

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**Natália Todeschini Almeida**

**Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos  
como alternativa para pacientes com Diabetes *mellitus***

**Porto Alegre, 2011**

**Natália Todeschini Almeida**

**Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos  
como alternativa para pacientes com Diabetes *mellitus***

**Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, como requisito  
parcial para obtenção do grau de Bacharel em  
Nutrição.**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra<sup>a</sup>. Viviani Ruffo de Oliveira**

**Porto Alegre, 2011**

**Natália Todeschini Almeida**

**Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com Diabetes *mellitus***

**Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Janaína Guimarães Venzke – UFRGS

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Simone Hickmann Flores– UFRGS

---

Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Viviani Ruffo de Oliveira – UFRGS

## **DEDICATÓRIA**

Dedico meu trabalho de conclusão de curso (TCC) à minha família, sobretudo aos meus pais Sidnei de Almeida e Denise Maria Todeschini de Almeida sempre presentes em toda minha trajetória de estudos. Sendo eles, os responsáveis por minhas conquistas e por minha formação acadêmica no curso de nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Sidnei de Almeida e Denise Maria Todeschini de Almeida que sempre se mostraram dispostos a ajudar no que fosse preciso, entendendo minhas angústias e dificuldades. Com o incentivo deles, alcancei meus objetivos: ingressar em uma Universidade Federal e concluir o curso de Nutrição.

Agradeço à minha irmã Mariana Todeschini Almeida que sempre esteve disposta a me ajudar nessa jornada acadêmica, sendo exemplo e incentivo para meus estudos em toda minha formação.

Ao meu namorado Gustavo García Luna que esteve ao meu lado, mostrando-se paciente nesse ano de conclusão, entendendo minhas ausências e minhas ansiedades, disposto a me confortar e a me dar apoio quando preciso.

À minha orientadora Viviani Ruffo de Oliveira, por auxiliar em meu trabalho, estando sempre presente e disponibilizando o máximo de seu tempo para esclarecer minhas dúvidas e para acrescentar seus conhecimentos em meu estudo, sendo peça fundamental na elaboração do meu trabalho.

Ao meu colega de nutrição Thiago Amorim que disponibilizou seu tempo para ajudar nas primeiras etapas do meu trabalho.

À professora Erna, às alunas Ana Paula e Luana, e a todos do Instituto Tecnologia de Alimentos (ICTA) que auxiliaram nas análises do meu trabalho de forma positiva.

Às professoras Janaína Guimarães Venzke e Simone Hickmann Flores que aceitaram fazer parte do meu trabalho, colaborando de forma construtiva.

Às minhas amigas, que sempre me incentivaram, oferecendo palavras de carinho e de conforto.

Às minhas professoras do curso de nutrição da UFRGS que sempre dispostas a auxiliar nas dificuldades, priorizando ao máximo a boa formação dos alunos.

## RESUMO

A yacon possui propriedades funcionais que auxiliam o funcionamento do trato gastrointestinal, perda de peso e efeitos hipoglicemiantes. A linhaça é rica em fibras e ácidos graxos ômega-3, podendo atuar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Esses dois alimentos podem apresentar benefícios para pacientes com Diabetes *mellitus* (DM), contribuindo tanto na prevenção da doença como na melhora de seu prognóstico. O presente estudo teve como objetivo avaliar a composição química, física e as características sensoriais de bolos formulados com farinhas de batata yacon e de linhaça como alternativa para pacientes com DM. Foram elaboradas quatro formulações de bolo: P (yacon+ linhaça + sacarose), A (yacon + linhaça), B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e C (yacon + linhaça + stévia). Para a determinação das características químicas foi avaliado: umidade, carboidratos, proteínas, lipídeos, fibra alimentar, cinzas e valor energético. Para a análise física determinou-se: peso e altura pré e pós-cocção e fator térmico. A análise sensorial foi avaliada pelos atributos de aparência, cor, textura, sabor, e aceitação global, além de intenção de compra. A análise estatística foi realizada por ANOVA e teste Tukey, sendo calculados com o nível de significância de 5% de probabilidade de erro. Todos os bolos apresentaram um bom aporte de fibras (3,02%). O bolo com maior valor calórico (278kcal) e teor de carboidratos (53,66%) foi o bolo P. Esse bolo também apresentou maior peso pré-cocção e pós-cocção (534g e 506g respectivamente). Na análise sensorial, os bolos não apresentaram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) para os critérios de aparência e de cor. Enquanto que nos atributos sabor e aceitação global, o bolo P (sacarose) e o bolo B (sucralose/acessulfame-K) foram os melhores aceitos para todos os atributos, seguidos do bolo C (stévia) e por fim do bolo A (sem adoçante). Esses mesmos valores foram identificados na avaliação da intenção de compra. Assim, conclui-se que os bolos de yacon e linhaça associados à sucralose/acessulfame-K, são uma boa alternativa para pacientes com DM devido às propriedades funcionais e do bom aporte de fibras presentes nesses alimentos. Além disso, o bolo com sucralose/acessulfame-K pode substituir o açúcar na preparação sem modificar suas características sensoriais e pode ser consumido por pacientes com DM.

Palavras-chave: edulcorantes. Diabetes. *Polymnia sonchifolia*. *Linum usitatissimum* l.

## ABSTRACT

Yacon has functional properties that help the gastrointestinal tract functioning, weight loss and hypoglycemic effects. Flaxseed is rich in fiber and omega-3 fatty acids, may act in the prevention of chronic diseases. These two foods can bring benefits for patients with Diabetes *mellitus* (DM), contributing both to prevent disease and to improve their prognosis. The objective of the present study was to evaluate the chemical and physical composition and the sensory characteristics of cakes made with yacon and flaxseed flour as an alternative for patients with DM. Four cakes formulations were prepared: P (yacon + flaxseed + sugar), A (yacon + flaxseed), B (yacon + flaxseed + sucralose/acesulfame-K) e C (yacon + flaxseed + stevia). For the determination of the chemical characteristics these items were evaluated: moisture, carbohydrates, proteins, lipids, dietary fiber, ash and energy value. For the physical analysis was determinate: before and after cooking weight and height, and thermal factor. Sensory analysis was evaluated by attributes of appearance, color, texture, flavor and overall acceptability, and the purchase intent. Statistical analysis was made by ANOVA and Tukey test, calculated with a significance level of 5% error probability. All the cakes had great fibers intake (3.02%). The cake with more calories (278kcal) and carbohydrate content (53.66%) was the cake P. This cake also had a higher pre-cooking and post-cooking weight (534g and 506g respectively). In sensory analysis, the cakes were not statistically significant ( $P > 0.05$ ) for the criteria of appearance and color. While the flavor attributes and overall acceptance, cake P (sugar) and cake B (sucralose/acesulfame-K) were accepted for all the best attributes, followed by cake C (Stevia) and finally the cake A (without sweetener). These same values were identified in the assessment of the intention to purchase. Thus, it can be concluded that the cakes with yacon and flaxseed associated with sucralose/acesulfame-K are good alternative for patients with DM due to functional properties and good intake of fiber in these foods. In addition, the cake with sucralose/acesulfame-K can replace sugar in the preparation without modifying their sensory characteristics and can be consumed by patients with DM.

Keywords: Sweeteners. Diabetes. *Polymnia sonchifolia*. *Linum usitatissimum l.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 – Raiz da planta yacon .....</b>	<b>19</b>
<b>Quadro 1 - Ingredientes e quantidades utilizadas para a formulação dos bolo padrão (yacon + linhaça + sacarose), bolo A (yacon + linhaça), bolo B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e bolo C (yacon + linhaça + stévia) .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 2 - Intenção de compra dos bolos P (yacon + linhaça + sacarose), bolo A (yacon + linhaça), bolo B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e bolo C (yacon + linhaça + stévia .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Composição química média e valor calórico da polpa da raiz e da farinha de yacon (g.100g-1),em base úmida e seca .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabela 2 - Composição química dos bolos obtidos da formulação padrão P (yacon + linhaça + sacarose), formulação A (yacon + linhaça), formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e formulação C (yacon + linhaça + stévia) .....</b>	<b>34</b>
<b>Tabela 3 - Composição física dos bolos obtidos da formulação padrão P (yacon + linhaça + sacarose), formulação A (yacon + linhaça), formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e formulação C (yacon + linhaça + stévia) ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabela 4 - Análise sensorial da formulação padrão P (yacon + linhaça + sacarose), da formulação A (yacon + linhaça), da formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e da formulação C (yacon + linhaça + stévia) .....</b>	<b>39</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 <b>Objetivo geral</b> .....	13
1.2.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 DIABETES <i>MELLITUS</i> .....	14
2.2 BATATA YACON ( <i>Polymnia Sonchifolia</i> ) .....	18
2.2.1 <b>Frutanos</b> .....	21
2.2.2 <b>Inulina</b> .....	21
2.2.3 <b>Frutooligossacarídeos (FOS)</b> .....	22
2.2.4 <b>Utilização da yacon na culinária</b> .....	22
2.3 LINHAÇA ( <i>Linum Asitatissimum L.</i> ) .....	23
2.4 BOLO .....	24
2.5 EDULCORANTE .....	25
2.6 SUCRALOSE/ACESSULFAME-K .....	26
2.7 STÉVIA .....	27
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
3.1 ELABORAÇÃO DE FARINHA DE YACON E DE LINHAÇA .....	29
3.2 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DOS BOLOS .....	29
3.3 ANÁLISES QUÍMICAS .....	30
3.4 ANÁLISES FÍSICAS .....	31
3.5 ANÁLISE SENSORIAL .....	32
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
4.1 ANÁLISES QUÍMICAS .....	33
4.2 ANÁLISES FÍSICAS .....	37
4.3 ANÁLISE SENSORIAL .....	39
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

<b>APÊNDICE A – Ficha para avaliação sensorial dos bolos .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE B – Ficha para avaliação de intenção de compra .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Diabetes *mellitus* (DM) é uma doença crônica que ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente ou quando o corpo não pode utilizar de forma eficaz a insulina que produz (GROSS et al. 2002). A hiperglicemia é um efeito comum do diabetes descontrolado e, ao longo do tempo, leva a danos em vários sistemas do corpo, especialmente em nervos e em vasos sanguíneos. É a causa de 5% das mortes no mundo, atingindo em maior parte, os países de baixa e média renda (SILVA; MURA, 2007).

Quatro tipos de diabetes são descritos: DM tipo 1, DM tipo 2, DM gestacional e outros tipos específicos. Para cada tipo se tem um tratamento particular, mas mudanças na alimentação e/ou insulino terapia é a base terapêutica diabética (SBD, 2011).

As recomendações devem levar em consideração alterações no estilo de vida que o indivíduo possa fazer e manter (SILVA, MURA, 2007). O plano alimentar para pacientes com DM deve assegurar níveis de glicemia na faixa de normalidade; perfil lipídico e lipoprotéico que reduzam o risco de doença macrovascular; níveis de pressão arterial que minimizem o risco de cardiopatias (SBD, 2009).

A terapia nutricional para o diabetes inclui recomendações específicas para cada indivíduo e um plano alimentar para um processo educativo contínuo. Dentre os cuidados dietoterápicos, o tipo de carboidrato presente na alimentação é um dos principais pontos a ser administrado, dando preferência aos açúcares complexos. Dietas com baixo índice glicêmico podem ser benéficas aos pacientes com DM (LYRA, CAVALCANTI, 2006). As fibras alimentares também devem estar presentes, pois estão relacionadas com melhoras no perfil lipídico, na pressão arterial e na sensibilidade à insulina (BURTON, 2000).

A batata yacon é um tubérculo que apresenta sabor adocicado permitindo ser utilizada em preparações doces, sem que haja a necessidade da adição de sacarose (MOSCATTO et al., 2004). Os frutooligossacarídeos (FOS) presentes na yacon são considerados prebióticos, podendo trazer benefícios à saúde, além de influenciar em uma melhora no aspecto de preparações de produtos panificáveis (MILNER, 1999; SCHER, RIOS, NOREÑA, 2009).

A yacon pode ser considerada um alimento de baixo índice glicêmico (IG), sendo importante na alimentação de pacientes com DM (SILVA et al., 2006). Ademais, esse tubérculo proporciona uma menor resposta glicêmica pós-prandial. b

A utilização da yacon na culinária aumenta o conteúdo de fibras nos alimentos, o que é desejável para pacientes com DM. Além disso, confere melhor aparência e textura em

produtos de padaria, servindo como opção em preparações para fins especiais (MOSCATTO et al., 2004).

A linhaça também contém um alto índice de fibras, além de ser rica em lignanas e ácido linoléico, sendo considerada uma aliada na melhora do perfil lipídico, do peso corporal e da glicemia (SALES, 2009). É uma fonte importante de ácido graxos w-3 (BABU et al., 2003), o qual está relacionado com a diminuição das concentrações de hemoglobina glicada (HbA1c) em pacientes com DM tipo 2 (PAN et al., 2007).

Farinhas ricas em fibra estão sendo utilizadas na elaboração de produtos de panificação, ampliando a oferta de alimentos com elevado teor de fibra, tanto para os consumidores sadios quanto para aqueles que apresentem alguma doença crônica não transmissível (GUIMARÃES, 2010). Pães e bolos produzidos com farinha de linhaça têm apresentado alto teor de fibras e reduzido aporte calórico e estão sendo bem aceitos pelo consumidor (LIMA, 2007).

Pela necessidade dos pacientes com DM em limitar o uso de açúcar simples na dieta, é importante encontrar uma forma de substituir a sacarose por adoçantes que apresentem características próximas a esse açúcar (CARDOSO et al., 2004). Os edulcorantes são uma boa alternativa para esses indivíduos, visto que contêm um alto poder adoçante sem elevar os níveis de glicose sérica (TORLONI, 2007).

