

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE CRUZ ALTA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

LUANA HEINRICH

**ELABORAÇÃO DE SOBREMESA LÁCTEA CREMOSA SABOR
CHOCOLATE UTILIZANDO XAROPE DE YACON COMO
SUBSTITUTO DA SACAROSE:**

Análises físico-químicas e composição centesimal

Trabalho de conclusão de curso

CRUZ ALTA

2022

LUANA HEINRICH

**ELABORAÇÃO DE SOBREMESA LÁCTEA CREMOSA SABOR CHOCOLATE
UTILIZANDO XAROPE DE YACON COMO SUBSTITUTO DA SACAROSE:**

Análises físico-químicas e composição centesimal

Trabalho de conclusão de curso (TCC) apresentado como requisito parcial de obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jussara Navarini

CRUZ ALTA

2022

Catlogação de Publicação na Fonte

H469e Heinrich, Luana.

Elaboração de sobremesa láctea cremosa sabor chocolate utilizando xarope de yacon como substituto da sacarose: análises físico-químicas e composição centesimal / Luana Heinrich. – Cruz Alta, 2022.

38 f.

Orientadora: Jussara Navarini.

Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade universitária em Cruz Alta, 2022.

1. Xarope. 2. Yacon. 3. Sobremesa láctea. 4. Prebiótico. 5. Frutano. I. Navarini, Jussara. II. Título.

LUANA HEINRICH

**ELABORAÇÃO DE SOBREMESA LÁCTEA CREMOSA SABOR CHOCOLATE
UTILIZANDO XAROPE DE YACON COMO SUBSTITUTO DA SACAROSE:**

Análises físico-químicas e composição centesimal

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado como requisito parcial de
obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia de Alimentos pela
Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul.

Orientadora: Prof.^a Dra. Jussara Navarini

Aprovado em: 08/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a Dra. Jussara Navarini
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof.^a Dra. Kelly de Moraes
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

Prof. Dr. Gilvane Souza de Matos
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS

RESUMO

A busca por alimentos mais saudáveis que promovam saúde tem aumentado significativamente nos últimos anos. Entre as matérias-primas que apresentam a característica de saudabilidade destaca-se a batata yacon, a qual possui acúmulo de açúcares frutanos, do tipo fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina, em alta concentração nas suas raízes. Esses componentes pertencem ao grupo de alimentos prebióticos devido ao fato de que não são metabolizados no organismo humano, sendo considerados fibras alimentares. Uma alternativa para o aproveitamento dos frutanos presentes na yacon se dá por meio da extração do xarope, o qual pode ser obtido pela concentração de sólidos solúveis do suco da batata, podendo ser empregado como substituto da sacarose ou da glicose. Diante destes fatos, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver sobremesa láctea cremosa sabor chocolate empregando xarope obtido da raiz da batata yacon como substituto de sacarose. Inicialmente, obteve-se o xarope da evaporação do suco de yacon até concentração de $68 \pm 0,70^\circ\text{Brix}$, resultando em um rendimento de 8,05%. Posteriormente, foram realizadas as análises de acidez titulável e pH, obtendo-se os valores de $1,03 \pm 0,32\%$ de ácido cítrico e $5,44 \pm 0,08$, respectivamente. Após, o xarope foi empregado na elaboração da sobremesa láctea cremosa sabor chocolate e, então, realizaram-se análises físico-químicas e de composição centesimal da mesma. Os resultados obtidos foram de 72,56% de umidade, 1,56 % de cinzas, 3,48% de proteínas, 4,75% de lipídeos, 17,65% de carboidratos dos quais 12,14% eram açúcares redutores e 5,51% açúcares não redutores e valor energético de 127,27Kcal/100g. Com isso, pôde-se concluir que tanto o xarope, quanto a sobremesa láctea obtiveram resultados similares à literatura e, portanto, é um produto que apresenta um perfil tecnológico com potencial de industrialização, a fim de disponibilizar no mercado um alimento com características semelhantes às sobremesas convencionais, com vantagem de possuir compostos que possuem propriedades prebióticas, as quais são benéficas à saúde.

Palavras-chave: Xarope. Yacon. Sobremesa láctea. Prebiótico. Frutano.

ABSTRACT

The demand for most popular health-promoting foods has increased significantly in recent years. Among the raw materials, the yacon potato stands out, this has an accumulation of fructan sugars, such as fructo-oligosaccharides (FOS) and inulin, in high concentration in its roots. These components are included in the group of prebiotic foods due to the fact that they are not metabolized in the human body, being considered dietary fibers. An alternative for the use of fructans present in yacon is through the extraction of syrup, which can be obtained through the concentration of soluble solids in potato juice, and can be used as a substitute for sucrose or glucose. In view of these facts, the present work has the objective of developing a creamy chocolate-flavored dairy dessert using syrup obtained from the root of yacon potato as a substitute for sucrose. Initially, the syrup was obtained from the evaporation of yacon juice to a concentration of $68\pm 0.70^{\circ}\text{Brix}$, resulting in a yield of 8.05%. Subsequently, titratable acidity and pH analyzes were performed, obtaining values of $1.03\pm 0.32\%$ citric acid and 5.44 ± 0.08 , respectively. Afterwards, the syrup was used in the elaboration of the creamy milk dessert chocolate flavor and, then, physicochemical analyzes and proximate compositions of the same were carried out. The results obtained were 72.56% of moisture, 1.56% of ash, 3.48% of proteins, 4.75% of lipids, 17.65% of carbohydrates, of which 12.14% were reducing sugars and 5.51% were not reducing sugars and energy of 127.27Kcal/100g. With this, it was possible to conclude that both the syrup and the dairy dessert obtained similar results to the literature and, therefore, it is a product that has a technological profile with potential for industrialization, in order to make available on the market a food with characteristics similar to those of conventional desserts, however, with compounds that have prebiotic properties, which may bring health benefits.

Keywords: Syrup. Yacon. Dairy dessert. Prebiotic. Fructan.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Raízes da batata yacon | 12 |
| Figura 2 - Estruturas químicas dos principais FOS (a) e da inulina (b) | 15 |
| Figura 3 - Fluxograma de obtenção do xarope de yacon | 22 |
| Figura 4- Fluxograma de obtenção da sobremesa láctea | 24 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Composição química da porção comestível de raízes de yacon <i>in natura</i> quantificadas por alguns autores (g.100g ⁻¹) | 14 |
| Tabela 2 - Ensaio preliminar para formulação da sobremesa láctea (g.100g ⁻¹)... | 24 |
| Tabela 3 - Análises físico-químicas do xarope de yacon | 27 |
| Tabela 4 - Análises físico-químicas e composição centesimal da sobremesa láctea | 29 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 11 |
| 2.1 BATATA YACON (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) | 11 |
| 2.1.1 Composição Química da Yacon | 13 |
| 2.2 FRUTANOS: FRUTO-OLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E INULINA | 14 |
| 2.3 XAROPE DE YACON | 16 |
| 2.4 SOBREMESAS LÁCTEA | 18 |
| 3 METODOLOGIA DA PESQUISA | 21 |
| 3.1 MATERIAIS | 21 |
| 3.2 MÉTODOS | 21 |
| 3.2.1 Local de execução | 21 |
| 3.2.2 Obtenção do xarope | 21 |
| 3.2.3 Caracterização físico-química do xarope | 22 |
| 3.2.3.1 <i>Sólidos solúveis</i> | 22 |
| 3.2.3.2 <i>Cálculo de rendimento</i> | 22 |
| 3.2.3.3 <i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i> | 23 |
| 3.2.3.4 <i>Acidez titulável</i> | 23 |
| 3.2.4 Elaboração da sobremesa láctea cremosa | 23 |
| 3.2.5 Caracterização físico-química da sobremesa láctea | 25 |
| 3.2.5.1 <i>Composição centesimal</i> | 25 |
| 3.2.5.2 <i>Determinação de açúcares redutores</i> | 25 |
| 3.2.5.3 <i>Determinação de açúcares não redutores</i> | 26 |
| 3.2.5.4 <i>Valor energético</i> | 26 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 27 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO XAROPE | 27 |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA SOBREMESA LÁCTEA | 29 |
| 5 CONCLUSÃO | 34 |
| REFERÊNCIAS | 35 |

1 INTRODUÇÃO

A busca por uma vida mais saudável está se difundindo cada vez mais e, conseqüentemente, a procura por alimentos funcionais, tanto *in natura*, quanto industrializados que promovam boa saúde e bem-estar tem aumentado significativamente. Com isso, a indústria alimentícia investe em tecnologias e inovações para o desenvolvimento de produtos que, além dos atributos nutricionais, possam satisfazer as exigências dos consumidores.

