrico (0,5%) e ácido ascórbico (0,5%). A seguir, foram colocadas em bandejas de aço inoxidável e levadas ao secador Polidryer® a 60°C, durante 24 horas. Posteriormente, o yacon desidratado foi triturado em liquidificador

Walita® até a obtenção da farinha. A farinha obtida foi armazenada em local seco, à temperatura ambiente.

### 3.3. A CONCENTRAÇÃO DE FARINHA DE YACON UTILIZADA NO IOGURTE

A concentração de fruto-oligossacarídeo (FOS) na farinha de yacon foi determinada no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas, estado de São Paulo, pelo método enzimático-gravimétrico. A farinha elaborada obteve 35,32% de FOS.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece que para um produto líquido possuir a alegação de funcional ele deve conter 1,5 g de FOS por porção de consumo (BRASIL, 2008a). De acordo com o Guia Alimentar para a População Brasileira, do Ministério da Saúde, uma porção de iogurte integral corresponde a 120 g (BRASIL, 2008b). Portanto, para o iogurte com adição de farinha de yacon conter 1,5 g de FOS por porção de 120 g, foi utilizada a concentração de 3,54% de farinha de yacon.

### 3.4. FABRICAÇÃO DO IOGURTE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON E DO IOGURTE CONTROLE

A fabricação do iogurte com yacon e do iogurte controle foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas (TPA) do CCA/UFES.

Os iogurtes foram elaborados em três processamentos (repetições) para a determinação da composição centesimal, pH e acidez, além de realização da análise de aceitação sensorial. Foram realizados outros dois processamentos (processamentos 4 e 5) para análise de pH e sinérese ao longo do tempo (28 dias). Os iogurtes foram produzidos de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2.

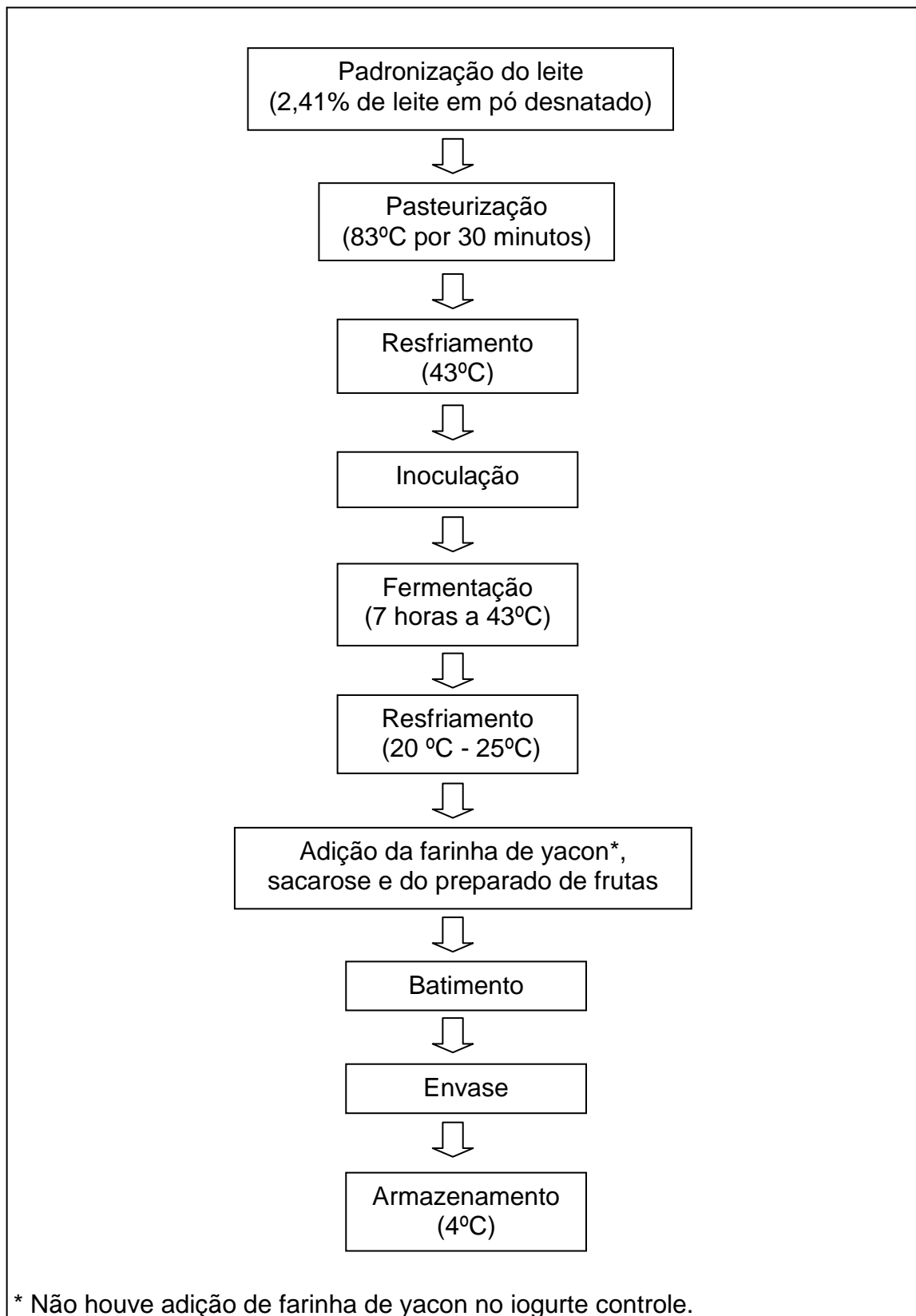


Figura 2 – Fluxograma de fabricação dos iogurtes.

Inicialmente, o leite integral foi padronizado com leite em pó desnatado. Posteriormente, o leite padronizado foi pasteurizado a 83°C por 30 minutos.

Após esse tempo foi resfriado a 43 °C, temperatura em que foi feita a inoculação com o fermento láctico contendo *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. A fermentação ocorreu por cerca de 7 horas a 43°C, de acordo com as informações do fabricante do fermento láctico, até o valor de pH 4,6-4,8. Após esse período foi feito o resfriamento rápido a 20-25°C. Posteriormente, foi realizada a adição da farinha de yacon, sacarose e do preparado de frutas, seguido da bateção e quebra do coágulo em liquidificador Walita®. Em seguida, o iogurte foi envasado e armazenado a 4°C.

A adição da farinha de yacon não foi realizada antes da fermentação para evitar que o teor de FOS fosse diminuído pela ação dos micro-organismos do fermento láctico que utilizariam os FOS como substrato. Vasconcelos (2010) adicionou a farinha de yacon antes da fermentação e foi verificada uma diminuição do teor de FOS ao final da fabricação do iogurte. A farinha de yacon desse estudo apresentou 19,43% de FOS. O teor de FOS do iogurte adicionado de 1,58% de farinha de yacon, por exemplo, foi de 0,14%. Caso os FOS não fossem utilizados como substrato durante a fermentação esse percentual deveria ser de 0,31%.

Além disso, em estudos preliminares, com dados ainda não publicados, foi verificado que a adição da farinha de yacon influencia no tempo de fermentação. Quanto maior a concentração de farinha de yacon no iogurte, maior o tempo de fermentação. Foi observado que o tempo de fermentação até atingir pH 4,6-4,7 variou de cinco horas para o iogurte controle, sem farinha de yacon, até 18 horas para o iogurte com 4,28% de farinha de yacon.

A fabricação do iogurte controle foi realizada da mesma forma, porém o iogurte controle não foi adicionado de farinha de yacon.

### 3.5. DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

Foram realizadas no leite integral utilizado como matéria-prima análises de densidade, pH e acidez titulável. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos do CCA/UFES.

Foram realizadas na farinha de yacon análises de fruto-oligossacarídeo (FOS), extrato seco total (EST) e pH. O teor de FOS foi determinado no

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas, estado de São Paulo, já o EST e o pH foram determinados no Laboratório de Química de Alimentos do CCA/UFES.

No iogurte foram realizadas as análises de proteína, gordura, cinzas, EST, acidez titulável, pH e sinérese. A análise de proteína foi realizada no Laboratório de Nutrição Experimental do CCA/UFES e as análises de gordura, cinzas, EST, acidez titulável e pH foram realizadas no Laboratório de Química de Alimentos do CCA/UFES. A análise de sinérese foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas do CCA/UFES.

Todas as análises físico-químicas foram realizadas em triplicata obtendo-se uma média dos valores encontrados para cada um dos processamentos.

### **3.5.1. Métodos das Análises Físico-Químicas**

#### **3.5.1.1. Fruto-oligossacarídeos (FOS)**

O teor de FOS foi determinado segundo o método enzimático-gravimétrico. Este método trata o alimento com diversas enzimas quantificando e separando gravimetricamente o conteúdo total das frações de fibras alimentares (AOAC, 2005).

#### **3.5.1.2. Extrato seco total (EST)**

O EST da farinha de yacon foi determinado pelo método de secagem das amostras até peso constante, em estufa Modelo 402-3D Nova Ética® à temperatura de 102-104 °C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

O EST do iogurte foi determinado pelo método de secagem das amostras de iogurte em areia tratada até peso constante, em estufa Modelo 402-3D Nova Ética® à temperatura de 102-104°C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### 3.5.1.3. Proteína total

O teor de nitrogênio total dos iogurtes foi determinado pelo método oficial Kjeldahl. O teor de proteína total foi calculado a partir do conteúdo de nitrogênio total, multiplicando-o pelo fator 6,38 (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1962).

#### 3.5.1.4. Gordura

Para a determinação do teor de gordura dos iogurtes foi utilizado o método de Mojonnier, em que a gordura é extraída do alimento por meio de extrações que utilizam soluções de éteres (AOAC, 1997).