Para a utilização dos edulcorantes é necessário seguir as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sendo importante respeitar a ingestão diária aceitável (IDA). A stévia e a sucralose/acessulfame-K vêm adquirindo destaque entre os adoçantes, devido ao seu poder de doçura e à sua termoestabilidade (MARCELLINI, CHAINHO, BOLINI, 2005).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o Diabetes *mellitus* é uma doença de grande prevalência no Brasil e no mundo, é de suma importância encontrar formulações alternativas que possibilitem esses pacientes ingerir alimentos de sabor doce como forma de suprir a vontade de consumi-los, além de favorecer o convívio social. Ademais, a formulação de um produto adoçado associado a um incremento no seu teor de fibras alimentares, além de ser um desafio, possibilita aos pacientes com DM obterem através desse novo produto uma opção para se evitar a monotonia, a restrição de alimentos e para auxiliar no controle dos níveis de glicose sérica.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Geral:

Analisar as características físicas, químicas e sensoriais de bolos elaborados a partir de farinhas de batata yacon e de linhaça como alternativa para pacientes com Diabetes *mellitus*

### 1.2.2 Específicos:

Elaborar e testar diferentes formulações de bolos com farinhas de linhaça e de batata yacon.

Analisar a composição química dos bolos elaborados.

Verificar o valor calórico das formulações.

Avaliar a altura e o peso pré e pós-cozimento e o fator térmico dos bolos.

Avaliar sensorialmente com indivíduos não diabéticos os bolos formulados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DIABETES *MELLITUS*

O *Diabetes mellitus* (DM) é uma doença metabólica, crônica, lenta e progressiva, caracterizada por defeitos na secreção e/ou ação da insulina, tendo como resposta a hiperglicemia (SILVA, MURA, 2007; MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010). A hiperglicemia está associada a danos, disfunção e falência de vários órgãos, especialmente olhos, rins, nervos, coração e vasos sanguíneos (GROSS et al., 2002; LYRA, CAVALCANTI, 2006). Os sintomas associados a esse distúrbio no sangue são: polidipsia, poliúria, perda de peso, fome exagerada, visão embaçada (SBD, 2011; LYRA, CAVALCANTI, 2006).

O DM é um importante e crescente problema de saúde para todos os países, sendo a quarta causa de morte no mundo. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2011), estima-se que no ano 2030 a sua prevalência mundial seja superior a 360 milhões de casos. Os países líderes de prevalência de DM são a Índia, a China e os Estados Unidos.

No Brasil quatro milhões de casos foram notificados em 2000 (OMS, 2009). A maior prevalência de diabetes no país está nas regiões mais desenvolvidas, o sul e o sudeste (SARTORELLI, FRANCO, 2003), sendo o DM tipo 2 o mais prevalente, englobando cerca de 90 a 95% dos casos (SILVA, MURA, 2007). Esse número vem crescendo devido ao aumento da expectativa de vida, ao crescimento populacional, aos hábitos de vida menos saudáveis e a maior sobrevivência desses pacientes (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

O *Diabetes mellitus* pode ser classificado em quatro tipos: DM tipo 1, DM tipo 2, DM gestacional e outros tipos específicos. Os tipos mais comuns encontrados na população são o DM1 e o DM2 (GROSS et al., 2002).

O DM tipo 1 é uma doença poligênica multifatorial que ocorre com maior frequência em crianças e em jovens (ADA, 2007; PATTERSON et al., 2009). Esse tipo de diabetes é caracterizado pela destruição autoimune ou idiopática das células beta-pancreáticas (responsáveis pela secreção de insulina), resultando na deficiência desse hormônio (ATKINSON, EISENBARTH, 2001; THROWER, BINGLEY, 2011).

Ainda não se sabe ao certo a causa da destruição seletiva das células  $\beta$  s no DM tipo 1, mas parece haver uma predisposição genética. Porém é conhecido que fatores ambientais

somados a fatores genéticos colaboram para a progressão da doença (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

Nos pacientes com DM tipo 1, a terapia insulínica é necessária para suprir a falta da produção orgânica desse hormônio e para evitar a cetoacidose (ADA, 2007). Também é bastante importante o controle de ingestão de carboidratos para determinar a dose de insulina aplicada (SILVA, MURA, 2007).

O Diabetes *mellitus* tipo 2 é o mais frequente na população, sendo caracterizado por defeitos na secreção e/ou ação da insulina. Esse tipo de DM está altamente relacionado com um estilo de vida sedentário e com um alto consumo calórico, motivo pelo qual é mais encontrado em adultos com sobrepeso e obesidade. A hiperglicemia nesses pacientes não só agrava a resistência, como piora a secreção da insulina (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

No DM2, o aumento da gordura corporal causa um impacto negativo sobre a sensibilidade à insulina. Nesse caso, mudanças no estilo de vida, como hábitos alimentares mais saudáveis e prática de atividade física, são determinantes para melhora da doença (SILVA, MURA, 2007).

O DM gestacional (DMG) também está relacionado com problemas na secreção ou ação da insulina (ADA, 2008; PADILHA et al., 2010). A gravidez caracteriza-se por um aumento progressivo na resistência à insulina. A intolerância à glicose está presente no início ou no decorrer da gravidez, sendo ou não a mulher diabética no período pré-gestacional (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010), porém esse mecanismo pode ocorrer de forma inadequada, instalando-se um quadro de diabetes gestacional (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

Essa paciente deve manter acompanhamento médico por quatro a seis semanas pós-parto, pois, apesar de na maioria dos casos, o quadro clínico ser revertido, ainda há chance de a mulher desenvolver diabetes mesmo após um longo período depois da gestação (HANNA, PETERS, 2002). A prevalência pode variar de 1 a 14% das gestações dependendo da população, sendo que apenas 10% dos casos progredem para o DM2 logo após o parto (ADA, 2008). Porém até 70% das gestantes que desenvolveram DMG podem progredir para o diabetes tipo 2 ao longo da vida (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

Dentre os tipos de DM não específicos, estão incluídas as formas raras que também causam deficiência na secreção e/ou ação da insulina. Isso pode ocorrer em ocasiões como: defeitos genéticos na função das células  $\beta$ , defeitos genéticos na ação da insulina, defeitos do pâncreas, endocrinopatias, medicamentos ou agentes químicos, infecções, formas incomuns de DM autoimune e síndromes genéticas (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

Três métodos podem ser utilizados para diagnosticar o diabetes: sintomas clínicos, valores de glicose em jejum, e valores de glicemia pós-prandial. Os sintomas clínicos que podem ser observados como manifestações do DM incluem: poliúria, polidipsia, perda ponderal somada à glicemia casual acima de 200mg/dl (ADA, 2007).

Para glicemia em jejum, valores acima de 126mg/dl podem ser indicativos de DM, sendo necessário realizar novo exame para a confirmação. Enquanto a glicemia pós-prandial acima de 200mg/dl medida 2 horas após a ingestão de 75g de carboidrato é considerado diagnóstico para DM (GROSS, 2002; SBD, 2011).

Nos Estados Unidos, um novo teste tem sido aprovado como critério de diagnóstico para o DM. Um relatório da OMS divulgado em 2011 sobre o diagnóstico do diabetes recomenda a admissibilidade da hemoglobina glicada (HbA1c) como um teste adicional para diagnosticar essa doença. A HbA1c é um tipo de proteína formada quando as células vermelhas são expostas à glicose no plasma, sendo então muito utilizada desde os anos 80 como indicador do controle do diabetes. Porém não havia nenhum padrão de diagnóstico para a DM estabelecido a partir da medição da HbA1c. Essa padronização ainda não está estabelecida em países em desenvolvimento como o Brasil, mas se acredita que será um no futuro, um método de diagnóstico mais preciso (OMS, 2011).

Caso não seja atingido o controle glicêmico nos indivíduos com DM, pode ser utilizado como alternativa o tratamento medicamentoso. Os medicamentos para DM são divididos em três principais categorias: os que estimulam a secreção da insulina, os que melhoram a sensibilidade insulínica e aqueles que reduzem a absorção da glicose (SILVA, MURA, 2006).

As sulfoniluréias atuam no aumento da secreção de insulina ao se ligarem a um receptor específico das células beta-pancreáticas. As glinidas são drogas que estimulam a secreção de insulina na presença da glicose. A acarbose é um inibidor das glicosidases intestinais, levando a um retardo na absorção dos carboidratos e na entrada da glicose no sangue (BREUER, 2003).

A metformina tem sido utilizada há bastante tempo no tratamento do DM. Essa medicação aumenta a sensibilidade insulínica nos tecidos periféricos, reduzindo a produção de glicose no fígado (KIRPICHNIKOV et al., 2002). As tiazolidinedionas modulam a transcrição de genes responsáveis pela sensibilidade à insulina e estão envolvidas no metabolismo dos lipídeos e dos carboidratos, porém podem induzir o ganho de peso.

As insulinas são utilizadas como terapia substituta à função pancreática inadequada. São indicadas quando as medidas regulares com pelo menos dois medicamentos são

insuficientes para controlar a glicose sanguínea. São divididas em insulinas de ação longa e insulinas de ação ultrarrápida (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

O Diabetes *mellitus* deve ser tratado de forma agressiva e multidisciplinar, a fim de reduzir as complicações e de melhorar a qualidade de vida (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2010). Para um controle adequado da doença é importante manter hábitos saudáveis e assim evitar diversas complicações que surgem em consequência do mau controle da glicemia (SILVA, MURA, 2007).

O controle do peso corporal é de grande importância na redução dos riscos relacionados ao DM. O risco de comorbidades associadas ao excesso do tecido adiposo aumenta com o ganho ponderal. Em razão dos efeitos da obesidade na resistência à insulina, a perda de peso é um importante objetivo terapêutico para indivíduos com DM ou com risco de desenvolver a doença (LYRA, CAVALCANTI, 2006).

A alimentação é um dos principais fatores determinantes da saúde humana, tendo também papel fundamental na prevenção, no tratamento e no manejo do DM. Estudos têm mostrado a importância dos carboidratos de baixo índice glicêmico e das fibras alimentares no controle do Diabetes (LIU et al., 2003).

Sobre o plano alimentar no Diabetes *mellitus*, a ADA (2009) considera:

O plano alimentar deve ser individualizado, seguindo as mesmas recomendações para pessoas saudáveis, visando à manutenção ou obtenção do adequado estado nutricional. Deve ser dividido em seis refeições durante o dia, sendo três refeições principais (café-da-manhã, almoço e jantar) e três lanches, assim controlam-se os episódios de hiper ou hipoglicemia. Sendo preferível utilizar preparações assadas e grelhadas a fritas. Os açúcares podem ser substituídos por adoçantes respeitando as recomendações máximas diárias estipuladas pela *Food and Drug Administration* (FDA).

As recomendações nutricionais para a composição da dieta para esses pacientes ficam de: 45-60% de carboidratos, sendo que desses apenas 10% deve ser em forma de sacarose; 15-20% de proteínas; até 30% de lipídeos, sendo menos de 7% de gordura saturada e mínimo 14 gramas para cada 1000 kcal de fibras alimentares (SBD, 2009).

A ingestão de gordura é inversamente associada à sensibilidade insulínica. Os ácidos graxos saturados da dieta devem ser limitados a menos de 10% da ingestão energética para os pacientes com DM, visto que o consumo exagerado aumenta o risco de desenvolverem

problemas cardíacos, além de serem marcadores inflamatórios, bem como diminuam a sensibilidade à insulina (DORFAN et al., 2009). Devem ser oferecidas proteínas de alto valor biológico e também de origem vegetal, pois essas contêm fibras solúveis favorecendo a resposta glicêmica pós-prandial. Em pacientes com DM tipo 2 a ingestão protéica não aumenta a concentração de glicose plasmática (LYRA, CAVALCANTI, 2006; SBD, 2009).

Tendo em vista que os carboidratos estão diretamente ligados com o aumento da glicemia, é importante considerar, principalmente, o tipo de carboidrato que está sendo ingerido, sendo preferível o consumo de açúcares complexos a açúcares simples, já que estes apresentam alto índice glicêmico (ADA, 2008).

O índice glicêmico determina a resposta aguda na curva glicêmica produzida pela quantidade de carboidrato presente em um alimento comparado a mesma resposta produzida pelo pão branco ou pela glicose (LYRA, CAVALCANTI, 2006). Dietas com baixo índice glicêmico podem reduzir a glicemia pós-prandial, e ainda melhorarem o perfil lipídico.

Assim como para a população em geral, pessoas com diabetes devem ser estimuladas a consumir uma variedade de alimentos que contenham fibras, tais como grãos integrais, frutas e hortaliças (LYRA, CAVALCANTI, 2006). O consumo de fibras na dieta está envolvido com melhorias no perfil lipídico, na pressão arterial e na sensibilidade à insulina (BURTON, 2000). As fibras reduzem a taxa de esvaziamento gástrico, digestão e absorção da glicose. Estudos sugerem que uma dieta rica em alimentos com alto teor de fibras possa apresentar um papel na melhoria do diabetes (SARTOLLI, CARDOSO, 2006). Outros estudos mostram que as fibras alimentares têm uma boa resposta na prevenção do DM, porém apenas as solúveis teriam um papel positivo sobre a glicemia e a resposta insulínica pós-prandial (MELLO, LAAKSONEN, 2009), pois podem interferir na absorção da glicose alimentar, sendo os picos glicêmicos diminuídos após as refeições (SBD, 2009).

## 2.2 BATATA YACON (*Polymnia Sonchifolia*)

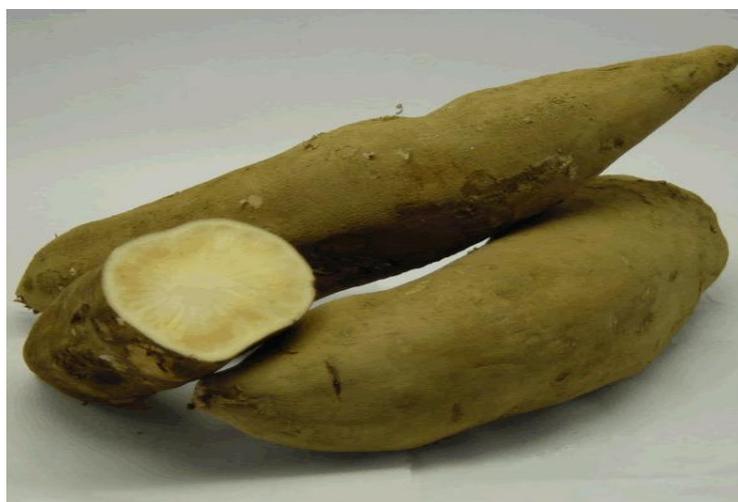
A yacon é uma planta originária das regiões andinas, mais especificamente dos vales da Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e noroeste da Argentina (VILHENA, CÂMARA, KAKIHARA, 2000). Pertence à família *Asteraceae* (GRAEFE et al., 2004), do gênero *Polymnia*, denominada *Polymnia Sonchifolia* (OLIVEIRA, NISHIMOTO, 2004).