Entre as matérias-primas com características funcionais que são empregadas para a elaboração de novos alimentos está a batata yacon. Ela é uma planta que pertence à família das *Asteraceas*, cuja característica deste grupo é o acúmulo de açúcares frutanos em seus órgãos de reserva (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN, 2005). A presença de frutanos, do tipo fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina, em alta concentração nas suas raízes tuberosas fazem com que apresentem sabor adocicado. Esses componentes estão englobam o grupo de alimentos prebióticos, devido ao fato de que não são metabolizados no organismo humano, sendo consideradas fibras alimentares (PEREIRA, 2009; SACRAMENTO; SILVA; TAVARES, 2017).

A inulina e os fruto-oligossacarídeos da yacon ainda têm sido pouco explorados até o presente momento, sendo, portanto, um mercado promissor para a produção de alimentos saudáveis, nutracêuticos e funcionais, os quais trazem efeitos positivos à saúde. O interesse nesses carboidratos está relacionado ao fato de que podem substituir o açúcar, trazendo benefícios a pessoas com diabetes ou com dietas especiais (ALBUQUERQUE; ROLIM, 2011).

Entre os benefícios a saúde do consumo de frutanos, destaca-se a melhora da função intestinal, pois as fibras não são hidrolisadas e nem absorvidas pelo organismo, controle dos níveis glicêmicos, diminuindo as chances de apresentar diabetes, principalmente a diabetes *Mellitus*. Além disso, melhora na absorção de alguns minerais, equilíbrio do colesterol no sangue, diminuição da ocorrência de cáries entre outros (HAULY; MOSCATTO, 2002; VANINI *et al.*, 2009).

Uma alternativa para o aproveitamento dos frutanos presentes na yacon se dá por meio da extração do xarope, o qual pode ser obtido pela concentração de sólidos solúveis do suco da batata, podendo ser empregado como substituto da

sacarose ou da glicose, habitualmente empregadas, na elaboração de alimentos (MOTTA, 2017).

O mercado da yacon ainda é restrito no Brasil, sendo seu consumo majoritariamente *in natura*. No entanto, a produção de xarope pode tornar-se um novo nicho, agregando valor à planta e expandindo sua produção, além de evitar o desperdício de tubérculos menores ou com má aparência, que seriam rejeitados pelos consumidores (VANINI *et al.*, 2009).

Outra matéria-prima amplamente utilizada na indústria de alimentos é o leite, o qual possui diversas propriedades nutricionais. É fonte de proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais. Considerado o principal alimento como fonte de cálcio, sendo que o consumo regular de leite e de seus derivados é recomendado para que se atinja a ingestão diária necessária do nutriente fundamental à estrutura óssea do organismo.

Entre os derivados do leite estão as sobremesas lácteas. Estes lácteos são formulados com uma grande variedade de ingredientes, resultando em diversas texturas e sabores que influenciam os aspectos organolépticos do produto. Ingredientes inovadores e o progresso tecnológico de processos permitem o desenvolvimento de sobremesas com maior digestibilidade e maior valor nutritivo. A diversidade de opções tem contribuído para o crescimento considerável da demanda de sobremesas lácteas nos últimos anos, visto que são adquiridas prontas para o consumo, podendo ser empregadas em lanches rápidos, proporcionando praticidade.

Diante disso, pelo conhecimento da funcionalidade da yacon e dos benefícios trazidos pela sua ingestão, bem como a praticidade que este alimento oferece, sendo opção nutricional para aqueles que procuram alimentação e/ou lanche de forma rápida. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo geral: elaborar sobremesa láctea cremosa sabor chocolate empregando o xarope obtido a partir da raiz da batata yacon como substituto de sacarose. Tendo como objetivos específicos:

- Extrair o xarope a partir da batata yacon
- Realizar análises físico-químicas do xarope, tais como: sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (AT).
- Elaborar sobremesa láctea cremosa com adição do xarope extraído e avaliar suas análises físico-químicas e composição centesimal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo que versa sobre o referencial teórico, dissertar-se-á sobre a temática escolhida. Primeiramente, será descrito sobre a batata yacon, suas características e composição química. Na sequência, os frutanos fruto-oligossacarídeos e inulina, posteriormente será abordado sobre o xarope de yacon e, por último, será descrito sobre sobremesa láctea. Para isto, foram utilizados autores que descrevem estudos relacionados a temática da pesquisa.

2.1 BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

A yacon é uma planta de origem da região de clima temperado dos Andes, que comporta os países da Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e noroeste da Argentina. Seu cultivo para a alimentação é conhecido desde a antiga civilização Inca. Durante muitos anos, a yacon foi produzida apenas para consumo familiar, especialmente nas regiões Andinas. Com o crescimento de estudos acerca de suas propriedades, demonstrando benefícios à saúde, essa planta se difundiu por todo o mundo, expandindo sua comercialização (SANTANA; CARDOSO, 2008; SEMINARIO; VALDERRAMA, MANRIQUE, 2003).

Esta planta foi trazida para o Brasil na década de 90 pelos imigrantes japoneses, que a utilizavam para o tratamento de diabetes e altas taxas de colesterol no sangue. Contudo, sua expansão deu-se no início dos anos 2000 e, assim difundindo seu consumo. O estado de São Paulo destaca-se como um dos maiores produtores do país, com cerca de 1800 toneladas por ano (CARVALHO, 2018).

O cultivo da espécie é facilmente adaptável a diferentes climas, altitudes e solos. É uma planta perene e herbácea, com alta produtividade. Em geral, suas plantações ocorrem em pequena escala, apenas para o consumo familiar. O plantio ocorre no período do outono, demandando cerca de 200 dias para que as raízes estejam em condições apropriadas para a colheita. A produtividade por hectare é muito variada, podendo alcançar de 40 a 100 toneladas por hectare. Esta variação se dá devido ao plantio em diferentes climas, solos e manejos (CARVALHO, 2018).

Em suas folhas ocorrem dois sistemas de defesa: a presença de pelos e a alta densidade de glândulas. Estes sistemas representam grande vantagem à

planta, visto que reduzem os ataques por insetos, o que torna viável a produção sem o emprego de agrotóxicos (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Quanto ao formato das raízes, as mesmas apresentam-se no formato fusiforme, com pesos em média de 200 a 600 gramas cada, podendo a planta produzir entre 2 e 4Kg de raízes (SANTANA; CARDOSO, 2008).

A cor da casca é relatada como marrom, podendo apresentar tonalidade arroxeada, de acordo com seu cultivar (Figura 1). A polpa é descrita como crocante, aquosa, de coloração branca, creme ou púrpura e de sabor adocicado. Podem ser consumidas *in natura*, como suco, chips, farinhas, para o uso em produtos de panificação, ou pela cocção em água, a vapor ou em fritura (PEREIRA, 2009; SANTANA; CARDOSO, 2008).

Figura 1 - Raízes da batata yacon



Fonte: Coisas do Japão (2019)

Embora apresente sabor adocicado, possui valor energético baixo. Deste modo, é um alimento com potencialidade de ser acrescentado a produtos na forma de xaropes, como adoçante substituto à sacarose e de alimentos dietéticos, devido às baixas calorias (RIBEIRO, 2008).

Após as raízes serem colhidas, é comum a realização da técnica de *soleado*, que consiste em expor o produto à luz solar por 3 a 5 dias, com o objetivo de reduzir o sabor amiláceo e intensificar seu sabor doce. Isto ocorre em virtude da hidrólise parcial dos frutanos (fruto-oligossacarídeos e inulina) às moléculas de glicose, frutose e sacarose (SANTANA; CARDOSO, 2008; YAGINUMA, 2007). No entanto, essa técnica não é recomendada às yacons que serão processadas, pois a partir da

exposição à luz solar ocorre a degradação dos FOS e da inulina em frutoses, glicose e sacarose livre, ocasionando na perda do efeito prebiótico (RIBEIRO, 2008).

Outro fator limitante da yacon é o escurecimento enzimático, uma vez que esse processo se inicia logo após o descascamento das raízes. Esse processo ocorre devido à presença de enzimas do grupo das oxidoredutases, como as polifenoloxidasas e peroxidases. Estas enzimas, ao entrarem em contato com o oxigênio, oxidam compostos fenólicos das raízes, formando pigmentos marrons ou pretos, além de ocasionarem perdas ou alterações de sabor, odor e valor nutricional (PEREIRA, 2009; VASCONCELOS, 2014).