#### 3.5.1.5. Cinzas

As cinzas foram determinadas em mufla Modelo MA385/2 Marconi® à temperatura de  $550 \pm 5^\circ\text{C}$  (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### 3.5.1.6. Carboidrato

O teor de carboidrato foi determinado por diferença de acordo com a Equação 1 (AOAC, 1997).

$$\text{Carboidrato} = [100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteína} + \% \text{ gordura})] \quad (1)$$

#### 3.5.1.7. Densidade

A densidade do leite integral foi determinada por meio de um termolactodensímetro Modelo 5784 Incoterm® (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### 3.5.1.8. Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável presente no leite integral e nos iogurtes processados foi utilizado o método Dornic (NaOH 0,111N), sendo expressa em graus Dornic (°D) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### 3.5.1.9. pH

Para a determinação do pH da farinha de yacon, a mesma foi diluída em água, sendo feita posteriormente a leitura direta por um potenciômetro digital Modelo MPA-210 Nova Orgânica® (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

O pH do leite integral e dos iogurtes foi determinado diretamente nas amostras por meio de leitura direta em um potenciômetro digital Modelo MPA-210 Nova Orgânica® (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Nos processamentos 4 e 5, o pH foi determinado no dia do processamento dos iogurtes (dia 1) e a cada 7 dias, pelo período de 28 dias.

#### 3.5.1.10. Sinérese

Para a determinação da sinérese, foram colocados 100 mL de cada iogurte em uma proveta graduada de 100 mL e armazenados a  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 28 dias. O volume do soro desprendido foi medido a partir do dia 1, e a cada 7 dias, até o 28º dia. A porcentagem de sinérese corresponde à medida em mL de soro de leite desprendido por 100 mL da amostra inicial (STAFFOLO *et al.*, 2004).

### **3.5.2. Análise Sensorial**

A análise sensorial dos iogurtes foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos do CCA/UFES que possui cabines individuais para os testes. Para o teste de aceitação e análise de intenção de compra, participaram 55 voluntários não treinados, dentre professores, servidores e estudantes da universidade.



Os julgadores receberam as amostras de iogurte em copos de plástico descartáveis de 50 ml codificados com número de três dígitos. As amostras foram avaliadas quanto à aparência, aroma, textura, sabor e impressão global, por meio de escala hedônica de nove pontos, solicitando-se também a descrição do que o julgador gostou e desgostou em cada amostra. A intenção de compra foi avaliada por meio de escala de cinco pontos, conforme modelo de ficha apresentado no Anexo A (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Também foi aplicado aos julgadores um questionário com questões referentes à faixa etária, sexo, faixa de renda, conhecimento sobre alimentos prebióticos, yacon e consumo de iogurte (ANEXO B).

### 3.6. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O estudo sobre a elaboração do iogurte foi realizado considerando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em três processamentos (três repetições) para a determinação da composição centesimal, acidez titulável e pH. Para a avaliação do pH e sinérese durante o período de armazenamento (28 dias), foram elaborados outros dois processamentos. O pH e a sinérese dos iogurtes foram medidos no dia da fabricação e a cada 7 dias por um período de 28 dias, totalizando cinco pontos de análise. Em cada processamento, foram fabricados o iogurte controle (sem farinha de yacon) e o iogurte com farinha de yacon, o que constituiu dois tratamentos.

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) a 5% de probabilidade. Os valores de pH e sinérese posteriormente foram submetidos à análise de regressão.

No teste de aceitação, as amostras foram avaliadas quanto à aparência, aroma, textura, sabor e impressão global. Também foi realizada a análise de intenção de compra. Os resultados do teste de aceitação, assim como os resultados da intenção de compra, foram submetidos à ANOVA a 5% de probabilidade. Posteriormente foram feitas a distribuição de frequência e a elaboração de histogramas.

Foram quantificados na farinha de yacon os teores de fruto-oligossacarídeo e extrato seco total e determinado o valor de pH. Os resultados

dessas análises físico-químicas foram expressos na forma de média  $\pm$  desvio padrão.

Para a análise estatística dos dados da pesquisa foi utilizado o programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2007).

### 3.7. CUIDADOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) antes de ser iniciado, sendo aprovado na reunião ordinária realizada em 31 de agosto de 2011, sob o nº 189/11.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os leites integrais utilizados como matéria-prima nos processamentos apresentaram as características demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios de densidade, pH e acidez titulável do leite integral

Processamentos	Densidade (g/mL)	pH $\pm$ DP*	Acidez titulável ( $^{\circ}$ Dornic) $\pm$ DP*
1	1,028	6,88 $\pm$ 0,006	15,47 $\pm$ 0,006
2	1,028	6,88 $\pm$ 0,006	15,47 $\pm$ 0,006
3	1,028	6,68 $\pm$ 0,012	14,50 $\pm$ 0,006
4	1,028	6,76 $\pm$ 0,015	14,26 $\pm$ 0,007
5	1,028	6,76 $\pm$ 0,015	14,26 $\pm$ 0,007

\* Desvio-padrão.

Os valores de densidade e acidez titulável encontram-se dentro dos padrões aceitáveis estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado (BRASIL, 2011b). De acordo com esse regulamento a densidade deve variar entre 1,028 g/mL a 1,034 g/mL e a acidez titulável entre 14  $^{\circ}$ Dornic a 18  $^{\circ}$ Dornic. Os valores de pH também encontram-se na faixa aceitável que deve variar entre pH 6,6 a pH 6,8 (BRASIL, 2007a).

Os resultados das análises da farinha de yacon encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios de fruto-oligossacarídeo (FOS), extrato seco total (EST) e pH da farinha de yacon

Componentes	Farinha de yacon (valor $\pm$ DP)*
FOS (%)	35,32 $\pm$ 0,16
EST (%)	93,06 $\pm$ 0,15
pH	4,74 $\pm$ 0,03

\* Desvio padrão.

O teor de FOS da farinha de yacon foi de 35,32%, valor superior ao encontrado por Vasconcelos (2010) (19,43%) e por Rodrigues *et al.* (2011) (25,70%). Essas variações no teor de FOS podem ocorrer devido ao período

de cultivo e da colheita, tempo de armazenamento e das condições de estocagem (SEMINÁRIO; VALDERRAMA; MANRIQUE, 2003). Um teor de FOS mais elevado é importante, pois quanto maior a quantidade de FOS do yacon, menor a quantidade de farinha a ser adicionada ao iogurte.

O percentual de EST (93,06%) foi semelhante ao de outros estudos como o de Moscato *et al.* (2006) (93,21%), Vasconcelos (2010) (93,41%) e Rodrigues *et al.* (2011) (93,10%).

O rendimento da farinha de yacon em relação ao yacon com casca foi de 9,54%, e em relação ao yacon sem casca, foi de 10,66%. Esses resultados foram superiores aos encontrados em outras pesquisas, como no trabalho de Vasconcelos (2010), que obteve 3,41% para o yacon com casca e 4,04% para o yacon sem casca. No estudo de Ribeiro (2008) foi obtido 7,94% para o yacon com casca, porém o rendimento para o yacon sem casca não foi medido. Provavelmente, a matéria-prima utilizada no presente estudo continha maior teor de sólidos, uma vez que apresentou teor de FOS superior ao teor apresentado em trabalhos disponíveis na literatura (Vasconcelos, 2010 e Rodrigues *et al.* 2011). Os FOS correspondem a 40% a 70% da matéria seca do yacon (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMENN, 2005).

A composição centesimal e os valores de acidez titulável e de pH do iogurte adicionado de yacon e do iogurte controle estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Características físico-químicas dos iogurtes com farinha de yacon e controle fabricados nos processamentos 1, 2 e 3 (n=9)

<b>Variáveis</b>	<b>iogurte com farinha de yacon</b>	<b>iogurte controle</b>
EST (%)	20,55±0,89 <sup>a</sup>	18,84±0,40 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	0,94±0,08 <sup>a</sup>	0,85±0,01 <sup>b</sup>
Carboidrato (%)	12,95±0,87 <sup>a</sup>	11,29±0,43 <sup>b</sup>
Proteína (%)	3,23±0,06 <sup>a</sup>	3,25±0,04 <sup>a</sup>
Gordura (%)	3,43±0,01 <sup>a</sup>	3,45±0,01 <sup>a</sup>
Acidez titulável (° Dornic)	81,78±0,78 <sup>a</sup>	75,55±0,66 <sup>b</sup>
pH	4,79±0,01 <sup>b</sup>	4,88±0,06 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

O iogurte adicionado de yacon apresentou um maior valor de EST em relação ao iogurte controle (p<0,05), um maior teor de cinzas (p<0,05), além de

maior teor de carboidrato ( $p < 0,05$ ). Este fato pode ser justificado pela maior presença de sólidos (cinzas e carboidratos) nesse iogurte devido à adição de farinha de yacon. Os valores de EST dos iogurtes do presente estudo foram superiores aos encontrados por Vasconcelos (2010), que foram de 12,38% para o iogurte com farinha de yacon e de 8,89% para o iogurte controle sem farinha de yacon. O iogurte desenvolvido no trabalho de Vasconcelos (2010) foi *light* (redução parcial de gordura) e não foi padronizado com leite em pó desnatado para elevar o EST. Os teores de carboidrato encontrados no presente estudo foram superiores aos do estudo de Vasconcelos (2010), que obteve valores de 3,97% e 6,14%, para os iogurtes com 1,58% e 3,86% de farinha de yacon, respectivamente. O teor de carboidrato encontrado nesse estudo para o iogurte controle foi de 4,45%. A diferença entre os resultados do presente estudo e do estudo de Vasconcelos (2010) pode ser devida ao fato de a autora ter obtido um valor de EST do iogurte bem mais reduzido, influenciando na proporção dos demais constituintes.

O teor de proteína não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) entre o iogurte com yacon e o iogurte controle. A farinha de yacon possui em média 2,7% de proteína, segundo Rodrigues (2011), o que não foi suficiente para causar uma diferença estatística entre os iogurtes. O valor de proteínas encontrado foi semelhante ao do estudo de Vasconcelos (2010), em que o percentual foi de 3,94%. O teor de proteína dos iogurtes atendeu à legislação do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007b), que determina que um iogurte integral tenha no mínimo 2,9 g de proteínas lácteas/100g de iogurte.

O teor de gordura também não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) entre os iogurtes. O teor de gordura da farinha de yacon é de 0,15%, segundo Rodrigues (2011). O baixo teor de gordura da farinha de yacon não influenciou estatisticamente a composição química dos iogurtes.