Essa planta chegou ao Brasil nos anos 90, tendo um consumo expressivo a partir dos anos 2000. A yacon pode ser usada para fins alimentícios e medicinais (MOSCATTO et al., 2004; SANTANA, CARDOSO, 2008).

Seu tubérculo é conhecido como batata yacon ou batata “diet”. Possui sabor adocicado semelhante ao da batata-doce, o que permite que seja utilizado em preparações alimentícias (FERNÁNDEZ, VIEHMANNÓVÁ, MILELLA, 2006).

Os produtores dessa raiz têm constatado vantagens quanto ao seu cultivo, já que é uma planta de fácil adaptabilidade climática (SANTANA, CARDOSO, 2008). A maturidade fisiológica da planta é alcançada após 6 a 10 meses de plantio e a colheita das raízes se dá após 10 a 12 meses (OLIVEIRA, NISHIMOTO, 2004).

A batata yacon pode apresentar formato arredondado ou oval e cabeça pequena. Seu peso pode chegar a mais de 1 kg (FERNÁNDEZ, VIEHMANNÓVÁ, MILELLA, 2006), e a planta tem capacidade de atingir uma altura entre 2 a 3 metros (DUARTE, WOF, de PAULA, 2008). Possui raízes de coloração marrom na parte externa e creme na parte interna (OLIVEIRA, NISHIMOTO, 2004).



**Figura 1- Raiz da planta yacon.**  
Fonte: Kotovick (2011).

A yacon pode ser considerada um alimento funcional, oferecendo vários benefícios à saúde. Além do valor nutritivo inerente à sua composição química, ela pode desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como o DM (MORAES, COLLA, 2006).

A ingestão de yacon confere maior saciedade aos consumidores, auxiliando na perda de peso e na redução da circunferência abdominal. Além disso, o consumo prolongado de yacon está relacionado com uma melhora na sensibilidade à insulina, sendo um importante fator para pacientes com DM (GENTA et al., 2009).

A yacon *in natura* tem um índice glicêmico (IG) de 30,55 podendo ser considerada um alimento de baixo IG, sendo assim considerada mais adequada para pacientes com DM (SILVA et al., 2006). Além disso, o consumo do extrato e da farinha desse tubérculo por paciente com DM, resulta em uma estabilização dos níveis glicêmicos (PEREIRA et al., 2009), assim como pode apresentar efeitos hipoglicemiantes (OLIVEIRA, 2009).

A yacon é um alimento de baixo valor calórico e com alto teor de água (83 a 90%). Não armazena carboidratos em forma de amido, mas sim, em forma frutanos do tipo inulina e, principalmente, do tipo frutooligossacarídeos (MOSCATTO et al., 2004; HABIB, 2011). Devido ao baixo valor energético e alto conteúdo de fibras (tabela 1) e minerais, a yacon pode ser utilizada como complemento no tratamento de doenças, como, por exemplo, o diabetes (VANINI et al., 2009).

**Tabela 1- Composição química média e valor calórico da polpa da raiz e da farinha de yacon (g.100g-1), em base úmida e seca**

Componentes	Polpa da raiz		Farinha	
	Matéria úmida	Matéria seca	Matéria úmida	Matéria seca
Umidade	91,10	-	6,59	-
Proteína	0,13	1,46	2,61	2,79
Lipídios	0,01	0,11	0,27	0,29
Cinzas	0,30	3,37	3,39	3,63
Fibras totais	2,95	33,15	47,42	50,76
Carboidratos	5,51	61,91	39,72	42,52
<b>Valor calórico (Kcal/g<sup>1</sup>)</b>	<b>22,65</b>		<b>171,74</b>	

Fonte: Vasconcelos et al. (2010)

### 2.2.1 Frutanos

Os frutanos são os segundos carboidratos mais encontrados na natureza (FRANK, BOSSCHER, 2009). Eles são um grupo de moléculas originado da sacarose, formado por unidades de frutose unidas entre si por ligações glicosídicas (VAZ et al., 2010). A yacon tem em sua composição cerca de 60-70% de frutanos (VILHENA, CÂMARA, KAKIHARA, 2000).

Esses açúcares estão armazenados em alimentos de origem vegetal e em diferentes concentrações. São encontrados não somente na yacon, mas também, no alho, na cebola, nos aspargos, na chicória, no mel e na banana (SILVA, MURA, 2007). O tipo de frutano presente nos vegetais está ligado com as condições de seu cultivo e de seu estágio de desenvolvimento (SIMS, 2003).

Os frutanos são classificados como fibras alimentares, pois favorecem o crescimento de bactérias benéficas ao organismo humano (WEAVER, 2006). Dentre os frutanos existentes podem ser destacados a inulina e os frutooligossacarídeos (OLIVEIRA et al., 2009).

### 2.2.2 Inulina

Na inulina ocorre uma ligação do tipo *B* (2-1) entre as moléculas de frutose (OLIVEIRA et al., 2009). Esse açúcar, além de não fornecer calorias significativas, ainda auxilia na digestão (WEAVER, 2006).

A inulina pode ser utilizada como ingrediente em uma variedade de produtos alimentícios, pois seu sabor é neutro ou ligeiramente doce. Ela está sendo bastante adicionada em produtos de panificação.

Além disso, a inulina é frequentemente utilizada na fabricação de produtos de baixo teor de gordura, como bebidas lácteas, queijos frescos, iogurtes, cremes, molhos e sobremesas à base de leite. A inulina permite a substituição de quantidades significativas de gordura e ajuda a enriquecer as características organolépticas dos alimentos, melhorando o sabor dos produtos (FRANK, BOSSCHER, 2009).

### 2.2.3 Frutooligossacarídeos (FOS)

Os FOS são carboidratos não digeríveis pelo homem, pois são resistentes à ação hidrolítica das enzimas salivares e intestinais (FORTES, MUNIZ, 2009; CASTILLO, VIDAL, 2005). Esses componentes são considerados benéficos, podendo melhorar o perfil lipídico e a flora intestinal (MILNER, 1999; MEIER, LOCHS, 2007).

Para que a função dos FOS como prebióticos seja verdadeira é necessário que seja fornecido 3g desse componente por alimentos sólidos e 1,5g por alimentos líquidos (ANVISA, 2008). Assim, constata-se que a ingestão de 15,44 g.dia<sup>-1</sup> de farinha de yacon seria suficiente para fornecer a quantidade recomendada de FOS, bem como o consumo de 267,8 g.dia<sup>-1</sup> de polpa da raiz (VASCONCELOS et al., 2010).

Os FOS também estão relacionados com a redução da absorção de glicose e com a sensibilidade à insulina. Isso ocorre porque esses oligossacarídeos são capazes de aumentar a produção de peptídeo-1. Esse peptídeo é semelhante ao hormônio glucagon, o qual se eleva conforme a glicose é absorvida, estimulando a produção de insulina.

Os FOS também tornam a velocidade de entrada da glicose na corrente sanguínea mais lenta, prolongando a saciedade e evitando uma elevação brusca da curva glicêmica. Além disso, os ácidos graxos de cadeia curta, que são produzidos durante a fermentação dos FOS, aumentam a tolerância à glicose na refeição (MARTINS, LEVY, CORDEIRO, 2011 apud CABELLO, 2005).

### 2.2.4 Utilização da yacon na culinária

Devido aos benefícios à saúde, tanto a batata *in natura* quanto a farinha de yacon têm sido bastante utilizadas na elaboração de novos produtos. Alimentos com baixo teor de gordura e pouco valor calórico, como lascas desidratadas, pães e bolos são alguns dos exemplos de produtos formulados (GRANATO et al., 2009; VASCONCELOS et al., 2010).

Os FOS apresentam alta solubilidade e baixo peso molecular, podendo ser adicionados na culinária sem haver mudanças do produto final. Além disso, podem fornecer melhor qualidade a massas de produtos panificáveis, por serem considerados fibras alimentares (PASSOS, PARK 2003).

A adição de yacon em produtos alimentícios aumenta o teor de fibras alimentares e possibilita um menor conteúdo de lipídeos, de calorias (MOSCATTO et al., 2004) e um índice glicêmico reduzido (ROLIM et al., 2011). Além disso, esses produtos apresentam maciez e sabor agradável, sendo essa farinha adequada para esse tipo de formulação, podendo ser uma boa opção para os consumidores saudáveis e para pacientes com DM (MOSCATTO et al., 2004; ROSA et al., 2009).

Além dessa importante função fisiológica, os FOS, que estão presentes na yacon, também apresentam poder adoçante, não cristalizam e nem precipitam. A utilização da farinha da yacon se torna ainda mais válida, pois a concentração de FOS aumenta quando é realizada a secagem do tubérculo (VASCONCELOS et al., 2010).

### 2.3 LINHAÇA (*LINUM USITATISSIMUM L.*)

A linhaça é originada a partir da planta do linho, pertencente à família *Linaceae* (MACIEL, 2006). É uma semente oleaginosa, podendo ser utilizada inteira ou moída e ainda ser extraído o seu óleo. O formato da semente é ovalado e pontiagudo, de textura lisa e brilhante (TRUCOM, 2006), sendo as variedades mais conhecidas a marrom e a dourada. As diferenças entre as variedades marrom e dourada estão, em geral, somente relacionadas à forma de cultivo, tendo a dourada um teor maior de ômega-3 em sua composição, e a marrom um maior aporte de fibras (MOLENA-FERNANDES et al., 2010).

A linhaça tem sido apontada como um alimento funcional, cujos benefícios para a saúde são geralmente atribuídos a sua alta concentração de ácido linoléico ômega-3 (w-3) e de lignana (OOMAH, DER, GODFREY, 2006; HUSSAIN et al., 2006; MORAES et al., 2010). É o alimento vegetal mais rico em ácidos graxos essenciais (AGEs) w-3, sendo que dos aproximadamente 40% de lipídeos presentes na semente, 57% é a composição desse AGE (TRUCOM, 2006).

Os AGEs são necessários para as funções do organismo relacionados à integridade das membranas celulares e aos sinais regulatórios das células (DOLINSKY, 2009). Esses ácidos graxos não são sintetizados pelo organismo humano, necessitando serem adquiridos através da dieta (MARTIN, 2006). O w-6 é um AGE pró-inflamatório, enquanto que o w-3 é considerado anti-inflamatório. A presença de w-3 reduz a concentração de triglicerol e a pressão sanguínea, prevenindo contra doenças crônicas não transmissíveis e em longo prazo

diminuem as concentrações de hemoglobina glicada (HbA1c) nos paciente com DM tipo 2 (PAN et al., 2007).

Assim como os outros alimentos de origem vegetal, a linhaça contém alto teor de fibras. Essa semente contém tanto fibras solúveis (gomas, mucilagens e pectinas) quanto insolúveis (celulose e ligninas), sendo estas as mais abundantes (PRASAD, 2005).

O alto índice de fibras na dieta é importante para pacientes com Diabetes *mellitus*. Ao aumentar o aporte de fibras, adquire-se um menor índice glicêmico, já que as fibras solúveis reduzem a velocidade e a quantidade de carboidratos absorvidos (ALVES et al., 2008). As lignanas e o ácido linoléico presentes na semente também auxiliam na melhora do perfil lipídico, na redução do peso corporal e da glicemia (SALES, 2009). As lignanas melhoram o perfil lipídico, reduzindo o estresse oxidativo e o colesterol total, além de aumentar o HDL colesterol (PRASAD, 2005). Sendo assim, a linhaça vem sendo cada vez mais utilizada na alimentação devido a esses efeitos benéficos ao organismo (SOARES et al., 2009).

## 2.4 BOLO

O bolo, principalmente, após o desenvolvimento técnico no Brasil, vem adquirindo uma maior importância quanto ao consumo e à comercialização no país (MOSCATTO, 2004). Depois dos pães, os bolos e as tortas são os produtos mais procurados pelos consumidores em padarias e em confeitarias (CHUDZIKIEWICZ, 2005).

O bolo é um alimento doce, a base de farinha e geralmente cozido no forno. As massas dos bolos são constituídas por um sistema bifásico com gorduras e com outros ingredientes (ESTELLER et al., 2006). Para a preparação da massa, podem ser utilizados vários tipos de farinha, além de um adoçante, como o açúcar ou um edulcorante. O bolo também leva um aglutinante como o ovo, e uma gordura vegetal ou animal (manteiga, margarina, óleo) (BORGES et al., 2006). Para a porção líquida da massa pode ser adicionado água, leite ou suco. O fermento é o agente químico que confere crescimento ao bolo (MAIA, 2007).

Seu conteúdo é normalmente bastante calórico, podendo se tornar um alimento prejudicial à saúde, estando relacionado com riscos de doenças coronarianas se formulados com ingredientes muito gordurosos e/ou açucarados. Excluir a gordura e substituir o açúcar por um edulcorante é uma forma de tornar esse alimento mais favorável para pacientes com DM (AKESOWAN, 2009).

Sua adequada textura e seu sabor contribuem para boa aceitação do produto pelo consumidor. Embora não seja um alimento básico como o pão, o bolo é aceito e consumido por pessoas de qualquer idade (BORGES et al., 2006).

Em 2010, a Associação Brasileira da Indústria da Panificação (ABIP) registrou um movimento de crescimento sustentável, com um índice de evolução de 13,7%, observando-se um aumento de 1,1% em relação ao ano anterior. Em 2009, dados da Nielsen apontaram para um aumento de 6% no faturamento de bolos no Brasil comparado a 2008, sendo que nos últimos cinco anos esse faturamento cresceu 24%. O fato está relacionado ao aumento do poder aquisitivo nas classes C e D e à maior oferta de produtos especiais e práticos (ABIP, 2010).