2.1.1 Composição Química da Yacon

A composição química da yacon é bastante variável e depende de diversos fatores, como o local e a forma de cultivo, o período de plantio e colheita, condições pós-colheita, tempo de armazenamento e entre outros (RIBEIRO, 2008; SEMINARIO; VALDERRAMA, MANRIQUE, 2003).

As raízes *in natura* possuem conteúdo de água em torno de 83 a 90%. Devido a este alto percentual, o valor energético da yacon é baixo. Contudo, esta característica torna-a mais suscetível à deterioração. Em armazenamento em condições ambientais, a vida útil é de cerca de sete dias, pois os tecidos internos das raízes são delicados, rompendo-se ou sofrendo rachaduras facilmente (BRITES, 2013).

Em matéria seca, encontra-se cerca de 70% de carboidratos. Em geral, a yacon armazena como carboidratos de reserva os frutanos de baixo grau de polimerização e outros açúcares livres, diferentemente da maioria dos demais tubérculos e raízes que armazenam amido (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN; 2005).

Deste modo, dos carboidratos que constituem a yacon, a inulina e FOS apresentam-se em maiores quantidades, enquanto que os demais carboidratos presentes são a sacarose, frutose e glicose. (RIBEIRO, 2008; SEMINARIO; VALDERRAMA, MANRIQUE, 2003). Dados publicados na literatura em relação a composição química de raízes de yacon estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química da porção comestível de raízes de yacon *in natura* quantificadas por alguns autores (g.100g⁻¹)

| Componentes | RIBEIRO (2008) | NIETO (1991) | QUINTEROS (2000) |
|---------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| Lipídeos (g) | 0,06 | 0,02 | 0,03 |
| Proteína (g) | 0,43 | 0,56 | 0,71 |
| Fibra alimentar (g) | 1,31 | 3,4 | 3,59 |
| Potássio (mg) | 170,7 | 330,00 | s.d. |
| Fósforo (mg) | 23,4 | 20,00 | 12,28 |
| Cálcio (mg) | 6,0 | 12,16 | 9,92 |
| Magnésio (mg) | 3,7 | s.d. | s.d. |
| Enxofre (mg) | 9,7 | s.d. | s.d. |
| Cobre (mg) | 0,1 | 0,001 | s.d. |
| Zinco (mg) | 0,1 | 0,059 | s.d. |
| Ferro (mg) | 0,3 | 0,015 | s.d. |

Fonte: Autora (2022)

s.d.: sem dados.

As raízes da batata yacon também apresentam percentuais significativos de minerais, contendo valores consideráveis de potássio, fósforo, ferro e cálcio. Ainda, possuem conteúdo elevado de compostos fenólicos, substâncias antioxidantes, baixo conteúdo de lipídeos e vitaminas (BRITES, 2013).

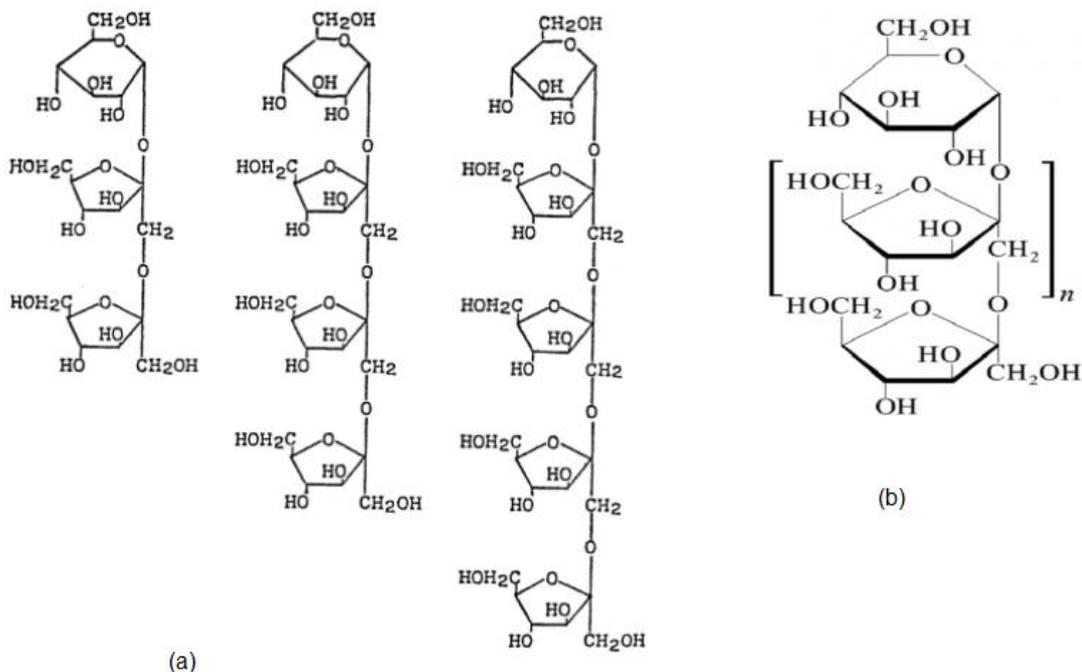
2.2 FRUTANOS: FRUTO-OLIGOSSACARÍDEOS (FOS) E INULINA

Os frutanos pertencem ao grupo de fibras não digeríveis, presentes em diferentes alimentos de origem vegetal. São considerados carboidratos de reserva caracterizados como polímeros naturais formados por frutose, ligada ou não a uma molécula de sacarose na extremidade da cadeia. Os frutanos são divididos em classes, de acordo com a estrutura química apresentada. As levanas caracterizam-se como polímeros lineares com ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow6)$, os polímeros ramificados possuem ligações $\beta(2\rightarrow6)$ e $\beta(2\rightarrow1)$ e a inulina caracteriza-se como polímero linear com ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$ (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020).

Os fruto-oligossacarídeos são frutanos pertencentes à classe da inulina. Inulina e fruto-oligossacarídeos são quimicamente similares, diferenciados pelo grau de polimerização. São consideradas inulina as cadeias com 2 a 60 polimerizações, sendo que as que contêm grau de polimerização inferior, caracterizada como uma inulina de cadeia curta, são consideradas FOS (Figura 2) (ALBUQUERQUE; ROLIM, 2011; BRITES, 2013; RIBEIRO, 2008).

Os frutanos também estão presentes em outras plantas, podendo encontrá-los em quantidades significativas em chicória (*Chicorium intybus*), alcachofra-de-Jerusalém (*Heliantus tuberosus*), dália (*Dahlia pinuata*), entre outras (RIBEIRO, 2008; ROSA; CRUZ, 2017). Os frutanos utilizados na indústria alimentícia e farmacêutica podem ser obtidos de diversas fontes, como fontes vegetais através da extração da inulina, pela sintetização por fungos e bactérias ou obtenção dos fruto-oligossacarídeos por hidrólise enzimática da inulina (LAGO, 2010; MENDES, 2017).

Figura 2 - Estruturas químicas dos principais FOS (a) e da inulina (b)



Fonte: Esteves (2017); Rosa; Cruz (2017).

A inulina e os fruto-oligossacarídeos podem ser adicionados a alimentos tanto como suplementos, quanto como substitutos de macronutrientes. Sua utilização como suplemento é possível devido as propriedades nutricionais, que resultam no

aumento da quantidade de fibras dos produtos. Na substituição pode ser usado como gordura ou açúcar. Estudos demonstram potencialidade da inulina como substituta de gorduras, por manter as mesmas características de textura nos alimentos. Ela age como espessante, com a formação de gel, melhorando propriedades sensoriais. Os FOS podem agir como umectantes, aglutinante, ou substituindo sacarose e glicose, pois contêm propriedades funcionais semelhantes, solubilidade maior, além de apresentar 30 a 50% do poder de doçura e aproximadamente um terço das calorias da sacarose (ALBUQUERQUE; ROLIM, 2011; HAULY; MOSCATTO, 2002; VALENCIA, 2015).

Pesquisas demonstram que a elaboração de produtos lácteos acrescidos de frutanos pode apresentar boa aceitação pelos consumidores. Em um estudo realizado por Valencia (2015), a adição de fruto-oligossacarídeos em sobremesa láctea, obteve grande aceitação em testes sensoriais. De acordo com o autor foi desenvolvido um produto simbiótico a partir da adição de FOS e *Lactobacillus paracasei*. Além disso, nos testes sensoriais foi observado que o atributo sabor não apresentou diferença significativa entre a sobremesa adicionada de FOS e microrganismos e a controle (sem adição).