Os teores de gordura do iogurte com yacon e do iogurte controle do presente estudo atenderam à legislação de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007b). Este regulamento estabelece que um iogurte integral tenha de 3,0 a 5,9 g de gordura/100 g de iogurte.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007b) estabelece o teor de gordura e proteínas lácteas para os iogurtes. Em relação a outros constituintes, o Regulamento apenas determina que quando tenham sido adicionados ingredientes opcionais não lácteos, antes, durante ou depois da fermentação, esses sejam adicionados até um máximo de 30% (m/m), classificando esses produtos como leites fermentados com adições. O iogurte adicionado de farinha de yacon e o iogurte controle atenderam à legislação vigente em relação a todos os constituintes químicos.

O iogurte com farinha de yacon apresentou um valor de acidez superior ao do iogurte controle, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ). O valor de acidez do iogurte com yacon no presente estudo foi superior ao valor encontrado por Vasconcelos (2010), que foi de 76 °Dornic. Já a acidez do iogurte controle foi inferior à acidez do iogurte controle desse mesmo estudo, que foi de 86 °Dornic. Apesar dos valores de acidez diferirem do estudo de Vasconcelos (2010), os mesmos atenderam à legislação de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007b). Este regulamento estabelece que um iogurte integral tenha acidez de 0,6 a 2,0 g de ácido láctico/100 g, que corresponde a 60 °Dornic a 200 °Dornic.

Os valores de pH diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre o iogurte com farinha de yacon e o iogurte controle, e os valores encontrados foram superiores aos do estudo de Vasconcelos (2010). Neste estudo não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os iogurtes, e os resultados obtidos variaram de pH 4,28 para o iogurte com 1,58% de farinha de yacon e pH 4,68 para o iogurte com 3,68% de farinha de yacon. O valor de pH do iogurte controle desse estudo foi de pH 4,28. No trabalho de Vasconcelos (2010) não foi determinado o pH da farinha de yacon.

O valor de pH do iogurte com farinha de yacon do presente estudo também foi superior ao do iogurte do trabalho de Espíndola e Cardoso (2010). Neste trabalho foram desenvolvidos iogurtes com diferentes concentrações de oligofrutose e inulina, variando de 12% a 16% de oligofrutose e 2,5% a 6,5% de inulina. Os valores de pH dos iogurtes variaram de pH 4,47 para a formulação com as menores concentrações dessas fibras, a pH 4,68 para as formulações com as maiores concentrações de oligofrutose e inulina.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (BRASIL, 2007b) não estabelece um padrão de pH para leites fermentados. Porém, de acordo com Brandão (1995), o pH ideal para leites fermentados deve ser próximo a pH 4,5, pois valores inferiores provocam contração do coágulo devido à redução da hidratação das proteínas. Já valores muito superiores a pH 4,6 podem provocar a separação do soro.

O valor do pH tem importância relacionada também com o aspecto visual do produto final durante sua conservação em baixas temperaturas. É fundamental que haja controle do valor de pH para que não ocorram possíveis separações de fases, pela acidificação elevada, influenciada pelo tempo de fermentação, além de alterações nas características sensoriais que podem diminuir a aceitação do produto (VINDEROLA; BAILO; REINHEIMER, 2000).

A diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do pH e da acidez titulável entre o iogurte com farinha de yacon e o iogurte controle pode ter sido influenciada pelo pH da farinha de yacon, que foi de pH 4,74. Este valor foi menor do que o valor do pH do iogurte controle (pH 4,88). O aumento dos íons  $H^+$  provenientes da farinha de yacon pode ter gerado um menor valor de pH e um valor mais elevado de acidez titulável no iogurte com farinha de yacon.

#### 4.2. ANÁLISE DA ESTABILIDADE DOS IOGURTES

Os resultados da análise de pH durante o período de armazenamento (28 dias) do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle, dos processamentos 4 e 5, encontram-se nas Figuras 3 e 4, respectivamente, assim como as equações de regressão para cada iogurte.

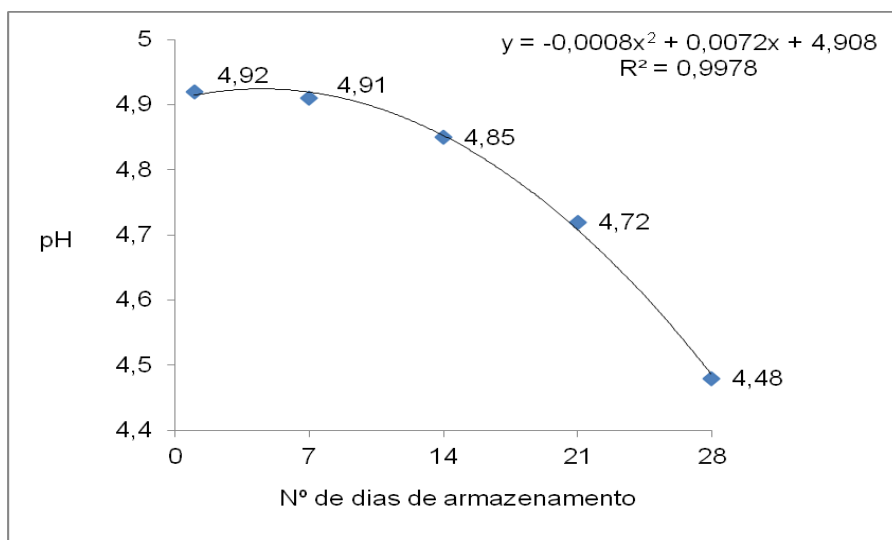


Figura 3 – Evolução do pH em função do tempo de armazenamento (28 dias) e modelo de equação de regressão do iogurte adicionado de farinha de yacon (n=6).

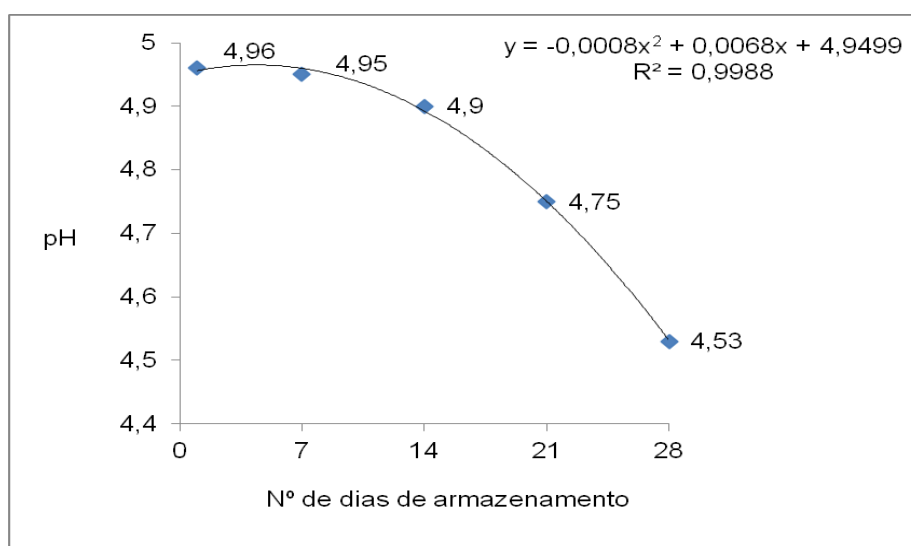


Figura 4 – Evolução do pH em função do tempo de armazenamento (28 dias) e modelo de equação de regressão do iogurte controle (n=6).

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação ao pH entre o iogurte adicionado de farinha de yacon e o iogurte controle, exceto no 7º dia de armazenamento (Tabela 5). O iogurte com farinha de yacon apresentou valores de pH inferiores aos valores de pH do iogurte controle em todos os pontos observados, exceto no 7º dia, em que os valores não diferiram entre si.



Tabela 5 – Valores de pH do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle durante o período de armazenamento (28 dias) dos processamentos 4 e 5 (n=6)

<b>Nº de dias de armazenamento</b>	<b>iogurte com farinha de yacon</b>	<b>iogurte controle</b>
0	4,92 <sup>b</sup>	4,96 <sup>a</sup>
7	4,91 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>
14	4,85 <sup>b</sup>	4,90 <sup>a</sup>
21	4,72 <sup>b</sup>	4,75 <sup>a</sup>
28	4,48 <sup>b</sup>	4,53 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

A diferença significativa ( $p < 0,05$ ) do valor de pH entre os iogurtes pode ser devida a uma influência da farinha de yacon como prebiótico sobre a acidificação do iogurte durante sua vida-de-prateleira. De acordo com Mattila-Sandholm *et al.* (2003) a suplementação de iogurte com prebióticos mantém a viabilidade das bactérias lácticas, pelo fato desses compostos protegerem esses micro-organismos e serem utilizados como substratos. Com isso, as bactérias lácticas produzem uma quantidade maior de ácidos, gerando um pH menor no produto final.

O aumento do teor de sólidos promovido pela adição da farinha de yacon também pode ter afetado a acidez titulável e o pH. De acordo com Wolfschoon-Pombo, Granzinoli e Fernandes (1983), o aumento do teor de sólidos em iogurtes provoca a redução do pH, que está relacionada com o tipo de sólido adicionado, lácteo ou não, e com a atividade da cultura responsável pela fermentação.

O processo de acidificação ocorreu lentamente durante o período de armazenamento dos iogurtes (28 dias), havendo baixa produção de ácido láctico, o que demonstrou que a adição de farinha de yacon não afetou a estabilidade do iogurte. Ambos os iogurtes apresentaram valores finais de pH aceitáveis de acordo com Brandão (1995), que recomenda que o pH final do iogurte seja próximo a pH 4,5.

Os resultados da análise de sinérese durante o período de armazenamento (28 dias) do iogurte adicionado de farinha de yacon e do

iogurte controle, dos processamentos 4 e 5, encontram-se nas Figuras 5 e 6, respectivamente, assim como as equações de regressão para cada iogurte.