## 2.5 EDULCORANTES

A preferência pelo sabor doce é uma característica dos seres humanos, a sacarose é a principal referência desse sabor (BIACCHI, 2006). Esse açúcar consiste na combinação de glicose e de frutose e fornece 4 kcal/g. O sabor doce é percebido em soluções contendo no mínimo 1 a 2% de sacarose (TORLONI, 2007). A sacarose não só contribui para o poder adoçante e agradável dos bolos, como confere melhor textura e aparência na massa. Além disso, o açúcar serve como substrato para as leveduras do fermento, propiciando melhor crescimento do bolo, além de reter água após a cocção, sendo um importante ingrediente para estabilidade do produto (SAMPAIO, 2006). Entretanto, esse alimento possui um alto índice glicêmico, sendo prejudicial para pacientes com DM.

Pela necessidade dos indivíduos com diabetes em limitar o uso de açúcar simples na dieta, é preciso encontrar uma forma de substituir a sacarose por adoçantes que apresentem características próximas às desse açúcar. Várias substâncias surgiram para suprir esta necessidade, mas poucas foram comprovadamente estabelecidas como seguras para o consumo humano e com bom poder edulcorante e estabilidade satisfatória (CARDOSO et al., 2004).

Os edulcorantes são uma alternativa para pessoas que não podem ou que devem reduzir o consumo de sacarose na alimentação sem retirar o sabor doce dos alimentos. O poder edulcorante é normalmente medido em comparação a uma solução de sacarose. Os

edulcorantes são considerados substâncias altamente eficazes, devido à sua elevada capacidade de adoçar, mesmo em pequenas concentrações (TORLONI, 2007).

A indústria de alimentos dietéticos vem crescendo nos últimos anos e com ela, uma diversidade de edulcorantes a serem utilizados. A sacarina, o ciclamato, o aspartame, a sucralose, o acessulfame-K e o extrato de folhas de stévia são edulcorantes permitidos pela Legislação Brasileira, porém é importante respeitar a ingestão diária aceitável (IDA) estipulada pelo comitê conjunto FAO/OMS *codex alimentarius*. A IDA é estimada em mg/kg/dia, sendo considerada uma quantidade inócua mesmo com o uso contínuo.

## 2.6 SUCRALOSE/ACESSULFAME-K

A sucralose é obtida a partir da substituição de três átomos de cloro por três átomos de hidrogênio-oxigênio da molécula de sacarose. É um edulcorante isento de calorias, pois não é metabolizado pelo organismo humano (GRICE, GOLDSMITH, 2000; BINNS, 2003; KROGER et al., 2006). Seu poder adoçante torna-se 600 vezes maior quando comparado à sacarose. (CAMPOS, 2002).

A sucralose foi descoberta em 1976 (KROGER et al., 2006) e seu uso no Brasil foi iniciado em 1995. É considerada uma boa opção de substituição do açúcar, pois, além de seu poder de doçura, não apresenta o sabor metálico/residual observado em outros edulcorantes, sendo mais bem aceito pelos consumidores (GRANADA, 2005).

Estudos têm mostrado que a sucralose é segura, não sendo tóxica ao organismo (BINNS, 2003). Esse edulcorante recebeu aprovação total da *Food and Drug Administration* (FDA) para o consumo humano em 1998, sendo liberado em mais de 50 países. A IDA admitida pelo *Codex Alimentarius* para a sucralose é de 5mg/pó por kg/peso (BIACCHI, 2006; KROGER et al., 2006).

O consumo da sucralose não prejudica o controle glicêmico de pacientes com DM (TORLONI, 2007) e não é fator de risco para câncer, problemas reprodutivos ou neurológicos. Grande parte do produto ingerido não é metabolizada. A pequena quantidade absorvida é excretada por meio de urina e de fezes. Pode ser usado como adoçante de mesa em formulações secas, em aromatizantes, em conservantes, em temperos, e em outros produtos industrializados (BIGAL, KRYMCHANTOWSKI, 2006).

A sucralose é estável em altas temperaturas, podendo ser usada amplamente na culinária em diversos produtos alimentícios e em bebidas (KROGER et al., 2006). Sua doçura é percebida por mais tempo que a da sacarose e pode ser modificada por fatores como pH, temperatura e ingredientes alimentares (BINNS, 2003). Em produtos de padaria seu limite máximo permitido de uso é de 650mg/kg de produto (JECFA, 2008).

O acessulfame-K é um sal de potássio cristalino, de cor branca derivado do ácido acético, descoberto em 1967. Esse edulcorante não contém calorias e seu poder adoçante é de 180 a 200 vezes maior que o da sacarose (TORLONI et al., 2007). Sua aprovação pelo FDA ocorreu em 1998, sendo a ingestão diária aceitável 15mg/kg/dia (JECFA, 2003).

O acessulfame-K é, assim como a sucralose, estável em altas temperaturas e durante o armazenamento, podendo ser utilizado em produtos alimentícios. No entanto, pode apresentar leve sabor residual, motivo pelo qual é normalmente associado a outros edulcorantes, como a sucralose e o ciclamato. (SIZER, WHITNEY, 2003). O limite máximo de utilização do acessulfame-K em pães e em outros produtos panificáveis é de 1000mg/kg de produto (JECFA, 2008).

## 2.7 STÉVIA (*Stévia Rebaudiana*)

A stévia é um pó branco, inodoro e cristalino extraído da *stevia reubadiana* Bertoni (KROYER, 2010). A *stevia reubadiana* é uma planta selvagem originária do Paraguai, na América do Sul, pertencente à família Compositae (SINGH, RAO, 2005; UDDIN et al., 2006). É uma planta perene que cresce a uma altitude de 200 a 500 metros e a uma temperatura de aproximadamente 23°C. Suas flores são pequenas e brancas, e seu pólen pode ser altamente alergênico (SINGH, RAO, 2005).

A stévia tem tido destaque entre os adoçantes de origem natural por seu intenso poder de doçura (MARCELLINI, CHAINHO, BOLINI, 2005; KROYER, 2010) e por não fornecer calorias, pois não é metabolizada pelo organismo humano. É um edulcorante que apresenta boa estabilidade em altas e baixas temperaturas (GEUNS, 2003; KROYER, 2010).

A stévia possui poder adoçante de 200 a 300 vezes maior que o da sacarose (IBRAHIM et al., 2008) e em 1995 o FDA liberou sua importação como suplemento alimentar (TORLONI, 2007). Esse edulcorante foi avaliado pelo JECFA com o objetivo de

estabelecer a ingestão diária aceitável para esse produto, sendo estipulado uma IDA temporária, devido à falta de dados, de 2mg/kg/peso corporal (JECFA, 2008).

A stévia tem sido bastante utilizada como intensificador de sabor em diversos produtos alimentícios disponíveis comercialmente em vários países (KROYER, 2010). Ela pode ser importante para pacientes com DM, pois o seu uso pode reduzir a glicemia pós-prandial (GREGERSEN et al., 2004). Seu efeito anti-hipertensivo e anti-hiperglicêmico torna a stévia particularmente indicada no tratamento de pacientes obesos com síndrome metabólica (TORLONI, 2007).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração das farinhas e dos bolos, bem como as análises físicas e a análise sensorial ocorreram no laboratório de Técnica Dietética do Curso de Nutrição da Faculdade de Medicina (FAMED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As análises químicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA) da UFRGS.

#### 3.1 ELABORAÇÃO DAS FARINHAS DE YACON E DE LINHAÇA

Para a elaboração da farinha de yacon foram utilizadas batatas desidratadas, produzidas por Takashi Kakihara Cia. Ltda. A yacon desidratada foi triturada em um liquidificador, marca Philips®, modelo RI2044, e depois peneirada em uma peneira de tela de nylon 60 mesh. Esse processo foi realizado quatro vezes, a fim de se obter a quantidade necessária de farinha de yacon para cada formulação.

Para a obtenção da farinha de linhaça, foi adquirida a semente da marca Cerélus®, lote 11-01, em um estabelecimento comercial da cidade de Porto Alegre. A linhaça foi também triturada em um liquidificador da marca Philips®, modelo RI2044, e peneirada três vezes em uma peneira de tela de nylon 60 mesh, para que fosse obtida a gramatura necessária da farinha de linhaça.

#### 3.2 ELABORAÇÃO DAS FORMULAÇÕES DOS BOLOS

Primeiramente, foram realizados testes laboratoriais preliminares até a obtenção da formulação final. Foram elaboradas quatro formulações de bolo: (P) farinha de yacon, farinha de linhaça e sacarose; (A) farinha de yacon e farinha de linhaça; (B) farinha de yacon, farinha de linhaça e sucralose/acessulfame-K; (C) farinha de yacon, farinha de linhaça e stévia. Os ingredientes utilizados e as quantidades estão especificados no Quadro 1.

Para o preparo dos bolos todos os ingredientes foram pesados em uma balança digital filizola®, modelo Pluris Top. Posteriormente, em uma batedeira marca Sield®, modelo Top Mixer homogenizou-se, por 5 minutos em velocidade 2, todos os ingredientes, exceto o fermento. Ao desligar a batedeira, foi adicionado à massa o fermento químico, misturado aos poucos até ser incorporado completamente à mistura. A massa do bolo foi acondicionada em um forma retangular descartável de alumínio untada com um ml de óleo vegetal e levada ao forno, pré-aquecido por 10 minutos, a 180°C por 40 minutos.

<b>Ingredientes</b>	<b>Bolo P</b>	<b>Bolo A</b>	<b>Bolo B</b>	<b>Bolo C</b>
Farinha de trigo	130g	130g	130g	130g
Farinha de yacon	100g	100g	100g	100g
Farinha de linhaça	30g	30g	30g	30g
Sacarose	90g	----	----	----
Sucralose/acesulfame-K	----	----	4,8g	----
Stévia	----	----	----	5g
Leite integral	125ml	125ml	125ml	125ml
Ovo	46g	46g	46g	46g
Óleo vegetal	20ml	20ml	20ml	20ml
Fermento químico	20g	20g	20g	20g

**Quadro 1- Ingredientes e quantidades utilizadas nas formulações dos bolos P (yacon + linhaça + sacarose), bolo A (yacon + linhaça), bolo B (yacon + linhaça + sucralose/acesulfame-K) e bolo C (yacon + linhaça + stévia).**

### 3.3 ANÁLISES QUÍMICAS

As análises químicas foram realizadas em triplicata, segundo as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação de proteínas foi realizada pelo método kjeldahl, utilizando-se 600mg de amostra para medir o nitrogênio total, e após ser convertido em proteína bruta pelo fator 6,25.

Para determinação dos lipídeos, foi realizado o método Soxhlet, utilizando 2,5 gramas da amostra submetida à extração com éter de petróleo. As cinzas foram obtidas a partir do método gravimétrico de obtenção da perda de peso do material quando submetido à temperatura de 550°C.

A umidade foi determinada a partir da perda de peso por dessecação de uma mostra de 10g submetida ao aquecimento em estufa a 105°C. As fibras dos ingredientes foram

determinadas através dos valores de fibra alimentar referentes na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos –TACO (2006) – versão 2, com exceção da yacon, a qual foi utilizada a fibra alimentar referida pelo fabricante na embalagem.

Os glicídios foram avaliados pela diferença entre 100 gramas do alimento e a soma total dos valores encontrados para proteínas, lipídeos, fibras e cinzas (CARVALHO, JONG, 2002). Para a determinação do valor calórico de uma porção de 100 gramas de bolo, foram utilizados os valores estipulados pela RDC nº360 de 2003, de quatro kcal para 1g de carboidrato, quatro kcal para 1g de proteína e nove kcal para 1g de lipídeo. Foram multiplicados esses valores pelos valores encontrados para esses macronutrientes, e por fim foi somado para a obtenção o valor calórico na porção (MAIA, 2007).

### 3.4 ANÁLISES FÍSICAS

As análises físicas realizadas nos bolos determinaram o peso e a altura, avaliados antes e após a cocção, além do fator térmico. As análises físicas foram conduzidas seguindo a metodologia descrita por Guimarães et al. (2010).

Para a mensuração do peso, primeiro foi pesada isoladamente a forma utilizada para a cocção dos bolos. A seguir foram pesados os bolos com a massa crua já acondicionada na forma, em uma balança Filizola®, modelo pluris Top, sendo descontado o valor da forma. O mesmo procedimento foi realizado com as massas já assadas.

Para a determinação da altura inicial alcançada pela massa, foi marcado com uma caneta um ponto na forma, e depois foi medida com uma régua. A altura pós-cocção foi determinada da mesma maneira, após a retirada dos bolos do forno. O fator térmico foi adquirido dividindo o valor do peso dos bolos pós-cocção pelo valor do peso dos bolos pré-cocção (ARAÚJO, 2009).

### 3.5 ANÁLISE SENSORIAL

Para a análise sensorial foram recrutados aleatoriamente nas dependências da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 40 avaliadores não diabéticos e não treinados, os quais eram alunos e funcionários da UFRGS. Segundo Stone e Sidel (1993), um número de 40 a 50 pessoas é considerado adequado para análise estatística dos dados. A análise ocorreu a tarde, com início às 15h e término às 17:30h.

Para cada avaliador foi fornecido de cada formulação uma fatia de aproximadamente 12 gramas, juntamente com uma ficha de avaliação sensorial dos bolos (APÊNDICE A). Foi utilizada uma escala hedônica variando de um (desgostei muitíssimo) a nove (gostei muitíssimo) pontos, para avaliar as categorias de: aparência, cor, textura, sabor e aceitação global.

Os bolos também foram avaliados quanto à intenção de compra dos avaliadores. Cada avaliador recebeu uma ficha (APÊNDICE B) com uma escala de cinco pontos, variando de um (certamente não compraria) a cinco (certamente compraria) para analisar cada uma das amostras.