Silva, Bessa e Silva (2017) desenvolveram iogurtes prebióticos com adição de 3% de inulina e 3% de fruto-oligossacarídeos e submeteram a testes sensoriais para comparar os atributos de sabor, cor, aroma, consistência, impressão global e intenção de compra com um iogurte sem adição de frutanos. Segundo os autores, os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas entre si. Portanto, a adição dos frutanos não resultou em efeitos negativos quanto à qualidade sensorial e intenção de compra dos produtos, demonstrando a viabilidade do desenvolvimento de produtos adicionados de inulina e fruto-oligossacarídeos.

Dessa forma, percebe-se que a adição de inulina e fruto-oligossacarídeos em alimentos pode possibilitar à indústria o desenvolvimento de novos produtos. Estes frutanos tornam-se uma alternativa para a elaboração de produtos com alegação de prebióticos, contribuindo também no aprimoramento de aspectos sensoriais.

2.3 XAROPE DE YACON

Com a crescente demanda por alimentos saudáveis e menos calóricos, tem aumentado o emprego de edulcorantes alternativos que substituem o açúcar, como

por exemplo, o uso do fruto-oligossacarídeos e inulina. (GIBERTONI; NOGUEIRA; VENTURINI FILHO, 2006).

Os xaropes são utilizados como adoçantes desde os primórdios da humanidade. Possuem a forma líquida e, em geral, alta viscosidade. Na literatura são descritas diferentes metodologias para a obtenção de xarope da yacon, no entanto, a concentração do suco das raízes tuberosas pela evaporação de parte do conteúdo de água, obtendo-se um produto viscoso, doce e com alta concentração de frutanos é a metodologia mais empregada. Em geral evapora-se a água até a concentração de sólidos solúveis estarem próxima a 70% (70 °Brix) (MOTTA, 2017; SEMINARIO; VALDERRAMA, MANRIQUE, 2003).

Estudos realizados demonstram que a porcentagem de FOS pode variar de 10 a 50% entre as variedades de yacon. Além disso, a concentração dos outros componentes e o valor calórico também variam (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN, 2005).

Os FOS são açúcares não redutores que permanecem estáveis em pH entre 3 e 7 e temperatura de até 140°C. Portanto, a maioria dos processos térmicos não degradam os FOS. Contudo, o pH é um fator importante na produção do xarope, pois em soluções com pH abaixo de 3, os FOS tornam-se mais suscetíveis a se transformarem em açúcares simples, ocorrendo a hidrólise das ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$, por isso, é preferível que o produto tenha pH entre 4 e 7. Com pH ideal e acondicionado corretamente à temperatura ambiente ou refrigerado, permanece estável por vários meses, sem ocorrência de alterações em suas propriedades físico-químicas e funcionais ou degradação por ação de microrganismos (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020).

Para carboidratos, em geral, considera-se o valor energético de 4Kcal/g. Contudo, os FOS apresentam apenas de 1 a 2Kcal/g. Por ser composto majoritariamente de fruto-oligossacarídeos, o valor calórico do xarope é menor em comparação a outros edulcorantes, como o mel de abelhas. Portanto, pode ser usado como substituto menos calórico que outros adoçantes (MANRIQUE; PÁRRAGA; HERMANN, 2005; PEREIRA, 2009; SEMINARIO; VALDERRAMA, MANRIQUE, 2003).

Neste sentido, o xarope pode ser adicionado a diversos alimentos e bebidas, como sucos, produtos lácteos e sobremesas e apresentar boa aprovação pelos consumidores, como demonstrado em um estudo realizado por Mendes (2017), no

qual a elaboração de iogurte integral comercial com a adição de xarope de yacon em teste sensorial obteve maior aceitação global e intenção de compra, quando comparado com iogurte integral sem adição do xarope. Neste mesmo estudo, o autor também adicionou xarope de yacon ao suco de caju. A adição de xarope da yacon não resultou em diferenças significativas nos atributo de aceitação global, textura e intenção de compra do suco.

Portanto, o xarope pode tornar-se uma alternativa viável e de grande aceitação como substituto de sacarose ou para promover atributos benéficos à saúde em alimentos, sem alterar os atributos sensoriais dos alimentos.

2.4 SOBREMESAS LÁCTEA

O mercado de leite e seus derivados tem se destacado, principalmente com o crescimento na venda de sobremesas lácteas, com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção e a disponibilidade de variados ingredientes que impulsionaram a procura pelas sobremesas por diferentes consumidores, de crianças a idosos (MORAIS, 2014).

De acordo com o Decreto Nº 9.013, de 29 de março de 2017, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal “produtos lácteos são os produtos obtidos mediante processamento tecnológico do leite, podendo conter ingredientes, aditivos e coadjuvantes de tecnologia, apenas quando funcionalmente necessários para o processamento” (BRASIL, 2017). Incluem-se nesta categoria de produtos lácteos as sobremesas lácteas, bebidas lácteas, creme de leite, requeijão, queijo, entre outros.

De produtos comumente produzidos em casa, a industrialização das sobremesas lácteas, trouxe ao mercado opções com novos sabores, de maior valor nutritivo e maior digestibilidade, prontos para o consumo (NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004; VIDIGAL *et al.*, 2012).

Publicada no ano de 2020, Instrução Normativa Nº 84, de 17 de agosto, foi a primeira legislação brasileira que definiu os Requisitos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ) de sobremesas lácteas. As sobremesas devem conter mais que 50 % de leite e outros produtos lácteos, podendo ser adicionadas de substâncias

alimentícias não lácteas que confirmam características organolépticas, tais como frutas ou vegetais, cereais, produtos de cacau, fibras, entre outros (BRASIL, 2020a).

Os ingredientes básicos para a produção das sobremesas são: leite, gordura, modificadores de textura e sabor/cor (MORAIS, 2014). De acordo com Nikaedo, Amaral e Penna (2004, p. 397) os principais produtos adicionados nas formulações são: “leite, amido, açúcar, flavorizantes, estabilizantes, emulsificantes, geleificantes, espessantes, corantes, aromatizantes, ovos, polpas de frutas ou chocolate e conservantes.”.

Em geral, a elaboração destes produtos não requer processos complexos, baseando-se apenas na mistura dos ingredientes, tratamento térmico, homogeneização, resfriamento parcial e estocagem sob refrigeração. As particularidades de cada sobremesa são atribuídas pela variação dos ingredientes e processos, que alteram propriedades físicas e sensoriais (MORAIS, 2014; NIKAEDO; AMARAL; PENNA, 2004).

Com o objetivo de conferir sabor doce ao produto, comumente, é adicionada sacarose nas sobremesas. Além do sabor, a sacarose auxilia na viscosidade, proporcionando textura e estabilidade melhores. A substituição por outros aditivos com poder adoçante, como o xarope de yacon, pode modificar além do sabor, demais características importantes do produto, variando a aceitabilidade do mesmo pelos consumidores (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Neste sentido, Feitosa *et al.* (2019b) desenvolveram sobremesa aerada de morango com matriz não láctea utilizando FOS como substituto do açúcar comercial e realizaram análises físico-químicas e sensoriais. Neste estudo, os autores elaboraram três formulações e utilizaram o extrato de soja em substituição ao leite: uma com 100% sacarose, uma com 50% sacarose e 50% FOS e a outra com 100% FOS. De acordo com os resultados obtidos para as análises físico-químicas tais como: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e valor calórico, nas quais os fruto-oligosacarídeos foram englobados em carboidratos, nas três formulações não foram observadas diferenças significativas entre os valores resultantes das análises, demonstrando que a substituição do açúcar comercial por frutanos do tipo FOS não influenciou na composição centesimal e valor calórico do produto.

Quanto as análises sensoriais, Feitosa *et al.* (2019b) avaliaram os atributos de cor, aroma, consistência, sabor, impressão global e intenção de compra. Para os atributos de cor e aroma não foram observadas diferenças entre as médias das

formulações. A consistência apresentou diferenças, sendo a sobremesa com 50% de sacarose e 50% de FOS a que apresentou os melhores resultados, os quais os autores atribuíram à propriedade espessante dos FOS que pode aperfeiçoar a consistência dos produtos. Contudo, a sacarose também possui propriedades espessantes. As sobremesas com adição de FOS foram as que obtiveram menor aceitação para o atributo de sabor. Tal resultado foi atribuído à possível diminuição da doçura das sobremesas com FOS, tendo em vista que estes frutanos apresentam poder adoçante até três vezes menores que a sacarose.

Para a impressão global, a sobremesa com 100% FOS apresentou diferença significativa em comparação com as demais, obtendo uma média menor. Também, foi avaliada a intenção de compra da sobremesa pelos autores, sendo que os resultados obtidos mostraram que a sobremesa com adição 100% de FOS apresentou um valor menor em comparação às outras formulações. Contudo, as três formulações apresentaram resultados relevantes à intenção de compra. Diante destes fatos, os autores concluíram que a substituição da sacarose pelo FOS é uma alternativa viável e bem aceita.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 MATERIAIS

As raízes tuberosas de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) para a extração do xarope foram adquiridas no mercado local da cidade de Cruz Alta/RS, priorizando os produtos de boa qualidade. Os demais ingredientes para a elaboração da sobremesa láctea foram adquiridos no comércio local de Panambi/RS.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Local de execução

Os experimentos da pesquisa foram realizados no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, na cidade de Cruz Alta/RS, sendo executados no período de março a junho de 2022.

3.2.2 Obtenção do xarope

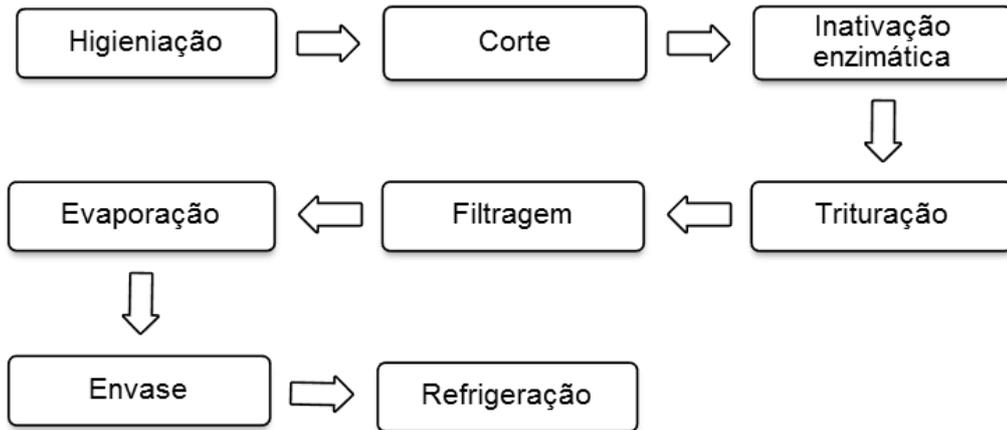
Para a extração do xarope de yacon empregada a metodologia de Manrique, Párraga e Hermann (2005), Mendes (2017) e Motta (2017), com adaptações. As etapas para obtenção do xarope estão descritas no fluxograma abaixo (Figura 3).

Primeiramente, as raízes foram higienizadas, sendo lavadas e sanitizadas em água clorada contendo 200ppm de cloro ativo, com o objetivo de diminuir a carga microbiana presente na superfície da yacon. Posteriormente, foram descascadas e cortadas manualmente em cubos de aproximadamente 1 cm³. Após, foram imersos durante 8 minutos em solução de ácido cítrico 2,4 g/L, para inibição das enzimas oxidoredutases, inibindo, portanto, a ação das enzimas causadoras do escurecimento enzimático, finalizando-se com enxágue em água potável.

Posteriormente, os cubos de yacon foram colocados em liquidificador industrial e triturados para obtenção do suco. Na sequência, foi filtrado o suco em uma peneira para a remoção do bagaço. O suco filtrado foi levado para aquecimento à temperatura de 80°C para a evaporação da água, até a concentração de sólidos

solúveis de aproximadamente 70° Brix. Após a evaporação da água, o xarope resultante foi envasado em recipientes estéreis e armazenado sob refrigeração para posterior análises e produção da sobremesa láctea.

Figura 3 - Fluxograma de obtenção do xarope de yacon



Fonte: Autora (2022)

3.2.3 Caracterização físico-química do xarope

As análises de sólidos solúveis, potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável foram realizadas de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). As avaliações foram realizadas em duplicatas, sendo o resultado expresso através da média \pm desvio-padrão. Também, realizou-se o cálculo de rendimento do xarope.

3.2.3.1 Sólidos solúveis

A determinação de sólidos solúveis foi realizada refratômetro analógico portátil a partir da leitura, sendo o resultado expressos em °Brix.

3.2.3.2 Cálculo de rendimento

Para a realização do cálculo de rendimento do xarope, pesou-se a massa de yacons *in natura* utilizadas e a massa de xarope extraída. Então, realizou-se o

cálculo de divisão da massa de xarope pela massa de yacons, sendo o resultado expresso em porcentagem (Equação 1).

$$\% \text{Rendimento} = \frac{(\text{massa de xarope} \times 100)}{\text{massa de yacon}} \quad (1)$$

3.2.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

A análise do pH do xarope de yacon foi realizada diretamente na amostra, utilizando-se um pHmetro digital previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

3.2.3.4 Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável, utilizou-se 1g da amostra de xarope, diluída em 50 ml de água destilada e adicionada de solução fenolftaleína. Titulou-se com solução de NaOH 0,1 M. O resultado foi expresso em porcentagem de ácido cítrico (Equação 2).

$$\% \text{ácido cítrico} = \frac{V \times f \times 100}{P \times c} \quad (2)$$

V = nº de mL da solução de NaOH 0,1M gasto na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH (0,1M)

P = nº de gramas da amostra usado na titulação

c = correção 10 para a solução de NaOH 0,1M

3.2.4 Elaboração da sobremesa láctea cremosa

Para elaboração da formulação da sobremesa láctea foram realizados ensaios preliminares variando as concentrações dos ingredientes, com a finalidade de adequar de obter sobremesa com características esperadas. Os testes realizados estão demonstrados na Tabela 2.

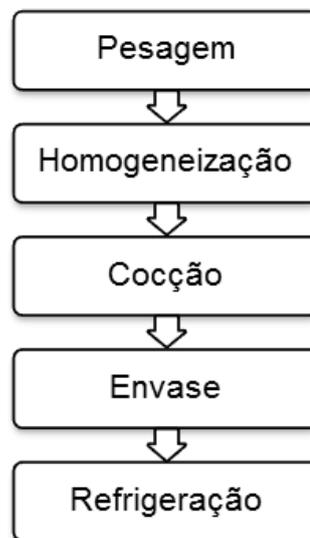
Tabela 2 - Ensaio preliminares para formulação da sobremesa láctea (g.100g⁻¹)

| Ingredientes | Teste I | Teste II | Teste III | Teste IV |
|----------------------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Leite integral | 72 | 71 | 65 | 64 |
| Cacau em pó | 3,5 | 2,5 | 3,5 | 3,5 |
| Creme de leite <i>leve</i> | 13 | 13 | 13 | 10 |
| Goma guar | 1 | 0,5 | 0,3 | 0,3 |
| Xarope de yacon | 10,5 | 13 | 18,2 | 22,2 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

Fonte: Autora (2022)

Após a realização dos ensaios preliminares, definiu-se que a formulação do Teste III foi a que apresentou melhor os aspectos pretendidos de sabor, doçura, consistência, cor e aroma. Sendo assim, procedeu-se a produção da sobremesa láctea de acordo com o fluxograma abaixo (Figura 4).

Figura 4- Fluxograma de obtenção da sobremesa láctea



Fonte: Autora (2022)

Inicialmente, todos os ingredientes foram pesados e misturados até completa homogeneização e, em seguida, a mistura foi mantida sob aquecimento com agitação constante, à temperatura de 90°C durante cinco minutos, para completa hidratação da goma e dissolução dos constituintes e formação de creme com textura. Após, foi deixada em repouso para resfriamento e posterior envase em

recipientes estéreis, mantendo-a acondicionada sob refrigeração a 5°C até a realização das análises.

3.2.5 Caracterização físico-química da sobremesa láctea

As análises de umidade e cinzas foram realizadas no Laboratório de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, na cidade de Cruz Alta – RS. As análises de proteínas, lipídeos e açúcares redutores foram terceirizadas, sendo encaminhadas amostras para o Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA), laboratório da Universidade de Passo Fundo/RS, credenciado aos principais órgãos nacionais. Os carboidratos e açúcares não redutores foram calculados por diferença.