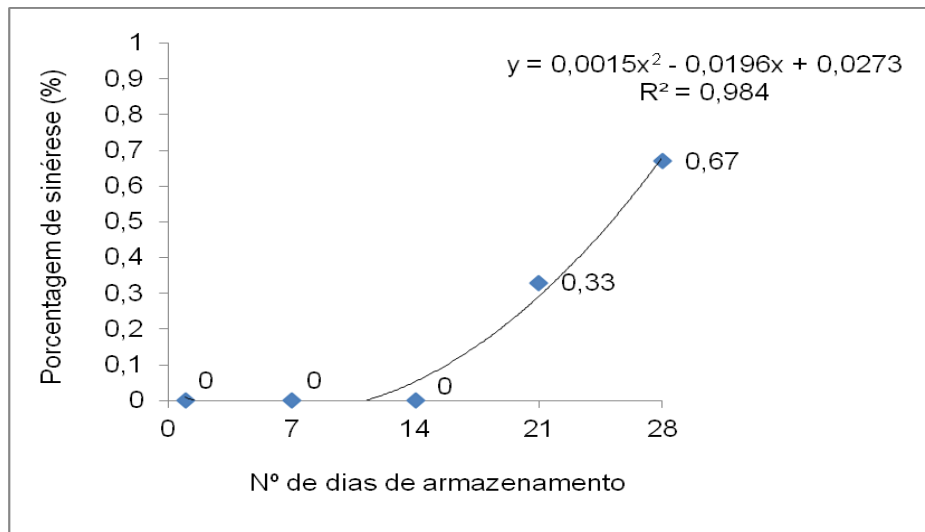


Figura 5 – Evolução da sinérese e modelo de equação de regressão para a porcentagem de sinérese em função do tempo de armazenamento (28 dias) do iogurte adicionado de farinha de yacon (n=6).

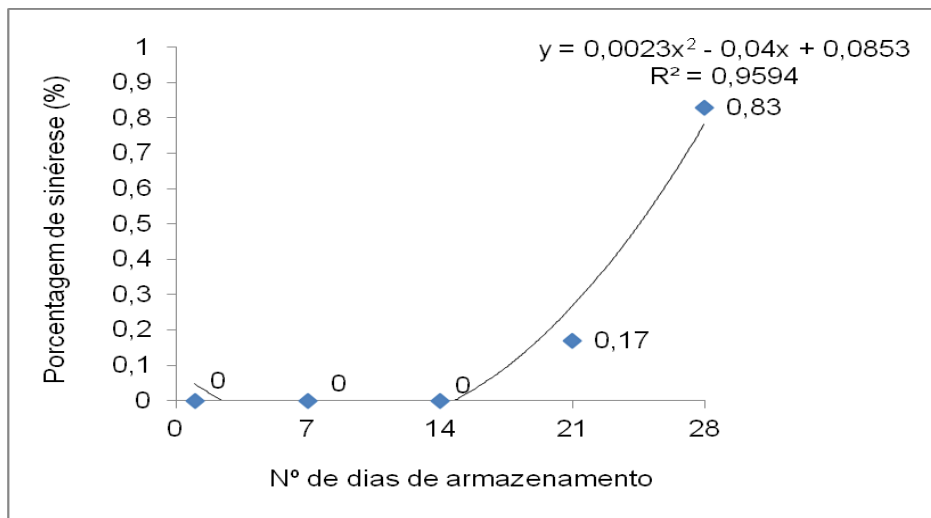


Figura 6 – Evolução da sinérese e modelo de equação de regressão para a porcentagem de sinérese em função do tempo de armazenamento (28 dias) do iogurte controle (n=6).

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em relação à porcentagem de sinérese entre o iogurte adicionado de yacon e o iogurte controle em nenhum dos pontos observados durante os 28 dias de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6 – Porcentagem de sinérese do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle durante o período de armazenamento (28 dias) dos processamentos 4 e 5 (n=6)

<b>Nº de dias de armazenamento</b>	<b>logurte com farinha de yacon (%)</b>	<b>logurte controle (%)</b>
0	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
7	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
14	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>a</sup>
21	0,33 <sup>a</sup>	0,17 <sup>a</sup>
28	0,67 <sup>a</sup>	0,83 <sup>a</sup>

\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

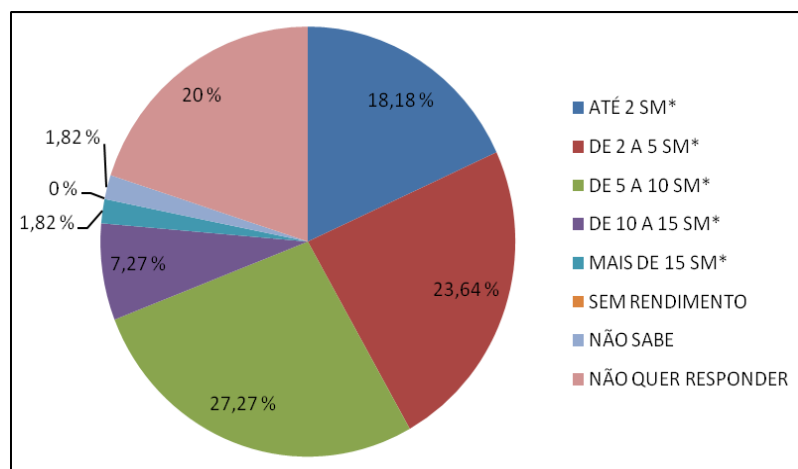
A sinérese não foi verificada até o 21º dia de armazenamento, tanto no iogurte adicionado de farinha de yacon quanto no iogurte controle, assim como no estudo de Staffolo *et al.* (2004), em que não ocorreu sinérese ao longo de 21 dias em iogurtes adicionados de diferentes fibras, dentre as quais, a inulina. Porém, em outros estudos, foi verificada a ocorrência de sinérese quando eram adicionados ingredientes sólidos ao iogurte. No trabalho de Antunes, Cazetto e Bolini (2004), que utilizaram concentrado protéico de soro em iogurte, foram obtidos percentuais de sinérese acima de 4%. Em um estudo realizado por Vasilean, Segal e Vasile (2011), que adicionaram ao iogurte exopolissacarídeos (EPS) de origem bacteriana, foi verificado 1% de sinérese já nas primeiras 12 horas. Os EPS possuem estrutura e comportamento semelhantes aos FOS (VASILEAN; SEGAL; VASILE, 2011). O valor encontrado pelos autores (1%) foi superior ao obtido nos 28 dias de armazenamento dos iogurtes do presente estudo.

O pH do iogurte adicionado de farinha yacon e o do iogurte controle ficaram próximos a pH 4,5 ao final do período de armazenamento (28 dias). De acordo com Brandão (2005), esse valor é considerado adequado para que não ocorra um percentual acentuado de sinérese. Os valores aceitáveis de pH dos iogurtes do presente estudo podem ter influenciado positivamente o não desprendimento excessivo de soro dos iogurtes durante a análise de sua estabilidade, resultando em valores aceitáveis de porcentagem de sinérese ao final do período de armazenamento.

### 4.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL

#### 4.3.1. Caracterização do Grupo de Consumidores Recrutado para Análise Sensorial

Um grupo de 55 consumidores, 37 mulheres e 18 homens, avaliou as amostras de iogurte com farinha de yacon e iogurte controle. A faixa etária deste grupo variou de 19 a 52 anos. A renda familiar mensal está descrita na Figura 7.



\*SM: salário mínimo.

Figura 7 – Renda familiar mensal dos indivíduos que participaram da análise de aceitação (n= 55).

A faixa de renda que predominou foi a de 5 a 10 salários mínimos. A maioria dos indivíduos pertence, portanto, à classe social B, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2011a).

A frequência de consumo de iogurte pelos indivíduos está representada na Figura 8.

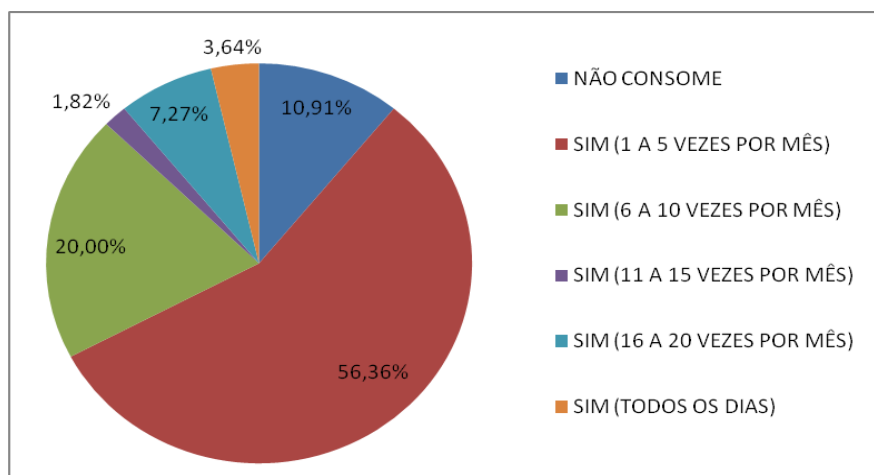


Figura 8 – Frequência de consumo de iogurte.

Dos consumidores, 89,09% disseram consumir iogurte, sendo que a frequência relatada variou de “1 a 5 vezes por mês” a “todos os dias”.

A porcentagem de consumidores que possuem conhecimento sobre alimento prebiótico e a porcentagem de indivíduos que disseram consumir na última semana alimentos que reduzem o risco de doenças estão representadas na Figura 9.

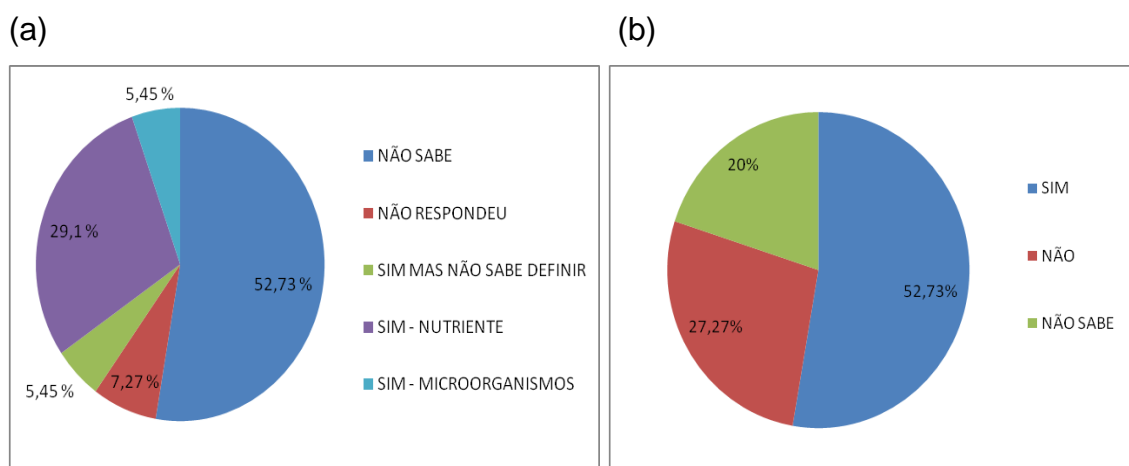


Figura 9 – Conhecimento sobre o que é alimento prebiótico e sua definição (a) e consumo de alimentos que reduzem o risco de doenças (b).

A maioria dos indivíduos (52,73%) não soube definir o conceito de alimento prebiótico. Os indivíduos que responderam “sim” à pergunta definiram alimento prebiótico como um alimento que possui um nutriente benéfico para o organismo (29,10%), ou como um alimento que contém um micro-organismo que favorece o crescimento da flora bacteriana intestinal benéfica (5,45%).

Portanto, do total de indivíduos, apenas 29,10% definiram corretamente alimento prebiótico.

A maioria dos participantes (52,73%) responderam que consumiram na última semana alimentos que previnem doenças, sendo que os mais citados foram os grãos integrais como aveia, linhaça, soja e granola, e alimentos como chá verde, frutas, verduras, iogurte e yacon.

O conhecimento sobre o que é o yacon e sobre o consumo de produtos adicionados de yacon, são apresentados na Figura 10.

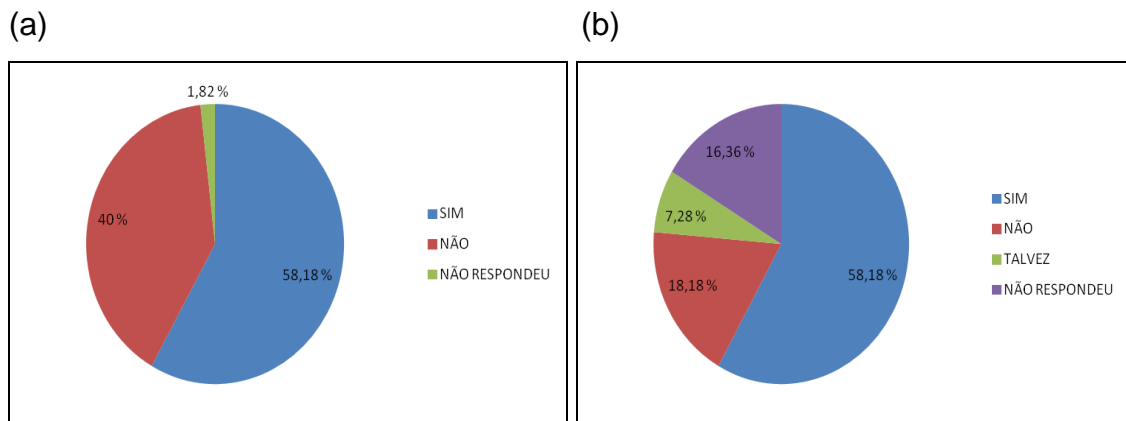


Figura 10 – Conhecimento sobre o que é yacon (a) e participantes que consumiriam produtos adicionados de yacon (b).

A maioria dos participantes respondeu “sim” quanto ao saber o que é yacon (58,18%) e se consumiria produtos adicionados de yacon (58,18%).

Quanto à leitura de rótulos de alimentos que são consumidos no dia-a-dia, 85,45% dos participantes disseram ler rótulos para conhecer os ingredientes dos produtos. Esta porcentagem foi superior à encontrada no estudo de Monteiro, Coutinho e Recine (2005) que foi de 74,8%. Essa pesquisa foi realizada com 250 indivíduos presentes em cinco supermercados de Brasília, Distrito Federal, que foram questionados quanto aos aspectos de uso e leitura dos rótulos dos alimentos.

De acordo com o questionário, a maioria dos consumidores não soube definir o conceito de alimento prebiótico (52,73%), porém grande parte dos indivíduos relatou consumir iogurte (89,09%) e conhecer o yacon (58,18%). Além disso, 58,18% dos participantes disseram que consumiriam produtos

adicionados de yacon, mostrando uma possível aceitação do iogurte adicionado de farinha de yacon.

#### 4.3.2. Análise de Aceitação e Intenção de Compra

Os resultados médios obtidos na análise de aceitação da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global das amostras de iogurte, bem como quanto à indicação da intenção de compra são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados médios da análise de aceitação e intenção de compra do iogurte adicionado de farinha de yacon e do iogurte controle (n= 55)

Atributos	logurte com farinha de yacon	logurte controle
Aparência*	5,7 <sup>b</sup>	7,1 <sup>a</sup>
Aroma*	6,5 <sup>a</sup>	6,9 <sup>a</sup>
Sabor*	6,1 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>
Textura*	5,8 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>
Impressão global*	5,9 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>
Intenção de compra**	3,3 <sup>b</sup>	3,7 <sup>a</sup>

\* As notas variam de 1 a 9 (desgostei extremamente a gostei extremamente);

\*\* As notas variam de 1 a 5 (certamente não compraria a certamente compraria);

\*\*\* Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os iogurtes em relação ao aroma e ao sabor. Em relação à aparência, textura, impressão global e intenção de compra, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), sendo que o iogurte controle apresentou as maiores médias para esses atributos e para a intenção de compra.

Em relação aos atributos aroma e sabor, as amostras dos dois iogurtes obtiveram médias entre os termos hedônicos “gostei pouco” e “gostei” na escala utilizada ( $p > 0,05$ ). Os histogramas de frequência das notas atribuídas para os atributos sensoriais aroma e sabor estão representados nas Figuras 11 e 12, respectivamente.

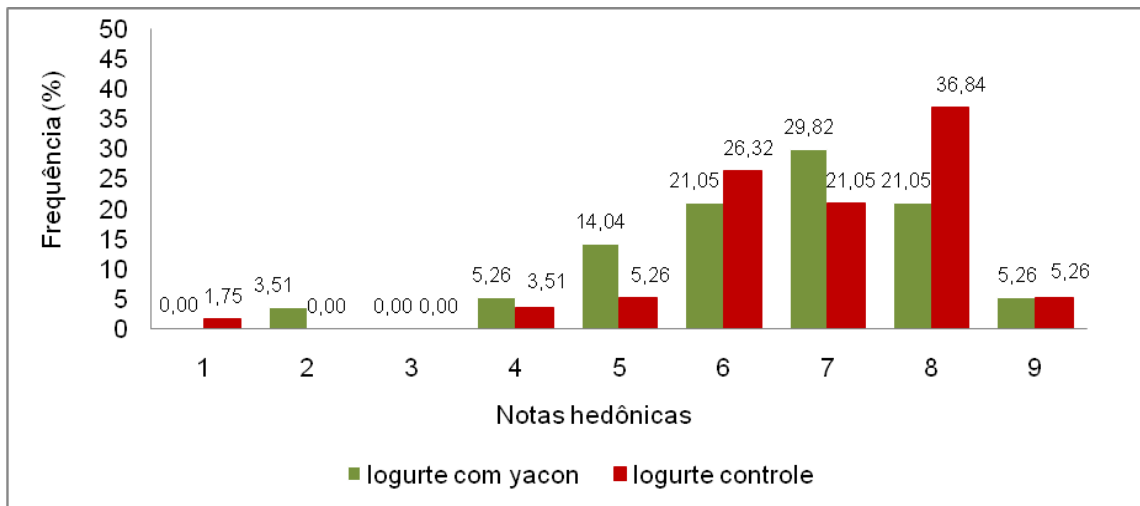


Figura 11 – Histograma de frequência para o atributo aroma da análise sensorial (n=55).

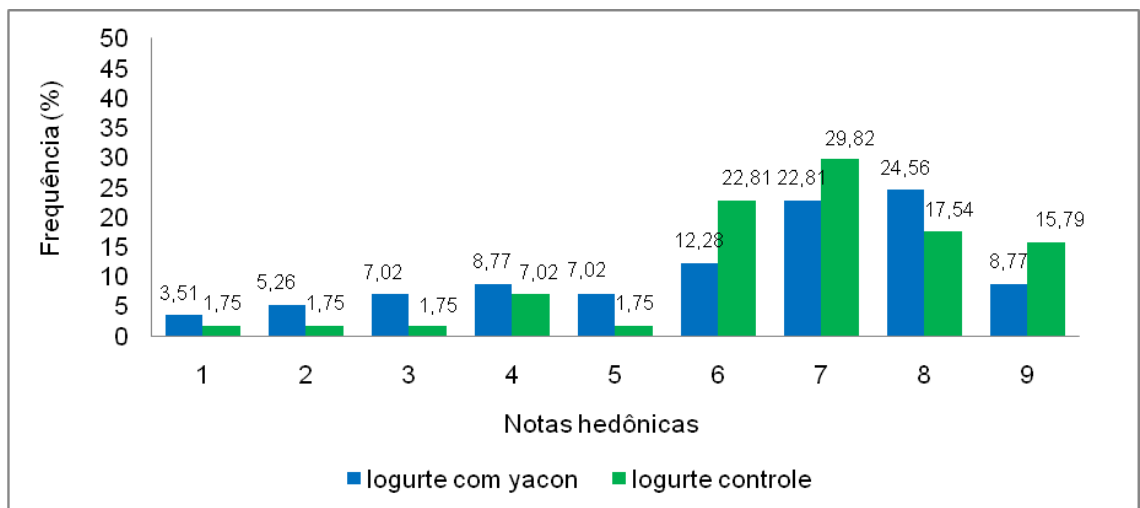


Figura 12 – Histograma de frequência para o atributo sabor da análise sensorial (n=55).

Na avaliação da aceitabilidade da aparência, textura e impressão global, o iogurte adicionado de farinha de yacon obteve médias entre os termos hedônicos “não gostei nem desgostei” e “gostei pouco” na escala utilizada, sendo menos apreciado ( $p < 0,05$ ) do que a amostra do iogurte controle, que obteve médias entre os termos hedônicos “gostei pouco” e “gostei muito” na escala utilizada para os três atributos. Os histogramas de frequência das notas atribuídas para os atributos sensoriais aparência, textura e impressão global estão representados nas Figuras 13, 14 e 15, respectivamente.



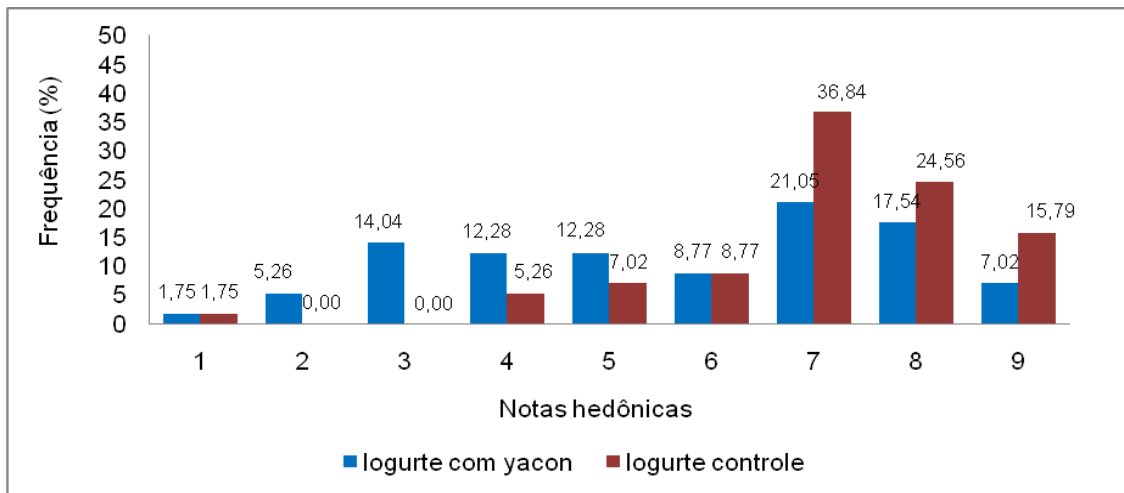


Figura 13 – Histograma de frequência para o atributo aparência da análise sensorial (n=55).

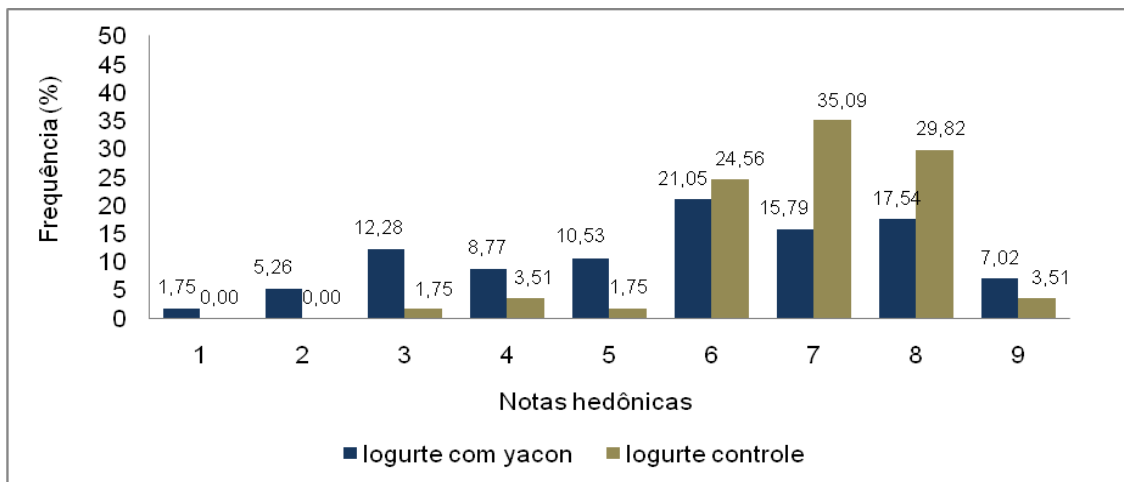


Figura 14 – Histograma de frequência para o atributo textura da análise sensorial (n=55).

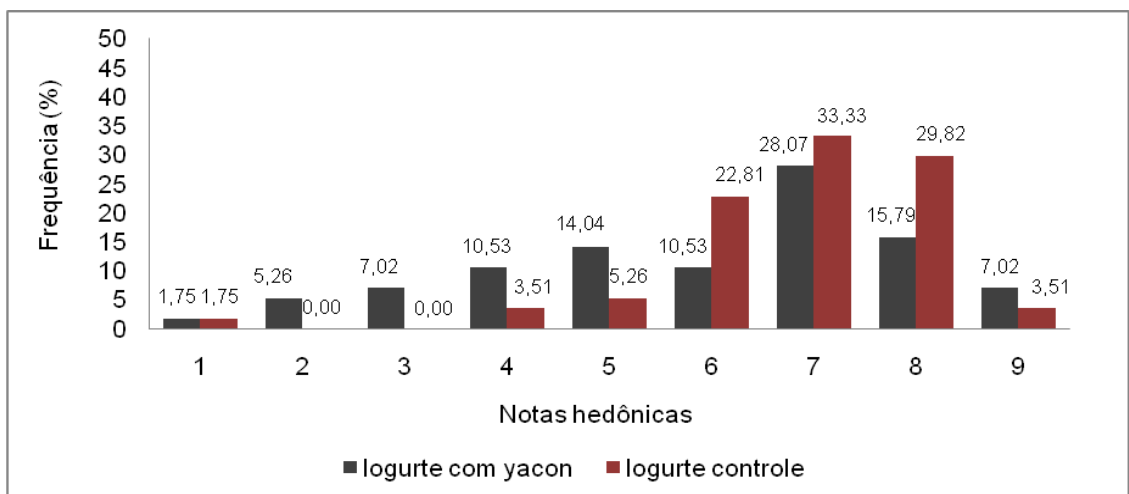


Figura 15 – Histograma de frequência para a impressão global na análise sensorial (n=55).

As menores médias do iogurte adicionado de farinha de yacon foram para os atributos textura e aparência, provavelmente pela característica granulosa da farinha causando uma menor aceitação desse produto. Esses mesmos atributos no iogurte controle obtiveram as maiores médias.

Na avaliação da intenção de compra, o iogurte adicionado de farinha de yacon obteve média entre “talvez sim, talvez não compraria” e “provavelmente compraria” na escala utilizada, sendo menos apreciado ( $p < 0,05$ ) do que a amostra do iogurte controle, que também obteve média entre “talvez sim, talvez não compraria” e “provavelmente compraria” na escala utilizada. O histograma de frequência das notas atribuídas para a intenção de compra está representado na Figura 16.

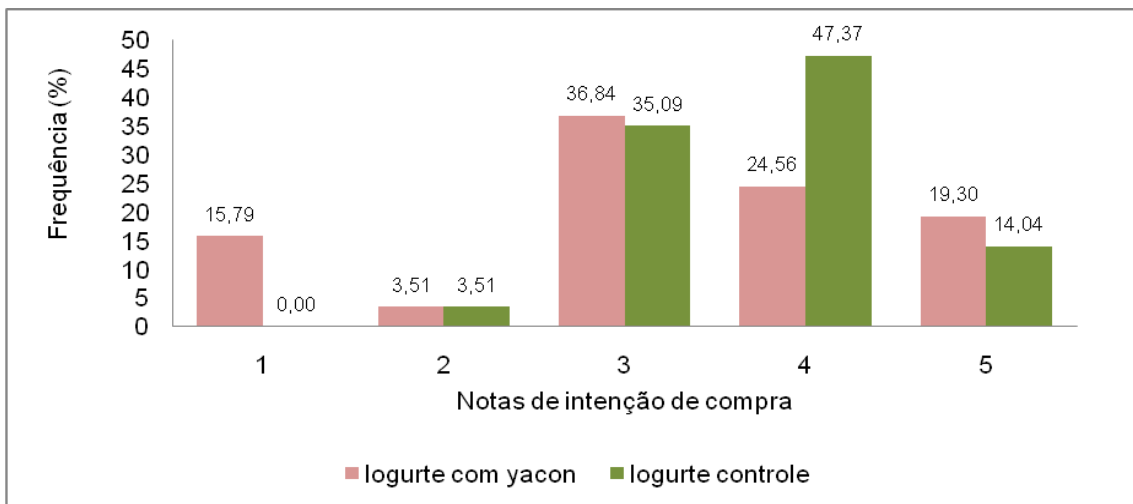


Figura 16 – Histograma de frequência para a intenção de compra (n=55).

Na descrição do que o julgador “mais gostou” no iogurte com farinha de yacon, foram citados os atributos aroma e sabor, e na descrição do que o julgador “menos gostou” nesse iogurte, foram citados os atributos aparência e textura. Já para o iogurte controle, na descrição do que o julgador “mais gostou”, foram citados os atributos aparência e textura, e na descrição do que o julgador “menos gostou”, foram citados os atributos aroma e sabor.

As médias dos atributos aroma, sabor, textura e impressão global foram superiores às encontradas por Vasconcelos (2010) em seu estudo com iogurte *light* adicionado de farinha de yacon. A escala utilizada nesse trabalho variou entre os termos hedônicos “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). No trabalho de Vasconcelos (2010), foram obtidas médias

variando entre 5,3 a 5,7 para aroma, 3,7 a 4,4 para sabor, 3,8 a 4,8 para textura e 3,9 a 4,5 para impressão global, para os iogurtes com 3,86% a 1,58% de farinha de yacon, respectivamente. Participaram desse estudo 92 indivíduos.

## 5. CONCLUSÕES

A fabricação de iogurte adicionado de farinha de yacon foi viável tecnologicamente. As análises físico-químicas demonstraram que os iogurtes elaborados atenderam à legislação vigente para leites fermentados, quanto aos teores de proteína, gordura, acidez titulável e pH.

O processo de acidificação ocorreu lentamente durante o período de armazenamento dos iogurtes (28 dias), havendo baixa produção de ácido láctico, o que demonstrou que a adição de farinha de yacon não afetou a estabilidade do iogurte. Durante a análise de estabilidade dos iogurtes, o soro foi retido pela rede protéica formada no produto até o 21º dia, no iogurte com farinha de yacon e no iogurte controle. Portanto, os valores finais de sinérese e pH dos iogurtes podem ser considerados aceitáveis para o período de vida-de-prateleira estudado.

O uso da farinha de yacon permitiu a obtenção de iogurte com características de aparência, aroma, textura, sabor e impressão global aceitáveis para iogurte, apresentando aceitação sensorial satisfatória e boa intenção de compra. A farinha de yacon apresentou textura granulosa, o que afetou negativamente os atributos textura e aparência para o iogurte com farinha de yacon, que obteve as menores médias hedônicas na avaliação sensorial.

Apesar da maioria dos consumidores não saber definir o conceito de alimento prebiótico, uma boa parcela dos indivíduos disseram consumir iogurte e conhecer e consumir o yacon, mostrando uma possível aceitação do iogurte adicionado de farinha de yacon.

Sugerem-se estudos futuros para a elaboração de novas técnicas de fabricação da farinha de yacon para melhorar as características sensoriais do iogurte, além de estudos para a determinação do teor de fruto-oligossacarídeos ao final do período de armazenamento para garantir a funcionalidade do produto. Sugerem-se também, que sejam feitas análises microbiológicas da farinha de yacon e dos iogurtes, para garantir a qualidade microbiológica do produto final.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLGEYER, L. C.; MILLER, M. J.; LEE, S. Y. Drivers of Liking for Yogurt Drinks with Prebiotics and Probiotics. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 4, p. 212-219, 2010.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2004.

AOAC. HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed., 2005. Current through Revision 3, 2010 Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010, cap 45, met 999.03, p. 96-98.

AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed., 3 rev., Gaithersburg: Published by AOAC International, v.2, cap. 32, p.1-43, 1997.

BEAL, C.; SKOKANOVA, J.; LATRILLE, E.; MARTIN, N.; CORRIEU, G. Combined effects of culture conditions and storage time on acidification and viscosity of stirred yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 4, p. 673-681, 1999.

BITARAF, M. S.; KHODAIYAN, F.; MOHAMMADIFAR, M. A.; MOUSAVI, S. M. Application of response surface methodology to improve fermentation time and rheological properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus reuteri*. **Food Bioprocess Technology**, v. 5, p. 1394-1401, 2012.

BRABANDERE, A. G.; BAERDEMAEKER, J. G. Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. **Journal of Food Engineering**, v. 41, p. 221-227, 1999.

BRANDAO, S. C. C. Tecnologia da fabricação de iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, v. 42, nº 250, p. 3-8, 1987.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção de iogurte. **Revista Leite e Derivados**, v. 5, n. 25, p. 24-38, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Alimentos. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos**. Atualizado em julho de 2008a. IX - Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno\\_lista\\_alega.htm](http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução Nº 18, de 30 de abril de 1999**. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7e3240004745973a9f82df3fbc4c6735/rdc\\_18.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/7e3240004745973a9f82df3fbc4c6735/rdc_18.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 05 dez. 2012.

BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) – Síntese dos Indicadores Sociais 2010**. Rio de Janeiro, 2011a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agência de Informação Embrapa. **Agronegócio do Leite**. 2007a. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_193\\_2172\\_0039246.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_193_2172_0039246.html)>. Acesso em: 06 dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leite Cru Refrigerado**. Instrução Normativa nº 62, 29 de dezembro de 2011b. Disponível em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em 09 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados**. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007b. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso 09 nov. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia Alimentar para a População Brasileira**. 1 ed. 2008b. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira.pdf)>. Acesso em: 28 set. 2011.

CABELLO, C. Extração e pré-tratamento químico de frutanos de yacon, *Polymnia sonchifolia*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.2, abr./jun., 2005.

CHANDAN, R. C.; WHITE, C. H.; HILARA, A.; HUI, Y. H. **Manufacturing Yogurt and Fermented Milks**. 1 ed., Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2006.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A. P.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, maio/ago., 2007.

DANNENBERG, F.; KESSLER, H. G. Effect of denaturation of  $\beta$ -lactoglobulin on texture properties of set-style nonfat yoghurt. **Milchwissenschaft**, v. 43, n. 11, p. 700-704, 1988.

ESPÍNDULA, N. C.; CARDOSO, C. E. Formulação de um iogurte suplementado com compostos probióticos, prebióticos e polpa de açaí. **Revista TECCEM**, v.3, n. 1, p. 22-33, 2010.

ÉSTEVEZ, M. C. R. Aplicación del proceso de ultrafiltración a la fabricación de yogur. **Alimentaria**, p. 32-70, 1988.

FERREIRA, C. L. L. F.; MALTA, H. L.; CARELI, R. T.; DIAS, A. S.; GUIMARÃES, A.; JACOB, F.; CUNHA, R. M.; PEREIRA, S.; OLIVEIRA, S. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 56, n. 321, p. 152-158, 2001.

FREITAS, A. A.; FRANCELIN, M. F.; HIRATA, G. H.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F. L. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 172-177, jan./mar., 2008.

GENTA, S.; CABRERA, W.; HABIB, N.; PONS, J.; CARILLO, I. M.; GRAU, A.; SÁNCHEZ, S. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. **Clinical Nutrition**, v. 28, p. 182-187, 2009.

GIACCO, R.; CLEMENTE, G.; LUONGO, D.; LASORELLA, G.; FIUME, I.; BROUNS, F.; BORNET, F.; PATTI, L.; CIPRIANO, P.; RIVELLESE, A. A.; RICCARDI, G. Effects of short-chain fructo-oligosaccharides on glucose and lipid metabolism in mild hypercholesterolaemic individuals. **Clinical Nutrition**, v. 23, p. 331-340, 2004.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v. 125, p. 1401-1412, 1995.

GONZALEZ, N. J.; ADHIKARI, K.; SANCHO-MADRIZ, M. F. Sensory characteristics of peach-flavored yogurt drinks containing prebiotics and synbiotics. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 158-163, 2011.

GOTO, K.; FUKAI, K.; HIKIDA, J.; NANJO, F.; HARA, Y. Isolation and structural analysis of oligosaccharides from yacon (*Polymnia sonchifolia*). **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Tokyo, v.59, n.12, p. 2346-2347, 1995.

GRANATO, D. Leites fermentados: algumas considerações. **Revista Leites e Derivados**, n. 100, p. 16-32, 2007.

GRAU, A., REA, J. Yacon *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. In: Herman M. e Heller J. **Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon**. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops, p. 199-256, 1997. Disponível em: <[http://www.biodiversityinternational.org/free\\_text\\_search.html?cx=008604332300338350491%3Aagkh6mcm5ja&cof=FORID%3A11&no\\_cache=1&id=1150&sa=++Search++&q=yacon](http://www.biodiversityinternational.org/free_text_search.html?cx=008604332300338350491%3Aagkh6mcm5ja&cof=FORID%3A11&no_cache=1&id=1150&sa=++Search++&q=yacon)>. Acesso em 08 ago. 2011.

HAULY, M. C. O.; FUCHS, R. H. B.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H. Suplementação de iogurte de soja com frutoligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 8, p. 613-622, set./out., 2005.

HERMANN, M.; FREIRE, I. PAZOS C. Compositional diversity of the yacon storage root. **CIP Program Report**, Lima, Peru, p. 425-432, 1998.

HERTZLER, S. R.; CLANCY, S. M. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 103, nº 5, p. 582-587, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, IMESP, v. 1, 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, IMESP, v. 1, 2005.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Determination of the total nitrogen content of milk by Kjeldahl method**. Brussels: FIL/IDF, 1962. (FIL-IDF, 20).

JÚNIOR, A. F.; BONATO, E. P.; HELENO, G. J. B.; HOSHINO, N. A. **Leites fermentados e queijos**. Artigo técnico. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Química e Alimentos, Florianópolis, 2006.

KARDEL, G.; ANTUNES, L. A. F. Culturas lácticas e probióticas empregadas na fabricação de leites fermentados: leites fermentados. In: LERAYER, A. L. S.; SALVA, T. J. G. **Leites fermentados e bebidas lácteas: tecnologia e mercado**. Campinas: ITAL, cap. 2, p. 26-33, 1997.

KEOGH, M. K.; O'KENNEDY, B. T. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 1, p.108-112, 1998.

KOTOVICZ, V. **Otimização da desidratação osmótica e secagem do yacon (*Polymnia sonchifolia*)**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 89 p., 2011.

LACHMAN, J.; FERNANDEZ, E. C.; ORSAK, M. Yacon (*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson) chemical composition and use - a review. **Plant, Soil and Environment**. v. 49, n. 6, p. 283-290, 2003.

LAGO, C. C. **Estudo do suco concentrado e da poupa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LUCEY, J. A.; SINGH, H. Formation and physical properties of acid milk gels: a review. **Food Research International**, v. 30, n. 7, p. 529-539, 1998.

MACEDO, N. L. T. **Apostila Tecnologia de Fabricação de Leites Fermentados**. Instituto de Laticínios Cândido Tostes, nov., 2000.



MANRIQUE, I.; PÁRRAGA, A.; HERMANN, M. Yacon syrup: Principles and processing. Series: **Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)**. International Potato Center, Lima, Peru, 2005. Disponível em: <[http://www.cipotato.org/artc1/cip\\_crops/1919-Yacon\\_Syrup.pdf](http://www.cipotato.org/artc1/cip_crops/1919-Yacon_Syrup.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2011.

MARANGONI, A. L. **Potencialidade de aplicação de farinha de yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 105 p., 2007.

MATTILA-SANDHOLM, T.; MYLLÄRINEN, P.; CRITTENDEN, R.; MOGENSEN, G.; FONDEN, R.; SAARELA, M. Technological challenges for future probiotic foods. **International Dairy Journal**, v. 12, p. 173-182, 2003.

MAZOCHI, V.; MATOS JUNIOR, F. E.; VAL, C. H.; DINIZ, D. N.; RESENDE, A. F.; NICOLI, J. R.; SILVA, A. M. **logurte probiótico produzido com leite de cabra suplementado com *Bifidobacterium spp.*** Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 62, n. 6, p. 1484-1490, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**, 3 ed., CRC Press, Boca Raton, p. 387, 1999.

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

MOLINA, G., PELISSARI, F. M., FEIHRMANN, A. C. Perfil do consumo de leite e produtos derivados na cidade de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 32, n. 3, p. 327-334, 2010.

MOLIS, C.; FLOURIE, B.; OUARNE, F.; GAILING, M. F.; LARTIGUE, S.; GUIBERT, A.; BORNET, F.; GALMICHE, J. P. Digestion, excretion, and energy value of fructooligosaccharides in healthy humans. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, p. 324-328, 1996.

MONTEIRO, R. A.; COUTINHO, J. G.; RECINE, E. Consulta aos rótulos de alimentos e bebidas por frequentadores de supermercados em Brasília, Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 18, n. 3, p. 172-177, 2005.

MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n. 4, p. 634-640, out./dez., 2004.

MOSCATTO, J. A.; BORSATO, D.; BONA, E.; OLIVEIRA, A. S.; HAULY, M. C. O. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 181-188, 2006.

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

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 115 p., 2008.

NICKLAS, T. A.; GU, H.; HUGHES, S. O.; ELE, M.; WAGNER, S. E.; FOUSHEE, R. H.; SHEWCHUK, R. M. Self-perceived lactose intolerance results in lower intakes of calcium and dairy foods and is associated with hypertension and diabetes in adults. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 94, p. 191-198, 2011.

OJANSIVU, I.; FERREIRA, C. L.; SALMINEN, S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. **Food Science and Technology**, v. 22, p. 40-46, 2011.

OLIVEIRA, M. A.; NISHIMOTO, E. K. Avaliação do desenvolvimento de plantas de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC. **Brazilian Journal of Food Technology**, São Paulo, v.7, n.2, p. 215-220, jul./dez., 2004.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos**. v.2, Porto Alegre: Artimed, 2005.

PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, 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.

PATRI, P.; BERBARI, S. A. G.; PACHECO, M. T. B.; SILVA, M. G.; NACAZUME, N. Estabilidade dos componentes funcionais de geléia de yacon, goiaba e acerola, sem adição de açúcares. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 285-294, 2009.

PETERS, H. P. F.; BOERS, H. M.; HADDEMAN, E.; MELNIKOV, S. M.; QVYIT, F. No effect of added b-glucan or of fructooligosaccharide on appetite or energy intake. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 89, p. 58-63, 2009.

QUINTEROS, E. T. T. **Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 96-164, 2000.

RAO, V. A. The prebiotic properties of oligofructose at low intake levels. **Nutrition Research**, v. 21, p. 843-848, 2001.

RIBEIRO, J. A. **Estudo químico e bioquímico de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos**. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 181 p., 2008.

RODAS, M. A. B.; RODRIGUES, R. M. M. S.; SAKUMA, H.; TAVARES, L. Z.; SGARBI, C. R.; LOPES, W. C. C. Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 304-309, 2001.

RODRIGUES, F. C.; CASTRO, A. S. B.; MARTINO, H. S. D.; FERREIRA, C. L. L. F. Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 290-295, 2011.

ROLIM, P. M. Glycemic profile and prebiotic potential “in vitro” of bread with Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 467-474, abr./jun., 2011.

ROSA, C. S.; OLIVEIRA, V. R.; VIERA, V. B.; GRESSLER, C.; VIEGA, S. Elaboração de bolo com farinha de yacon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1869-1872, set., 2009.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.898-905, mai-jun, 2008.

SAVELLO, P. A.; DARGAN, R. A. Reduced yogurt syneresis using ultrafiltration and very-high temperature heating. **Milchwissenschaft**, v. 52, p. 573-577, 1997.

SEMINÁRIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I. **El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de um recurso promissório**. Centro Internacional de La Papa (CIP), Universidade Nacional de Cajamara, Lima, Peru, p. 60, 2003. Disponível em: <  
[http://www.cipotato.org/artc1/docs/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://www.cipotato.org/artc1/docs/Yacon_Fundamentos_password.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2011.

SMIT, G. **Dairy Processing: Improving quality**. England: Woodhead Publishing Limited, 2003.

SPIEGEL, J. E.; ROSE, R.; KARABELL, P.; FRANKOS, V. H; SCHMITT, D. F. Safety and benefits of fructooligosaccharides as food ingredients. **Food Technology**, v. 48, p. 85-89, 1994.

STAFFOLO, M. D.; BERTOLA, N.; MARTINO, M.; BEVILACQUA, Y. A. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 263-268, 2004.

TAMINE, A. **Fermented Milks**. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2006.

TAMINE, A.; ROBINSON, R. **Yoghurt, Science and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, 2007.

VALENTOVÁ, K.; ULRICHOVÁ, J. *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium Meyenii* - Prospective Andean Crops for the Prevention of Chronic Diseases. **Biomedical Papers**, v. 147, n. 2, p. 119-130, 2003.

VARGUESE, S. K.; MISHRA, H. N. Modelling of acidification kinetics and textural properties in dahi (Indian yoghurt) made from buffalo milk using response surface methodology. **International of Dairy Technology**, v. 61, n. 3, p. 284-289, 2008.

VASCONCELOS, C. M. **Caracterização físico-química e sensorial de iogurte “light” com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 56 p., 2010.

VASILEAN, I.; SEGAL, R.; VASILE, A. Obtaining fermented dairy products with the yogurt culture YF-L 812. **Food Technology**, v. 35, n. 1, p. 92-99, 2011.

VILHENA, S. M. C.; CÂMARA, F. L. A.; KAKIHARA, S. T. O cultivo do yacon no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p. 5-8, mar., 2000.

VINDEROLA, C. G.; BAILO, N.; REINHEIMER, J. A. Survival of probiotic in Argentina yogurts during refrigerate storage. **Food Research International**, v.33, n. 2, p. 97-102, 2000.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**. 2 ed, USA: CRC Press, 2006.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; GRANZINOLLI, G. G. M.; FERNANDES, R. M. Sólidos totais do leite, acidez, pH e viscosidade do iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 227, n. 38, p. 19-24, 1983.

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). In: Universidad Nacional Agraria La Molina. **Programa de investigación y proyección social en raíces y tuberosas**, 2003. Disponible en: <[http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yacon/Yacon.htm#Caracteristicas Generales del Cultivo](http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/programa/yacon/Yacon.htm#Caracteristicas%20Generales%20del%20Cultivo)>. Acceso em: 08 ago. 2011.

YUN, J.W. Fructooligosaccharides - Occurrence, preparation and applications. **Enzymes and Microbial Technology**, v.19, p.107-117, 1996.

ZOURARI, A.; ACCOLAS, J. P.; DESMAZEUAD, M. J. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. **Le Lait Elsevier**, v. 72, p. 1-34, 1992.

## ANEXOS

### ANEXO A - AVALIAÇÃO SENSORIAL DE IOGURTE

Nome: \_\_\_\_\_ Produto: \_ \_ \_

Muito obrigado por participar do nosso teste. Sua colaboração é muito importante para nós! Você receberá DUAS amostras de iogurte, uma de cada vez, além de água mineral para beber entre as suas amostras. Entre as amostras que você irá experimentar, há um produto desenvolvido com composto alimentar prebiótico, que causa efeitos benéficos ao organismo. Para avaliar prove o iogurte e responda as questões a seguir.

1 . Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA do produto:

Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei extremamente
( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

2 . Indique o quanto você gostou do AROMA do produto:

Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei extremamente
( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

3 . Indique o quanto você gostou da TEXTURA do produto:

Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei extremamente
( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

4 . Indique o quanto você gostou do SABOR do produto:

Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei extremamente
( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

5 . Indique o quanto você gostou da IMPRESSÃO GLOBAL do produto:

Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei	Gostei pouco	Não gostei nem desgostei	Desgostei pouco	Desgostei	Desgostei muito	Desgostei extremamente
( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )

6. Por favor, descreva o que, em particular, você gostou ou desgostou nesta amostra.

Mais gostei :

Menos gostei:

\_\_\_\_\_

7 . Por favor, indique qual seria sua atitude em relação à intenção de compra do produto que acabou de experimentar:

Certamente compraria	Provavelmente compraria	Talvez sim, talvez não compraria	Provavelmente não compraria	Certamente compraria	não
( )	( )	( )	( )	( )	

## ANEXO B - QUESTIONÁRIO

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

1 - Qual a sua renda familiar mensal? (SM = salário mínimo)

- até 2 SM (até R\$ 1244,00)
- de 2 a 5 SM (de R\$ 1244,00 a R\$ 3110,00)
- de 5 a 10 SM (de R\$ 3110,00 a R\$ 6220,00)
- de 10 a 15 SM (de R\$ 6220,00 a R\$ 9330,00)
- mais de 15 SM (mais de R\$ 9330,00)
- sem rendimento
- não sabe
- não quer responder

2 - Você sabe o que é alimento prebiótico? Como você definiria?

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

3 - Na última semana, você consumiu algum alimento que você considera que ajuda a reduzir riscos de alguma doença?

- Sim Qual? \_\_\_\_\_
- Não
- Não sei

4 - Você sabe o que é yacon?

- Sim
- Não

5 - Você consumiria produtos alimentícios adicionados de yacon?

\_\_\_\_\_

6 - Você consome iogurte? Se sim, quantas vezes por mês?

\_\_\_\_\_

7 - Você costuma ler rótulos para conhecer os ingredientes dos produtos que você consome?

- Sim
- Não

Nome do entrevistador: \_\_\_\_\_

Data da entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_