Aos participantes foi entregue um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE C). Esse termo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Pesquisa e Ética da FAMED/UFRGS, conforme a Resolução 196/96 do CNS/MS, registrado sob protocolo nº 20348.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram avaliados através de análise de variância. A comparação das médias foi realizada por ANOVA e teste de Tukey. Os resultados das análises foram calculados com o nível de significância de 5% de probabilidade de erro, no programa no software estatístico ESTAT versão 2.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISES QUÍMICAS

Os resultados encontrados na análise química das quatro formulações de bolos de farinhas de batata yacon e de linhaça estão discriminados na tabela 2.

Todos os bolos apresentaram diferença estatística significativa entre si ( $P < 0,05$ ) quanto ao teor de umidade. Rosa et al. (2009), em um estudo avaliando bolos também formulados com farinha de yacon encontraram um valor médio de umidade de 35%. Em outro estudo realizado com pães enriquecidos com farinha de linhaça, Borges et al. (2011) encontraram valores médios de 33,07% de umidade. Esses valores são aproximados aos encontrados nas formulações dos bolos de farinha de yacon e de linhaça do presente estudo. Segundo Silva (1996) e Borges et al. (2011), os frutooligosacarídeos existentes na yacon e o grande aporte de fibras da linhaça interagem com a água, devido à presença de grupos de OH, dificultando a evaporação da água durante a cocção.

O bolo que apresentou maior umidade foi o bolo C (35,46%), seguido do bolo A (34,19%) e do bolo B (33,72%). O bolo P, elaborado com sacarose, apresentou o menor teor de umidade (28,92%). Maia (2007) em um estudo com bolos formulados com farinha de maracujá, sacarina sódica e ciclamato, também encontrou um teor de umidade significativamente maior nos bolos preparados com edulcorante quando comparado aos bolos contendo sacarose. Segundo esse mesmo autor, isso ocorreu, porque uma das funções do açúcar na massa de bolos é reter água.

O teor de umidade presente em bolos está relacionado com os ingredientes adicionados à massa, com o tempo de batimento na batedeira e com o tempo de forno (BAIK, MARCOTTE, CATAIGNE, 2000). Segundo Esteller (2006), em bolos industrializados, o valor de umidade fica em torno de 30%, valor também aproximado dos encontrados nesse estudo. A ANVISA (2000) recomenda valores máximos de 38% de umidade para produtos de padaria, esse valor está dentro dos encontrados nos presentes bolos.

A umidade dos alimentos está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição (BORGES et al., 2010). Em produtos de panificação como o bolo, a umidade é importante, pois confere maior maciez ao produto, evitando que a massa se torne muito dura (BORGES et al., 2006). Porém os valores preconizados pela ANVISA devem ser respeitados,

pois a água em excesso pode favorecer o crescimento microbiano e diminuir o tempo de prateleira dos bolos (OSAWA et al., 2009).

**Tabela 2 - Composição química obtida nas formulação P (yacon + linhaça + sacarose), formulação A (yacon + linhaça), formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e formulação C (yacon + linhaça + stévia).**

<b>Parâmetros químicos</b>	<b>Bolo P</b>	<b>Bolo A</b>	<b>Bolo B</b>	<b>Bolo C</b>
<b>Umidade (%)</b>	28,92 d	34,19 b	33,72 c	35,46a
<b>Proteínas (%)</b>	6,8 b	7,86a	7,83a	7,7a
<b>Lipídeos (%)</b>	4,08 d	7,61a	6,81 c	7,44 b
<b>Carboidratos (%)</b>	53,66a	43,8 c	44,89 b	42,81 d
<b>Fibra alimentar (%)</b>	3,02a	3,02a	3,02a	3,02a
<b>Cinzas (%)</b>	3,05 d	3,52 c	3,73a	3,57 b
<b>Kcal</b>	278,56a	275,13 b	272,17 c	269 d

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ).

Quanto ao teor protéico, o bolo A, o bolo B e o bolo C apresentaram, respectivamente, 7,86%, 7,83% e 7,7% de proteínas, não havendo diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre eles. Apenas o bolo P (6,8%) apresentou diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) em relação às demais formulações, apresentando o menor valor. Esse resultado pode ter ocorrido porque o único ingrediente diferenciado na formulação padrão foi o açúcar, alimento que aumenta o teor de carboidrato no bolo, diminuindo, proporcionalmente, o conteúdo de proteínas.

Durante o processamento da massa, as proteínas existentes na farinha de trigo (gliadina e gluteína) absorvem a água e interagem para a formação da rede de glúten. Esse processo é responsável pelas características viscoelásticas necessárias para a produção de massas alimentícias (GUTKOSKI, JACOBSEN NETO, 2002; ORNELLAS, 2007).

Oliveira et al. (2007) encontraram em pães acrescidos com linhaça um valor protéico de aproximadamente 8%, sendo significativamente maior do que os pães sem a adição da semente. Esse valor se assemelha com os resultados encontrados no estudo, mostrando que a linhaça também interfere positivamente no conteúdo de proteínas.

Os ovos fornecem um teor de proteínas que auxilia no crescimento da massa durante a cocção. Caso o conteúdo protéico não seja adequado, a retenção de gás pode ficar prejudicada dando origem a um bolo compacto e sem volume (BORGES et al., 2006).

Em relação aos lipídeos, todos os bolos apresentaram diferença estatística significativa entre si ( $P<0,05$ ). O bolo que apresentou menor teor de gordura foi o bolo P (4,08%). Isso

ocorreu porque devido à adição de sacarose na preparação, há um aumento no conteúdo de carboidratos e um decréscimo percentual no conteúdo de lipídeos.

A formulação A apresentou maior teor de gordura (7,61%), seguido da formulação C (7,44%) e da formulação B (6,81%). Os ingredientes com teor de gordura relevante foram utilizados nas mesmas quantidades para todos os bolos. Silva et al. (2010) ao analisarem biscoitos tipo cookies formulados com os mesmos ingredientes em iguais quantidade, apenas diferenciando no tipo de adoçante (sacarose, sucralose/acesulfame-K, stévia), também encontraram o valor de lipídeos significativamente maior nos biscoitos preparados com stévia em comparação aos contendo sucralose/acesulfame-K.

Na análise de carboidratos, o bolo P teve o maior teor de carboidratos (53,66%), mostrando diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação aos demais preparações. Esse resultado foi obtido, por ser o bolo P o único que apresenta sacarose na sua formulação, assim, acrescentando ao bolo maior teor de carboidratos. Os demais bolos também apresentaram diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) entre si, sendo que o bolo B foi o segundo que apresentou maior teor de carboidratos (44,89%) na sua formulação, seguido pelo bolo A (43,8%) e finalmente pelo bolo C (42,81%).

No presente estudo, não foram analisados separadamente os tipos de carboidratos presentes nas formulações. Porém, parte desse nutriente é proveniente dos FOS encontrados na yacon. Sendo assim, esse novo produto pode trazer benefícios para a saúde.

Todas as formulações apresentaram o mesmo teor de fibra alimentar, (3,02%), não apresentando diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ). Isso ocorreu, pois os alimentos que contêm fibras foram utilizados nas mesmas quantidades para as quatro formulações. Os ingredientes mais ricos em fibras utilizados nos bolos foram a linhaça, contendo 33,5g de fibras em 100g de produto (TACO, 2006) e a batata yacon, contendo 4,2g em 100g de produto.

Segundo a ANVISA (2008), para que a alegação de que a fibra alimentar auxilia no bom funcionamento intestinal, é necessário que um alimento sólido pronto para consumo apresente em sua formulação um conteúdo de no mínimo 3g de fibras alimentares por 100g de produto. Sendo assim, os bolos formulados com farinha de yacon e de linhaça mostraram-se ser um alimento rico em fibras, podendo trazer benefícios à saúde.

O consumo de fibras mostra efeitos benéficos sobre o controle glicêmico e lipídico (WHO, 2003) (MELLO, LAAKSONEN, 2009), podendo modificar a resistência à insulina, aumentando a sensibilidade a esse hormônio. Assim se dá a importância do consumo de fibras pelos pacientes com Diabetes *mellitus* (LAU et al., 2005; LINDSTRÖM, 2006).

Em relação às cinzas, houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) entre os bolos. O bolo B foi o que obteve maior valor (3,73%), seguido do bolo C (3,57%) e do bolo A (3,52%). O bolo com menor valor para esse critério foi a formulação padrão (3,05%), mostrando que o teor de cinzas decresce conforme é adicionado açúcar à massa.

Rosa et al. (2009) encontraram valor médio de 2% de cinzas em bolos elaborados com farinha de yacon, enquanto Oliveira et al. (2007) encontraram em pães acrescidos com 10% de farinha de linhaça valores de cinzas de 3,43%. Esse valor é similar ao encontrado no presente estudo. Em outro estudo, Borges et al. (2011) também encontraram um acréscimo de cinzas conforme se adicionava farinha de linhaça na composição de pães. Esse fato pode ser atribuído ao bom teor de minerais presentes nessa semente (COSKUNER, KARABABA, 2007).

Quanto ao valor calórico, todos os bolos mostraram diferença estatística significativa entre si ( $P < 0,05$ ). O bolo com maior teor energético foi o padrão (278,56 kcal/100g). O bolo que apresentou o segundo maior valor calórico foi o A (275,13 kcal), seguido da formulação B (272,17 kcal) e por fim da formulação C (269 kcal). O bolo B possivelmente tenha apresentado maior valor calórico quando comparado com o bolo C, pois a sucralose/acessulfame-K da linha Linea® utilizada no bolo apresenta, segundo o fabricante, três kcal a cada 0,8g de produto, enquanto que o stévia a linha Stevita® não apresenta calorias.

O maior aporte calórico foi encontrado na formulação P, pois esse bolo contém sacarose na sua formulação. A sacarose, diferentemente de alguns adoçantes, é metabolizada pelo organismo humano. Cada grama de açúcar fornece quatro kcal, assim aumentando o valor calórico total do bolo. Esses dados revelam, assim como o encontrado no estudo de Agarwal e Kochhar e Sachdeva (2009), que a substituição de açúcar por um edulcorante na produção de alimentos, traz uma diminuição significativa no teor de calorias, podendo ser utilizado para a manutenção ou perda de peso, auxiliando no controle do Diabetes *mellitus* (SILVA, MURA, 2007).

## 4.2 ANÁLISES FÍSICAS

Os valores dos parâmetros físicos das quatro formulações de bolo antes e após a cocção estão discriminados na tabela 3.

**Tabela 3 - Composição física dos bolos obtidos da formulação padrão P (yacon + linhaça + sacarose), formulação A (yacon + linhaça), formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e formulação C (yacon + linhaça + stévia).**

Parâmetros físicos	Bolo P	Bolo A	Bolo B	Bolo C
<b>Peso pré-cocção (g)</b>	534,0a	454,0 b	452,0 b	436,0 c
<b>Pós-cocção (g)</b>	506,0a	414,0 c	412,0 c	432,0 b
<b>Altura pré-cocção (cm)</b>	2,51a	2,52a	2,50a	2,46a
<b>Pós-cocção (cm)</b>	4,12a	3,57 b	3,4 c	4,07a
<b>Fator térmico</b>	0,94b	0,91 b	0,91b	0,99a

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ).

A formulação P foi a que apresentou maior peso pré-cocção (534g) havendo diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) em relação aos demais bolos. Esse resultado provavelmente ocorreu, pois foi adicionada à massa padrão 20g de sacarose, enquanto as demais formulações, ou não continham esse ingrediente, ou foi adicionado apenas 4,8g e 5g de edulcorante, consistindo um menor peso de massa.

As formulações A e B foram as que apresentaram segundo maior peso pré-cocção (454g e 452g respectivamente) sem diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre si, porém com diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) em relação ao bolo P e ao C. O bolo C foi o que apresentou menor peso pré-cocção (436g).

Após o fornamento, o bolo P obteve maior peso (506g), apresentando diferença estatística significativa em relação às demais formulações. Esse bolo se manteve sendo o mais pesado mesmo após a cocção.

O bolo C apresentou o segundo maior peso pós-cocção (432g), sendo esse valor diferente estatisticamente ( $P<0,05$ ) em relação aos bolos A e B, os quais obtiveram os menores valores de peso pós-cocção (414g e 412g respectivamente), não apresentando diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre si.

Akesowan (2009) em um estudo substituindo o açúcar dos bolos por sucralose encontrou resultado semelhante, observando que conforme se adicionava esse edulcorante à massa, o bolo perdia mais peso e ganhava menos altura após a cocção. Segundo esse mesmo autor, isso ocorreu devido à menor capacidade da sucralose em reter ar.

Em relação à altura pré-cocção, o bolo A apresentou o maior valor (2,52 cm), seguido do bolo P (2,51 cm), do bolo B (2,50 cm) e por fim do bolo C (2,46 cm), não havendo diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre eles. Um dos fatores que pode ter ocasionado esse resultado foi o fato de que as quatro formulações seguiram o mesmo tempo entre o processamento da massa e o início de forneamento, ou seja, o fermento químico agiu de forma similar entre os bolos.

Após a cocção, os bolos que apresentaram maior altura foram o bolo P (4,12cm) e o bolo C (4,07cm) não havendo diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ). Segundo Esteller et al. (2004), uma das funções do açúcar é fornecer maciez e aumento de volume à massa. A sacarose constitui substratos para as leveduras na fermentação, auxiliando no crescimento do bolo, por isso é um ingrediente bastante utilizado em produtos de panificação (MAIA, 2007).

O bolo que apresentou menor altura após o tempo de forno foi o bolo B (3,4cm) seguido do bolo A (3,57cm), sendo diferentes estatisticamente entre si ( $P<0,05$ ) e em relação às demais formulações. Em pães e em bolos, quando a sacarose é substituída por outro ingrediente ou retirada da formulação, pode ocorrer a diluição das proteínas formadoras de glúten, o que pode levar a diminuição do volume específico e a uma textura modificada da massa (GOMEZ et al., 2003). Em um estudo com pães formulados com frutooligossacarídeos e sem açúcar, Silva et al. (2010) também verificaram um maior aumento na massa do bolo com açúcar, quando comparado ao isento desse ingrediente.