3.2.5.1 Composição centesimal

Para a determinação da composição centesimal da sobremesa láctea a umidade foi determinada em estufa a 105°C para eliminação da água através de aquecimento, até a obtenção de peso constante (IAL, 2008). As cinzas foram determinadas a partir da incineração em forno mufla à 550°C até obtenção de peso constante (IAL, 2008). As proteínas foram determinadas através da quantificação de nitrogênio total pelo método Kjeldahl e convertida em proteína bruta pelo fator 6,38 (BRASIL, 2006). Os lipídeos foram determinados através do método de determinação de gordura com butirômetro de Gerber (BRASIL, 2019). Os carboidratos foram obtidos através da diferença entre o total da amostra e os valores obtidos nas análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos (IAL, 2008).

3.2.5.2 Determinação de açúcares redutores

A análise de açúcares redutores foi realizada em laboratório externo pelo Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA). Realizou-se a análise de quantificação de açúcares redutores em glicose de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, sendo o resultado expresso em porcentagem. Os açúcares redutores foram determinados através do método titulométrico de oxirredução (IAL, 2008).

3.2.5.3 Determinação de açúcares não redutores

O percentual de açúcares não redutores foi obtido através da diferença entre o percentual de carboidratos e de açúcares redutores, sendo o resultado expresso em porcentagem.

3.2.5.4 Valor energético

O valor energético da sobremesa láctea foi determinado considerando-se os fatores de conversão de 4Kcal/g para carboidratos, 4Kcal/g para proteínas e 9Kcal/g para lipídeos (BRASIL, 2020b).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO XAROPE

A elaboração do xarope da yacon foi realizada partir das metodologias descritas por Manrique, Párraga e Hermann (2005), Mendes (2017) e Motta (2017) sendo adaptada para o referido trabalho.

Após a obtenção do xarope, o mesmo foi caracterizado através de análises físico-químicas e os resultados estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análises físico-químicas do xarope de yacon

| Análises | Resultados |
|------------------------------------|-------------------|
| Sólidos solúveis (°Brix) | 68 ±0,70 |
| Rendimento (%) | 8,05 |
| pH | 5,44±0,08 |
| Acidez titulável (% ácido cítrico) | 1,03±0,32 |

Fonte: Autora (2022)

A partir dos dados obtidos, pode-se observar que a concentração final de sólidos solúveis para o xarope foi de 68±0,70°Brix. Esse resultado é semelhante aos descritos na literatura por Motta (2017) e Manrique, Párraga e Hermann (2005) em que quais que obtiveram valor de concentração para o xarope de yacon de 73°Brix e por Mendes (2017) foi de 67,88°Brix.

A concentração de sólido solúveis acima de 70°Brix é uma característica usual para xaropes e demais líquido com a finalidade de promover sabor doce, pois, o composto concentrado proporciona alto poder adoçante. Um exemplo são os xaropes de açúcar invertido, um produto adoçante constituído por uma solução líquida de glicose, frutose e sacarose que apresenta, em geral, concentração de 76 a 78°Brix (MACHADO, 2012).

Quanto ao rendimento foi possível obter xarope com 8,05%. Por ser um produto obtido a partir da concentração do suco da yacon, nota-se que o rendimento é baixo, uma vez que o produto final deve ter alta concentração de sólidos solúveis. Portanto, a baixa produtividade está relacionada ao percentual de água presente nas raízes. Como o percentual de umidade no yacon *in natura* é de, em média, maior

que 80%, é necessário evaporar uma alta quantidade de água para obter a concentração de sólidos solúveis próxima de 70°Brix. Comparando aos resultados já descritos, percebe-se que o mesmo ficou próximo à faixa encontrada por Motta (2017), no qual o xarope com concentração de 73°Brix teve um rendimento de 7,94%. Rendimento entre 7 e 10% é relatado por Manrique, Párraga e Hermann (2005).

Os fruto-oligossacarídeos apresentam suscetibilidade em degradar-se em pHs baixos. A degradação se dá através da hidrólise das ligações glicosídicas $\beta(2\rightarrow1)$, transformando-se em açúcares simples. Assim, a obtenção de um produto final com pH acima de 4 garante maior estabilidade dos frutanos (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020). Sendo assim, o xarope obtido da yacon neste trabalho, apresentou valor de pH de $5,44\pm 0,08$, demonstrando assim estabilidade dos açúcares presentes.

Em 2006, Gibertoni, Nogueira e Venturini Filho utilizando técnicas de ultra e de microfiltração do suco de yacon obtiveram xarope com valores de pH de 5,08 e 4,63, respectivamente. Além disso, estudaram a influência deste fator na composição dos carboidratos dos permeados e seus respectivos xaropes e observaram que não houve hidrólise dos frutanos, ou seja, mantiveram-se semelhantes tanto nos permeados quanto nos xaropes. Dessa forma, percebe-se que as técnicas utilizadas não influenciaram na variação do pH e as diferenças do percentual de frutanos foram pouco expressivas entre os produtos, demonstrando que não ocorreu a hidrólise dos açúcares, como esperado para valores de pH próximos a 5.

A acidez titulável é uma variável influenciada por reações relacionadas à decomposição de alimentos, como a hidrólise, a oxidação e a fermentação. Estas reações resultam em compostos ácidos. Portanto, é uma análise que pode mensurar a qualidade do produto durante o armazenamento.

Assim, a análise de acidez titulável do xarope resultou no valor de $1,03\pm 0,32$ % de ácido cítrico. Desse modo, evidencia-se que o valor da acidez titulável determinada no xarope de yacon é baixo. Portanto, houve pouca degradação durante a produção. Motta (2017) realizou uma pesquisa monitoramento de características físico-químicas do xarope de yacon logo após a produção e decorridos 45 e 90 dias de armazenamento. No dia inicial a acidez titulável encontrada foi de 2,45% de ácido cítrico. Após o período de armazenamento, o

xarope apresentava 2,98 e 3,05 % de ácido cítrico nos tempos de 45 e 90 dias respectivamente, demonstrando que houve alterações no produto.

Sendo assim, a partir dos resultados das análises físico-químicas obtidos no presente trabalho foi possível caracterizar o xarope elaborado da yacon para que o mesmo pudesse ser empregado como substituto do açúcar comum na sobremesa láctea.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA SOBREMESA LÁCTEA

Inicialmente foram realizados quatro testes com a finalidade de adequar as concentrações de cada ingrediente para a elaboração da sobremesa. A partir dos resultados obtidos, determinou-se que o teste III foi o que melhor apresentou aspectos sensoriais esperados. Isto é, sobremesa com consistência cremosa, além de dispor de sabor achocolatado e doce, aroma agradável e coloração semelhante às sobremesas comerciais de chocolate. Após a elaboração da sobremesa, foi realizada sua caracterização através de análises físico-químicas e composição centesimal, sendo que os resultados demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Análises físico-químicas e composição centesimal da sobremesa láctea

| Análises | Resultados |
|--|-------------------|
| Umidade (g.100g ⁻¹) | 72,56 |
| Cinzas (g.100g ⁻¹) | 1,56 |
| Proteínas (g.100g ⁻¹) | 3,48 |
| Lipídeos (g.100g ⁻¹) | 4,75 |
| Carboidratos (g.100g ⁻¹) | 17,65 |
| Açúcares redutores (g.100g ⁻¹) | 12,14 |
| Açúcares não redutores (g.100g ⁻¹) | 5,51 |
| Valor energético (Kcal.100g ⁻¹) | 127,27 |

Fonte: Autora (2022)

O teor de umidade de alimentos é uma característica relacionada à sua estabilidade e, em geral, produtos com maior umidade terão tendência a deteriorar mais rapidamente que os de baixa umidade. Teores de umidade mais elevados

aceleram os processos de crescimento de microrganismos e de reações enzimáticas (DALA-PAULA, 2021).

A Instrução Normativa Nº 84, de 17 de agosto de 2020, que define os Requisitos Técnicos de Identidade e Qualidade de sobremesas lácteas (BRASIL, 2020a), determina que sobremesas lácteas com adições de ingredientes não lácteos devem apresentar o mínimo de 20g de sólido totais por 100g de produto. Portanto, a umidade máxima permitida é de 80%.

Analisando a Tabela 4 observa-se que o percentual de umidade encontrado na sobremesa foi de 72,56% e encontra-se dentro do recomendado pela legislação vigente. Este resultado está também em concordância com estudos descritos na literatura, como por exemplo, por Gonçalves e Weber (2009) em que desenvolveu sobremesa láctea funcional com baixo teor de lactose e enriquecida com fibras, na qual apresentou percentual de 74,39%; Nikaedo, Amaral e Penna (2004) elaboraram uma sobremesa láctea utilizando concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar em diferentes concentrações as quais apresentaram de 75,47 a 76,68% de umidade. No entanto, Soler *et al.* (2011) estudou sobremesas lácteas achocolatadas com diferentes proporções de abacate, e obtiveram resultados inferiores, entre 42,85 a 66,53%, onde este teor de umidade menor pode ser em decorrência da utilização do abacate como matéria-prima, um alimento com alto percentual lipídico.

O percentual de cinzas presente em um alimento representa o resíduo inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica, ou seja, constitui-se de minerais presentes no produto, porém podem ocorrer perdas destes materiais inorgânicos por volatilização. O percentual de cinzas totais varia de 0,7 a 6% em produtos lácteos (CECCHI, 2003).

Sendo assim, na análise realizada para o produto em estudo obteve-se o total de 1,56% de cinzas na amostra. O valor encontrado está dentro da faixa de valores mencionado pelo autor acima. No entanto, quando comparados a estudos de sobremesas lácteas, foram observados valores superiores como descrito por Valencia (2015) que foi de 2,78%, e também inferiores como descritos por Gonçalves e Weber (2009) de 0,904% e estudos de Cruz e Pertuzatti (2014) que variaram de 0,75 a 1,23%. Estas variações nos valores de percentual podem ser atribuídas a diferentes matérias-primas empregadas, perdas durante a análise em

decorrência da volatilização de alguns compostos ou interações com os demais constituintes.

O teor de proteínas do leite está regulamentado pela Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que dispõe o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do leite. O leite destinado ao consumo humano direto deve possuir mínimo de 2,9% de proteína total (BRASIL, 2018). Portanto, o percentual de proteínas quantificadas relaciona-se diretamente ao fato da sobremesa desenvolvida possuir base láctea. Ainda, a Instrução Normativa Nº 84, de 17 de agosto de 2020, que define os requisitos técnicos de identidade e qualidade de sobremesas lácteas, determina que sobremesas lácteas com adições de ingredientes não lácteos devem apresentar o mínimo de 1g de proteína de origem láctea, por 100g de produto (BRASIL, 2020a).

Assim, a determinação do teor de proteína para a sobremesa em estudo foi de 3,48%. Dessa forma, nota-se que valores de proteínas próximos ao encontrado também foram publicados por Valencia (2015), o qual foi de 3,52%; Gonçalves e Weber (2009) no qual encontrou valor 3,17%, embora as sobremesas apresentem componentes diferentes na formulação, o teor de proteína está relacionado à matriz láctea empregada no desenvolvimento dos produtos das três pesquisas.

Quanto ao teor de gordura, o leite integral deve apresentar o teor mínimo de 3% de gordura. Já para o seu derivado, o creme de leite, pode apresentar na sua constituição percentual de 10 a 19,9% de gordura (BRASIL, 1996), sendo ele um dos componentes presente na sobremesa láctea, compondo 13% da formulação.

Dessa forma, foi realizada a quantificação de lipídeos totais da sobremesa láctea a qual apresentou percentual de gordura de 4,75%, sendo que os lipídeos presentes na mesma, em sua maioria, são decorrentes dos insumos lácteos. Valores semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (2021) na sobremesa láctea de cupuaçu e babaçu com amido de milho nativo e na sobremesa com amido modificado, onde obtiveram os valores de 4,42 e 4,56%, respectivamente. No entanto, valores inferiores também estão presentes neste tipo de alimento como no estudo descrito por Tolfo *et al.* (2020), no qual foram encontrados valores de lipídios entre 1,69 e 1,74% nas sobremesas lácteas achocolatadas com adição de café. Acredita-se que essa variação deve-se a quantidade de insumos lácteos presentes nas sobremesas, como por exemplo, o creme de leite.

Os carboidratos são compostos orgânicos constituídos por carbono, hidrogênio e oxigênio, formando moléculas simples e complexas. Estes compostos estão presentes em alimentos e englobam açúcares simples, dextrinas, amidos, celulosas, hemicelulosas, pectinas e gomas, representando uma fonte de energia ou fibra (DALA-PAULA, 2021). São denominados açúcares e podem ser classificados como redutores e não redutores, sendo classificados como açúcares redutores os monossacarídeos capazes de reduzir os sais de cobre, prata e bromo em soluções alcalinas, devido à presença de grupos aldeídos ou cetonas livres. Os demais açúcares, formados por moléculas maiores e que não são capazes de reduzir sais, são considerados não redutores (DEMIATE *et al.*; 2002).

Assim, na determinação de açúcares para a sobremesa elaborada obteve-se valor de 17,65% de carboidratos. Percebe-se que o percentual de carboidratos obtido é inferior aos valores encontrados por Feitosa *et al.* (2019b) em seu estudo de sobremesa aerada de morango com matriz não láctea utilizando FOS como substituto do açúcar comercial. Neste estudo os autores desenvolveram três formulações, sendo que para a formulação com sacarose, sem adição de FOS os autores obtiveram 21,85% de carboidratos. Para a formulação com concentração de adoçantes foi dividida em 50% de sacarose e 50% de FOS, o valor de carboidratos foi de 22,10%. Já para a formulação com FOS, sem adição de sacarose, a porcentagem de carboidratos foi de 22,21%. Portanto, a utilização de FOS em alimentos ocasiona uma alteração pouco considerável na concentração de carboidratos do produto desenvolvido.

Em outro estudo, realizado por Feitosa *et al.* (2019a) em sobremesas lácteas de manga adicionadas de inulina como fonte prebiótica, observa-se que o percentual de açúcares totais das formulações de sobremesas de manga variaram de 20,94 a 33,17%, ou seja, obtiveram valores superiores ao obtido no presente estudo.

Para os valores de açúcares redutores os autores obtiveram valores de 3,56 a 6,85%, este valor é menor do que o encontrado neste estudo, o qual foi de 12,14%. Dessa forma, pode-se dizer que a diferença no percentual de açúcares redutores nos alimentos deve-se a diferentes concentrações dos aditivos com características de monossacarídeos redutores empregados no desenvolvimento das sobremesas prebióticas.

Para açúcares não redutores, Feitosa *et al.* (2019a) obtiveram valores de 15,28 a 25,00% nas sobremesas lácteas de manga adicionadas de inulina. Enquanto isso, a presente pesquisa obteve o valor de 5,51% de açúcares não redutores.

As características dos açúcares presentes no alimento podem ser determinantes na qualidade físico-química e sensorial. O percentual elevado de açúcares redutores pode ser desejável em alguns produtos, pois estes componentes em ação conjunta aos aminoácidos promovem a reação de Maillard, que provoca diversas alterações nas características dos alimentos. Essas alterações podem ser benéficas, por exemplo, à produção de doce de leite e chocolate, devido ao fato da reação aprimorar características sensoriais, através da formação de compostos com atividade de sabor. Também, auxiliam na formação de pigmentos e compostos voláteis em produtos de panificação e frituras. Porém, a reação de Maillard é indesejada em produtos como leite em pó e grelhados por alterar propriedades nutricionais e gerar perdas de lisina, um aminoácido essencial (DALA-PAULA, 2021).

Por fim, também foi avaliado o valor energético da sobremesa, pois este representa a energia fornecida pelos alimentos, sendo amplamente utilizado para a formulação de dietas de acordo com as necessidades de cada indivíduo. O valor calórico da sobremesa foi calculado considerando-se os percentuais de proteínas, lipídeos e carboidratos presentes na mesma e atribuindo valor energético de 4Kcal/g para proteínas e carboidratos e 9Kcal/g para lipídeos (BRASIL, 2020b).

Portanto, a sobremesa láctea desenvolvida apresentou o valor energético de 127,27Kcal por 100 g de produto. O valor calórico da sobremesa é semelhante ao valor encontrado em sobremesas lácteas comerciais de, em média, 128Kcal (KLIEMANN, 2012).

O valor encontrado é superior aos de Nikaedo, Amaral e Penna (2004) no desenvolvimento de sobremesas lácteas achocolatas cremosas elaboradas com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar. No trabalho, as diferentes formulações desenvolvidas apresentaram de 97,96 a 108,59 calorias em 100g. Essas diferenças ocorrem em decorrência das diferentes formulações e, conseqüentemente, diferentes percentuais de proteínas, lipídeos e carboidratos, que são substratos que determinam o valor energético dos alimentos.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir a partir da presente pesquisa, que o xarope extraído da batata yacon apresentou-se de acordo com o rendimento e os parâmetros físico-químicos de sólidos solúveis, pH e acidez titulável encontrados na literatura.

