

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO NORTE**

JACIARA SUERDA DE MEDEIROS

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE
BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolius*)**

CURRAIS NOVOS

2015

JACIARA SUERDA DE MEDEIROS

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE BATATA
YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da Silva

CURRAIS NOVOS
2015

M488e Medeiros, Jaciara Suerda de.

Elaboração e caracterização físico-química da farinha de batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*). / Jaciara Suerda de Medeiros. Currais Novos, RN: IFRN, 2016.

42f. : il.

Orientador: Dr. Jonas Luiz Almada da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2015.

1. Alimentos Funcionais. 2. Farinha de batata. 3. Fruto-oligossacarídeos. I. Silva, Jonas Luiz Almada da. II. Título.

CDU 664.641.2

Ficha elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca do Campus Currais Novos do IFRN

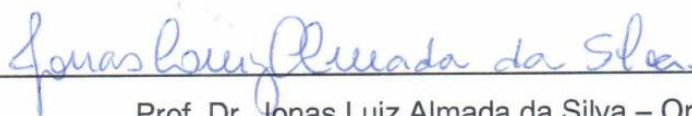
JACIARA SUERDA DE MEDEIROS

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE
BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolius*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Aprovado em 16/03/16.

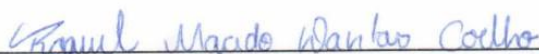
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da Silva – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Profa. Dra. Uliana Karina Lopes de Medeiros – Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Profa. Ma. Raquel Macedo Dantas Coelho – Examinadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Dedico este trabalho primeiramente a Deus. A minha mãe Ivone, meu namorado Ivaldo e minha irmã Jociene, pelo apoio, incentivo aos estudos e por todo amor e dedicação. Ao meu orientador Jonas Almada por ter sempre me ajudado na concretização deste trabalho e acreditar na minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por está sempre ao meu lado me dando força nos momentos de aflição.

A minha mãe Ivone, meu namorado Ivaldo e minha irmã Jocione, que são os meus suportes na hora que mais preciso nunca me deixaram faltar carinho, amor, atenção e compreensão.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Currais Novos pelo suporte na realização dos experimentos.

Ao meu orientador, o professor Doutor Jonas Luiz Almada da Silva, por todos os ensinamentos, paciência, dedicação, companheirismo, amizade e carinho. Sempre prestativo e pronto para ajudar quando necessário durante todo o desenvolvimento do trabalho. Um excelente profissional.

Aos amigos bolsistas que me ajudaram quando necessário na execução das análises.

Aos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Currais Novos, por toda dedicação e aprendizado no percorrer do curso.

“Superar é preciso.

Seguir em frente é essencial.

Olhar para trás é perda de tempo.

Passado se fosse bom era presente”.

(Clarice Lispector).

RESUMO

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz tuberosa, da família *Asteraceae*, oriunda da região Andina e tem sido considerado um alimento funcional. Suas raízes são semelhantes em aparência às de batatas doces, possuem gosto doce e casca crocante, podendo ser consumidas na forma *in natura* ou na forma de farinhas. Tem como principal carboidrato de reserva os fruto-oligossacarídeos (FOS), que apresentam grande impacto na indústria de alimentos por suas características prebióticas, trazendo benefícios à saúde. Com a sua utilização na forma de farinha pode atuar como substituto do açúcar na produção de pães, bolos e biscoitos, ou adicionado diretamente em sucos e vitaminas. Este trabalho teve como objetivo a elaboração e caracterização físico-química da farinha de batata yacon, bem como sua avaliação físico-química. Foram realizadas análises de umidade, cinzas, pH, acidez total titulável, proteína bruta, teor de lipídeos, fibra bruta, fração glicídica, higroscopicidade e grau de *caking*, em triplicata, de acordo com os métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (2008), AOAC (1995), Goula e Adamopoulos (2010), GEA (2010) e JAYA e DAS (2004). Obtendo para umidade em estufa a vácuo 60 °C (2,21%±0,08); Cinzas (4,51%±0,02); pH (5,50±0,02); Acidez total titulável (6,00%±1,04) em ácido málico; Proteína bruta (4,88%±0,39); Teor de lipídeos (4,00%±0,66); Fibra Bruta (15,86%±0,24); Fração glicídica (68,54±1,30); Higroscopicidade (94,37%±0,03) e Grau de *caking* (89%±3,29). Esse tubérculo apresenta relevante potencial para a produção de farinhas e, de acordo com os resultados das análises, encontra-se dentro do que estabelece a legislação brasileira para umidade, além de apresentar resultados condizentes com o que já foi encontrado na literatura.

Palavras-chave: *Asteraceae*. Alimentos funcionais. Fruto-oligossacarídeos. Prebióticos.

ABSTRACT

The yacon potato (*Smallanthus sonchifolius*) is a tuberous root, of the *Asteraceae* family, from the Andean region and has been considered a functional food. Its roots are similar in appearance to sweet potatoes, have a sweet taste and crunchy shell and can be consumed in natura or like a flour. Its main reserve carbohydrate fructo-oligosaccharides (FOS), which have great impact on the food industry for its prebiotic characteristics, bringing health benefits. With their use in the form of flour can act as a sugar substitute in the production of bread, cakes and cookies, or added directly into juices and vitamins. This work aimed at the preparation and physico-chemical characterization of yacon potato flour, as well as its physical and chemical evaluation. The analyzes performed were moisture, ash, pH, titratable acidity, protein, lipid content, crude fiber, glycidic fraction, hygroscopicity and degree of *caking*, in triplicate, according to the analytical methods of the Adolfo Lutz Institute (2008) AOAC (1995), Cecchi (2003), Goula and Adamopoulos (2010), GEA (2010), Jaya and Das (2004). Getting to moisture in an oven under vacuum (60 °C 2.21±0.08%); Ash (4.51%±0.02); pH (5.50±0.02); Titratable acidity (6.00%±1.04) in malic acid; protein (4.88±0.39%); lipid content (4.00%±0.66); crude fiber (15.86%±0.24); glycidic fraction (68.54±1.30); Hygroscopicity (94,37%±0,03), and degree of *caking* (89±3.29%). This presents significant potential for tuber production of flours and, according to the analysis results, is within establishing Brazilian law to moisture, and present results consistent with what has been found in the literature.

Keywords: *Asteraceae*. Functional food. Fructo-oligosaccharides. Prebiotics.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|----------------------------------------------|----|
| Figura 01 | Batata yacon | 15 |
| Figura 02 | Fluxograma de processamento da farinha yacon | 20 |
| Figura 03 | Batata yacon <i>in natura</i> | 28 |
| Figura 04 | Batata yacon seca | 28 |
| Figura 05 | Farinha de batata yacon | 29 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 | Classificação dos pós de acordo com a higroscopicidade | 27 |
| Tabela 2 | Padrões dos pós de grau de <i>caking</i> | 28 |
| Tabela 3 | Composição centesimal da farinha de batata yacon | 29 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | | |
|-----------|------------------------|----|
| Equação 1 | Umidade | 21 |
| Equação 2 | Cinzas | 21 |
| Equação 3 | Acidez Total Titulável | 22 |
| Equação 4 | Proteína bruta | 23 |
| Equação 5 | Teor de lipídeos | 24 |
| Equação 6 | Fibra bruta | 25 |
| Equação 7 | Fração glicídica | 25 |
| Equação 8 | Higroscopicidade | 26 |
| Equação 9 | Grau de <i>caking</i> | 27 |