Em relação ao fator de térmico, o bolo A e o bolo B apresentaram os menores valores para esse item (0,91), sem diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ). Todavia, apresentaram diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) em relação do bolo P e ao bolo C. Segundo Araújo et al. (2009) o fator térmico é a razão entre o peso do alimento cozido e o peso do alimento cru, sendo importante, pois é capaz de prever o rendimento da preparação. Dessa forma, o bolo A e o bolo B foram as formulações que apresentaram mais rendimento após a cocção.

O bolo P obteve um fator térmico de 0,94, enquanto que o valor do fator térmico do bolo C foi de 0,99. Esses valores apresentaram diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) entre si.

### 4.3 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados encontrados para os atributos de aparência, de cor, de textura, de sabor e de aceitação global das quatro formulações de bolos avaliados na análise sensorial estão discriminados na tabela 4.

**Tabela 4 – Análise sensorial da formulação padrão P (yacon + linhaça + sacarose), da formulação A (yacon + linhaça), da formulação B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e da formulação C (yacon + linhaça + stévia).**

Atributos sensoriais	Bolo P	Bolo A	Bolo B	Bolo C
<b>Aparência</b>	7,27a ± 1,74	6,65a ± 1,74	7,10a ± 1,74	7,04a ± 1,74
<b>Cor</b>	7,42a ± 1,41	6,82a ± 1,41	7,20a ± 1,41	7,20a ± 1,41
<b>Textura</b>	7,65a ± 1,71	6,27 b ± 1,71	7,40a ± 1,71	7,12ab ± 1,71
<b>Sabor</b>	7,52a ± 1,58	4,40 c ± 1,58	6,82ab ± 1,58	6,02 b ± 1,58
<b>Aceitação global</b>	7,50a ± 1,55	5,02 c ± 1,55	7,02ab ± 1,55	6,30 b ± 1,55

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não apresentam diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ).

Quanto à aparência e à cor, os bolos não apresentaram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre si. As médias das notas selecionadas pelos avaliadores para esses atributos foram referentes à nota 7,0 (“gostei moderadamente”). Segundo Ornellas (2007), uma das funções do açúcar é melhorar a cor e a aparência da massa durante a cocção, porque em altas temperaturas esse ingrediente sofre um processo de caramelização, podendo ser considerado um corante natural, contudo, os avaliadores não identificaram diferenças entre os bolos em relação a esses atributos.

Rosa et al. (2009) em seu estudo com bolos formulados com 25 e 50g de farinha de yacon, utilizando a mesma escala hedônica de 9 pontos para a análise sensorial, os bolos obtiveram resultados inferiores para aparência e cor, sendo as médias das notas 5,0 para ambos os atributos. Isso mostra que os bolos avaliados no presente estudo foram mais bem aceitos por parte dos avaliadores em relação à cor e à aparência.

Em relação à textura das formulações, o bolo P e o bolo B apresentaram maiores médias de notas (7,65 e 7,40, respectivamente) sem diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre si, ficando entre as notas referentes a “gostei moderadamente” e “gostei muito”. O bolo padrão foi formulado com sacarose. Este ingrediente está relacionado com a melhoria das

características da massa do bolo, conferindo maior maciez ao produto (PHILIPPI, 2006; ORNELLAS, 2007).

O bolo C recebeu a nota 7,12 nesse atributo, não apresentando diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) em relação aos demais bolos. Essa nota é referente a avaliação “gostei moderadamente”. O bolo A foi o que obteve menor nota por parte dos avaliadores quanto à textura, apresentando uma média de nota de 6,27 (gostei ligeiramente), sendo diferente estatisticamente ( $P < 0,05$ ) em relação ao bolo P e ao bolo B.

Quanto ao sabor, o bolo P recebeu a maior nota (7,52), seguido do bolo B (6,82), não apresentando diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre si. Essas formulações obtiveram notas referentes aos itens “gostei moderadamente” e “gostei muito”. O bolo C apresentou uma nota de 6,02 (“gostei ligeiramente”), sendo diferente estatisticamente do bolo P e do bolo A, mas não apresentando diferença estatística ( $P > 0,05$ ) em relação ao bolo B. O bolo A apresentou a menor nota (4,40) para o atributo sabor, referente à nota “desgostei ligeiramente”, apresentando diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação às demais formulações.

Segundo Philippi (2006), a sacarose utilizada na preparação padrão não só está relacionada com aumento do volume da massa do bolo após a cocção, como também confere sabor agradável ao produto. Além disso, de acordo com Oetterer (2006), quando submetido a temperaturas mais altas, como no presente estudo, o açúcar tende a apresentar maior doçura. No entanto, o açúcar simples utilizado no bolo é um alimento de alto índice glicêmico, alterando rapidamente a glicose sanguínea, sendo prejudicial a pacientes com DM (SILVA, MELLO, 2006).

A satisfatória aprovação do bolo B em relação ao sabor pode ser explicada porque a sucralose apresenta sabor aproximado ao da sacarose e menor sabor residual em comparação a outros edulcorantes (NACHTIGALL, ZAMBIAZI, 2006). Esse resultado é de extrema relevância, visto que a sucralose pode ser utilizada em substituição à sacarose, sem modificar significativamente o sabor dos bolos e ainda sem alterar a glicemia sérica, podendo ser utilizado por pacientes com DM (KROGER, 2006).

Em um estudo com bolos caseiros, diferenciados em sua formulação apenas quanto ao tipo de adoçante utilizado (sacarose, sucralose/acesulfame-K, stévia, sacarina/ciclamato), Biacchi (2006) encontrou os mesmos resultados do presente estudo. Os bolos formulados com sacarose obtiveram as maiores notas de aceitação para os critérios de textura e de sabor, sendo mais agradável nesses atributos em relação aos demais bolos. Os bolos elaborados com

sucralose/acesulfame-K receberam melhores notas para os atributos avaliados em comparação aos bolos formulados com stévia.

Esse resultado pode estar associado com o sabor amargo residual mais perceptível da stévia. Nesse mesmo estudo de Biacchi (2006), os bolos formulados com stévia foram avaliados com maior sabor residual, diferente estatisticamente quando comparado com os demais bolos formulados com sacarose e sucralose/acesulfame-K.

Em outro estudo, com biscoitos elaborados com farinha de abóbora sem açúcar, Silva et al. (2010) também encontraram maior aprovação por parte dos avaliadores em relação ao sabor nos biscoitos formulados com açúcar, seguido dos formulados com sucralose e por fim dos biscoitos contendo stévia. Para a textura, os biscoitos com stévia adquiriram o menor escore quando comparado às demais formulações. Esse resultado também está de acordo com o encontrado nesse estudo.

Referente ao critério de aceitação global, o bolo P adquiriu o maior escore (7.5), seguido do bolo B (7.02), sem diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre si, estando incluídos nos critérios de “gostei moderadamente”. O bolo C recebeu uma nota média de 6.3, representando o item “gostei ligeiramente”, não apresentando diferença estatística ( $P > 0,05$ ) em comparação ao bolo B, mas diferindo estatisticamente das demais formulações.

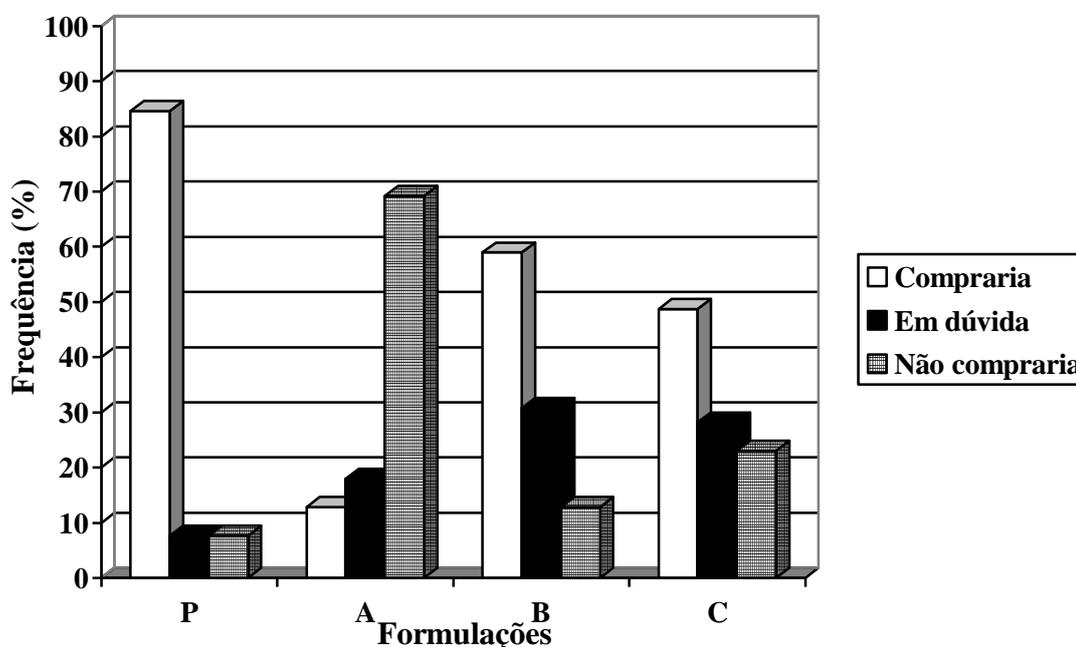
O bolo A foi o que recebeu menor aprovação dos avaliadores no atributo aceitação global, apresentando um escore médio de 5.02, referente à nota “indiferente”, apresentando diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação a todas as formulações. O bolo A, elaborado sem adoçante, não teve boa aceitação por parte dos avaliadores. Esse resultado demonstra que a yacon isoladamente, não aferiu sabor agradável ao bolo, precisando ser utilizado um adoçante para conferir sabor adocicado ao produto.

Em seu estudo com bolos de chocolate acrescidos de farinha de linhaça, Silva et al. (2009) encontraram valores semelhantes de impressão global entre o bolo padrão e o bolo contendo farinha de linhaça. Isso demonstrou que os bolos elaborados com farinha de linhaça foram bem aceitos, podendo, esse ingrediente ser utilizado em bolos, além de fornecer um bom aporte de fibras para os consumidores.

Os resultados obtidos na aceitação global estão de acordo com os encontrados para o atributo sabor. Isso sugere que os avaliadores associaram a preferência global dos bolos, principalmente com o sabor que o produto oferece, quando comparado aos demais atributos avaliados.

A figura 2 apresenta os resultados obtidos quanto à intenção de compra dos avaliadores referente a cada uma das quatro formulações de bolos. Os resultados foram

divididos em três grupos: compraria (referente às notas 4,0 e 5,0), em dúvida (referente à nota 3,0) e não compraria (referente às notas 1,0 e 2,0).



**Figura 2- Intenção de compra dos bolos P (yacon + linhaça + sacarose), bolo A (yacon + linhaça), bolo B (yacon + linhaça + sucralose/acessulfame-K) e bolo C (yacon + linhaça + stévia).**

Quanto à intenção de compra, o bolo P e o bolo B foram as formulações mais aceitas e com maior intenção de compra por parte dos avaliadores. Em relação ao bolo P, 84,6% dos avaliadores comprariam essa formulação, 7,69% ficaram em dúvida se comprariam e 7,69% responderam que não comprariam esse bolo. Quanto ao bolo B, 58,97% responderam que comprariam o bolo, 30,76% ficaram na dúvida e 12,82% não comprariam essa formulação.

Referente ao bolo A, 12,82% responderam que comprariam, 17,94% ficaram na dúvida e 69,22% dos avaliadores não comprariam esse bolo. Para o bolo C, 48,7% dos avaliadores responderam que comprariam, 28,2 ficaram em dúvida e 23,06% não comprariam essa formulação.

Segundo Guerrero et al. (2000), a intenção de compra é um processo decisório, que leva em conta diversos fatores, como o preço, a conveniência e o marketing do produto, porém são as características sensoriais as determinantes na decisão de compra. Essa afirmação está de acordo com os resultados encontrados nesse estudo, visto que as boas notas selecionadas nos atributos sensoriais para os bolos formulados com adoçantes, refletiram na escolha pela compra desses produtos.

Os resultados encontrados para intenção de compra estão de acordo com os verificados para os atributos de sabor e aceitação global, sendo o bolo P e o bolo B os melhores aceitos, seguido do bolo C e, por fim, do bolo A. Segundo Nachtigall e Zambiasi (2006) o sabor é um dos principais critérios de qualidade que influencia a decisão de compra de um produto.

Brito e Bolini (2008), avaliando néctares de goiabada formulados com diferentes tipos de adoçantes (sacarose, sucralose/acesulfame-K, stévia, ciclamato/sacarina), também encontraram maior intenção de compra para as formulações com sucralose/acesulfame-K e sacarose, com índices de aprovação semelhantes para esse atributo. Os néctares elaborados com stévia receberam menores notas em relação à intenção de compra em comparação aos demais adoçantes.

A sucralose/acesulfame-K parece não ter interferido de forma expressiva nas características sensoriais da formulação. Esse resultado é relevante porque essa formulação parece ser uma boa alternativa para pacientes com DM, os quais devem evitar bolos elaborados com sacarose.

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados nesse estudo, pode-se concluir que os bolos elaborados com farinhas de yacon e de linhaça obtiveram resultados desejáveis quanto às características analisadas, quando associados a um edulcorante. Portanto, elas podem ser utilizadas na elaboração de um novo produto de panificação.

A stévia e a suralose/acesulfame-K apresentaram adequados valores de umidade, permanecendo dentro dos valores desejáveis para produtos de padaria e não interferindo de forma negativa na textura da massa, possibilitando a elaboração de um bolo mais macio. Quanto aos carboidratos, as formulações com esses edulcorantes não apresentam sacarose, sendo mais adequadas para o consumo desses indivíduos.

Pode-se concluir também que a yacon e a linhaça utilizadas nas formulações possibilitaram um bom aporte de fibras aos bolos, podendo trazer benefícios à saúde de indivíduos sadios e de pacientes com Diabetes *mellitus* (DM). Além disso, os bolos formulados sem a sacarose apresentaram um menor valor calórico, sendo outro fator interessante para pacientes com DM, os quais necessitam manter o peso adequado para um melhor controle da doença.