Além disso, a sobremesa láctea sabor chocolate elaborada com o xarope de yacon como substituto da sacarose mostrou-se um alimento com uma composição centesimal de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos próxima a produtos semelhantes. As diferenças em alguns valores das análises são devido a diferentes ingredientes e formulações.

Portanto, a elaboração da sobremesa láctea com xarope de yacon é viável, sendo um produto que apresenta um perfil tecnológico com potencial de industrialização, a fim de disponibilizar no mercado um alimento com características semelhantes às sobremesas convencionais, contudo, com compostos que possuem propriedades prebióticas, que possam trazer benefícios à saúde.

Como continuidade do trabalho, mais estudos podem ser realizados como a análise microbiológica e testes sensoriais para a sobremesa láctea elaborada.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, E. N.; ROLIM, P. M. Potencialidades do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) no diabetes Mellitus. **Revista Ciência Médica**, Campinas, v. 20, n. 3/4, p. 99-108, maio/ago. 2011.
- BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm. Acesso em: 08 abr. 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 68, de 12 de Dezembro de 2006. Dispõe os Métodos Analíticos Oficiais Físico-químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 14 dez. 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de Novembro de 2018. Aprovam os Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**; seção 1, Brasília, DF, 30 nov. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 84, de 17 de Agosto de 2020. Dispõe sobre a identidade e os requisitos de qualidade, que deve apresentar o produto denominado sobremesa láctea. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 21 ago. 2020a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal**. 2. ed. Brasília, DF: MAPA, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75, de 8 de Outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 09 out. 2020b.
- BRASIL. **Portaria nº 146, de 07 de Março de 1996**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de creme de leite. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=11/03/1996&jornal=1&pagina=25&totalArquivos=101>. Acesso em: 20 maio 2022.
- Brites, M. L. **Separação de fruto-oligossacarídeos a partir do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) por ultrafiltração e encapsulamento por atomização**. 2013. 146f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre, 2013.

CARVALHO, A. H. O. **Arranjos populacionais para o cultivo de yacon**. 2018, 81f. Tese (Doutorado) - Universidade federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Programa de Pós-Graduação em Produção vegetal, Alegre, 2018.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 2003.

COISAS DO JAPÃO. **Insulina natural**: batata yacon é conhecida por ser boa para diabéticos tipo 2. 2019. Disponível em: <https://coisasdojapao.com/2019/03/insulina-natural-batata-yacon-e-conhecida-por-ser-boa-para-diabeticos-tipo-2/>. Acesso em: 01 maio 2022.

CRUZ, P. N.; PERTUZATTI, P. B. Sobremesas lácteas sabor chocolate e baru (*Dipteryx Alata* Vogel): desenvolvimento e caracterização. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014, Florianópolis, SC. **Anais ...** São Paulo: Blucher, 2015.

DALA-PAULA, B. M. (org.). **Química e bioquímica de alimentos**. Alfenas, MG: Universidade Federal de Alfenas, 2021.

DEMIATE, I. M. *et al.* Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **Repositório UEPG**, Ponta Grossa, v. 8, n. 1, p. 65-78, 2002.

ESTEVES, C. **Inulina**. Enciclopédia Temática. Mar. 2017. Disponível em: <https://know.net/ciencterravida/biologia/inulina/>. Acesso em: 01 maio 2022.

FEITOSA, B. F. *et al.* Sobremesas lácteas prebióticas de manga: desenvolvimento e caracterização. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 2, p. 271-282, abr./jun. 2019a.

FEITOSA, B. F. *et al.* Prebióticos fruto-oligossacarídeos como substituto do açúcar comercial em sobremesas aeradas de morango com matriz não láctea. **Revista Verde**, Pombal, v. 14, n. 1, p. 517-577, out./dez. 2019b.

GIBERTONI, C. F.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. Ultra e microfiltração de suco de yacon (*Polymnia sonshifolia*) para obtenção de xarope rico em frutanos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, p. 68-81, out. 2006.

GONÇALVES, A. A.; WEBER, C. Sobremesa láctea funcional: baixo teor de lactose e enriquecida com fibras. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 14, p. 51-55, jan. 2009.

HAULY, M. C. O.; MOSCATTO, J. A. Inulina e Oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 23, n. 1, p. 105-118, dez. 2002.

IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo, 2008.

KLIEMANN, N. **Análise das porções e medidas caseiras em rótulos de alimentos industrializados ultra processados**. 2012, 163f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

LAGO, C. C. **Estudo do suco concentrado e da polpa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. 2010, 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010.

MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; ARAÚJO, C. S. Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. **Brazilian Journal of Food technology**, Campinas, v. 23, 2020.

MACHADO, S. S. **Tecnologia da fabricação do açúcar**. Inhumas, GO: Instituto Federal de Goiás, Santa Maria, Go: Universidade federal de Santa Maria, 2012.

MANRIQUE, I.; PÁRRAGA, A.; HERMANN, M. **Jarabe de yacón: Principios y procesamiento**. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP), 2005.

MENDES, A. H. L. **Desenvolvimento e caracterização de produto funcional de yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson] e caju**. 2017, 151 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte. 2017.

MORAIS, E. C. **Desenvolvimento de sobremesa láctea cremosa prebiótica sabor chocolate com substituição da sacarose por edulcorantes**. 2014, 251 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2014.

MOTTA, G. E. **Produção de xarope com elevada concentração de frutose a partir do yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. 2017, 52 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis. 2017.

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

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A. L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado proteico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 397-404, jul./set. 2004.

OLIVEIRA, A. P. V. *et al.* Aceitação de sobremesas lácteas dietéticas e formuladas com açúcar: teste afetivo e mapa de preferência interno. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 627-633, out./dez. 2004.

PEREIRA, R. A. C. B. **Extração e utilização de frutanos de yacon (*Polymnia sonchifolia*) na funcionalização de alimentos**. 2009, 154 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2009.

QUINTEROS, E. T. **Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. 2000, 163 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2000.

RIBEIRO, J. A. **Estudos químicos e bioquímicos do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos**. 2008, 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavra. 2008.

ROSA, L. P. S.; CRUZ, D. J. Aplicabilidade dos fruto-oligossacarídeos como alimento funcional. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 68-79, mar./jun. 2017.

SACRAMENTO, M. S.; SILVA, P. S. R. C. da; TAVARES, M. I. B. Batata yacon: alimento funcional. **Revista Semioses**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 43-48, 2017.

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

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M.; MANRIQUE, I. **El yacon**: fundamentos para el aprovechamiento de um recurso promisorio. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP), 2003.

SILVA, A. G. F. da; BESSA, M. M.; SILVA, J. R. da. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte *light* prebiótico adoçado com mel. **Revista do Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 2, p. 74-84, abr./jun. 2017.

SOLER, N. *et al.* Elaboração, composição química e avaliação sensorial de sobremesas lácteas achocolatadas com abacate. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 143-148, jan./mar. 2011.

SOUZA, N. T. *et al.* Elaboração e caracterização de sobremesa láctea adicionada de babaçu e cupuaçu. In: VERRUCK, S. (org.). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Guarujá: Editora Científica, 2021. v. 4, p. 519-533.

TOLFO, M. S. *et al.* Elaboração de sobremesa láctea achocolatada com café. In: RICHARDS, N. S. P. S. (org.). **Produtos lácteos**: desenvolvimento e tecnologia. Canoas: Mérida Publishers, 2020. p. 35-42.

VALENCIA, M. S. **Desenvolvimento de sobremesa láctea cremosa de chocolate adicionada de fruto-oligossacarídeo e *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* LBC 81**. 2015, 69 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2015.

VANINI, M. *et al.* A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Revista Ciência, Cuidado e Saúde**, Maringá, v. 8, p. 92-96, 2006.

VASCONCELOS, C. M. **Estratégias para preservação da qualidade de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) minimamente processado e separação de suas fibras**. 2014, 125 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014.

VIDIGAL, M. C. T. R. *et al.* Concentrado proteico do soro melhora a qualidade sensorial de sobremesa láctea diet. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2272-2279, dez. 2012.

YAGINUMA, S. R. **Extração e purificação parcial de inulina a partir de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) por adsorção em resinas de troca iônica**. 2007, 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis. 2007.