SUMÁRIO

| | | |
|---------------|------------------------------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 14 |
| 2.1 | BATATA YACON (<i>Smallanthus sonchifolius</i>)..... | 14 |
| 2.2 | ALIMENTOS FUNCIONAIS..... | 15 |
| 2.3 | FARINHAS..... | 17 |
| 2.3.1 | Utilização do tubérculo e da farinha de yacon | 18 |
| 3 | METODOLOGIA | 19 |
| 3.1 | OBTENÇÃO DA FARINHA DE YACON..... | 19 |
| 3.2 | CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA..... | 20 |
| 3.2.1 | Umidade | 21 |
| 3.2.2 | Cinzas | 21 |
| 3.2.3 | pH | 22 |
| 3.2.4 | Acidez Total Titulável | 22 |
| 3.2.5 | Proteína bruta | 23 |
| 3.2.6 | Teor de lipídeos | 24 |
| 3.2.7 | Fibra bruta | 24 |
| 3.2.8 | Fração glicídica | 25 |
| 3.2.9 | Higroscopicidade | 26 |
| 3.2.10 | Grau de <i>caking</i> | 27 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 28 |
| 4.1 | DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO DA FARINHA DE YACON..... | 28 |
| 4.2 | ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS..... | 29 |
| 5 | CONCLUSÕES | 34 |
| 5.1 | SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS..... | 34 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 36 |

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os consumidores têm se tornado mais exigente na procura de alimentos que lhes ofereçam algo além das necessidades diárias, que tenha alta qualidade nutricional e sensorial e ao mesmo tempo proporcione bem estar. Foi pensando nessas pessoas que as pesquisas ganharam mais espaço principalmente nas áreas de nutrição e tecnologia em alimentos, e, com a necessidade de atingir este público algumas indústrias alimentícias estão inovando em diferentes tipos de produtos funcionais, a fim de satisfazer os consumidores que buscam incessantemente qualidade de vida. (PEREIRA, 2011)

Diante deste contexto, cresce o interesse pelo desenvolvimento de “novos produtos com propriedades de alegações funcionais” que atendam aos anseios dos consumidores, ultimamente bastante exigentes quanto aos padrões de qualidade dos alimentos e conscientes da relação existente entre alimentação e saúde. (ROLIM et al., 2010)

A batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz tuberosa pertencente à família *Asteraceae*, de origem Andina, na América do Sul que vem sendo considerado alimento funcional e prebiótico, pois, apresenta em sua composição inulina, fibras alimentares solúveis que auxiliam no equilíbrio dos níveis de açúcar no sangue, além de apresentar como carboidrato de reserva os fruto-oligossacarídeos (FOS), açúcares não digeríveis pelo organismo. Esse tubérculo pode ser consumido *in natura*, na forma chips, sucos, iogurtes e farinha, podendo ainda substituir o açúcar na produção de pães, bolos e biscoitos e vitaminas, agregando mais valor ao produto. (SANTANA; CARDOSO, 2008)

Além de ser um alimento com propriedades funcionais bastante promitentes, pode ser acrescida na dieta de qualquer pessoa especialmente naquelas que desejam restringir o consumo de açúcares e por diabéticos, sua raiz pode apresentar sabor semelhante ao de frutas como a pera, e com polpa levemente amarelada, crocante e aquosa. (PINHO; TORQUATO, 2012)

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo a elaboração e caracterização físico-química da farinha de batata yacon bem como verificar seus parâmetros e comparar com o que estabelece a resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005/Anvisa que aprova o regulamento técnico para produtos de

cereais, amidos, farinhas e farelos, determinando o valor máximo de 15% de umidade para farinhas e/ou pesquisas semelhantes. (BRASIL, 2005)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. BATATA YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

A batata yacon também conhecida como batata *diet*, é uma planta originária da região Andina, na América do Sul, pertencente a família *Asteraceae*. De acordo com a taxonomia, essa planta é dividida da seguinte maneira: superreino- Eucariontes; reino plantae; sub-reino- Embriófita; filo- Tracófito; superclasse- Angiosperma; classe- Dicotiledônea; ordem- Asterales; família- Asteraceae (Compositae); gênero- *Smallanthus*; espécie- *sonchifolius*. (SANTANA; CARDOSO, 2008)

O cultivo desta planta tem se disseminado por diversas regiões do mundo (Nova Zelândia, Japão, República Checa, Coreia do Sul, Tailândia, Filipinas, Rússia, Estônia, Eslováquia, China, Taiwan, dentre outros) e, até mesmo, no Brasil, por ser fácil de manipular, sendo fonte de componentes bioativos. (RODRIGUES et al., 2011)

O tubérculo de yacon que é utilizado na alimentação vem sendo considerado um alimento funcional em decorrência de seus componentes designados como fibras alimentares solúveis e prebióticos, devido a sua baixa digestibilidade por enzimas do trato gastrointestinal humano, estímulo seletivo do crescimento e atividade de bactérias intestinais promotoras da saúde. (CORRÊA et al., 2009; VANINI et al., 2009)

As suas raízes são semelhantes às de batata doce em aparência, possuem sabor doce e polpa crocante, podendo ser ingerido na forma *in natura*. Seu consumo foi negligenciado até meados dos anos 80, quando foram descobertas em sua composição química substâncias que poderiam ser benéficas à saúde humana, tendo como principal carboidrato de reserva os fruto-oligossacarídeos (FOS), os quais têm sido motivo de destaque por exercerem atividade bifidogênica. (SANTANA; CARDOSO, 2008)

No Brasil, essa batata geralmente apresenta coloração amarelo-clara ou amarela intensa, conforme observa-se na figura 1. Os carotenóides são os pigmentos responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha dos vegetais e frutas, além de alguns deles serem precursores da vitamina A. (SILVA, 2007)

Figura 1: Batata yacon



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Os fruto-oligossacarídeos (FOS), que se apresentam como principais nutrientes encontrados na batata yacon, são considerados açúcares não convencionais, de grande interesse na indústria de alimentos por suas características funcionais, atuando como prebióticos, trazendo benefícios à saúde por não serem digeríveis pelo organismo, além de não contribuírem com o aumento do aporte calórico. Tendo como interesse a prevenção e tratamento de doenças como diabetes, já que esse tubérculo é fonte de substâncias nutritivas que pode ajudar para um maior controle desses mecanismos. (ALMEIDA, 2011)

Por ser um alimento novo, pesquisadores estão realizando estudos tanto com a raiz, como também a farinha, que vai desde a produção e caracterização química, potencialidade de cultivo, propriedades tecnológicas e funcionais, até estudos sobre esta batata na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade, que garanta segurança quanto ao uso. (RODRIGUES et al., 2011; SANTANA; CARDOSO, 2008; BORGES et al., 2012)

2.2. ALIMENTOS FUNCIONAIS

Em meados dos anos de 1960, surgiram os primeiros relatos ressaltando a importância de se desenvolverem estudos envolvendo a alimentação e sua estreita relação com a saúde, apontando para os impactos negativos do excesso de gordura e açúcar. (RAUD, 2008)

Hoje os alimentos funcionais estão sendo prioridade de pesquisa em todo mundo com a finalidade de elucidar as propriedades e os efeitos que estes produtos podem apresentar na promoção da saúde. O efeito benéfico de determinados tipos de alimentos sobre a saúde do hospedeiro conhecido há muito tempo. Apesar disso, o estudo desses alimentos, atualmente denominados alimentos funcionais, e de seus componentes responsáveis por esse efeito, tornou-se intenso apenas nos últimos anos. (OLIVEIRA et al., 2002).

Segundo a Legislação Brasileira da portaria nº. 398 de 30/04/99, sobre a responsabilidade do Ministério da Saúde, o alimento funcional é:

Todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido na dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo, sem supervisão médica. (BRASIL, 1999)

Os alimentos funcionais possuem compostos bioativos que são capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos, prevenindo o surgimento precoce de doenças degenerativas. Já os efeitos fisiológicos, ocorrem em alimentos prebióticos, sendo metabolizado por bactérias benéficas no cólon. Os oligossacarídeos e os fruto-oligossacarídeos são os únicos que atendem a esses critérios. (VIZZOTTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010)

Com isso, os alimentos funcionais vêm sendo consumidos como parte da dieta normal a fim de se obter uma vida saudável, já que possui função nutritiva básica e propriedades benéficas à saúde, reduzindo o risco de contrair enfermidades melhorando e reforçando a saúde do consumidor. (MORAIS; COLLA, 2006)

São exemplos de alimentos funcionais o yacon, o alho, o tomate, o peixe, a maçã, a uva preta e a soja, farinha de casca de maracujá, iogurtes, leites fermentados e cereais, devido á ação de substâncias que protegem o sistema cardiovascular de doença e alguns tipos de alergias. (ANGELIS, 2001). Também nesse grupo inclui-se a linhaça e aveia que diminuem o risco de câncer de intestino. (ANJO, 2004)

Com base em estudos observou-se que o consumo de alimentos funcionais por diabéticos ainda é baixo e pode estar associado com a falta de conhecimento sobre esse produto, e a falta de divulgação sobre a importância de alguns desses alimentos no controle da doença. (ZAPAROLLI, 2013)

2.3. FARINHAS

De acordo com a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, as farinhas “são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (BRASIL, 2005). Sendo assim farinhas tais como de sementes (linhaça, aveia), cascas de frutas (maracujá) e raiz (batata doce) tem sido motivo de diversos estudos no assunto.

A farinha da batata doce (*Ipomea batatas* L.) é muito utilizada na indústria de alimentos, para elaboração de produtos de panificação, diets e alimentos voltados para crianças, por conter em sua composição um elevado teor de amido e sais minerais. (SILVA, 2010)

A farinha da casca do maracujá azedo (*Passiflora edulis flavicarpa* Degener) é rica em fibras e tem propriedades funcionais, aplicáveis à indústria de alimentos, já apresentando em sua composição os polissacarídeos, lignina, oligossacarídeos e amido, pode estar presente na formulação de diversos produtos como em bebidas, sobremesas, derivados do leite, biscoitos, massas e pães. A pectina presente na casca atua regulando o trato gastrointestinal. (SOUZA; FERREIRA; VIEIRA, 2008)

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) vem ganhando destaque por ser um antioxidante e conter alto teor de lipídeos insaturados, como o ômega-3, fibras e lignanas, apresentando na sua composição, nutrientes e compostos bioativos, é um alimento funcional em decorrência disso, a sua farinha está sendo utilizada na formulação de diversos produtos industriais. (LIMA, 2007)

Aveia (*Avena sativa* L.) tem despertado interesse por parte dos nutricionistas e consumidores devido às suas características nutricionais. Uma das frações da fibra alimentar que se encontra presente na aveia, é a β -glicanas, de grande importância para a saúde humana devido aos benefícios fisiológicos. O consumo de sua farinha pode ser feita a partir de produtos de panificação ou adicionada em mingau, vitaminas e papas, proporcionando ao consumidor uma sensação de saciedade. (ASSIS et al., 2009)

2.3.1. Utilização do tubérculo e da farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

A utilização da farinha de batata yacon é feita a partir da raiz da batata, trazendo benefícios à saúde e proporcionando valor nutricional aos alimentos por ter os FOS como principal carboidrato de reserva não digerível pelo organismo e conter alto teor de inulina, podendo assim substituir o açúcar na produção de pães, bolos e biscoitos, consumo de sucos e vitaminas. (SANTANA; CARDOSO, 2008). Desse modo, tem sua aplicação em bolos de chocolate, biscoito tipo *cookie* e sequilho, pão, fermentado alcoólico, iogurte “light” e sorvete. (PADILHA et al., 2010; GOES et al., 2014; MORAES; SCHEID, 2011; BRANDÃO, 2013; PEREIRA, 2011; VASCONCELOS, 2010; VASCONDIO et al., 2013)

Estudos comprovam que bolos de chocolates contendo em sua formulação farinha de batata yacon, tem uma boa aceitabilidade, por apresentar alto teor de fibra alimentar, na forma de frutanos, que além de ação prebiótica, o mesmo vem sendo adicionado em diversos produtos alimentícios os, principalmente nos de padaria e confeitaria, devido às suas características reológicas: produtos leves e facilmente mastigáveis. (PADILHA et al., 2010)

Os biscoitos tipo *cookie*, recentemente, têm sido formulados a partir de resíduos obtidos durante o processamento da raiz de yacon, com isso, tem-se um aproveitamento total em produtos e subprodutos, evitando o desperdício, melhorando sua fortificação com fibra ou proteína, devido ao forte apelo nutricional que existe hoje em dia com relação aos alimentos consumidos, ocasionado por sua fácil preparação, sendo leve e prático. Entretanto as indústrias estão tendo a preocupação de desenvolver formulações que agradem o paladar e ainda tenha propriedades funcionais, já que as pessoas buscam alimentos que sejam benéficos à saúde. (GOES et al., 2014)

Para elaboração do pão de forma foi utilizado farinha de batata yacon enriquecido com fibras propiciando à tecnologia de alimentos a criação de novos produtos, a fim de obter diferenciação no mercado. A sua fabricação é promissora contendo propriedades prebióticas, uma vez que os atributos sensoriais avaliados são considerados satisfatórios. (ROLIM et al., 2010)

Dentre os produtos elaborados a partir deste tubérculo, podem-se citar aqueles resultantes da tecnologia de fermentação, como as bebidas alcoólicas, cada

vez mais estudadas, em razão do aumento deste segmento no Brasil e a valorização mercadológica das frutas utilizadas como matéria-prima, permitindo assim, que um alimento tenha várias utilidades evitando serem desperdiçadas. Por essas razões, tem sido desenvolvidos produtos, a base da raiz, mantendo sua qualidade nutricional e permitindo maior vida útil. (BRANDÃO, 2013)

Segundo Pereira (2011), foram elaborados biscoitos tipo sequilhos a base de farinha de yacon apresentando boa aceitação por parte dos consumidores utilizando este alimento como alternativo do mercado, a fim de atender as pessoas com necessidades a restrição de açúcar na alimentação. Que poderia ser uma das formas de fortificar, enriquecer ou torna- lós aptos para o consumo de pessoas portadoras de doenças como o diabetes.

Já Vasconcelos (2010), utilizou a farinha de yacon em iogurte “light” permitindo a elaboração de produtos com reduzido teor de gordura, conteúdo de carboidratos e considerável teor de fibras, especialmente fibras solúveis, além de baixo valor calórico.

De acordo com Vascondio et al. (2013), houve um crescente aumento da busca no mercado por produtos que apresentem fatores como qualidade sensorial, nutricional e benefícios associados à saúde fazendo com que as pesquisas nesse ramo cresçam. Com isso foi elaborado um sorvete com extrato aquoso de yacon, em diferentes concentrações, analisando as características físico-químicas e sensoriais. (VASCONDIO et al., 2013)

3. METODOLOGIA

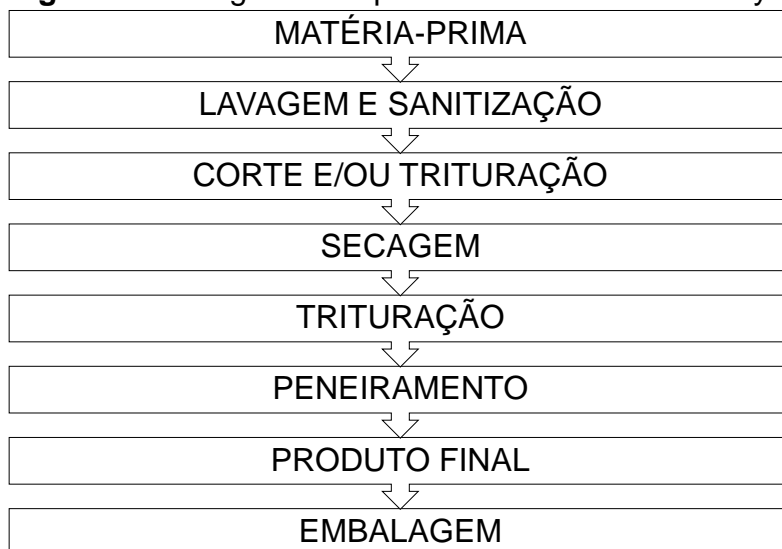
3.1. OBTENÇÃO DA FARINHA DE YACON

A batata yacon foi obtida no comércio local de Fortaleza – CE sendo sua farinha elaborada no Laboratório de Produtos de Origem Vegetal no Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN - *Campus* Currais Novos

Para a elaboração da farinha, não houve o descascamento da batata yacon, evitando acúmulo de resíduos e perdas de nutrientes, sendo descrita conforme metodologia de SILVA et al. (2014) com modificações como demonstra a figura 2. As batatas foram pesadas para que ao final do processamento fosse estimado o

rendimento da farinha (%), lavadas em água corrente e sanitizadas em solução clorada a 150 ppm por 15 minutos. Em seguida, lavadas novamente para retirada do excesso de cloro, imersas em solução de metabissulfito (2%) durante 15 minutos, que tem como finalidade evitar o escurecimento, trituradas e levadas à estufa de secagem com circulação de ar a 70 °C, durante 22 horas. Logo após a secagem, o produto foi novamente triturado em liquidificador Arno, tendo sua granulometria reduzida até a obtenção de uma farinha homogênea. Por fim, armazenada em sacos plásticos e mantida em dessecador para evitar ganho de umidade, até o momento das análises físico-químicas e futuras utilizações.

Figura 2: Fluxograma de processamento da farinha yacon



Fonte: SILVA et al., (2014) com modificações

3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Na farinha foram realizados vários tipos de análises físico-químicas que tiveram como objetivo verificar a composição centesimal do alimento, bem como as características físicas da farinha elaborada.

As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de Alimentos e Química Orgânica do IFRN – *Campus Currais Novos*, em triplicata.

3.2.1. Umidade

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico de secagem em estufa à vácuo a 60 °C até peso constante. (IAL, 2008)

Para o procedimento da análise de umidade foram pesadas 5,0 g da amostra de farinha em pesa-filtro previamente tarado em balança analítica, aquecida durante 6 horas em estufa à vácuo a 60 °C, sob pressão reduzida ≤ 100 mm de mercúrio (13,3 kPa) . Passada às 6 horas ela foi colocada em dessecador para resfriar até a temperatura ambiente. Sendo pesadas e repetindo a operação de aquecimento e resfriamento a cada 1 hora até peso constante. O valor da umidade foi expresso de acordo com a equação 1.

$$\% \text{ Umidade} = \frac{100 \times N}{P} \quad (1)$$

Onde:

N = nº de gramas de umidade (perda de massa em g);

P = nº de gramas da amostra.

3.2.2. Cinzas

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi obtido pelo método de incineração em mufla a 550 °C, até peso constante. (IAL, 2008)

Para a realização da análise do resíduo mineral fixo (cinzas), foi pesado 5,0 g da amostra da farinha, ocorrendo então a incineração na capela com auxílio do bico de Bunsen. Em seguida a amostra foi levada para a mufla, com temperatura de 550 °C até eliminação completa da matéria orgânica que ocorreu durante 6 horas, na qual foi retirada e feita o resfriamento em dessecador para poder pesá-la. Repetindo a operação a cada 1h, até peso constante. O resultado expresso para cinzas é por cento massa sobre massa sendo calculado conforme equação 2.

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

Onde:

N = nº de g de cinzas;

P = nº de g da amostra.

3.2.3. pH

A determinação de pH foi feita em pHmetro Thermo Scientific previamente calibrado. (IAL, 2008)

Para a determinação de pH foram pesadas 10 g da amostra de farinha em um béquer e diluído em 100 mL de água destilada. Agitou-se o conteúdo com auxílio de um agitador magnético, até que as partículas ficassem uniformemente suspensas.

3.2.4. Acidez Total Titulável (ATT)

A acidez total titulável foi determinada por titulação ácido-base, até a viragem para a coloração rosa persistente. (IAL, 2008).

Para análise de acidez total titulável foi pesada 1,0 g da amostra de farinha e transferida para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água. Em seguida foi adicionada 4 gotas da solução fenolftaleína e realizada a titulação com solução NaOH 0,1 M até coloração rósea. Segundo Palomino e Rios (2004) o resultado foi expresso em porcentagem de ácido málico da amostra que é predominante em yacon, como demonstra a equação 3.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \times f \times 100}{P \times c} \quad (3)$$

Onde:

V= nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M;

P = nº de gramas usado na titulação;

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

3.2.5. Proteína bruta

O procedimento utilizado para a determinação de proteína da farinha foi de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), conforme as etapas a seguir: digestão, destilação e titulação.

No processo de digestão pesou-se aproximadamente 0,5 g da amostra homogeneizada no tubo de Kjeldahl, e em seguida fez-se a adição de 2,5g de mistura catalítica e de 7 mL de ácido sulfúrico. Logo as amostras foram aquecidas em bloco digestor, mantendo a princípio a temperatura de 50 °C por 1h. Posteriormente, a temperatura foi sendo elevada gradativamente até atingir 350 - 400 °C. A amostra só foi retirada do aquecimento quando o líquido ficou límpido e transparente, de tonalidade azul esverdeada, diante disto, deixou-se esfriar para adicionar 10 mL de água.

Na etapa de destilação foi acoplado ao destilador um erlenmeyer contendo 20 mL de solução de ácido bórico 4% com aproximadamente 4 a 5 gotas de solução de indicador misto. Em seguida, o tubo de Kjeldahl foi adaptado ao destilador, onde foram adicionados 20 mL de solução de hidróxido de sódio 50% a fim de volatilizar a amônia, podendo então dar procedência a destilação. Em seguida, foi recolhido o volume necessário para a completa destilação da amônia. Por conseguinte, ocorreu a titulação com solução padrão de ácido clorídrico 0,1 mol/L até a viragem do indicador. O resultado obtido para proteínas foi expresso conforme equação 4.

$$\% \text{ Nitrogênio total} = \frac{V \times M \times f \times 0,014 \times 100}{p} \quad (4)$$

Onde:

V = volume de ácido clorídrico 0,1 N padronizado gasto na titulação da amostra;

M = molaridade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1 N

f = fator de conversão;

p = massa da amostra

% Proteínas = % nitrogênio total × 6,25 (fator de conversão)

3.2.6. Teor de lipídios

A análise de lipídios da farinha de yacon foi determinada no aparelho de extração de gordura automático marca TECNAL TE-044-5/50, utilizando éter de petróleo como solvente orgânico, conforme metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008) com modificações.

Para esse procedimento foram pesadas 4,0 g da amostra de farinha em cartuchos de papel de filtro. Em seguida transferiram-se os cartuchos e seus respectivos copos (previamente identificados e tarados), onde foram adicionados 100 mL de éter de petróleo, sendo adaptados a um condensador do aparelho de extração de gordura, mantendo as amostras imersas diretamente no éter em ebulição sob aquecimento em chapa elétrica a 120 °C, durante 10 minutos. Ao término desse tempo os copos com as amostras foram suspensos para lavagem por recirculação do solvente por 20 minutos. Posteriormente o solvente foi recuperado. Retiraram-se os cartuchos com os papéis de filtro amarrados, transferindo os copos do extrator para estufa a 105°C com a porta semiaberta, por cerca de uma hora a fim de eliminar o solvente residual. Após este procedimento, os copos foram resfriados em dessecador até temperatura ambiente, e realizadas as pesagens. O valor foi encontrado de acordo com a equação 5.

$$\% \text{ Teor de lipídios} = \frac{100 \times N}{P} \quad (5)$$

Onde:

N = nº de gramas de lipídios

P = massa da amostra

3.2.7. Fibra bruta

A fibra bruta da farinha foi determinada de acordo com a metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008).

A princípio pesou-se 4,0 g da amostra em cartucho de papel filtro. Realizou-se a extração de gordura no aparelho automático marca TECNAL TE-044-5/50,

usando éter como solvente. As amostras foram aquecidas em estufa para eliminar o resto de solvente. Logo, transferiu-se o resíduo para um frasco erlenmeyer de 750 mL, com boca esmerilhada, adicionando 100 mL de solução ácida e 0,5 g de areia diatomácea (agente de filtração). O frasco de erlenmeyer foi adaptado a um refrigerante de refluxo por 40 minutos a partir do tempo em que a solução ácida foi adicionada, mantendo sob aquecimento, agitando constantemente.

Em seguida filtraram-se as amostra em cadinho de Gooch previamente preparada com areia diatomácea e com auxílio da bomba a vácuo, sendo lavada com água fervente até que a água de lavagem não tenha reação ácida, com pH próximo a 6. Logo após foi lavada com 20 mL de álcool e 20 mL de éter, e aquecida em estufa a 105°C, por 2 horas. Posteriormente colocou-se em dessecador para obter a temperatura ambiente, pesando e repetindo as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Por fim incinerou a amostra em mufla a 550°C, resfriando em dessecador até a temperatura ambiente, repetindo o processo citado anteriormente (quando retirou da estufa) até peso constante. Logo a perda de peso foi igual à quantidade de fibra bruta, de acordo com a equação 6.

$$\% \text{ Fibra Bruta} = \frac{100 \times N}{P} \quad (6)$$

Onde:

N = nº de gramas de fibras

P = nº de gramas da amostra

3.2.8. Fração glicídica

O método utilizado foi o cálculo por diferença segundo a equação 7, na qual considerou-se a matéria integral, permitindo quantificar o teor de carboidratos, onde o resultado expresso em $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na base úmida, conforme o método da AOAC (1995).

$$\% \text{ Fração glicídica} = 100 - (U + EE + PB + FB + C) \quad (7)$$

Em que:

FG = fração glicídica ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$);

U = umidade ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$);

EE = extrato etéreo ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$);

PB = proteína bruta ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$);

FB = fibra bruta ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$);

C= cinzas ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$).

3.2.9. Higroscopicidade

Para determinação da higroscopicidade foi pesada 1,0 g da amostra em pó e espalhada uniformemente sobre placas de Petri (9 cm de diâmetro), onde foram mantidas em dessecador por 90 minutos contendo solução de cloreto de sódio (NaCl), permitindo assim uma área superficial considerável na interação entre ar úmido X pó, e colocadas em dessecador com uma atmosfera de umidade de 76% UR a 25 °C. A cada 10 minutos as amostras foram pesadas para verificar a cinética de absorção de umidade até o equilíbrio, obtendo-se assim a higroscopicidade onde foi calculada pela diferença de peso de acordo com a equação 8. (GOULA; ADAMOPOULOS, 2010; GEA, 2010)

$$\% \text{ Higroscopicidade} = \frac{(\%WI + \%FW) \times 100}{100 + \%WI} \quad (8)$$

Onde:

%FW= %Umidade obtida no grau de *caking*

$$\%WI = \frac{c-b \times 100}{b-a}$$

a= peso da placa (g)

b= peso da placa + pó (g)

c= peso da placa + pó em equilíbrio (g)

A partir da higroscopicidade os pós foram classificados de acordo com a tabela 1. Segundo a metodologia de GEA (2010).

Tabela 1 – Classificação dos pós de acordo com a higroscopicidade.

| Higroscopicidade | |
|---------------------------|------------|
| Não higroscópico | < 10 % |
| Ligeiramente higroscópico | 10,1- 15% |
| Higroscópico | 15,1 - 20% |
| Muito higroscópico | 20,1 - 25% |
| Extremamente higroscópico | > 25% |

Fonte: GEA (2010)

3.2.10. Grau de *caking*

As placas de Petri contendo as amostras úmidas utilizadas na análise de higroscopicidade foram levadas à estufa à vácuo em temperatura de 70 °C para secagem, sendo pesadas consecutivamente até peso constante numa variação menor que 0,5%. Em seguida as amostras secas foram pesadas e transferidas para uma peneira com tela de 500 µm de diâmetro e agitadas por 5 minutos, o peso do pó remanescente na peneira foi medido e determinado o Grau de *caking* de acordo com a equação 9. (JAYA; DAS, 2004; GEA, 2003)

$$\% \text{ Grau de } \textit{caking} = \frac{b \times 100}{a} \quad (9)$$

Onde:

a = gramas de pó usado;

b = gramas de pó retidos na peneira.

A classificação quanto ao *caking* do pó foi realizada conforme GEA (2003) seguindo a tabela 2.

Tabela 2 – Padrões dos pós de grau de *caking*.

| Grau de <i>caking</i> | Porcentagem (%) |
|--------------------------|-----------------|
| Não aglomerante | <10% |
| Ligeiramente aglomerante | 10,1 – 20% |
| Aglomerante | 20,1 – 50% |
| Muito aglomerante | >50% |
| Extremamente aglomerante | 100% |

Fonte: GEA (2003)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO DA FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

A elaboração da farinha de yacon foi realizada a partir de 2,927 Kg de batata *in natura*, de acordo com a figura 3, obtendo-se 330 g de farinha, como mostra a figura 5, resultando em um rendimento de 11,27%. Já Rodrigues et al. (2011), em estudos sobre produção e caracterização química da farinha de batata yacon encontraram um rendimento inferior, 9% em sua farinha. Após ter passado pelo processo de secagem conforme a figura 4. Este baixo rendimento pode estar relacionado ao alto teor de água presente na raiz, sendo em torno 83 a 90% do peso fresco. (LACHMAN et al., 2004)

Figura 3: Batata yacon *in natura*



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 4: Batata yacon seca



Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

Figura 5: Farinha de batata yacon

Fonte: Elaborado pelo autor (2014)

4.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises foram feitas em triplicata, de acordo com os métodos analíticos da AOAC (1995), Instituto Adolfo Lutz (2008), Goula e Adamopoulos (2010), GEA (2010) e JAYA e DAS (2004). Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros físicos e físico-químicos da farinha de batata yacon

| ANÁLISES | RESULTADOS |
|-----------------------------------------|-------------|
| Umidade (%) | 2,21±0,08 |
| Cinzas (%) | 4,51±0,02 |
| pH | 5,50±0,02 |
| Acidez total titulável (% ácido málico) | 6,00±1,04 |
| Proteínas (%) | 4,88±0,39 |
| Teor de lipídios (%) | 4,00±0,66 |
| Fibra Bruta (%) | 15,86±0,24 |
| Fração glicídica (%) | 68,54±1,30 |
| Higroscopicidade (%) | 94,37%±0,03 |
| Grau de <i>caking</i> (%) | 89,00±3,29 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2016)

De acordo com Brasil (2005), a umidade para farinhas não pode exceder o valor de 15%. Rodrigues et al. (2011), em pesquisa sobre produção e caracterização química da farinha de batata yacon obtiveram 6,9% de umidade e 5,4% de resíduo por incineração, valor superior ao encontrado neste trabalho, que apresentou 2,21%±0,08 para umidade e 4,51%±0,02 cinzas. Isso pode residir no fato dos referidos autores terem utilizado temperaturas mais baixas de secagem para obtenção da farinha (55 °C/48h) do que as utilizadas na presente pesquisa (70 °C/22

h), e outro tipo de cultivar, uma vez que o mesmo obteve a matéria-prima no mercado local da cidade de Viçosa-MG.

O teor de umidade é importante por avaliar a quantidade de água presente nos alimentos, pois o resultado estando fora do que é estabelecido ocasiona em grandes perdas na estabilidade química, deterioração microbiológica, alterações fisiológicas (brotação), e na qualidade geral dos alimentos. (GOMES; OLIVEIRA, 2011)

A importância de ser realizada análise de cinzas em alimentos é quantificar os elementos minerais que se apresentam na cinza sob a forma de alguns compostos químicos dependendo das condições de incineração, e o da composição do alimento. (CECCHI, 2003).

Estudos realizados por Pereira (2011) utilizando farinha de yacon na elaboração de biscoito tipo sequilhos, encontrou pH 4,73 e acidez total titulável 7,46% em ácido málico, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, sendo $5,50 \pm 0,02$ para pH e $6,00\% \pm 1,04$ de acidez. Segundo o autor o yacon contém alto teor de acidez que pode estar relacionado com a presença de ácidos cítrico e similares e o pH pode influenciar na coloração escura do produto final.

Análises de acidez estão relacionadas com avaliação de qualidade e conservação em alimentos. A medida de pH é importante tanto do ponto de vista microbiológico como também químico, pois indica o grau de deterioração, atestado pela acidez ou basicidade desenvolvida. (GOMES; OLIVEIRA, 2011)

Os teores de proteína bruta e fibra bruta da farinha elaborada no presente trabalho foram obtidos os valores de $4,88\% \pm 0,39$ e $15,86\% \pm 0,24$, respectivamente. Gonçalves (2010) no desenvolvimento de uma massa alimentícia instantânea de arroz por processo de extrusão termoplástica, enriquecida com farinha ou extrato em pó de yacon (*Polymnia sonchifolia*) alcançou 5,10% de proteínas e 4,75% fibra bruta para farinha de yacon. Desse modo, segundo o autor, os diferentes resultados na composição química do tubérculo podem estar relacionados a fatores como variedade, época de cultivo, região, tipo de solo e grau de maturação.

As proteínas têm funções nutricionais e biológica, estando associadas às atividades vitais, sendo os maiores constituintes de toda célula viva. Já as fibras alimentares são carboidratos que não são digeríveis pelos organismos humano e animal e, são insolúveis em ácido e base diluídos em condições específicas,

trazendo sensação de saciedade e bem estar as pessoas que consomem esse tipo alimento. (CECCHI, 2003)

A fração glicídica da farinha de yacon correspondeu a $68,54\% \pm 1,30$. Em pesquisas realizadas por Padilha et al. (2012), os mesmos caracterizaram as propriedades funcionais de bolos de chocolate formulados com raízes tuberosas de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) estabelecendo valor 66,80% de carboidratos também para farinha de yacon, valores semelhantes ao presente estudo. Todavia, a temperatura de secagem da farinha dos referidos autores foi mais baixa (55 °C/ 24 horas), enquanto que a do presente estudo utilizou uma temperatura mais elevada (70 °C/ 22 h), essas diferenças podem ter influenciado nos resultados da análise.

Os carboidratos são os constituintes principais dos organismos vivos juntamente com as proteínas e os lipídeos, podendo ser classificados em mono, oligo e polissacarídeos além de ser fonte abundante de energia. Esses constituintes têm várias funções importantes nos alimentos, como nutricional, adoçantes naturais, matéria-prima para produtos fermentados, principal ingrediente dos cereais, propriedades reológicas da maioria dos alimentos de origem vegetal (polissacarídeos) sendo os responsáveis pela reação de escurecimento em muitos alimentos. (CECCHI, 2003)

Vasconcelos (2010) em pesquisas sobre a caracterização físico-química e sensorial de iogurte “light” com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) obteve para análise de lipídeos da farinha um valor de 0,27%, inferior ao encontrado no presente estudo $4,00\% \pm 0,66$. Segundo Esau (1986) os lipídios são encontrados em menores quantidades nas raízes, caules e flores e com maior frequência nos vegetais como, sementes, frutos e folhas.

O teor de lipídeos é caracterizado como compostos orgânicos altamente energéticos, contendo ácidos graxos essenciais presentes no organismo, atuando como transportadores das vitaminas lipossolúveis. (IAL, 2008). Os óleos e gorduras estão presentes em células de origem vegetal e animal, as gorduras possuem funções nutricionais importantes, suprimindo calorias (9 Kcal/g) e ácidos graxos essenciais, sendo responsáveis pelo isolamento térmico e permeabilidade das paredes celulares; contribuem para o sabor e palatibilidade dos alimentos e também pela sensação de saciedade após a alimentação. (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007)

A higroscopicidade mede a capacidade que os pós-alimentícios tem de absorver água quando expostos a temperatura ambiente, sendo a umidade relativa mais alta do que a umidade do conteúdo em equilíbrio. Visto que, ela está diretamente ligada com a estabilidade física, química e microbiológica. Conhecer o comportamento higroscópico destes produtos é essencial, pois, permite estabelecer condições de secagem, embalagem e armazenamento. (OLIVEIRA; CLEMENTE; COSTA, 2014).

Analisando a higroscopicidade da farinha de yacon foi encontrado um valor de $94,37\% \pm 0,03$, sendo considerado um alimento extremamente higroscópico, este resultado pode estar relacionado à quantidade de açúcares que a batata apresenta (GEA, 2010) corroborando com Jaya e Das (2004) que afirmam que produtos, onde na sua composição contêm açúcares (sacarose, glicose e frutose), sendo os principais responsáveis pela absorção de água, devido à capacidade dos grupamentos hidroxílicos neles contidos de formarem pontes de hidrogênio com moléculas de água. Em trabalhos realizados por Franco et al. (2016) avaliando os efeitos da secagem *foam-mat* nas propriedades físico-químicas e microestruturais de suco de yacon em pó, obtiveram o valor de 22% de higroscopicidade com temperatura de secagem a 70 °C, em que o tubérculo foi cortado em fatias com espessura de 0,5 cm; já na presente pesquisa a raiz foi triturada e seca nas mesmas condições de temperatura do referido autor, sugere-se que a absorção de água pode ter sido menor em decorrência da diferença como a batata yacon foi processada para obtenção da farinha.

Entende-se por grau de *caking* a quantidade de pó aglomerado que fica retido em uma peneira de 500 μm de diâmetro da malha. O pó submetido à análise de *caking* absorve inicialmente a umidade do ar, em um sistema fechado com 76% de umidade relativa até seu equilíbrio, sendo em seguida retirada a umidade por secagem para a formação das partículas aglomeradas. (GEA, 2010)

No grau de *caking* foram encontrados $89\% \pm 3,29$, sendo considerado muito aglomerante (GEA, 2010), pós-alimentícios que apresentam grau de *caking* menor que 10% não têm capacidade de aglomeração, enquanto que uma variação de 10,1 a 20% são considerados fracamente aglomerantes, e de 20,1 até mais de 50% muito aglomerantes podendo ser considerados extremamente aglomerantes quando estes valores se aproximam de 100%.

Os valores obtidos para o grau de *caking* da farinha demonstram que, mesmo com reduzido conteúdo de umidade, o produto obtido apresentou alta capacidade aglomerante.

5. CONCLUSÕES

Ao final deste trabalho pôde-se concluir que:

- A batata yacon apresenta grande relevância para a produção de farinha, obtendo um rendimento de 11,27% com valores de umidade $2,21\% \pm 0,08$; em conformidade com o que estabelece a legislação brasileira para umidade de farinhas;
- Nas análises físico-químicas da farinha foram determinadas $4,51\% \pm 0,02$ de cinzas; $5,50 \pm 0,02$ para pH; $6,00\% \pm 1,04$ acidez total titulável em ácido málico; proteínas $4,88\% \pm 0,39$; teor de lipídios $4,00\% \pm 0,66$; fibra bruta $15,86\% \pm 0,24$ e fração glicídica $68,54\% \pm 1,30$;
- A farinha de batata yacon apresentou características de um produto extremamente higroscópico com valores de higroscopicidade em torno de $94,37\% \pm 0,03$. O produto apresentou ainda um grau de *caking* $89,00\% \pm 3,29$ classificando-o como um pó com alta capacidade de aglomeração. Esse tubérculo apresenta relevante potencial para a produção de farinhas e, de acordo com os resultados das análises, estão condizentes com o que já foi encontrado na literatura.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Em decorrência da batata yacon apresentar um apelo nutricional e funcional principalmente por seu poder prebiótico, é relevante utilizar o método de análise de açúcares por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) para se determinar, com maior precisão o teor de açúcares e, principalmente, a quantidade de frutoligossacarídeos presentes na sua composição.

É de fundamental importância a realização das análises de hidrólise ácida e enzimática na farinha onde pode ser feita a simulação das condições fisiológicas humanas e, desta forma prever se a farinha tem, realmente, algum potencial prebiótico.

Com o aumento nas pesquisas voltadas para a elaboração de alimentos incorporados nas refeições de pacientes portadores de diabetes, devido ao seu baixo índice glicêmico, seria interessante a elaboração de produtos tipo *cookies* com

adição de castanha de caju para incrementar esse alimento, já que possui um baixo teor de gordura quando comparado a outros tipos de castanhas, e a substituição de açúcar e farinhas de trigo pela farinha de yacon, sendo posteriormente avaliadas suas características sensoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Natália Todeschini. **Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com Diabetes mellitus**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37215/000820572.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.
- ANGELIS, Rebeca Carlota de. **Novos conceitos em nutrição**. Reflexões a respeito do elo dieta e saúde, v. 38, n. 4 - out./dez. 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/ag/v38n4/14265.pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.
- ANJO, D. L. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145- 154, 2004. Disponível em: < <http://www.jvascbr.com.br/04-03-02/04-03-02-145/04-03-02-145.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2015.
- AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. Arlington, 1995. p. 1141.
- ASSIS, Letícia Marques de et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alim. Nutr**, Araraquara, v. 20, n.1, p. 15-24, jan./mar. 2009. Disponível em: < <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/944/771>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.
- BORGES, João Tomaz da Silva et al. Yacon na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade. **Scientia Amazonia**, v. 1, n. 3, 2012. Disponível em: < <http://www.scientia-amazonia.org/attachments/article/16/v1%20n3%203-16%202012.pdf>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.
- BRANDÃO, Camila Cheker. **Desenvolvimento de fermentado alcoólico de yacon**. 2013. 77 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, 2013. Disponível em: < https://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/DISSERTA%C3%87%C3%83O_CAMILA_CHEKER.pdf>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. **Portaria nº 398**, Brasil, 1999. Disponível em: < <http://www.ivegetal.com.br/cvegetal/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Correlata/Portaria%20n%C2%BA%20398%20de%2030%20de%20abril%20de%201999.pdf>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.
- BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Aprova o "Regulamento técnico para produtos de

cereais, amidos, farinhas e farelos". **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/1ae52c0047457a718702d73fbc4c6735/RDC_263_2005.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.

CECCHI, Heloisa Máscia. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2003. p. 49-116.

CORRÊA, Cynthia Manyra et al. Plant regeneration through somatic embryogenesis of yacón [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.) H. Robinson]. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 3, p. 549- 554, May/June. 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/babt/v52n3/v52n3a05.pdf>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2016.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Edgard Blucher, 1986. p. 293.

FRANCO, Talita Szlapak et al. Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. **LWT - Food Science and Technology** 66, 503 – 513, 2016. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/284119639_Effects_of_foam_mat_drying_on_physicochemical_and_microstructural_properties_of_yacon_juice_powder>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2016.

GEA Niro Research Laboratory. Analytical methods dry milk products. GEA Niro analytical methods. Soeborg, Denmark, 2003.

GEA Niro Research Laboratory. GEA Niro analytical methods. 2010. Disponível em: <http://www.niro.com/methods>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

GOES, T. S. et al. Elaboração de biscoitos tipo cookie com farinha de resíduos do processamento de extrato de yacón, p. 3741-3748. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA - **COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]**. 20., 2014. São Paulo. **Anais...** São Paulo: Blucher, 2014. Disponível em: < <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/elaborao-de-biscoitos-tipo-cookie-com-farinha-de-resduos-do-processamento-de-extrato-de-yacon-17090> >. Acesso em: 23 de fevereiro de 2016.

GOMES, José Carlos.; OLIVEIRA, Gustavo Fonseca. **Análises físico-químicas de alimentos**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

GONÇALVES, Priscila Vieira de Macedo. **Desenvolvimento de massa alimentícia funcional à base de extrato em pó e farinha de Yacón (*Polymnia sonchifolia*) e farinha de arroz por processo de extrusão termoplástica**. 2010. 120 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2010. Disponível em: < <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000476770>>. Acesso em: 30 de fevereiro de 2016.

GOULA, A. M.; ADAMOPOULOS, K. G. A new technique for spray drying orange juice concentrate. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p.342-351, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2009.12.001>>. Acesso 15 de janeiro de 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo, 2008. 1.020p.

JAYA, S.; DAS, H. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. **Journal of Food Engineering**, 63, 125 – 134, 2004. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/240430239_Effect_of_maltodextrin_glycerol_monostearate_and_tricalcium_phosphate_on_vacuum-dried_mango_powder_properties>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

LACHAN, L. et al. Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. Et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. **Plant soil environment**, Czech Republic, v.50, n.9, p.383-390, 2004. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/profile/Eloy_Fernandez2/publication/239606664_Saccharides_of_yacon_\(Smallanthus_sonchifolia_Poepp._Et_Endl._H._Robinson\)_tubers_and_rhizomes_and_factors_affecting_their_content/links/543981670cf204cab1d965fc.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eloy_Fernandez2/publication/239606664_Saccharides_of_yacon_(Smallanthus_sonchifolia_Poepp._Et_Endl._H._Robinson)_tubers_and_rhizomes_and_factors_affecting_their_content/links/543981670cf204cab1d965fc.pdf)>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

LIMA, Candice Camelo. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. 2007. 148 f. Dissertação (Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza: UFC, 2007. Disponível em: < <http://www.ppgcta.ufc.br/candicelima.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

MORAES, Cristina Boscolo.; SCHEID, Marlene Maria Amaral. Produção de pães com yacon e avaliação de aceitação pelos diabéticos. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO – UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 15. 11., 2011. São José dos Campos-SP. 2011. **Anais...** São José dos Campos-SP, 2011. Disponível em: < http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/RE_0096_0326_01.pdf>. Acesso em: 29 de fevereiro de 2016.

MORAES, Fernanda P. COLLA, Luciane M. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS: DEFINIÇÕES, LEGISLAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE. **Revista Eletrônica de Farmácia** Vol 3(2), 99-112, 2006. Disponível em: < <http://www.saudedireta.com.br/docsupload/1356828224Nutreuticos.pdf>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2016.

OLIVEIRA, Dalany Menezes.; CLEMENTE, Edmar.; COSTA, José Maria Correia da. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acromonia aculeate*) powder. **Journal of Food Science and Technology**, 51(10), 2783 – 2789, 2014. Disponível em: <

<http://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC4190230&blobtype=pdf>> . Acesso em: 25 de fevereiro de 2016.

OLIVEIRA, M.N. et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** vol. 38, n. 1, jan./mar., 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v38n1/v38n1a02.pdf>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

PALOMINO, R. G. Q.; RIOS, A. C. Obtención y caracterización fisicoquímica del harina de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). 2004. Disponível em:<<http://www.uncp.edu.pe>>. Acesso em: 20 de abril de 2016.

PADILHA, Vivianne Montarroyos et al. Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(3): 735-740, jul/set. 2010. Disponível em:<http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0101-20612010000300026&pid=S0101-20612010000300026&pdf_path=cta/v30n3/v30n3a26.pdf>. Acesso em: 09 de junho de 2015.

PADILHA, Vivianne Montarroyos et al. Chemical composition and functional properties of chocolate cakes formulated with yacon tube roots (*Smallanthus sonchifolius*). **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2012; 71(2):301-7. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v71n2/v71n2a11.pdf>>. Acesso em: 27 de junho de 2015.

PEREIRA, Marineuza dos Anjos. Biscoito tipo sequilhos elaborado com farinha de yacon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA E INOVAÇÃO/ SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2. 1., 2011. Barbacena. **Anais...** Barbacena: IF Sudeste MG, 2011, p. 18-21. Disponível em:<http://www.barbacena.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/ii_spi_-_i_sic_anais_ifsemg_campus_barbacena_corrigido_0_0.pdf>. Acesso em: 27 de junho de 2015.

PINHO, Jéssica Carolina de.; TORQUATO, Alex Sanches. Elaboração de um bolo diet com a batata yacon (*Smallanthus sonchifolia*). **UNINGÁ Review**. 2012 Abr. No 10(1). p. 94-103. Disponível em: <http://www.mastereditora.com.br/periodico/20130803_1549012.pdf>. Acesso em: 15 de dezembro de 2015.

RAUD, C. Os Alimentos funcionais: nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da danone e da nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, nov. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsocp/v16n31/v16n31a08.pdf>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2015.

RIBEIRO, Eliana Paula; SERAVALLI, Elisena A. G. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007. p. 112.

RODRIGUES, Fabiana Carvalho et al. Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2011;70(3):290-5. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v70n3/v70n3a06.pdf>>. Acesso em: 27 de junho de 2015.

ROLIM, Priscilla Moura et al. Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p. 012-017, jan/fev, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v57n1/a03v57n1.pdf>>. Acesso em: 11 de novembro de 2015.

SANTANA, Isabelle.; CARDOSO, Marisa Helena. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.3, mai/jun, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/cr/v38n3/a50v38n3.pdf>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2015.

SILVA, Aderley Serenita Sartori da. **A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepping e Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial**. 2007. 158 f. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90759/241646.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 03 de março de 2016.

SILVA, Anna Júlia Bezerra da et al. Caracterização físico-química de farinha de casca de limão. IN: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE- CONGIC, 10. 2014. Pau dos Ferros-RN. **Anais...** 2014. Pau dos Ferros-RN, 2014. Disponível em: <<http://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download/anais-do-x-congresso-de-iniciacao-cientifica-do-ifrn-pau-dos-ferros/>>. Acesso em: 09 de novembro de 2015.

SILVA, Ravi Gomes Vieira e. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. 71 f. Dissertação (Pós-Graduação de mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2010. Disponível em: <<http://www.uesb.br/ppgengalimentos/dissertacoes/2011/CARACTERIZA%C3%87%C3%83O%20F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICA%20DE%20FARINHA%20DE%20BATATA%20DOCE%20PARA%20PRODUTOS%20DE%20PANIFICA%C3%87%C3%83O.pdf>>. Acesso em: 08 de dezembro de 2015.

SOUZA, Mariana Wanessa Santana de.; FERREIRA, Tatiane Bethônico Oliveira.; VIEIRA, Ionara Fernanda Rezende. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alim. Nutr.** Araraquara v.19, n.1, p. 33-36, jan./mar. 2008. Disponível em: <<http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/197/202>>. Acesso em 02 de novembro de 2015.

VANINI, M. et al. A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Ciência, Cuidado e Saúde**, n. 8 (suplem.), p. 92- 96, 2009. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/>>. Acesso em: 20 novembro 2015.

VASCONCELOS, Christiane Mileib. **Caracterização físico-química e sensorial de iogurte “light” com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. 2010. 70 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa- Minas Gerais, 2010. Disponível em: < <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2878>>. Acesso em 05 de dezembro de 2015.

VASCONDIO, R. et al. Caracterização e avaliação sensorial de sorvete com extrato aquoso de yacon. **e-xacta**, Belo Horizonte: Editora UniBH, v. 6, n. 2, p. 155-163, 2013. Disponível em: < <http://revistas.unibh.br/index.php/dcet/article/download/1046/625>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2015.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana Cristina; TEIXEIRA, Fernanda Cardoso. **Alimentos Funcionais: Conceitos Básicos**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado. 2010. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44301/1/documento-312.pdf>>. Acesso em: 02 de novembro de 2015.

ZAPAROLLI, Marília Rizzon. et al. **Alimentos funcionais no manejo da diabetes mellitus**. 77 **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 12-17, jan./abr. 2013. Disponível em: < <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faenfi/article/view/11471/8898>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.