Nos bolos com edulcorantes e no bolo sem adoçante não houve interferência na altura pré-cocção. O bolo formulado com stévia obteve valor próximo de altura pós-cocção do bolo elaborado com sacarose, além disso, foi o que apresentou maior rendimento, sendo esse edulcorante uma boa opção em substituição do açúcar, pois não altera de forma significativa o crescimento da massa.

O bolo elaborado com a batata yacon sem adoçante, não pareceu ser uma boa alternativa em relação às características sensoriais. O bolo C foi o menos aceito na maioria dos atributos analisados pelos avaliadores, mostrando que a yacon nesse trabalho não favoreceu o sabor adocicado da massa, necessitando ser utilizado um adoçante em combinação a esse ingrediente. Porém, novos estudos poderiam ser realizados avaliando diferentes concentrações de yacon, observando a possibilidade de a yacon em concentrações mais elevadas conferir sabor doce ao bolo.

Os bolos elaborados com stévia e sucralose-acesulfame-K obtiveram boa aceitação na análise sensorial. A formulação com sucralose/acesulfame-K foi a que apresentou avaliação mais próxima a da sacarose.

O bolo elaborado com sucralose/acessulfame-K foi o mais bem aceito em todos os atributos avaliados na análise sensorial, sendo esse edulcorante uma boa alternativa para pacientes com DM, já que não interferiu de forma negativa nas propriedades físicas e químicas da massa, além de ser aprovado pelos consumidores. Ademais, devido aos problemas relacionados com a glicose sanguínea, a sucralose/acessulfame-K deve ser preferida por pacientes com DM em substituição ao açúcar simples.

Os bolos elaborados nesse estudo apresentam a vantagem de serem formulados com a yacon já desidratadas, disponíveis no mercado. Esse fato possibilita aos consumidores a oportunidade de não só obterem um novo produto no mercado, mas também terem a opção de formularem o bolo em domicílio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PANIFICAÇÃO - ABIP. Disponível em: <<http://www.abip.org.br>>. Acessado em 11.04.2011.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA. Standards of medical care in diabetes. **Diabetes Care**. v. 30, n. 1, p. 4-41, jan., 2007.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA Diagnosis and classification of diabetes mellitus (Position Statement). **Diabetes Care**, v. 30, n. 1, p. 62-69, jan. 2007.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA Nutrition principles and recommendations in Diabetes. **Diabetes Care**, v. 31, n.1, p 161-178, 2008.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION - ADA. Standards of care for diabetes. **Diabetes Care**, v. 32, n.1, p. 113-161, jan. 2009.
- AGARWAL, V.; KOCHHAR, A.; SACHDEVA, R. Sensory and Nutritional Evaluation of Sweet Cereal Products Prepared Using Stevia Powder for Diabetics. **Ethno-Med**, v. 3, n. 2, p. 93-98, 2009.
- AKESOWAN, A. Quality of Reduced-Fat Chiffon Cakes Prepared with Erythritol-sucralose as Replacement for Sugar. **Pakistan Journal of Nutrition**, Tailândia, v. 8, n. 9, p. 1383-1386, dez. 2009.
- ALVES, N. N. R.; GAGLIARDO, L. C.; LAVINAS, F. C. A importância do consumo de fibras dietéticas solúveis no tratamento do diabetes. **Ver. Saúde & Amb.**, Duque de Caxias, v. 3, n. 2, p. 20-29, jul./dez. 2008.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Lista de alegações de propriedade funcional. Atualizada em julho de 2008. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissões/tecnolistaalega.htm>>. Acessado em 19.09.2011.
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Disponível em: <<http://www.ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/22758/16540>>. Acessado em: 13.10.2011.

ARAÚJO, W. M. V. et al. **Alquimia dos Alimentos**. Brasília: Senac-DF, 2009.

ATKINSON, M. A.; EISENBARTH, G. S. Type 1 diabetes: new perspectives on disease pathogenesis and treatment. **Lancet**, v.358, n. 9277, p. 221–229, jul. 2001.

BABU, U. S. et al. Impact of high flaxseed diet on mitogen-induced proliferation, IL-2 production, cell subsets and fatty acid composition of spleen cells from pregnant and F1 generation Sprague-Dawley rats. **Food Chem. Toxicol.**, Laurel, v. 41, n. 6, p. 905-915, mar. 2003.

BAIK, O. D.; MARCOTTE, M.; CATAIGNE, F. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens. Part II. Evaluation of quality parameters. **Food Research international**, Quebec, v. 33, n.7, p. 599-607, ago. 2000.

BIACCHI, S. M. **Análise qualitativa e sensorial de edulcorantes em bolo caseiro**. 43f. Monografia (Graduação) – Centro Universitário Franciscano. Faculdade de Nutrição. Santa Maria, 2006.

BIGAL, M. E., KRYMCHANTOWSKI, A.V. Migraine triggered by sucralose--a case report. **Headache**, Bronx, v. 46, n. 3, p. 515-517, mar. 2006.

BINNS, N. M. Sucralose – all sweetness and light. **Nutrition Bulletin**, London, v. 28, n. 1, p. 53-58, mar. 2003.

BORGES, A. M. Estabilidade da pré-mistura de bolos elaborada com 60% de farinha de banana verde. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, jan./fev. 2010.

BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, jan./jun. 2006.

BORGES, J. T. S, et al. Caracterização físico-química e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 83-96, jan./jun. 2011.

BREUER, H. W. Review of acarbose therapeutic strategies in the long-term treatment and in prevention of type 2 diabetes. **Int. J. Clin. Pharmacol Ther.**, Gorlitz, v. 41, n.10, p. 421-440, out. 2003.

BÚRIGO, T. et al. Efeito bifidogênico do frutooligossacarídeo na microbiota intestinal de pacientes com neoplasia hematológica. **Rev. Nutr.**, v. 20, n. 5, p. 491-497, set./out., 2007.

BURTON-FREEMAN, B. Dietary fiber and energy regulation. **J. Nutr.**, Thousand Oaks, v. 130, n. 2, p. 272-275, fev. 2000.

BRITO, C. A. K; BOLINI, H. M. A. Análise da aceitação de néctares de goiaba por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Rev. Bras. de Tec. Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 67-80, 2008.

CABELLO, C. Extração e pré- tratamento químico de frutanos de yacon. **Ciênc. Tecnol. Alim.**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 202-207, abr./jun. 2005.

CAMPOS, M. B. Sucralose: A Revolução em Adoçantes. **Food Ingredients**, n. 19, v. 4, 2002.

CARVALHO, H.; JONG, E. V. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise**. Porto alegre: ed. Ufrgs, v.1, 2002.

CARDOSO, J. M. P et al. Equivalência de dulçor e poder edulcorante de edulcorantes em função da temperatura de consumo em bebidas preparadas com chá-mate em pó solúvel. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n 3, p. 448-452, jul./set. 2004.

COUSSEMENT, P. Inulin and oligofrutose as dietary fiber: analytical, nutritional and legal aspects. **Complex Carbohydrate in foods**, Nova Iorque, p. 213-212, 1999.

COSKUNER, Y; KARABABA, E. Some physical properties of faxseed (*Linum usitatissimum*. L.) **Journal of Food Engineering**., Mersin, v. 78, n. 3, p. 1067-1073, fev. 2007.

CHUDZIKIEWICZ, F. F. **Análise do comportamento de compra e da satisfação do cliente no mercado de panificadoras e confeitarias em Curitiba**. 225 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Paraná – Programa de Pós-graduação em administração, Curitiba, 2005.

CASTILLO, A. M. E; VIDAL, M.S.A. **El yacón: una nueva alternativa en la prevención y el tratamiento de la salud**, 2005. Disponível em: <<http://infoagro.net/es/apps/news/recordview.cfm?vsys=a5&id=8641>>. Acessado em 14.04.2011.

DOLINSKY, M. **Nutrição funcional**. ed. São Paulo: Roca, 2009.

DORFMAN, S. E. et al. Metabolic implications of dietary trans-fatty acids. *Obesity*. **Silver Spring**, Massachusetts, v. 17, n. 6, p. 1200-1207, jun. 2009.

DUARTE, M. R. WOLF, S.; de PAULA, D. G. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (yacón): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, Curitiba, v. 44, n. 1, jan./mar. 2008.

ESTELLER M. S. et al. Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 4, out./dez. 2004.

ESTELLER, M. S.; JÚNIOR, O.Z.; LANNES, S.C.S. Bolo de “chocolate” produzido com pó de cupuaçu e kefir. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. São Paulo, v. 42, n. 3, jul./set. 2006.

FERNÁNDEZ, E. C.; VIEHMANNOVÁ, J.; MILELLA, L. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poeppig & Endlicher) H. Robinson]: a new crop in the Central Europe. **Plant Soil Environ.**, Prague, v. 52, p. 564-570, 2006.

FORTES, R. C; MUNIZ, L.B. Efeito da suplementação dietética com frutooligosacarídeos e inulina no organismo humano: estudo baseado em evidências. **Com. Ciências Saúde**, v. 20, n. 3, p. 241-252, jul./set. 2009.

FRANCK, A.; BOSSCHER, D. **Fiber ingredients**: food application and health benefits. Boca Raton: CRC Press, 2009.

GENTA, S. et al. Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. **Clinical Nutrition**, Tucumã, v. 28, p. 182–187, fev. 2009.

GEUNS, J. M. Stevioside. **Phytochemistry**, Lovaina, v. 64, n. 5, p. 913-921, nov. 2003.

GRAEFE, S. et al. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Res.**, v. 86, p. 157-165, 2004.

GOMEZ, M. et al. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, Witzenhausen, v. 216, n. 1, p.51–56, ago. 2003.

GRANADA, G. G. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleis light de abacaxi. **Ciênc.Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 625-635, out./dez. 2005.

GREGERSEN, S. et al. Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subject. **Metabolism**, Copenhagen, v. 53, n. 1, p. 73-76, jan. 2004.

GRICE, H. C., GOLDSMITH, L.A. Sucralose – an overview of the toxicity data. **Food Chem. Toxicol.** Nepean, v. 38, p. 1–6, fev. 2000.

GROSS, J. L. et al. Diabetes Melito: Diagnóstico, Classificação e Avaliação do Controle Glicêmico. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, Porto Alegre, v. 46, n. 1, p. 16-26, fev. 2002.

GUERRERO, L. et al. Consumer attitude towards store brands. **Food Quality and Preference**, Moenlls, v. 11, n. 6, p. 387-395, mar. 2000.

GUIMARÃES, R. R.; FREITAS, M.C.J.; SILVA, V.L.M. Bolos simples elaborados com farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus vulgaris*, sobral): avaliação química, física e sensorial. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 354-363, abr/jun. 2010.

GUTKOSKI, L. C.; TROMBETA, C.; Avaliação dos teores de fibra alimentar e de betaglicanas em Cultivares de Aveia. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 19, n. 3, set./dez. 1999.

GUTKOSKI, L. C.; JACOBSEN NETO, R. Procedimento para teste laboratorial de panificação – pão tipo forma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 873-879, set./out. 2002.

GRANATO, D. et al. Doce dietético misto de yacon e maracujá: avaliação da aceitabilidade e da estabilidade físico-química sob refrigeração. **Braz. J. Food Technol.**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 200-204, jul./set. 2009.

HABIBI, N. C. et al. Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: Biochemical approach. **Chemico-Biological Interactions**, São Miguel de Tucumã, v. 194, p. 31–39, ago. 2011.

HANNA, F. W. F.; PETERS, J. R. Screening for gestational diabetes: past, present and future. **Diabet. Med.**, Merthyr Tydfil, v. 19, n. 5, p. 351-358, mai. 2002.

HOZ, L. et al. Effect of dietary linseed oil and a-tocopherol on pork tenderloin (*Psoas major*) muscle. **Meat Science**, Madri, v. 65, n. 3, p. 1039–1044, nov. 2003.

HUSSAIN, S. et al. Physical and sensoric attributes of flaxseed flour supplemented cookies. **Turkish Journal of Biology**, Faisalabad, v. 30, p. 87-92, fev. 2006.

IBRAHIM, I. A. Nutrient factors affecting *in vitro* cultivation of *Stevia rebaudiana*. **Sugar Tech.**, Cairo, v. 10, n. 3, p. 248-253, ago., 2008.

JECFA, 2003. Disponível em: <[http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec\\_1.htm](http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1.htm)>. Acessado em 11.11.2011.

JECFA, 2004. Disponível em <<http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/monograph1/Additive-442.pdf>>. Acessado em 09.04.2011.

JECFA, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/FACTSHEET%20STE-VIOL%20GLYCOSIDESfinal1.pdf>>. Acessado em 09.04.2011.

KROYER, G. Stevioside and stevia-sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. **J. Verbr. Lebensm.**, Wien, v. 5, n. 2, p. 225-229, jan. 2010.

LAU, C. et al. Dietary glycemic index, glycemic load, fiber, simple sugars, and insulin resistance: the Inter study. **Diabetes Care**, v.28, p. 1397–1403 2005.

LEE, J. C. et al. Dietary flaxseed enhances antioxidant defenses and is protective in a mouse model of lung ischemia-reperfusion injury. **AJP-Lung Cell Mol Physiol**, Filadélfia, v. 294, p. 255-265, fev. 2008.

LIMA, C. C. **Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais**. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Engenharia de Alimentos - Programa de Pós-graduação em Tecnologia dos Alimentos: Alimentos Funcionais, Fortaleza, 2007.

LINDSTRÖM, J. et al. High-fibre, low-fat diet predicts long-term weight loss and decreased type 2 diabetes risk: the Finnish Diabetes Prevention Study. **Diabetologia**, Helsinki, v. 49, n. 5, p. 912-920, mar. 2006.

LYRA, R.; CAVALCANTI, N. **Diabetes mellitus**. 1 ed. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2006.

LIU, S. et al. Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle- aged women, **Am J Clin Nutr.**, Boston, v. 78, n. 5, p. 920-927, nov. 2003.

MACIEL, L. M. B. **Utilização de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) No processamento de biscoito tipo “cracker”:** características físico-químicas, nutricionais e sensoriais. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Engenharia de Alimentos – Programa de Pós-graduação em Tecnologia dos Alimentos, Fortaleza, 2006.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause, Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MAIA, S. M. P. C. **Aplicação da farinha de maracujá no processamento do bolo de milho e aveia para fins especiais.** 78 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Tecnologia dos Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia dos Alimentos, Fortaleza, 2007.

MAKI, K. C. et al. Improved calcium absorption from a newly formulated beverage compared with a calcium carbonate tablet. **Nutr. Res.**, Chicago, v. 22, p.1163-1176, out. 2002.

MARCELLINI, P. S.; CHAINHO, T. F.; BOLINI, H. M. A Doçura ideal e análise de aceitação de suco de abacaxi concentrado reconstituídoadoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 177-182, abr./jun. 2005.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 767-770, Nov./dez. 2006.

MARTINS, M. L. R.; LEVY, K. L.; CORDEIRO, A. A. Efeitos da utilização de *Smallanthus sonchifolius* (yacon) no tratamento de indivíduos com Diabetes *Mellitus*. **CERES**, v, 6, n. 1, p. 35-43, 2011.

MEIER, R.; LOCHS, H. Pre and probiotics. **Rev Therapeut.**, v. 64, n. 3, p. 161-169, 2007.

MELLO, V. D.; LAAKSONEN D. E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 509-518, jun. 2009.

MILNER, J. A. Functional food and health promotion. **Journal of Nutrition**, Pensilvânia, v.129, p. 1395-1397, jul. 1999.

MOLENA-FERNANDES, C. A. et al. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução ponderal em ratos Wistar. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 201-207, abr./jun. 2010.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Rev. Elet. de farmácia**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p 109-122, nov. 2006.

MORAES, E. A. et al. Sensory evaluation and nutritional value of cakes prepared with whole flaxseed flour. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 4, out./dez. 2010.

MOSCATTO, J. A. et al. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, out./dez. 2004.

NACHTIGALL, A. M.; ZAMBIAZI, R. C.. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 24, n.1, p. 47-58, jan./jun. 2006.

OETTERER, M. et al. **Fundamentos de ciência e tecnologia dos alimentos**. Ed. Monele. 2006. São Paulo.

OLIVEIRA, M. A.; NISHIMOTO, E. K. Avaliação do Desenvolvimento de Plantas de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) e Caracterização dos Carboidratos de Reservas em HPLC. **Braz. J. Food Technol.**, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 215-220, nov. 2004.

OLIVEIRA, T. M. et al. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 141-150, abr./jun. 2007.

OLIVEIRA, L. A. et al. Respostas glicêmicas de ratos diabéticos recebendo solução aquosa de yacon. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 20, n. 1, p. 61-67, jan./mar., 2009.

OLIVEIRA, V. F. et al. Frutanos em calos de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. **Hoehnea**, São Paulo, v. 36 n. 1, p. 89-97, fev. 2009.

OOMAH, B. D.; DER, T. J.; GODFREY, D. V. Thermal characteristics of flaxseed (*Linum usitatissimum*) proteins. **Food Chemistry**, v. 98, n. 4, p. 733- 741, 2006.

ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética seleção e preparo de alimentos**. 8 ed. São Paulo: ATHENEU, 2007.

OSAWA, C. C. et al. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 92-99, jan./mar. 2009.

PADILHA, P. C. et al. Terapia nutricional no diabetes gestacional. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 95-105, jan./fev. 2010.

PAN, A. et al. Effects of a Flaxseed-Derived Lignan Supplement in Type 2 Diabetic Patients: A Randomized, Double-Blind, Cross-Over Trial. **Plos one**, Shanghai, v. 2, n. 11, nov. 2007.

PASSOS, L.; PARK, Y. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 385-390, 2003.

PATTERSON, C. C. et al. Incidence trends for childhood type 1 diabetes in Europe during 1989–2003 and predicted new cases 2005–20: a multicentre prospective registration study. **Lancet**, Belfast, v. 373, p. 2027–2033, mai. 2009.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2006.

PRASAD, K. Hypocholesterolemic and antiatherosclerotic effect to flax lignin complex isolated from flaxseed. **Atherosclerosis**, Saskatoon, v. 179, p. 269–275, jan. 2005.

PEREIRA, G. A. P. et al. Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo. **Rev. Bras. Reumatol.**, São Paulo, v.49, n.2, p. 164-171, mar./abr. 2009.

PEREIRA, S. C. L. et al. Avaliação do efeito hipoglicemiante da farinha e do extrato de yacon (*Polymnia sonchifolia*) em ratos normais e diabéticos. **Rev. Med. Res.**, v. 11, n.4, p. 148, out./dez. 2009.

RESOLUÇÃO – RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. Disponível em <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acessado em 11/04/2011.

ROLIM, P. M. et al. Glycemic profile and prebiotic potential “in vitro” of bread with yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 467-474, abr./jun. 2011.

ROSA, C. S. et al. Elaboração de bolo com farinha yacon. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, set. 2009.

SALES, R. L. **Efeitos do amendoim e da linhaça no perfil lipídico, composição corporal e processo inflamatório em indivíduos com excesso de peso.** 172 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Faculdade de Tecnologia de Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Viçosa, 2009.

SAMPAIO, A. F. A. **Efeito da substituição da sacarose nas características físico-químicas e sensoriais de bolos com valor calórico reduzido.** 98 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Engenharia dos Alimentos – Programa de Pós-Graduação em Engenharia dos Alimentos, Fortaleza, 2006.

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

SARTORELLI, D. S., FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n.1, p. 29-36, 2003.

SARTOLLI, D. S.; CARDOSO, M. A Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, São Paulo, v. 50, n. 3, Jun. 2006.

SCHER C. F.; RIOS, A. O.; NOREÑA, C. P. Z. Hot air drying of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its effect on sugar concentrations. **Int. Jour. of Food Science and Tech.**, v. 44, p. 2169–2175, out. 2009.

SIMS, I. M. Structural diversity of fructans from members of the order Asparagales in New Zealand. **Phytochemistry**, Lower Hutt, v.63, n. 3, p. 351–359, jun. 2003.

SINGH, S. D.; RAO, G. P. Stevia: the Herbal sugar of 21 century. **Sugar Tech**, v.7, n.1, p. 17-24, 2005.

SILVA, R. F. Use of inulin as a natural texture modifier. **Cereal Foods World**, v.41, n.10, p.792-794, 1996.

SILVA, A. S. S. et al. Avaliação da resposta glicêmica em mulheres saudáveis após a ingestão de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) *in natura*, cultivadas no estado de Santa Catarina – Brasil. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.2, p.137-142, abr./jun. 2006.

SILVA, S. M. C; MURA, J. D. P. **Tratado de Alimentação, Nutrição e Dietoterapia.** São Paulo: Roca, v.1, p 561-570, 2007.

SILVA, F. M.; MELLO, V. D. F. Índice glicêmico e carga glicêmica no manejo do diabetes melito. **Rev HCPA**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 73-81, ago. 2006.

SILVA, J. B. et al Utilização tecnológica de semente de abóbora na elaboração de biscoitos fonte de fibra alimentar e sem adição de açúcar. **Rev. Bras. Tecn. Alim.**, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 58-71, 2010.

SILVA, M. T. P. et al. Utilização de frutooligossacarídeos na elaboração de pão de forma sem açúcar. **Temas agrários**, v. 15, n. 1, p. 44-57, mar. 2010.

SIZER, F.; WHITNEY, E. **Nutrição conceitos e controvérsias**. 8 ed. Barueri: Manole, 2003.

SOARES, L. L. et al. Avaliação dos efeitos da semente de linhaça quando utilizada como fonte de proteína nas fases de crescimento e manutenção em ratos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 22, n. 4, jul./ago., 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES – SBD - Tratamento e acompanhamento do *Diabetes Mellitus*, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES – SBD – disponível em <http://www.diabetes.org.br/para-o-publico/tudo-sobre-diabetes/sintomas-de-diabetes>. Acessado em 09/04/2011.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press, 1993.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - TACO. Campinas: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação; Universidade Estadual de Campinas, 2006.

TORLONI, M. S. O uso de adoçantes na gravidez: uma análise dos produtos disponíveis no Brasil. **Rev. Bras. Ginecol. Obstet.**, São Paulo, v. 29, n. 5, p 267-275, abr. 2007.

THROWER, S. L.; BINGLEY, P. J. Prevention of type 1 diabetes. **British Medical Bulletin**, Bristol, v. 99, p. 73–88, abr. 2011.

TRUCOM, C. **A importância da linhaça na saúde**. 1 ed. São Paulo: Alaúde, 2006.

UDDIN, M. S. et al. *In vitro* propagation of *Stevia Rebaudiana* Bert in Bangladesh. **Afr. J. Biotechnol.**, Bangladesh, v.5, n.13, p. 1238-1240, jul. 2006.

VANINI, M. et al. A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Cienc. Cuid. Saúde**, v.8, p. 92-96, 2009.

VASCONCELOS, C. M. et al. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Rev. Inst. Adolfo Lutz.**, Viçosa, v. 69, n. 2, p. 188-193, abr./jun. 2010.

VAZ, R. T. C. Effects of inulin-type fructans consumption on mineral intestinal absorption and balance in rats fed control and iron-deficient diets. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.21, n.1, p. 7-13, jan./mar., 2010.

VILHENA, S. M.; CÂMARA, F. L. A.; KAKIHARA, T. O cultivo de yacon no Brasil. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 18, n.1, mar. 2000.

WEAVER, W. W. Yummy Yacon. **Mother Earth News**, n. 216, p. 112-114, jun./jul. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Technical Report Series, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Disponível em: <<http://www.who.int/chp/media/news/releases/20111diabetes/em/index.html>>. Acessado em 09.04.2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Prevalence of diabetes worldwide. Disponível em: <[http://www.who.int/diabetes/facts/world\\_figures/en](http://www.who.int/diabetes/facts/world_figures/en)>. Acessado em 05.05.2011.

## APÊNDICE A - Ficha para avaliação sensorial de bolos

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Você está recebendo quatro amostras de bolos elaborados com farinhas de linhaça e de batata yacon. Por favor, avalie cada um dos produtos separadamente e atribua notas na tabela para cada característica avaliada de acordo com o seguinte critério:

- (1) Desgostei muitíssimo
- (2) Desgostei muito
- (3) Desgostei moderadamente
- (4) Desgostei ligeiramente
- (5) Indiferente
- (6) Gostei ligeiramente
- (7) Gostei moderadamente
- (8) Gostei muito
- (9) Gostei muitíssimo

### Atributos a serem avaliados

Característica	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°
Aparência				
Cor				
Textura				
Sabor				
Aceitação global				

**APÊNDICE B – Ficha para avaliação de intenção de compra**

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Você está recebendo quatro amostras de bolos elaborados com farinhas de linhaça e de batata yacon. Por favor, avalie cada um dos produtos separadamente e atribua notas na tabela para avaliação de intenção de compra

- (1) Certamente não compraria
- (2) Provavelmente não compraria
- (3) Tenho dúvida se compraria
- (4) Provavelmente compraria
- (5) Certamente compraria

**INTENÇÃO DE COMPRA**

Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°	Amostra n°

## APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido

**Projeto:** Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com Diabetes *mellitus*

**Pesquisadores:** Prof. Dra. Viviani Ruffo de Oliveira (orientadora) e Natália Todeschini Almeida (acadêmica)

**Sujeitos envolvidos:** Alunos e funcionários da UFRGS

**Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### I. Justificativa e Objetivos:

Tendo em vista que o *Diabetes Mellitus* é uma doença de grande prevalência, é importante encontrar alternativas de formulações que possibilitem a esses pacientes o consumo de alimentos de sabor doce como forma de suprir a vontade de consumi-los, e favorecendo a sociabilidade. Ademais, a formulação de um produto adocicado associado a um incremento no seu teor de fibras alimentares, além de ser um desafio, possibilita aos pacientes com Diabetes *mellitus* (DM) obterem através desse novo produto uma opção para se evitar a monotonia, a restrição de alimentos e para auxiliar no controle dos níveis de glicose sérica.

O estudo apresenta como objetivos: Avaliar as características físicas, químicas e sensoriais bolos elaborados a partir de farinha de batata yacon e de linhaça para pacientes com DM.

### II. Os procedimentos a serem utilizados:

Esse consentimento está relacionado com a avaliação sensorial de bolos.

Para o teste de preferência das amostras será utilizado uma escala hedônica de nove pontos para avaliar os atributos aparência, textura, cor, sabor e aceitação global.

### III. Desconfortos e riscos:

Esses procedimentos de avaliação serão realizados com pacientes sadios e somente procederá com a concordância do sujeito em participar do estudo, caso contrário será prontamente respeitado.

Os bolos poderão apresentar sabor residual em função dos edulcorantes utilizados. Acredita-se que esse estudo seja de risco reduzido, pois não será realizada análise sensorial com pacientes com Diabetes *mellitus*.

### IV. Os benefícios que se pode obter:

Será avaliada a melhor forma de processamento em relação ao aspecto sensorial pelo grupo em questão, associando a aquisição de um bolo elaborado com farinhas de yacon e de linhaça e edulcorantes, adequado para consumo de pacientes com DM.

### V. Garantia de privacidade:

Os seus dados de identificação serão mantidos em sigilo e as informações colhidas serão analisadas estatisticamente, e podem ser publicadas posteriormente em alguma revista científica de Nutrição. Afirmo que a sua participação poderá ser suspensa a qualquer momento caso você deseje, sem prejuízo para a sua pessoa.

### VI. Garantia de resposta a qualquer pergunta e liberdade de abandonar a pesquisa:

Eu, \_\_\_\_\_ fui informado dos objetivos do estudo realizado pela acadêmica Natália Todeschini Almeida e, portanto concordo em participar deste projeto. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu desejar. Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso recorrer à pesquisadora Viviani Ruffo de Oliveira no telefone (51) 33084085.

Declaro que tenho conhecimento do presente Termo de Consentimento

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador